Manual teórico-práctico
Schneider
Instalaciones en Baja Tensión

Volumen 4

Eunea
Merlin Gerin
Square D
Telemecanique

Schneider Electric
Construir un nuevo mundo eléctrico

Manual teórico-práctico
Schneider

Contenido de la obra

		vol.
A	Presentación	1
B	Generalidades	
D	La acometida en BT	
E	La compensación de la energía reactiva	
F	La distribución en BT	
G	La protección contra los choques eléctricos	2
H1	Los circuitos y su dimensionado	
H2	La aparamenta de protección	
J	La aparamenta y sus aplicaciones particulares	3
K	El control energético de los edificios domésticos e industriales	4
L	Las instalaciones domésticas e industriales	
M	La seguridad en las máquinas	
N	Las instalaciones de BT de gran intensidad: 1500 a 6000 A	

En preparación

1. Metodología

El estudio de una instalación eléctrica de BT, implica el total de los apartados de este manual, prácticamente en el mismo orden de su publicación.

A Presentación

B Generalidades

Para estudiar una instalación eléctrica, el conocimiento de la reglamentación y la normativa vigente es un paso previo imprescindible.

La forma de trabajo de los receptores (en régimen normal, al arranque, los factores de simultaneidad, etc.), su localización en las plantas del edificio y sus valores, permiten realizar un balance de las potencias instaladas, de la potencia total necesaria, de la potencia de contratación y analizar el tipo de contratación más adecuado.

D La acometida en BT

El tipo de acometida estará de acuerdo con el reglamento de BT, de las normas UNE y de las normas particulares de la empresa suministradora, que deberá informar del tipo de enganche y de las características técnicas de la energía en el punto de enganche, tensión nominal, fluctuación, intensidad de cortocircuito, previsión de paros por mantenimiento o por explotación, el tipo de red, etc.

E La compensación de la energía reactiva

La compensación de la energía reactiva se realizará o no, localmente, globalmente o de forma mixta en función de los resultados del estudio técnico económico correspondiente.

F La distribución en BT

La red de distribución se estudia en función de la situación de las cargas y sus prioridades. Así, el número y las características de las fuentes de seguridad y de las alimentaciones de emergencia se pueden definir.

El esquema de unión a tierra o régimen de neutro se elige en función de la reglamentación vigente, de las necesidades propias de la explotación y la naturaleza de los receptores.

La distribución, cuadros y canalizaciones, se determinan a partir de los planos del edificio, de la situación de las cargas y de su necesidad de agrupamiento.

La naturaleza de los locales y de su actividad condicionan el nivel de protección a los agentes externos.

G La protección contra los choques eléctricos

Según el tipo de régimen de neutro escogido, se determinará el tipo de protección contra los contactos directos e indirectos a instalar en la red, que pueden ser el TT, el TN o el IT.

Deberemos tener en cuenta las particularidades eventuales de los receptores, del ambiente (en el entorno y en el local) y del circuito de alimentación para cada caso.

H1 Los circuitos y su dimensionado

Es el momento de realizar el estudio detallado de los circuitos.

A partir de la intensidad de empleo de las cargas, de las corrientes de cortocircuito y del tipo de dispositivo de protección, podemos determinar la sección de una canalización teniendo en cuenta la influencia de su propia naturaleza y de su entorno inmediato.

Antes de considerar la sección calculada como definitiva, debemos comprobar que la caída de tensión es conforme a las normas, tanto en el régimen normal como en el transitorio (arranque de motores), y que las protecciones contra los choques eléctricos están aseguradas.

En esta posición podemos definir la corriente de cortocircuito en cada punto y verificar la capacidad térmica y electrodinámica de las conducciones.

Estas verificaciones pueden determinar modificaciones a los valores de las secciones de las conducciones definidas anteriormente.

H2 La aparamenta de protección

Una vez definas las canalizaciones y sus propiedades, podemos determinar las características de la aparamenta, en correspondencia a las cargas y las corrientes de cortocircuito, bajo conceptos de filiación y selectividad.

J La aparamenta y sus aplicaciones particulares

Estudiamos los siguientes elementos particulares:

Los que actúan sobre fuentes específicas, tales como los alternadores u onduladores.

Los que actúan sobre receptores específicos, tales como los condensadores, las cargas resistivas, el alumbrado o los transformadores de BT/BT.

Los que actúan sobre redes especiales, tales como la corriente continua.

K El control energético de los edificios domésticos e industriales

Para una racionalización de los consumos, las tarifas eléctricas y los términos de potencia.

L Las instalaciones domésticas e industriales

Los niveles de seguridad, referenciados en el reglamento, y las soluciones Schneider Electric con software de cálculo.

M La seguridad en las máquinas

La normativa específica de la CEE, los circuitos de potencia, los circuitos de maniobra, los microprocesadores y los fundamentos de la programación.

N Las instalaciones de BT de gran intensidad: 1500 a 6000 A

La problemática de la conducción en las grandes intensidades, las pérdidas peliculares y de proximidad, los esfuerzos electrodinámicos.

Las recomendaciones de la CEI y las soluciones Schneider Electric.

Indice volumen 4

K El control energético de los edificios domésticos e industriales

Pequeñas estructuras domésticas	**K/37**
Grandes y medianas estructuras domésticas o terciarias	**K/57**
Edificios industriales, terciarios y domésticos de gran envergadura (rascacielos)	**K/69**
Qué debemos controlar para determinar la calidad de la energía eléctrica	**K/237**
El control de la energía en los ejemplos ilustrados en este manual	**K/355**
Reglamento electrotécnico para BT e Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC-BT)	**K/858**

Metodología volumen 4

K1

El control y la seguridad de un edificio es una aproximación a la total automatización y control energético del mismo, en relación a la aptitud a su función, por medio de los sistemas de gestión técnica.

Cuando se trata de pequeñas edificaciones o unifamiliares, bloques con viviendas unifamiliares, no son necesarias arquitecturas complejas.

K2

Mediante la utilización de captadores, microprocesadores, equipos de inteligencia local, analizadores de redes y medios de comunicación, se garantiza el control energético y la seguridad en grandes y medianas estructuras domésticas o terciarias.

K3

Para edificios industriales, terciarios y domésticos de gran envergadura no es suficiente el control del consumo de la energía para optimizar su rendimiento sino que hoy en día se debe controlar su calidad para obtener un mayor rendimiento. Este rendimiento no es el propio de la energía solamente, sino el de sus aplicaciones y aún más los propios de los sistemas de control a utilizar, sistemas en los procesos de gestión e información.

K4

Para cumplir la directiva de responsabilidad civil, 85/374/CEE de julio de 1985, y la Ley equivalente Ley 22/1994, de 6 de julio, que considera explícitamente la electricidad como un producto, la norma UNE-EN 50160, características de la tensión suministrada por las redes generales de distribución, que indica los parámetros de calidad; y el Real decreto 1955/2000 de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica y las futuras especificaciones técnicas de la misma... Se ha considerado oportuno exponer de forma resumida los parámetros a controlar y los efectos que los generan.

K5

Es obvio que la energía más segura de utilizar en consumos domésticos es la energía eléctrica. La humanidad ha sido capaz de crearla y controlarla, su utilización cada día más masiva ha llegado al límite de transformarse en imprescindible para mantener la calidad actual de vida.

Al convertirse en esta necesidad debemos tener prudencia en su consumo y control para evitar transformarla en un elemento caro de obtener.

La racionalización de su consumo, de las inversiones necesarias para su elaboración y explotación, deben seguir los parámetros de la economía, su utilización se debe reservar a las aplicaciones útiles, las pérdidas por conducción, por utilización innecesaria, al habituarnos a ella y no prestar la atención necesaria, ha creado un despilfarro de energía que con la tecnología actual podemos controlar, sólo debemos aplicarla. Para darnos una pequeña idea, la CE ha realizado un estudio sobre el consumo de los LED (pequeñas lámparas piloto), que en toda la comunidad están instalados, los LED de los electrodomésticos, de las máquinas de los cuadros de control..., su consumo es equivalente al consumo total de Portugal.

Una de las necesidades es la armonización del consumo con la producción en el tiempo. La sociedad tiene unos hábitos que provocan elevados consumos en un período del día y muy bajos consumos en otro período del día.

Las centrales térmicas funcionan a un ritmo regular de producción de vapor, no es posible disminuir la producción de vapor durante un par de horas para elevarla al cabo de tres horas y volverla a disminuir, la inercia térmica de la central generadora de calor para la transformación de vapor no tiene este ciclo, independientemente de la naturaleza del combustible. La que se adapta más a su ciclo de producción con las necesidades de consumo de la humanidad actual es la energía solar, pero con la dificultad de la constancia, en invierno un día nublado necesitamos más energía y en cambio recibimos menor energía solar.

En el momento que la reglamentación especifique normas para la producción de energía solar y la conexión de excedentes a la red pública, será una buena alternativa a la contribución del ahorro energético, mientras es posible utilizarla para calefacción, refrigeración, agua sanitaria, depuración...

Si nos estructuramos para reducir el despilfarro energético y racionalizamos las instalaciones y el consumo, obtendremos un coste más reducido de la energía.

Esta será la finalidad de este estudio, con los conocimientos que la tecnología nos ha puesto a nuestra disposición, hoy en día, y que podemos resumir en tres:

- Inversión en instalación adecuada.
- Equilibrio de consumo a las características de producción.
- Reducción de las pérdidas de transporte.

Capítulo K
El control energético de los edificios domésticos e industriales

El control energético de los edificios domésticos e industriales

El control energético de los edificios es fundamental para la racionalización de los consumos, las tarifas eléctricas y los términos de potencia.

Las instalaciones modernas comportan numerosos equipamientos técnicos, los cuales son más o menos numerosos y sofisticados según la importancia de la utilización del edificio.

En los edificios encontramos los equipamientos de distribución de energía, los aparatos de climatización, alumbrado, comunicación, seguridad... La puesta en servicio, la explotación y el control individualizado de estos equipamientos entran de lleno en la problemática de los costes en función de los niveles de disponibilidad, fiabilidad, mantenimiento y seguridad. Esta problemática, hoy en día, nos conduce a la Gestión Técnica Centralizada del edificio.

Para una mejor comprensión del control energético de los edificios hemos dividido el volumen en cinco grandes apartados. En los tres primeros se realiza una clasificación en relación al tamaño y función de las edificaciones; el cuarto aborda la calidad de la energía, y el quinto y último estudia el control de la misma.

Indice

El control energético de los edificios domésticos e industriales

1. Pequeñas estructuras domésticas

1.1. Para mantener una contratación con un término de potencia bajo K/37
Relé prioritario DD K/37

1.2. Contactores economizadores CDS K/38
Características comunes a la gama de contactores economizadores CDS K/38
Contactores economizadores CDS K/38
Contactores economizadores CDSt K/39
Contactor economizador CDSc K/40
Contactor economizador CDS K/41

1.3. Ejemplos de instalaciones y circuitos K/44
Identificar un circuito de alimentación señalizando a distancia el estado de la instalación K/44
Proteger una instalación contra situaciones de riesgo con parada de emergencia K/44
Apagado manual a distancia de una instalación K/46
Maniobrar un interruptor automático sin acceder a él K/48
Maniobrar de forma automática un circuito a través de un interruptor horario preservando el mando manual K/50
Desconectar circuitos no prioritarios durante un tiempo determinado en caso de sobrecarga K/51
Proteger una instalación con ordenadores, impresoras, fotocopiadoras, etc., evitando disparos intempestivos de los diferenciales K/53
Escalonar la puesta en tensión de varios circuitos K/54
Proteger un circuito contra sobretensiones transitorias señalizando el fin de vida de la protección K/55

2. Grandes y medianas estructuras domésticas o terciarias

2.1. Las técnicas utilizables K/58
Inteligencia centralizada K/58
Inteligencia repartida K/59
La arquitectura del tratamiento de la información K/59
El control-mando hilo a hilo K/61
El control-mando por bus K/61
El control-corrientes portadoras K/61
Otras técnicas de control-mando K/62

2.2. Los soportes físicos de la comunicación K/62
Instalación de soportes K/62

2.3. La solución Schneider Electric K/63
El control de las sobretensiones K/66
Analizador de red K/66
Control y compensación del factor de potencia K/67
Control y compensación de los armónicos K/67
Discriminación de circuitos K/67

K

Circuitos prioritarios sin interrupción K/67
El confort y el alumbrado K/68
El control de la calefacción K/68
Las cargas K/68
Cargas de extrema necesidad K/68

3. Edificios industriales, terciarios y domésticos de gran envergadura (rascacielos)

Configuración primaria K/69
Configuración de 2.º nivel K/69
Configuración de 3.er nivel K/70
Configuración de 4.º nivel K/70
El análisis y el control de la energía reducen los costes de su instalación K/71

3.1. Sistema de análisis, gestión y supervisión de redes con el sistema **Power**Logic® K/71
Software de gestión de la energía K/72
Comunicaciones K/72
Analizadores de redes para MT y BT K/72
Control, mando y protección en BT K/73
Control, mando y protección en MT K/73
Otros aparatos compatibles K/73

3.2. Hardware K/76
3.2.1. Hardware Power Meter K/76
Power Meter serie PM9 ..... K/77
Power Meter serie 700 ..... K/78
Power Meter serie 800 ..... K/80
3.2.2. Hardware Circuit Monitor K/82
Módulos de entradas/salidas K/82
Lectura de la calidad de la onda K/83
La configuración K/83
Comunicación K/83
Programación K/83
Función de alarmas y relés K/84
Almacenaje de alarmas y eventos K/84
Extensión de memoria, opcional K/84
Registros internos de datos K/84
Actualización del firmware K/84
Circuit Monitor serie 3000 ..... K/85
Circuit Monitor serie 4000 ..... K/88

3.3. Software System Manager™ K/91
Características K/91
Configuración sencilla del sistema K/92
Valores en tiempo real K/92
Llamada automática K/92
Tablas de usuario K/92
Funciones y alarmas K/92
Datos y tendencias históricas K/93
Gráficos interactivos K/93
Análisis de la forma de onda K/93
Restablecimientos K/94
Control K/94

Intercambio dinámico de información (DDE) K/95
Adaptación al usuario (personalización) K/95
Base de datos abierta K/95
Tareas automáticas K/95
Creación de informes K/96
Almacenamiento de actividades K/96
Imprimir K/96
La ayuda del sistema K/96
Requisitos del sistema K/97
3.4. Comunicaciones pasarela Ethernet K/98
Sistema de alto rendimiento K/98
Protocolos TCP/IP y OSI K/98
Creación de especificaciones de mensajes (MMS) K/98
Configuración K/99
Comunicación segura K/99
Actualizaciones K/99
Soportes existentes para los sistemas **Power**Logic® K/99
System Manager y el sistema servidor-cliente K/100
Características K/100

3.5. Hardware control y mando K/101
La gestión de la instalación K/101
Conexión por bus K/102
Interés de la conexión por bus K/102
Gestión de la distribución eléctrica a distancia K/103
Mando y visualización aparamenta multi 9 ..... K/104
Contactos y mando eléctrico comunicantes para Compact K/107
Módulo de mando local y de señalización CLS150 ..... K/108
Interface de señalización y mando SC150 ..... K/110
Concentrador de datos DC150 ..... K/114

3.6. Aparatos de medida eléctricos K/117
Voltímetro UM K/117
Amperímetro IM K/118

3.7. Terminología del sistema **Power**Logic® K/120
Problemática K/120
Términos y conceptos clave K/120
Terminología referente a la forma de onda K/122
Terminología de potencia K/124
Otros conceptos K/124
Conclusión K/125

3.8. Aplicaciones del sistema **Power**Logic® K/126
Control de distorsión armónica, en tensión e intensidad, en las plantas industriales con variadores de velocidad y en los edificios terciarios con cargas electrónicas K/126
Las conexiones, detección de su erosión y control de los efectos K/128
Prevención de los problemas derivados del aflojamiento de las conexiones K/131
Corrección del factor de potencia: ventajas e inconvenientes .. K/131
Las subtensiones momentáneas “sags”, análisis y solución de los huecos de tensión e interrupciones K/132
Problemas de sobrecarga del transformador y del neutro K/138
Detección de defectos a tierra en circuitos trifásicos sin neutro .. K/144
Puesta a tierra de máquinas de procesos sensibles K/147

K

3.9. Indicadores que podemos programar en un sistema de análisis, gestión y supervisión del sistema **Power**Logic® . K/148

3.10. Conexionado del sistema **Power**Logic® K/158
Power Meter serie 700 ..... K/158
Power Meter serie 800 ..... K/159
Circuit Monitor serie 3000 ..... K/160
Circuit Monitor serie 4000 ..... K/162
Interface de señalización y de mando SC150 ..... K/164
Amperímetro IM y voltímetro UM K/168
Módulo de mando local y señalización CLS150 ..... K/169
Concentrador de datos DC150 ..... K/169
Red con cable de comunicaciones K/170
Red de comunicación vía módem K/170
Red de comunicación vía Ethernet K/171
Cableado de comunicaciones bus RS485 ..... K/171
Conexión del bus RS485 ..... K/171

3.11. Cómo configurar el System Manager Software K/172
3.11.1. Iniciar la aplicación SMS K/172
3.11.2. Iniciar un sistema con SMS K/173
3.11.3. Comunicación de los equipos con el programa SMS K/176
3.11.4. Obtener datos en tiempo real K/179
3.11.5. Tablas personalizadas: creación de una nueva tabla de visualización con “Tabla rápida” K/184
3.11.6. Restablecimiento de los equipos y configuración del registro de datos en el PC K/186
3.11.7. Configuración de un Circuit Monitor para almacenar datos K/188
3.11.8. Visualización de capturas de formas de onda K/189
3.11.9. Configuración de alarmas en el Circuit Monitor K/190
3.11.10. Visualizar alarmas K/191
3.11.11. Creación de tareas automáticas K/193
3.11.12. Impresión automática de informes K/198
3.11.13. Impresión de pantallas K/199
3.11.14. Creación de informes, tablas y gráficas K/201
3.11.15. Creación de cantidades personalizadas K/207

3.12. Pmsoft v2.1 ..... K/210
3.12.1. Instalación K/210
3.12.2. Barra de herramientas K/210
3.12.3. Solapa tensión K/211
3.12.4. Solapa potencias K/211
3.12.5. Solapa intensidades/energías K/212
3.12.6. Solapa máximos/mínimos K/213
3.12.7. Solapa detalle K/213
3.12.8. Solapa configuración K/213
3.12.9. Solapa informes/gráficos K/214
3.12.10. Solapa tarificación K/218
3.12.11. Importar clases K/221

3.13. Alternativa Schneider Electric K/226
Cómo controlar la calidad energética de una instalación para grandes edificios e industrias K/226

K

4. Qué debemos controlar para determinar la calidad de la energía eléctrica

4.1. Las perturbaciones de amplitud, de forma de onda y de fase .. K/237
Perturbaciones en amplitud K/237
Perturbaciones de la onda senoidal K/250
Perturbaciones propias de los sistemas polifásicos K/252

4.2. Perturbaciones electromagnéticas K/253
Campos y radiaciones K/253
Descargas electrostáticas K/255

4.3. Las perturbaciones por fluctuación flicker K/256
Descripción de las fluctuaciones de tensión originarias del fenómeno flicker K/256
Otros orígenes de los flickers K/257
Los perturbadores K/257
Sensibilidad de las fuentes luminosas a los flickers K/258
Definición teórica de la sensación de malestar, cuantificación y medida de flicker K/258
Determinación de flickers en una instalación K/265
Posibles soluciones a la reducción de creación del fenómeno flicker K/267

4.4. Los armónicos: convertidores y compensadores activos K/273
4.4.1. Repaso de la problemática de los armónicos K/273
4.4.2. Las soluciones tradicionales K/279
4.4.3. Convertidores “limpios” y compensadores activos K/283
4.4.4. Compensadores con estructura híbrida K/295
4.4.5. Instalación de un compensador activo de armónicos tipo “shunt” K/301
4.4.6. El dimensionamiento de un compensador activo tipo “shunt” K/304
4.4.7. Equipos deformantes K/307
4.4.8. Resumen K/311
4.4.9. El compensador activo SineWave™ K/312

4.5. La calidad en la red K/335
Características de la seguridad de funcionamiento K/335
Ejemplo de una red K/336
Conceptos de seguridad en edificios terciarios K/338
¿Cómo mejorar la seguridad de la variable entrada? K/340
Niveles de seguridad requeridos K/348
Los diagramas de fiabilidad K/352

5. El control de la energía en los ejemplos ilustrados en este manual

Inversión en instalación adecuada K/355
Equilibrio del consumo a las características de producción. K/355
Reducción de las pérdidas de transporte K/356

5.1. El control de la energía en viviendas unifamiliares apareadas ... K/356
Cargas a instalar en la vivienda y posibilidad de discriminación .. K/356
Clasificación de prioridades de las cargas K/358

Situación de las cargas K/361
Circuito prioritario K/363
Análisis de consumos K/365
Simultaneidad de consumo del circuito prioritario K/366
Acometida y cuadro general con discriminación de potencia y doble tarifa K/367

5.2. El control de la energía en viviendas unifamiliares en urbanización rural K/368
Cargas a instalar en la vivienda y posibilidad de discriminación .. K/368
Funcionamiento del relé de discriminación K/369
Clasificación de prioridades de las cargas K/369
Situación de las cargas K/371
Simultaneidad de consumo K/372
Simultaneidad de consumo del circuito prioritario K/372
5.3. El control de la energía en el alumbrado público K/374
Puntas de arranque K/374
Las pérdidas K/374
El tiempo de utilización K/374
Esquema de instalación del control del alumbrado público K/375

5.4. El control de la energía en un bloque de viviendas y locales comerciales K/375
Las viviendas K/375
Clasificación de prioridades de las cargas K/376
Simultaneidad de consumo K/377
Local comercial 1.º K/378
Situación en planta de las cargas del local 1.º K/380
Clasificación de prioridades de las cargas K/381
Simultaneidad de consumo K/382
Esquemas eléctricos local 1.º K/385
Local comercial 2.º K/395
Situación en planta de las cargas local 2.º K/399
Volumen de ocupación K/400
Esquemas de los circuitos del local 2.º K/406
Servicios generales K/415
Clasificación de prioridades de las cargas K/416

5.5. El control de la energía en un bloque de oficinas y locales comerciales, con tres plantas de sótanos para aparcamientos y servicios generales K/419
Local comercial K/419
Clasificación de las cargas K/423
Esquemas eléctricos local comercial K/429
Plantas 1.ª, 2.ª y 3.ª K/441
Planta 1.ª K/441
Clasificación de las cargas K/444
Esquemas eléctricos planta 1.ª K/449
Planta 2.ª K/479
Clasificación de las cargas K/482
Esquemas eléctricos planta 2.ª K/485
El sistema de suministro ininterrumpido SAI K/516
El control de aislamiento del régimen IT K/517
Control de calidad de la energía suministrada para las tres plantas K/517
Situación de los controles de aislamiento y calidad en los cuadros K/522

Plantas 4.ª y 5.ª K/530
Clasificación de las cargas K/552
Potencias y consumos K/571
Contratación más adecuada de energía K/574
Planta 6.ª, 1.ª K/575
Clasificación de las cargas K/578
Circuitos de la planta 6.ª, 1.ª K/580
Potencias y consumos K/590
Contratación mas adecuada de energía K/593
Planta 6.ª, 2.ª K/594
Clasificación de las cargas K/597
Circuitos de la planta 6.ª, 2.ª K/600
Potencias y consumos K/608
Contratación más adecuada de energía K/612
Planta 6.ª, 3.ª K/612
Potencias y consumos K/614
Clasificación de las cargas K/616
Potencias y consumos K/624
Contratación más adecuada de energía K/628
Planta 7.ª K/628
Clasificación de las cargas K/632
Funcionamiento de los circuitos K/636
Funcionamiento de los circuitos de alumbrado y esquemas K/646
Funcionamiento de la red de 230/400 V K/655
Funcionamiento circuito telefónico K/673
Funcionamiento circuito TV K/673
Funcionamiento circuito confort K/674
Funcionamiento alarmas técnicas. K/676
Consumo medio y contratación K/680
Potencias y consumos K/681
El sistema de suministro ininterrumpido SAI K/682
Control de aislamiento del régimen IT K/684
Control de calidad de la energía suministrada K/685
Situación de los controladores de aislamiento en los cuadros .. K/685
Servicios generales K/692
Aparcamiento, plantas (–1), (–2) y (–3) K/692
Planta baja recepción y plantas de la 1.ª a la 7.ª K/694
Azotea K/696
Ascensores K/696
Clasificación de las cargas K/697
Instalaciones en las diferentes plantas, situación en planta, esquemas y procesos de trabajo K/702
Tercer sótano (–3) K/702
Segundo sótano (–2) K/704
Esquema del circuito del segundo sótano K/704
Primer sótano (–1) K/706
Esquema del circuito del primer sótano K/706
Planta baja K/715
Plantas 1.ª, 2.ª, 3.ª, 4.ª, 5.ª, 7.ª y A K/723
Planta 6.ª K/725
Azotea K/728
Esquema general alimentación y control de los servicios generales K/737
Alarmas técnicas K/740
El control del aislamiento en régimen IT K/740
Control de la calidad de la energía suministrada a las plantas .. K/740

Coordinación de las cargas y los consumos K/742
Cargas derivadas de la red de régimen TT K/742
Consideración del consumo K/743
El sistema de suministro ininterrumpido SAI K/752

5.6. Industria para la inyección de piezas técnicas con termoplásticos K/753
Clasificación de las cargas K/758
Funcionamiento de los circuitos K/765
Funcionamiento de los circuitos de alumbrado y esquemas K/784
Funcionamiento de la red de 230/400 V, red régimen TT K/794
Funcionamiento de la red de 230/400 V, bajo SAI, en régimen IT K/796
Cargas en régimen TT a 230/400 V K/796
Las sobreintensidades de arranque y sus consecuencias en la red de régimen TT K/819
Confort K/826
Consumo de la red en régimen TT en horas valle, llano y punta .. K/827
El sistema de suministro ininterrumpido SAI K/835
El control de aislamiento del régimen IT K/839
Alarmas técnicas K/840
Consumo de la red en régimen IT en horas valle, llano y punta K/849
La potencia reactiva K/856
Los armónicos en la línea K/856
Control de la calidad de la energía suministrada y distribuida ... K/857

Tablas

2. Grandes y medianas estructuras domésticas o terciarias
K2-008: aplicaciones de la aparamenta electrónica (domótica) K/63

3. Edificios industriales, terciarios y domésticos de gran envergadura (rascacielos)
K3-001: elementos y características de los Power Meter K/74
K3-003: Power Meter serie PM9 ..... K/78
K3-004: Power Meter serie 700 ..... K/79
K3-005: Power Meter serie 800 ..... K/81
K3-009: Circuit Monitor serie 3000 ..... K/87
K3-012: Circuit Monitor serie 4000 ..... K/90
K3-019: disponibilidad de las posibilidades de los productos de la familia SMS3000 ..... K/97
K3-020: posibilidades del sistema SMS K/97
K3-036: características de los contactos y mandos eléctricos para los interruptores automáticos Compact NS K/108
K3-040: características del módulo de mando local y de señalización CLS150 ..... K/110
K3-043: características del interface de señalización y mando SC150 ..... K/113
K3-046: características del concentrador de datos DC150 ..... K/116
K3-048: características del voltímetro UM100 ..... K/118
K3-050: características amperímetro IM100 ..... K/119
K3-075: descomposición de las intensidades en armónicos K/141
K3-081: tabla de las posibles alarmas derivadas de un Circuit Monitor K/157
K3-087: protecciones K/164
K3-088: conexiones K/164
K3-089: bus interno colores K/164
K3-093: protecciones K/168
K3-094: conexiones K/168

K3-095: bus interno colores K/168
K3-099: protecciones K/170
K3-100: conexiones K/170
K3-101: bus interno colores K/170
K3-102: tabla de armónicos máximos tolerables en MT K/228
K3-103: tabla de armónicos máximos tolerables en BT K/229

4. Qué debemos controlar para determinar la calidad de la energía eléctrica

K4-001: valores de las corrientes de conexión en número de veces de la nominal y las constantes de tiempo en segundos K/237
K4-007: valores de los tiempos de conmutación K/241
K4-021: datos y resultados del ensayo comparativo K/248
K4-038: principales características y comportamiento a las variaciones de tensión de diferentes fuentes luminosas K/258
K4-044: ejemplo de análisis de flicker con un flickermeter K/263
K4-045: límites aceptables y niveles de compatibilidad teórica de Pst y Plt para diferentes niveles de tensión según publicación de IUE (International Union for Electroheart) K/264
K4-055: las alternativas aplicables para reducir o suprimir los flickers . K/272
K4-059: ejemplo del espectro de armónicos de las corrientes absorbidas por las cargas de la Fig. K4-058 ..... K/277
K4-060: tasa (en %) de las tensiones armónicas aceptables (compatibilidad) K/278
K4-061: diversos niveles de perturbación para la coexistencia de equipos perturbadores (no lineales) y cargas sensibles K/279
K4-067: características típicas del uso de semiconductores de potencia en los convertidores estáticos K/283
K4-085: compensador activo“shunt” con un SAI: valores medios K/293
K4-088: compensador activo “shunt” asociado a un variador de velocidad: características de la corriente K/294
K4-089: compensador activo “shunt” asociado a un variador de velocidad con una autoinducción en la línea: características de la corriente K/295
K4-095: características y resultados del análisis de un compensador “serie” K/299
K4-097: características y resultados del análisis de un compensador “serie/paralelo” K/299
K4-099: síntesis de las diversas soluciones activas para luchar contra las perturbaciones armónicas K/300
K4-116: dimensiones de los compensadores activos K/315
K4-117: características de los compensadores activos SineWave™ .. K/316
K4-121: secciones de los conductores de potencia para los SineWave™ K/318
K4-123: valores y modelos de los equipos de protección para los compensadores activos SineWawe™, en régimen IT K/319
K4-125: valores y modelos de los equipos de protección para los compensadores activos SineWawe™, en régimen IT K/320
K4-127: valores y modelos de los equipos de protección para los compensadores activos SineWawe™, en régimen TN K/320
K4-129: conexiones para los contactos secos y el puerto K/321
K4-136: características de los transformadores cerrados K/324
K4-137: características de los transformadores abiertos K/324
K4-147: no disponibilidad en U1 ..... K/337
K4-150: la elección del esquema de puesta a tierra del neutro afecta directamente a la seguridad y a la fiabilidad de la instalación . K/341

K4-151: par de apriete de los tornillos de los bornes, según normativa K/342
K4-157: los sectores de actividad y los imperativos de explotación conducen a escoger los esquemas de puesta a tierra del neutro; las soluciones elegidas dependen, entre otras cosas, de las formas de utilizarlas y del grado de protección exigido K/351

5. El control de la energía en los ejemplos ilustrados en este manual

K5-001: tabla de las cargas y su clasificación en prioridades K/360
K5-004: cargas conectadas a los circuitos prioritarios y discriminados útiles en verano o invierno, de día o de noche K/365
K5-005: coeficientes de simultaneidad K/366
K5-007: intensidades de las cargas y circuitos prioritarios y discriminatorios K/370
K5-010: coeficientes de simultaneidad K/372
K5-014: intensidades de las cargas y circuitos prioritarios y discriminatorios K/377
K5-015: simultaneidad de las cargas del circuito prioritario K/378
K5-017: clasificación de las prioridades de las cargas K/382
K5-018: simultaneidad de las cargas K/384
K5-029: clasificación de las cargas y equilibrio de consumos K/398
K5-030: horarios de actuación de las cargas y sus coeficientes de utilización, bajo la descriminación horaria correspondiente a una tarifa T3.0 ..... K/402
K5-031: consumos por temporada bajo la discriminación horaria correspondiente a una tarifa T3.0 ..... K/404
K5-032: cálculo del coste de la energía, con el término de consumo, según tarifa T3.0 ..... K/404
K5-033: cálculo del coste de la energía, con el término de consumo, según la tarifa T4.0 ..... K/405
K5-045: consumos de los servicios comunitarios del bloque de 36 viviendas y dos locales comerciales K/416
K5-046: de consumos, de potencia aparente y potencia, de intensidades y de intensidad de los armónicos del rango 3 al 25 ..... K/417
K5-051: clasificación de las prioridades de las cargas K/425
K5-052: simultaneidad de las cargas K/426
K5-053: cargas distorsionantes, creadoras de armónicos K/428
K5-068: cargas de la primera planta K/449
K5-073: intensidades con cos φ = 0,52 ..... K/455
K5-074: intensidad de las cargas con cos φ = 0,8 ..... K/456
K5-078: tabla de las cargas de la línea de alimentación a 230 V K/461
K5-080: consumos de las cargas informáticas de la primera planta .. K/463
K5-094: cargas de la segunda planta K/485
K5-100: intensidades con cos φ = 0,52 ..... K/490
K5-101: intensidad de las cargas con cos φ = 0,8 ..... K/491
K5-106: tabla de las cargas de la línea de alimentación tomas de corriente 2.ª planta a 230 V K/496
K5-108: consumos de las cargas informáticas de la segunda planta . K/497
K5-122: total potencia instalada K/511
K5-123: potencia considerada en el ejemplo K/515
K5-150: tabla de potencias instaladas K/558

K5-164: totales de intensidades instaladas K/571
K5-165: intensidades cargas discriminadas en horas valle K/571
K5-166: valores para el cálculo del cos φ medio en horas valle K/572
K5-167: valores para el cálculo del THDI medio en horas valle K/572
K5-168: intensidades cargas discriminadas en horas llano y punta ... K/572
K5-169: valores para el cálculo del cos φ medio en horas llano y punta K/573
K5-170: valores para el cálculo del THDI medio en horas valle K/573
K5-174: valores de potencia e intensidad de las cargas conectadas . K/579
K5-187: totales de intensidades instaladas K/590
K5-188: totales de intensidades instaladas K/591
K5-189: valores para el cálculo del cos φ medio en horas valle K/591
K5-190: valores para el cálculo del THDI medio en horas valle K/591
K5.191: intensidades cargas discriminadas en horas llano y punta . K/592
K5-192: valores para el cálculo del cos φ medio en horas llano y punta K/592
K5-193: valores para el cálculo del THDI medio en horas valle K/592
K5-196: valores de potencia e intensidad de las cargas conectadas . K/599
K5-209: totales de intensidades instaladas K/608
K5-210: totales de intensidades instaladas K/609
K5-211: valores para el cálculo del cos φ medio en horas valle K/609
K5-212: valores para el cálculo del THDI medio en horas valle K/609
K5-213: intensidades cargas discriminadas en horas llano y punta . K/609
K5-214: valores para el cálculo del cos φ medio en horas llano y punta K/610
K5-215: valores para el cálculo del THDI media en horas valle K/610
K5-216: valores para el cálculo del THDI máximo en horas valle K/610
K5-219: valores de potencia e intensidad de las cargas conectadas . K/615
K5-232: totales de intensidades instaladas K/624
K5-233: totales de intensidades consumidas en horas valle K/625
K5-234: valores para el cálculo del cos φ medio en horas valle K/625
K5-235: valores para el cálculo del THDI medio en horas valle K/625
K5-236: intensidades cargas discriminadas en horas llano y punta . K/625
K5-237: valores para el cálculo del cos φ medio en horas llano y punta K/626
K5-238: valores para el cálculo del THDI media en horas valle K/626
K5-239: valores para el cálculo del THDI máximo en horas valle K/626
K5-242: cargas de la planta 7.ª K/636
K5-248: totales de intensidades consumidas en horas valle en acondicionamiento K/644
K5-249: valores para el cálculo del cos φ medio en horas valle K/644
K5-250: totales de intensidades en horas llano y punta K/645
K5-251: valores para el cálculo del cos φ medio en horas llano y punta K/646
K5-253: consumos discriminados en horas valle K/650
K5-254: valores para el cálculo del cos φ medio en horas valle K/650
K5-256: totales de intensidades en horas llano y punta K/651
K5-257: valores para el cálculo del cos φ medio y el THDI en horas llano y punta K/651
K5-259: consumo línea 1.ª de conectores y electrodomésticos K/656
K5-260: consumo línea 2.ª de conectores y electrodomésticos K/657
K5-261: totales de intensidades consumidas en horas valle en la red de conectores K/657
K5-262: valores para el cálculo del cos φ medio en horas valle K/657
K5-263: totales de intensidades en horas llano y punta K/658

K5-264: valores para el cálculo del cos φ medio en horas llano y punta K/659
K5-266: consumos en la 1.ª línea de la planta 7.ª K/661
K5-267: consumos en la 2.ª línea de la planta 7.ª K/662
K5-280: intensidades de consumo en horas valle K/681
K5-281: intensidades de consumo en horas llano y punta K/681
K5-286: tabla de cargas instaladas K/699
K5-287: tabla de cargas instaladas en la red IT K/701
K5-312: tabla de cargas instaladas K/742
K5-313: tabla de cargas instaladas en la red IT K/742
K5-314: tabla de cargas instaladas en la red TT e IT K/743
K5-315: potencia instalada en el alumbrado del aparcamiento K/745
K5-316: potencia instalada en los rellanos de los ascensores K/746
K5-317: potencia instalada en la escalera K/747
K5-318: potencia instalada en el alumbrado de la planta baja K/747
K5-319: potencia instalada en el alumbrado de los servicios K/748
K5-320: potencia total instalada K/748
K5-321: consideración total del alumbrado K/749
K5-322: consumos totales en los servicios generales K/751
K5-323: consumos totales en los servicios permanentes en régimen IT a través de SAI K/752
K5-327: cargas de la planta y altillo K/765
K5-334: horas de discriminación en función del horario de trabajo de las secciones K/776
K5-335: totales de intensidades consumidas por la generación en horas valle K/776
K5-336: totales de intensidades consumidas por la generación en horas llano K/777
K5-337: totales de intensidades consumidas por la generación en horas punta K/777
K5-338: totales de intensidades consumidas por el grupo 1.º en horas valle K/778
K5-339: totales de intensidades consumidas por el grupo 2.º en horas valle K/778
K5-340: totales de intensidades consumidas por el grupo 3.º en horas valle K/779
K5-341: potencias de las cargas de ventilación y coeficientes de utilización K/781
K5-342: totales de intensidades consumidas por la ventilación, grupo 1.º K/781
K5-343: totales de intensidades consumidas por la ventilación, grupo 2.º K/782
K5-344: totales de intensidades consumidas por la ventilación, grupo 3.º K/782
K5-345: totales de intensidades consumidas por el grupo 3.º K/782
K5-346: intensidades alumbrado a un turno K/786
K5-347: intensidades alumbrado a dos turnos K/786
K5-348: intensidades alumbrado, cuatro turnos K/786
K5-349: intensidades alumbrado con cos φ = 0,6 ..... K/786
K5-350: intensidades alumbrado con cos φ = 0,5 ..... K/787
K5-351: intensidades alumbrado con cos φ = 0,98 ..... K/787
K5-353: intensidades alumbrado generadoras de armónicos K/792
K5-355: cargas de la línea 1.ª K/797
K5-356: cargas de la línea 1.ª en función del cos φ y el factor de utilización K/798
K5-358: cargas de la línea 2.ª K/802

K5-359: cargas de la línea 2.ª en función del cos φ y el factor de utilización K/803
K5-362: cargas de la línea 3.ª K/804
K5-363: cargas de la línea 3.ª en función del cos φ y el factor de utilización K/805
K5-364: cargas de la línea 4.ª K/807
K5-365: cargas de la línea 4.ª en función del cos φ y el factor de utilización K/807
K5-367: cargas de la línea 5.ª K/810
K5-368: cargas de la línea 5.ª en función del cos φ y el factor de utilización K/811
K5-370: cargas de la línea 6.ª K/815
K5-372: cargas de la línea 6.ª en función del cos φ y el factor de utilización K/818
K5-373: cargas de la línea 6.ª K/819
K5-374: cargas de la línea agua sanitaria en función del cos φ y el factor de utilización K/819
K5-375: intensidades de punta de la línea 1.ª K/820
K5-376: intensidades de punta de la línea 2.ª K/821
K5-377: intensidades de punta de la línea 3.ª K/821
K5-379: intensidades de punta de la línea 4.ª K/821
K5-380: intensidades de punta de la línea 5.ª K/824
K5-381: intensidades de punta de la línea 6.ª K/824
K5-382: intensidades de punta de la línea para las cargas de agua sanitaria K/824
K5-384: intensidades de punta de las líneas seis líneas de alimentación de las máquinas, electrodomésticos y conectores K/825
K5-386: intensidades consumidas en la red de régimen TT a un turno K/828
K5-387: intensidades consumidas en la red de régimen TT a dos turnos K/829
K5-388: intensidades consumidas en la red de régimen TT a cuatro turnos K/830
K5-389: cargas de la línea en régimen IT K/833
K5-390: cargas de la línea en régimen IT, en función del cos φ y el factor de utilización K/834
K5-400: intensidades consumidas en la red de régimen IT a un turno K/849
K5-401: intensidades consumidas en la red de régimen IT a un turno K/849
K5-402: intensidades consumidas en la red de régimen IT a cuatro turnos K/850
K5-403: consumos de los turnos en promedio de invierno y verano, en horas valle, llano y punta K/851

Figuras, esquemas y diagramas

K-001: arquitectura de los sistemas de G.T.C. K/35

1. Pequeñas estructuras domésticas

K1-001: esquema de conexionado de un relé prioritario DD K/37
K1-002: relé prioritario DD K/38
K1-003: esquema de conexionado de un CDS K/39
K1-004: esquema de conexionado de un CDSt con la señal de cambio tarifario a través de un contacto inversor K/40

K1-005: esquema de conexionado de un CDSt con la señal de cambio tarifario a través de un contacto cerrado K/40
K1-006: esquema de conexionado de un CDSc K/41
K1-007: contactor economizador CDS tri, 1 relé por fase con entrada de desconexión forzada K/41
K1-008: permite la desconexión y la reconexión de 3 fases simultáneamente (receptores trifásicos en circuito no prioritario) K/42
K1-009: utilización de un CDS mono para cada fase K/42
K1-010: intensidad superior a 90 A: utilizar un transformador de intensidad (In/5 A) + un contactor para el circuito prioritario K/43
K1-011: regulación del umbral K/43
K1-012: esquema eléctrico para la identificación de un circuito de alimentación, señalizando a distancia el estado de la instalación K/45
K1-013: esquema de conexión de la protección de una instalación contra situaciones de riesgo con parada de emergencia K/46
K1-014: esquema para el apagado manual a distancia de una instalación K/47
K1-015: esquema para maniobrar un interruptor automático sin acceder a él K/48
K1-016: esquema para maniobrar de forma automática un circuito a través de un interruptor horario preservando el mando manual K/49
K1-017: esquema para desconectar circuitos no prioritarios durante un tiempo determinado en caso de sobrecarga K/50
K1-018: esquema para proteger una instalación con ordenadores, impresoras, fotocopiadoras, etc., evitando disparos intempestivos de los diferenciales K/51
K1-019: esquema para escalonar la puesta en tensión de varios circuitos K/52
K1-020: esquema para proteger un circuito contra sobretensiones transitorias señalizando el fin de vida de la protección K/53

2. Grandes y medianas estructuras domésticas o terciarias
K2-001: funciones propias de la G.T.C. K/57
K2-002: inteligencia centralizada K/58
K2-003: bus de comunicaciones K/58
K2-004: inteligencia centralizada y bus de comunicaciones K/59
K2-005: las diferentes arquitecturas de las redes K/60
K2-006: control-mando por bus de un inmueble K/61
K2-007: diferentes tipos de conductores para señales débiles K/62
K2-009: alturas de instalación de la aparamenta y sensores K/63
K2-010: esquema gráfico de la alternativa Schneider Electric para el control energético de un edificio de grandes y medianas estructuras domésticas o terciarias K/65

3. Edificios industriales, terciarios y domésticos de gran envergadura (rascacielos)
K3-002: sistema **Power**Logic® K/76
K3-006: arquitectura de comunicación Power Meter K/82
K3-007: tendencia SMS que muestra cálculos estadísticos del equipo K/85
K3-008: captura de onda de tipo “perturbación”: detección de un hueco de tensión K/86

K3-010: captura de onda de tipo “perturbación”: detección de un hueco de tensión K/89
K3-011: arquitectura de comunicación Circuit Monitor K/89
K3-013: pantalla programa de control System Manager™ K/91
K3-014: pantalla con gráficos históricos K/93
K3-015: pantalla de captura de 60 ciclos de onda de tensión K/94
K3-016: pantalla de análisis espectral de la onda (armónicos) K/94
K3-017: con el programa System Manager se pueden modificar e incorporar datos y formatos K/95
K3-018: pantalla del almacenamiento de actividades K/96
K3-021: ejemplos de pantallas K/99
K3-022: ejemplos de pantallas K/100
K3-023: ejemplo de configuración del sistema de gestión y supervisión **Power**Logic® usando Ethernet en una red industrial K/101
K3-024: distribución del sistema en un cuadro K/101
K3-025: conexionado de un sistema de control SMC en el cuadro .. K/102
K3-026: conexionado de un sistema de control SMC K/103
K3-027: Compact NS seccionable con chasis equipado con contactos auxiliares comunicantes K/103
K3-028: Compact NS con contactos auxiliares y mando eléctrico comunicantes K/103
K3-029: Compact NS equipado con contactos auxiliares y mando eléctrico comunicantes K/103
K3-030: interruptor automático Compact/Masterpact u otro accionador de potencia (contactor), con comunicación con interface K/103
K3-031: instalación del equipo de medida K/103
K3-032: conexiones de un interruptor automático u otro accionador con módulo de mando local y señalización CLS150 ..... K/105
K3-033: automatismo inversor de redes UA150 ..... K/105
K3-034: interruptor automático Compact/Masterpact con contactos auxiliares y mando eléctrico estándar. Relé electrónico con opción “COM” K/105
K3-035: conexionado de contactos y mandos eléctricos comunicantes K/106
K3-037: módulo de mando local y de señalización CLS150 ..... K/108
K3-038: instalación de la comunicación y el módulo de señalización .. K/109
K3-039: carátula del señalizador CLS150 ..... K/109
K3-041: interface de señalización y mando SC150 ..... K/110
K3-042: interface SC150 asociado a un solo aparato K/111
K3-044: conexionado de un concentrador de datos DC150 ..... K/114
K3-045: carátula del concentrador de datos DC150 ..... K/116
K3-047: esquema de conexionado K/117
K3-049: medida de la intensidad de una fase K/118
K3-051: φ representa el ángulo en que la intensidad se retrasa de la tensión K/120
K3-052: tensión e intensidad en un variador modulado por ancho de pulso (PWM) K/120
K3-053: intensidad de un variador (PWM) incluyendo armónicos (total) y sin ellos (fundamental) K/121
K3-054: pantalla capturada del System Manager Software, que muestra la intensidad típica de cargas electrónicas monofásicas K/122
K3-055: las cargas lineales no producen distorsión cuando son alimentadas por fuentes sin distorsión K/126

K3-056: las cargas no lineales producen corrientes distorsionadas cuando son alimentadas por fuentes sin distorsión K/126
K3-057: cargas no lineales idénticas pueden producir niveles de distorsión diferentes, dependiendo de la impedancia de la fuente K/126
K3-058: variadores de velocidad modulados por ancho de pulso, producen una forma de onda de corriente con un doble diente característico, que es rico en armónicos K/127
K3-059: las fluctuaciones de tensión provocan el mal funcionamiento de los equipos y el parpadeo de la iluminación K/128
K3-060: alimentación de MT del edificio de oficinas K/129
K3-061: poste de seccionamiento de la red de MT K/129
K3-062: la forma de la onda captada muestra fluctuaciones de tensión entre la fase L1 y el neutro, en valor efectivo, debidas al interruptor defectuoso de la compañía eléctrica .. K/129
K3-063: esquema de funcionamiento normal. El circuito muestra como la mayor caída de tensión se produce correctamente por las cargas K/130
K3-064: esquema de funcionamiento defectuoso. La impedancia de la avería tiene un consumo del orden de los 70 kVA, que provoca una importante caída de tensión K/130
K3-065: forma de onda de alta velocidad, capturada durante un "sags" de tensión K/133
K3-066: contacto entre un árbol y una línea de alimentación (causa común de defecto que provoca un "sags" de tensión K/133
K3-067: "sags" de tensión causado por un fallo de la compañía (arriba) e interrupción provocada por el disparo de un interruptor (abajo). Los Circuit Monitor pueden capturar formas de onda de hasta 60 ciclos en cada fase K/134
K3-068: "sags" de tensión que afectan principalmente a una fase de un circuito trifásico K/135
K3-069: pantalla de configuración del System Manager Soffware en caso de umbrales relativos. Aquí la captura tendrá lugar cuando la tensión caiga un 5% del valor nominal K/136
K3-070: pantalla de configuración del System Manager Software en caso de umbrales absolutos. En este ejemplo, la captura de forma de onda tendrá lugar cuando la tensión fase-neutro caiga por debajo de 250 V K/137
K3-071: captura de onda de 4 ciclos que muestra las distorsiones de tensión e intensidad K/139
K3-072: intensidad del neutro en un circuito cuyas cargas son ordenadores personales K/139
K3-073: medida de las intensidades de las fases e intensidad del neutro en un transformador de 2.500 kVA K/141
K3-074: captura de la onda de 4 ciclos desde el programa System Manager K/141
K3-076: las intensidades de las fases, altamente distorsionadas (diagrama superior) en la planta de carga de baterías, contiene armónicos triples que repercuten en la intensidad del neutro (diagrama inferior) K/142
K3-077: cálculo efectuado por Schneider Electric que muestra la capacidad real del transformador K/143
K3-078: lecturas típicas de un circuito sin puesta a tierra bajo condiciones normales, de defecto a tierra y de inestabilidad de neutro K/145

K3-079: los transformadores de tensión, conectados a tierra en una instalación sin puesta a tierra, requieren resistencias para reducir los problemas de inestabilidad del neutro K/146
K3-080: las instalaciones sin puesta a tierra se utilizan porque los defectos a tierra no provocan el disparo de los dispositivos de sobreintensidad con el consiguiente paro en los procesos de producción K/146
K3-082: esquema de conexionado Power Meter serie 700 ..... K/158
K3-083: esquema de conexionado Power Meter serie 800 ..... K/159
K3-084a: esquemas de conexionado del Circuit Monitor serie 3000 ..... K/160
K3-084b: esquemas de conexionado del Circuit Monitor serie 3000 ..... K/161
K3-085: esquema de conexionado del Circuit Monitor serie 4000 de 3 hilos, 2 TI K/162
K3-086: esquemas de conexionado del Circuit Monitor serie 4000 de 4 hilos, 4 TI K/163
K3-090: esquema de conexionado de un mando SC150 con Compact K/165
K3-091: esquema de conexionado de un mando SC150 con contactores K/166
K3-092: esquema de conexionado de un mando SC150 con un Masterpact K/167
K3-096: esquema circuito conexionado amperímetro IM y voltímetro UM K/168
K3-097: esquema de conexionado del mando local y de señalización CLS150 ..... K/169
K3-098: esquema de conexionado concentrador de datos DC150 .. K/169
K3-102: esquema de conexión de la red con cable de comunicaciones K/170
K3-103: esquema de comunicación vía módem K/170
K3-104: esquema de conexión para comunicación vía Ethernet K/171
K3-105: esquema de conexionado para la comunicación vía bus RS485 ..... K/171
K3-106: esquema de conexión del bus RS485 ..... K/171
K3-107: pantalla de Acceso Cliente SMS-1500 ..... K/172
K3-108: pantalla de alarmas K/172
K3-109: comunicación vía serie utilizando un conversor RS232-RS485 ..... K/176
K3-110: SMS K/176
K3-111: ventana de configuración de dispositivos K/177
K3-112: ventana de estado de dispositivos K/178
K3-113: tabla de dispositivo único K/179
K3-114: tabla de dispositivos múltiples K/180
K3-115: barra de herramientas: actualización planificada, manual e intervalo de actualización K/181
K3-116: pantalla de diagramas de barras K/181
K3-117: pantalla de medidores K/182
K3-118: barra de herramientas: botones de administrador K/182
K3-119: barra de herramientas: botón de ayuda K/183
K3-120: ventana de alarmas K/191
K3-121: ventana de registro de alarmas K/192
K3-122: pantalla de configuración de la impresión K/199
K3-123: imprimir pantalla K/200
K3-125: instalación para un edificio o una industria con una doble alimentación en MT y BT K/226
K3-128: esquema de la alternativa Schneider Electric del conexionado de los controladores de calidad de un circuito de un gran edificio o una industria K/234

K

4. Qué debemos controlar para determinar la calidad de la energía eléctrica

K4-002: esquema de una red durante el shuntado de un fallo K/238
K4-003: reenganches rápidos y lentos en redes de MT K/239
K4-004: esquema de una salida con defecto en una red de distribución de MT K/239
K4-005: alimentación de MT en doble derivación K/239
K4-006: alimentación de MT en anillo abierto (corte de arteria) K/240
K4-008: principales tipos de ruptura y huecos de tensión K/242
K4-009: conexión de condensadores K/242
K4-010: desconexión de transformadores K/242
K4-011: situación de los devanados en una columna de transformador K/243
K4-012: transferencia capacitativa por medio de las capacidades parásitas K/243
K4-013: puesta a tierra común; explosor MT y neutro en BT K/244
K4-014: transmisión de la onda del rayo hacia la BT K/245
K4-015: centro de transformación sobre poste con tomas de tierra separadas K/245
K4-016: tomas de tierra (caso de un centro alimentado en el aire) K/245
K4-017: frecuencia y valor de cresta de las sobretensiones K/246
K4-018: gráfico estadístico de sobretensiones K/246
K4-019: esquema equivalente de un relé K/247
K4-020: esquema equivalente de una corriente monofásica K/247
K4-022: sobretensión en función de la distancia de defecto-protección K/248
K4-023: sobretensión en función del calibre de la protección K/248
K4-024: circuito resonante K/249
K4-025: principio de la ferrorresonancia K/249
K4-026: ejemplo de tensiones entregadas por generadores baratos K/250
K4-027: tensión de salida de un transformador calculado demasiado justo K/250
K4-028: ondas “U” e “i”,deformadas por un rectificador K/251
K4-029: ondas “U” e “i” deformadas por un regulador de caldeo K/251
K4-030: diagrama del comportamiento de las corrientes en sistemas polifásicos K/252
K4-031: efecto de un desequilibrio de tensión sobre un rectificador controlado K/253
K4-032: tensión inducida por una corriente K/253
K4-033: campo eléctrico K/253
K4-034: impedancia de onda K/254
K4-035: esquema equivalente: descarga electrostática K/255
K4-036: corriente de descarga electrostática K/255
K4-037: las variaciones de tensión originarias de un flicker son debidas a variaciones de la corriente que circula por la impedancia y resistencia de la red K/256
K4-039: umbral de sensibilidad del ojo humano a las variaciones de alumbrado de lámparas incandescentes a consecuencia de fluctuaciones de tensión K/259
K4-040: representación esquemática de un muestreo de flicker instantáneo mostrando el nivel de flicker en función del tiempo por un número de clases limitado a 10 (según CEI 868) K/260
K4-041: curva de la Función de Probabilidad Acumulada de la presencia de la señal en una de las diez clases (según CEI 868) K/261

K4-042: curva límite de las molestias de un flicker en función de la amplitud de las fluctuaciones de tensión y en función de la frecuencia de repetición para una severidad de flicker Pst = 1 (según CEI 868). Anotar que la frecuencia corresponde a dos fluctuaciones K/262
K4-043: diagrama de funcionamiento de un flickermeter K/262
K4-046: definiciones de la variación de tensión según CEI 555-3 ..... K/266
K4-047: modificaciones que permiten reducir los flickers, capacidad en serie K/269
K4-048: modificaciones que permiten reducir los flickers, reactancia en serie K/269
K4-049: modificaciones que permiten reducir los flickers, reactancia shunt saturada K/270
K4-050: modificaciones que permiten reducir los flickers, reactancia de desacoplamiento K/270
K4-051: modificaciones que permiten reducir los flickers, compensador síncrono complementado con reactancias de amortiguamiento K/270
K4-052: montaje en puente de Steinmetz por la compensación de una carga bifásica, esquema de principio K/271
K4-053: esquema de instalación de un compensador estático K/271
K4-054: esquema de principio de un compensador activo K/272
K4-056: corriente absorbida por una carga no lineal K/275
K4-057: impedancia de salida de las diversas fuentes de tensión en función de la frecuencia K/275
K4-058: curva de la corriente absorbida por diversas cargas no lineales K/276
K4-062: añadir una inductancia aguas abajo o disminuir la impedancia de la fuente aguas arriba implica una disminución de la TDH de la tensión en el punto considerado K/280
K4-063: una disminución en “Y” permite el desacoplamiento por las impedancias naturales y/o adicionales K/280
K4-064: transformador con el secundario en zigzag y atenuación del 3.er orden K/281
K4-065: esquema (base) simplificado del circuito K/282
K4-066: comportamiento característico de las inductancias antiarmónicos K/282
K4-068: compensador activo tipo “shunt” produce una corriente armónica que anula los armónicos de la corriente del lado de la red K/284
K4-069: el compensador activo tipo “serie” produce una tensión armónica que garantiza una tensión senoidal en los bornes de la carga K/284
K4-070: compensador híbrido tipo “serie/paralelo” K/285
K4-071: convertidor “limpio” y “compensador activo” K/285
K4-072: esquema monofásico equivalente a un convertidor de tensión por modulación de ancho de impulso (PWM) K/286
K4-073: esquema monofásico equivalente a un rectificador de corriente por modulación de ancho de pulso (PWM) K/286
K4-074: esquema de principio del rectificador monofásico con muestreo senoidal K/287
K4-075: variación de la corriente i_L respecto a la referencia K/288
K4-076: corriente aguas arriba de un rectificador monofásico “limpio” (SAI de 2,5 kVA - tipo PULSAR-PSX) K/288

K4-077: rectificador trifásico con muestreo senoidal K/289
K4-078: principio de contrarruido acústico K/289
K4-079: principio de compensación de las componentes armónicas por medio de un compensador “shunt” K/290
K4-080: diagrama de bloques del funcionamiento de un compensador activo “shunt” K/291
K4-081: esquema del compensador activo “shunt” con almacenamiento capacitativo K/291
K4-082: esquema del compensador activo “shunt” con almacenamiento inductivo K/292
K4-083: compensador activo “shunt” asociado a un SAI. Formas de onda de las corrientes en función del tiempo (carga 20%) K/293
K4-084: espectro de la corriente de la fuente K/293
K4-086: compensador activo “shunt” con un variador de velocidad. Formas de onda corriente/tiempo, a media carga K/294
K4-087: compensador activo “shunt” con un variador de velocidad. Espectro de armónicos de la corriente de la fuente K/294
K4-090: ejemplo de compensadores híbridos activos/pasivos K/295
K4-091: esquema unifilar compensador híbrido llamado “serie/serie”. K/296
K4-092: compensador híbrido “serie/paralelo” K/297
K4-093: compensador híbrido con inyección por transformador K/298
K4-094: principios de la asociación en “paralelo” del compensador activo y los filtros pasivos K/298
K4-096: compensador híbrido llamado “serie” asociado a un variador de velocidad - variación de la TDH (V_{carga}) y de la TDH (I_S) K/299
K4-098: compensador híbrido llamado “serie/paralelo” asociado a un variador de velocidad - variación de la TDH (V_{carga}) y de la TDH (I_S) K/300
K4-100: principio de conexión de un compensador activo tipo “shunt” K/302
K4-101: los diversos puntos de intersección de un compensador activo “shunt” K/303
K4-102: tratamiento por medio de un compensador activo de la distorsión de tensión en el extremo de un conductor de 60 m K/306
K4-103: esquema de una estación de bombeo K/306
K4-104: se aprecian los niveles de compensación conseguidos K/307
K4-105: esquema de principio de un rectificador cargador con inductancias de allanamiento en serie incorporadas K/308
K4-106: característica de la corriente y espectro armónico de un rectificador cargador totalmente controlado con inductancia serie incorporada K/308
K4-107: esquema de principio de un variador de velocidad trifásico.. K/308
K4-108: característica de la corriente y espectro armónico de un variador de velocidad trifásico K/309
K4-109: esquema de principio de una fuente de alimentación monofásica tipo RCD K/309
K4-110: característica de la corriente y espectro armónico de un variador de velocidad trifásico K/309
K4-111: esquema de principio de un punto luz con tubo fluorescente, monofásico K/310
K4-112: característica de la corriente y espectro armónico de un punto de luz con tubo fluorescente, monofásico K/310
K4-113: característica de la corriente y espectro armónico de un equipo de soldadura monofásico K/311

K4-114: compensador activo SineWave™ K/312
K4-115: instalación de los compensadores activos SineWave™ K/314
K4-118: instalación de un solo compensador SineWave™ K/316
K4-119: instalación de 2 compensadores SineWave™ en un armario .. K/317
K4-120: instalación de 2 compensadores SineWave™ de forma lateral K/318
K4-122: esquema instalación SineWave™, en régimen IT K/319
K4-124: esquema instalación SineWave™, en régimen TT K/319
K4-126: esquema instalación SineWave™, en régimen TN K/320
K4-128: situación de las conexiones K/321
K4-130: conexiones contactos secos K/321
K4-131: conexiones para los contactos secos y el puerto K/322
K4-132: conexion de las pantallas de los conductores a masa K/322
K4-133: conexiones para los equipos de 90 a 120 A, con unidades en paralelo K/323
K4-134: posiciones para la configuración de los straps K/323
K4-135: pantalla de recorte y fijación del terminal desplazado K/323
K4-138: situación y sentido de los captadores de señal K/324
K4-139: instalación de equipos unitarios de 20 a 60 A K/325
K4-140: instalación de equipos unitarios de 90 a 120 A K/325
K4-141: instalación de equipos en paralelo de 20 a 60 A K/326
K4-142: instalación de equipos en paralelo de 90 a 120 A K/326
K4-143: terminal de mando control y programación del SineWave™ .. K/327
K4-144: indicadores luminosos del terminal del SineWave™ K/328
K4-145: zonas de maniobra y conexión del terminal del SineWave™ .. K/329
K4-146: ejemplo de red de distribución eléctrica K/336
K4-148: árbol de defectos asociados al esquema del ejemplo K/338
K4-149: la no disponibilidad de una acometida puede representar una gran parte de la no disponibilidad total, aquí el 50% K/339
K4-152: las situaciones de no disponibilidad debidas a los arcos o a las conexiones, representan alrededor del 20% de las causas de no disponibilidad del sistema K/343
K4-153: interruptor automático Masterpact equipado con unidad de control Micrologic (Micrologic A, P y H) K/344
K4-154: los tiempos de no disponibilidad dependen de la tecnología del cuadro y, especialmente, de su tipo de conexionado (el diagrama corresponde al ejemplo de la Fig. K4-149) K/345
K4-155: un buen compromiso “nivel de mantenibilidad/cara ocupada”, se puede conseguir con un cuadro de conexión por delante, preveyendo dejar por detrás un pasillo estrecho para fines técnicos K/346
K4-156: comparación del nivel de no disponibilidad para un cuadro de 20 salidas en cajón, según la aparamenta y su cadencia de maniobra K/347
K4-158: correlación de las magnitudes de seguridad K/352
K4-159: sistemas serie y sistemas en paralelo K/353
K4-160: sistemas con redundancia K/N K/353
K4-161: sistema puente K/354
K4-162: descomposición de un sistema puente K/354

K

5. El control de la energía en los ejemplos ilustrados en este manual

K5-002: vista en planta de la edificación y de la situación de las cargas K/361
K5-003: vista en planta del piso y de la situación de las cargas K/362
K5-006: esquema de la acometida y el cuadro general, con discriminación de consumo y doble tarifa K/367
K5-008: vista en planta de la edificación y de la situación de las cargas en la planta y el jardín K/371
K5-009: vista en planta del piso y de la situación de las cargas K/371
K5-011: esquema de la acometida y el cuadro general, con discriminación de consumo y doble tarifa K/373
K5-012: conexionado de la célula y equipo IC200 ..... K/374
K5-013: esquema de conexinado para el control del alumbrado público K/375
K5-016: situación en planta de los elementos en el local comercial 1 .. K/380
K5-019: esquema acometida y cuadro general, local comercial 1 .... K/385
K5-020: esquema cuadro acondicionamiento, local comercial 1 ..... K/386
K5-021: esquema cuadro alumbrado, local comercial 1 ..... K/388
K5-022: esquema control tomas de corriente, local comercial 1 ..... K/390
K5-023: esquema de los circuitos alimentados por SAI K/391
K5-024: esquema de los circuitos de las alarmas técnicas K/392
K5-025: esquema del circuito de alimentación de las persianas K/393
K5-026: esquema del circuito de alimentación de los toldos K/394
K5-027: esquema del circuito de alimentación de las puertas K/394
K5-028: esquema de planta del local comercial 2 (limpieza textil) K/399
K5-034: cuadro general local comercial 2, lavado textil K/406
K5-035: cuadro distribución lavado húmedo K/407
K5-036: cuadro distribución lavado en seco K/407
K5-037: cuadro distribución planchado y acabados K/408
K5-038: cuadro de distribución calefacción y caldera K/409
K5-039: esquema cuadro de distribución alumbrado K/410
K5-040: esquema circuito de las tomas de corriente, el agua sanitaria y los electrodomésticos K/411
K5-041: esquema de los circuitos alimentados por SAI K/412
K5-042: esquema de los circuitos de las alarmas técnicas K/413
K5-043: esquema del circuito de alimentación de las persianas K/414
K5-044: esquema del circuito de alimentación de los toldos K/415
K5-047: esquema eléctrico de los servicios generales K/418
K5-048: distribución de la planta del local comercial K/421
K5-049: detalle del punto de demostración y formación K/421
K5-050: distribución del altillo del local comercial K/422
K5-054: esquema acometida y cuadro general, local comercial K/429
K5-055: esquema cuadro acondicionamiento planta o altillo, local comercial K/431
K5-056: esquema alumbrado general planta, local comercial K/432
K5-057: esquema alumbrado general altillo K/433
K5-058: esquema alumbrado de refuerzo altillo K/433
K5-059: esquema alumbrado de refuerzo planta K/434
K5-060: esquema de distribución de los conectores del altillo, alimentación agua sanitaria K/435
K5-061: esquema circuito tomas de corriente planta K/437
K5-062: esquema conectores alimentados por SAI, individual K/438
K5-063: esquema de los circuitos alimentados por la SAI K/438
K5-064: esquema de los circuitos de las alarmas técnicas K/439

K5-065: esquema del circuito de alimentación de los toldos o las persianas K/440
K5-066: esquema del circuito de alimentación de la puerta K/441
K5-067: situación de las cargas en la planta 1.ª K/443
K5-069: esquema de distribución general del acondicionamiento de aire K/449
K5-070: esquema circuito 1.º de acondicionamiento de aire K/450
K5-071: esquema circuito 2.º de acondicionamiento de aire K/454
K5-072: esquema renovación de aire, planta 1.ª K/454
K5-075: esquema de distribución y compensación del alumbrado planta primera K/457
K5-076: esquema del circuito de la línea de la derecha K/458
K5-077: esquema del circuito de la línea de la izquierda K/459
K5-079: esquema alimentación circuito para las tomas de corriente de 230 V K/462
K5-081: esquema de alimentación y compensación línea 1.ª de la 1.ª planta K/465
K5-082: esquema distribución línea 1.ª de la primera planta K/467
K5-083: esquema de alimentación y compensación línea 2.ª de la 1.ª planta K/468
K5-084: esquema de distribución tomas de corriente régimen IT línea 2.ª de la 1.ª planta K/470
K5-085: esquema de distribución y mando persiana línea 1.ª de la 1.ª planta K/471
K5-086: esquema de distribución y mando persiana línea 2.ª de la 1.ª planta K/472
K5-087: esquema de distribución y mando cortinas pantallas y puerta, 1.ª planta K/474
K5-088: esquema alimentación circuito de alarmas técnicas K/474
K5-089: esquemas circuitos 1.º y 2.º de la detección de humos K/476
K5-090: esquema del circuito del control de presencia K/477
K5-091: esquema del circuito para el control de las fugas de agua .. K/478
K5-092: situación en planta de las alarmas técnicas K/479
K5-093: situación en planta de las cargas K/481
K5-095: esquema de distribución acondicionamiento K/486
K5-096: esquema circuito primero de acondicionamiento planta segunda K/487
K5-097: esquema circuito primero de acondicionamiento planta segunda K/488
K5-098: esquema circuito de acondicionamiento en los servicios de la planta segunda K/489
K5-099: esquema circuito de ventilación planta 2.ª K/489
K5-102: esquema de distribución y compensación del alumbrado planta segunda K/492
K5-103: esquema de detalle puesto trabajo oficina de la segunda y tercera planta K/493
K5-104: esquema línea 1.ª de alumbrado planta 2.ª K/493
K5-105: esquema línea 2.ª de alumbrado planta 2.ª K/494
K5-107: esquema alimentación circuito para las tomas de corriente de 230 V K/497
K5-109: esquema de alimentación y compensación línea 1.ª de la 2.ª planta K/499
K5-110: esquema distribución línea 1.ª de la primera planta K/501
K5-111: esquema de alimentación y compensación línea 2.ª de la 1.ª planta K/502

K5-112: esquema de distribución tomas de corriente régimen IT línea 2.ª de la 1.ª planta K/503
K5-113: esquema de distribución y mando persiana línea 1.ª de la 2.ª planta K/504
K5-114: esquema de distribución y mando persiana línea 2.ª de la 2.ª planta K/504
K5-115: esquema de distribución y mando puerta general de la 2.ª planta K/505
K5-116: esquema alimentación circuito de alarmas técnicas planta 2.ª o 3.ª K/505
K5-117: esquema distribución sector 1.º detección de humos K/506
K5-118: esquema distribución sector segundo detección de humos .. K/507
K5-119: esquema del circuito del control de presencia en la segunda planta K/508
K5-120: esquema del circuito para el control de las fugas de agua de la segunda planta K/509
K5-121: situación en planta de las alarmas técnicas K/510
K5-124: esquema de instalación de la SAI K/516
K5-125: esquema del circuito de control de aislamiento K/518
K5-126: esquema circuito control de calidad de la energía K/522
K5-127: esquema distribución en el CDBT 1.ª P K/522
K5-128: esquema distribución en el CDBT 2.ª P K/523
K5-129: esquema distribución en el CDBT 3.ª P K/523
K5-130: esquema CGBT K/524
K5-131: esquema del circuito general de acondicionamiento de las tres plantas en el CGBT K/526
K5-132: esquema del circuito general de alumbrado de las tres plantas en el CGBT K/526
K5-133: esquema del circuito general de tomas de corriente y agua sanitaria de las tres plantas en el CGBT K/528
K5-134: esquema del circuito hidráulico del acondicionamiento K/530
K5-135: situación de las cargas en la planta 4.ª K/531
K5-136: situación de las cargas en la planta 5.ª K/532
K5-137: esquema de distribución general del acondicionamiento K/533
K5-138: esquema eléctrico, generación acondicionamiento K/536
K5-139: esquema circuito alimentación fancoils, línea 1 planta 4.ª.... K/538
K5-140: esquema circuito alimentación fancoils, línea 2 planta 4.ª.... K/540
K5-141: esquema circuito alimentación fancoils, línea 1 planta 5.ª.... K/542
K5-142: esquema circuito alimentación fancoils, línea 2 planta 5.ª.... K/542
K5-143: esquema de distribución de la renovación de aire K/543
K5-144: esquema de distribución general del alumbrado en las plantas 4.ª y 5.ª K/543
K5-145: esquema de distribución del alumbrado de la planta 4.ª K/544
K5-146: esquema distribución alumbrado planta 5.ª K/546
K5-147: esquema circuito alumbrado de emergencia K/552
K5-148: esquema distribución tomas de corriente, electrodomésticos e informática de la 4.ª planta K/548
K5-149: esquema distribución tomas de corriente, electrodomésticos e informática de la 5.ª planta K/550
K5-151: esquema de alimentación circuitos de las tomas de corriente K/559
K5-152: esquema distribución confort planta 4.ª K/561
K5-153: esquema distribución confort planta 5.ª K/563
K5-154: esquema distribución confort (puertas) plantas 4.ª y 5.ª K/563
K5-155: esquema de situación en planta de las alarmas técnicas de la 4.ª planta K/564

K5-156: esquema de situación en planta de las alarmas técnicas de la 5.ª planta K/564
K5-157: esquema general de alimentación alarmas técnicas K/565
K5-158: esquema de distribución, detección de humos planta 4.ª ... K/566
K5-159: esquema de distribución, detección de humos planta 5.ª ... K/567
K5-160: esquema de distribución para la detección de presencia en planta 4.ª K/568
K5-161: esquema de distribución para la detección de presencia en planta 5.ª K/569
K5-162: esquema de distribución y control fugas de agua de la planta 4.ª K/569
K5-163: esquema de distribución y control fugas de agua de la planta 5.ª K/571
K5-171: esquema general de alimentación y CGBT K/574
K5-172: situación de las cargas en la planta 6.ª, 1.ª K/575
K5-173: esquema del circuito hidráulico del acondicionamiento K/576
K5-175: esquema de generación y distribución del acondicionamiento K/580
K5-176: esquema de distribución de la renovación de aire K/581
K5-177: esquema distribución alumbrado planta 6.ª, 1.ª K/582
K5-178: esquema circuito alumbrado de emergencia planta 6.ª, 1.ª .. K/582
K5-179: esquema distribución tomas de corriente, electrodomésticos e informática de la planta 6.ª, 1.ª K/584
K5-180: esquema de alimentación circuitos de las tomas de corriente de la planta 6.ª, 1.ª K/583
K5-181: esquema distribución confort planta 6.ª, 1.ª K/586
K5-182: esquema de situación en planta de las alarmas técnicas de la planta 6.ª, 1.ª K/587
K5-183: esquema general de alimentación alarmas técnicas planta 6.ª, 1.ª K/587
K5-184: esquema de distribución, detección de humos planta 6.ª, 1.ª K/588
K5-185: esquema de distribución para la detección de presencia en planta 6.ª, 1.ª K/589
K5-186: esquema de distribución y control fugas de agua de la planta 6.ª, 1.ª K/590
K5-194: esquema general de alimentación y CGBT K/594
K5-195: situación de las cargas en la planta 6.ª, 2.ª K/595
K5-197: esquema de generación y distribución del acondicionamiento K/600
K5-198: esquema de distribución de la renovación de aire K/600
K5-199: esquema distribución alumbrado planta 6.ª, 2.ª K/602
K5-200: esquema circuito alumbrado de emergencia planta 6.ª, 2.ª .. K/601
K5-201: esquema distribución tomas de corriente, electrodomésticos e informática de la planta 6.ª, 2.ª K/602
K5-202: esquema de alimentación circuitos de las tomas de corriente de la planta 6.ª, 2.ª K/604
K5-203: esquema distribución confort planta 6.ª, 2.ª K/605
K5-204: esquema de situación en planta de las alarmas técnicas de la planta 6.ª, 2.ª K/606
K5-205: esquema general de alimentación alarmas técnicas planta 6.ª, 2.ª K/606
K5-206: esquema de distribución, detección de humos planta 6.ª, 1.ª K/607
K5-207: esquema de distribución para la detección de presencia en planta 6.ª, 2.ª K/607
K5-208: esquema de distribución y control fugas de agua de la planta 6.ª, 2.ª K/608

K5-217: esquema general de alimentación y CGBT K/611
K5-218: situación de las cargas en la planta 6.ª, 2.ª K/612
K5-220: esquema de generación y distribución del acondicionamiento K/616
K5-221: esquema de distribución de la renovación de aire K/616
K5-222: esquema distribución alumbrado planta 6.ª, 3.ª K/618
K5-223: esquema distribución tomas de corriente, electrodomésticos e informática de la planta 6.ª, 3.ª K/618
K5-224: esquema circuito alumbrado de emergencia planta 6.ª, 3.ª .. K/617
K5-225: esquema de alimentación circuitos de las tomas de corriente de la planta 6.ª, 3.ª K/620
K5-226: esquema distribución confort planta 6.ª, 2.ª K/621
K5-227: esquema de situación en planta de las alarmas técnicas de la planta 6.ª, 3.ª K/622
K5-228: esquema general de alimentación alarmas técnicas planta 6.ª, 3.ª K/622
K5-229: esquema de distribución, detección de humos planta 6.ª, 3.ª K/623
K5-230: esquema de distribución para la detección de presencia en planta 6.ª, 3.ª K/623
K5-231: esquema de distribución y control fugas de agua de la planta 6.ª, 3.ª K/624
K5-240: esquema general de alimentación y CGBT K/627
K5-241: situación de las cargas en la planta 7.ª K/630
K5-243: esquema del circuito hidráulico del acondicionamiento K/637
K5-244: esquema de distribución general del acondicionamiento y renovación de aire K/638
K5-245: esquema de generación general del acondicionamiento K/639
K5-246: esquema de distribución del acondicionamiento K/643
K5-247: esquema de distribución de la renovación de aire K/644
K5-252: esquema distribución alumbrado planta 7.ª, sector primero .. K/648
K5-255: esquema distribución alumbrado planta 7.ª, sector segundo .. K/652
K5-258: esquema de alimentación y compensación del alumbrado 7.ª planta K/655
K5-265: esquema alimentación circuito para las tomas de corriente de 230 V K/660
K5-268: esquema de alimentación y compensación línea 1.ª de la 7.ª planta K/662
K5-269: esquema de distribución línea 1.ª de los conectores, electrodomésticos e informática de la planta 7.ª K/664
K5-270: esquema de distribución línea 2.ª de los conectores, electrodomésticos e informática de la planta 7.ª K/668
K5-271: esquema de alimentación y compensación línea 2.ª de la 7.ª planta K/673
K5-272: esquema de distribución y mando persiana línea 1.ª de la 7.ª planta K/674
K5-273: esquema de distribución y mando persiana línea 2.ª de la 7.ª planta K/675
K5-274: esquema de distribución y mando cortinas pantallas y puerta, 1.ª planta K/676
K5-275: esquema alimentación circuito de alarmas técnicas K/676
K5-276: esquemas circuitos 1.º y 2.º de la detección de humos K/678
K5-277: esquema del circuito del control de presencia K/679
K5-278: esquema del circuito para el control de las fugas de agua .. K/680
K5-279: situación en planta de las alarmas técnicas K/682

K5-282: esquema de instalación del SAI K/684
K5-283: esquema del circuito del control de aislamiento K/686
K5-284: esquema circuito control de calidad energía K/688
K5-285: esquema general planta 7.ª K/690
K5-288: situación en planta cargas planta sótano (–3) K/702
K5-289: esquema circuito eléctrico planta sótano (–3) K/703
K5-290: situación en planta cargas planta sótano (–2) K/704
K5-291: esquema circuito eléctrico planta sótano (–2) K/705
K5-292: situación en planta cargas planta sótano (–1) K/706
K5-293: esquema circuito eléctrico planta sótano (–1), alumbrado y tomas de corriente K/708
K5-294: esquema circuito eléctrico control semáforos y alumbrado planta sótanos K/710
K5-295: esquema circuito eléctrico ventilación plantas sótanos K/712
K5-296: esquema circuito eléctrico control vehículos, telefónico y de ondas hercianas K/714
K5-297: situación en planta cargas planta baja (B) K/715
K5-298: esquema circuito eléctrico alumbrado planta baja K/716
K5-299: esquema circuito eléctrico ventilación, líneas de maniobra, toma acondicionamiento, tomas de corriente y agua sanitaria de la planta baja K/718
K5-300: esquema circuito eléctrico acondicionamiento de la planta baja K/720
K5-301: situación en planta cargas 1.ª, 2.ª, 3.ª, 4.ª, 5.ª, 7.ª y A K/723
K5-302: esquema circuito eléctrico de las cargas de las plantas 1.ª, 2.ª, 3.ª, 4.ª, 5.ª, 7.ª y A K/724
K5-303: situación en planta de las cargas de la 6.ª planta K/725
K5-304: esquema circuito eléctrico de las cargas de la planta 6.ª K/726
K5-305: situación en planta de las cargas de la azotea K/728
K5-306: esquema circuito eléctrico de las cargas de la escalera de la azotea y ascensores K/730
K5-307: esquema circuito eléctrico de las cargas de la azotea y el hueco de los ascensores K/732
K5-308: esquemas circuito detección de humos K/734
K5-309: esquema general servicios generales K/736
K5-310: esquema del circuito de control de aislamiento K/738
K5-311: esquema circuito control de calidad de la energía K/741
K5-324: esquema de instalación de la SAI K/753
K5-325: situación en planta de las cargas de la planta K/756
K5-326: situación en planta de las cargas del altillo K/757
K5-328: esquema del circuito hidráulico del acondicionamiento K/766
K5-329: esquema de distribución general del acondicionamiento y renovación de aire K/768
K5-330: esquema de generación general del acondicionamiento K/769
K5-331: esquema de distribución del acondicionamiento sector 1.º .. K/770
K5-332: esquema de distribución del acondicionamiento sector 2.º .. K/772
K5-333: esquema de distribución de la renovación de aire K/774
K5-352: esquemas de distribución del circuito de alumbrado K/788
K5-354: esquema de alimentación y compensación del alumbrado de emergencia K/794
K5-357: esquema régimen TT línea 1.ª K/800
K5-360: esquema régimen TT línea 2.ª K/804
K5-361: esquema régimen TT línea 3.ª K/805
K5-366: esquema régimen TT línea 4.ª K/809
K5-369: esquema régimen TT línea 5.ª K/813
K5-371: esquema régimen TT línea 6.ª K/817

K5-378: esquema de distribución de la red de régimen TT K/822
K5-383: compensación líneas red régimen TT K/825
K5-385: esquema circuito confort K/827
K5-391: esquema de instalación de la SAI K/835
K5-392: esquema red régimen IT K/836
K5-393: esquema del circuito del control de aislamiento K/838
K5-394: esquema alimentación circuito de alarmas técnicas K/840
K5-395: situación en planta de los detectores para las alarmas técnicas en el altillo K/840
K5-396: situación en planta de los detectores para las alarmas técnicas en la planta K/841
K5-397: esquemas circuitos 1.º y 2.º de la detección de humos K/844
K5-398: esquema del circuito del control de presencia K/845
K5-399: esquema del circuito para el control de las fugas de agua .. K/848
K5-404: esquema general CGBT K/852
K5-405: esquema circuito control de calidad de la energía K/854

K

Reglamento electrotécnico para BT e Instrucciones Técnicas Complementarias. Hojas de interpretación

LEY 22/1994, de 6 de julio, de responsabilidad civil por los daños causados por productos defectuosos K/859
Exposición de motivos K/859
Artículo 2. Concepto legal de producto K/859
Disposición final cuarta. Entrada en vigor K/860

NORMA ESPAÑOLA UNE-EN 50160 ..... K/860
1. Generalidades K/860
1.1. Campo de aplicación K/860
1.2. Objeto K/861
1.3. Definiciones K/861
1.4. Normas para consulta K/865
2. Características de la alimentación en Baja Tensión K/865
2.1. Frecuencia K/865
2.2. Amplitud de la tensión suministrada K/866
2.3. Variaciones de la tensión suministrada K/866
2.4. Variaciones rápidas de la tensión K/866
2.5. Huecos de tensión K/866
2.6. Interrupciones breves de la tensión suministrada K/867
2.7. Interrupciones largas de la tensión suministrada K/867
2.8. Sobretensiones temporales en la red entre fases y tierra K/867
2.9. Sobretensiones transitorias entre fase y tierra K/868
2.10. Desequilibrio de la tensión suministrada K/868
2.11. Tensiones armónicas K/868
2.12. Tensiones interarmónicas K/869
2.13. Transmisión de señales de información por la red K/869
Anexo A (Informativo) K/870
Naturaleza particular de la electricidad K/870

Ministerio de Economía K/872
Real decreto 1955/2000 ..... K/872
Título II K/872
Transporte de energía eléctrica K/872
Capítulo IV K/872
Calidad de servicio en la red de transporte K/872
Artículo 19. Ámbito de aplicación y contenido de la calidad del servicio en la red de transporte de energía eléctrica K/872
Artículo 20. Continuidad del suministro de energía eléctrica K/873
Artículo 21. Calidad del producto K/873
Artículo 22. Indisponibilidades programadas de las instalaciones de transporte y producción K/873
Artículo 23. Condiciones de entrega de la energía eléctrica K/874
Artículo 24. Calidad de suministro en los puntos frontera K/874
Artículo 25. Calidad individual por instalación K/875
Artículo 26. Calidad global K/876
Artículo 27. Consecuencias del incumplimiento de la calidad de servicio K/877
Artículo 29. Perturbaciones provocadas por instalaciones conectadas a la red de transporte K/878

Título VI K/878
Suministro K/878
Capítulo I K/878
Contratos de suministro a tarifa y de acceso a las redes. Suspensión del suministro. Equipos de medida K/878
Sección 6.ª Medida y control K/878
Artículo 97. Cambio de características de la energía K/878
Capítulo II K/879
Calidad de servicio K/879
Artículo 99. Concepto, contenido y extensión de la calidad del servicio K/879
Artículo 100. Definiciones K/880
Artículo 101. Continuidad de suministro K/881
Artículo 102. Calidad del producto K/883
Artículo 103. Calidad de la atención al consumidor K/883
Artículo 104. Cumplimiento de la calidad de suministro individual K/885
Artículo 105. Consecuencias del incumplimiento de la calidad de servicio individual K/886
Artículo 106. Calidad zonal K/889
Artículo 107. Consecuencias del incumplimiento de la calidad zonal K/889
Artículo 108. Información sobre la calidad de servicio K/890
Artículo 109. Responsabilidades en el cumplimiento de la calidad K/892
Artículo 110. Perturbaciones provocadas por instalaciones receptoras K/892

Instalaciones de sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad para viviendas y edificios. ITC-BT-51

1. Objeto y campo de aplicación K/894
2. Terminología K/894
3. Tipos de sistemas K/895
4. Requisitos generales de la instalación K/895
5. Condiciones particulares de instalación K/896
5.1. Requisitos para sistemas que usan señales que se acoplan y transmiten por la instalación eléctrica de baja tensión K/896
5.2. Requisitos para sistemas que usan señales transmitidas por cables específicos para dicha función K/896
5.3. Requisitos para sistemas que usan señales radiadas K/896

Gestión técnica de edificios, el control energético y la seguridad

El control y la seguridad de un edificio es una aproximación a la total automatización y control energético del mismo, en relación a la aptitud a su función, por medio de los sistemas de gestión técnica.

Las instalaciones modernas comportan numerosos equipamientos técnicos. Estos equipamientos son más o menos numerosos y sofisticados según la importancia de la utilización del edificio (terciario, terciario de última tecnología e industrial).
Encontraremos en ellos los equipamientos de distribución de energía, los aparatos de aclimatización (calefacción y refrigeración), de alumbrado, de ventilación, de comunicación (por ondas hercianas o por cable), los ascensores y montacargas, los equipos de seguridad, las alarmas técnicas, el control de los transeúntes...
La puesta en servicio, la explotación y el control individualizado de estos equipamientos entran de lleno en la problemática de los costes, en función de los niveles de disponibilidad, fiabilidad, mantenimiento y seguridad.
Esta problemática, hoy en día, nos conduce a la Gestión Técnica Centralizada del edificio.
El desarrollo de las diversas tecnologías, entre ellas la de la comunicación, nos han permitido informatizar el control, a tiempo real, con elementos inteligentes locales, y con sistemas de comunicación hasta los puntos de control. Si el punto de control está alejado del edificio, hoy en día no es problema, se puede comunicar vía internet.
Los sistemas de G.T.C. disponen de una arquitectura como la de la Fig. K-001, equivalente a los sistemas de control industrial.

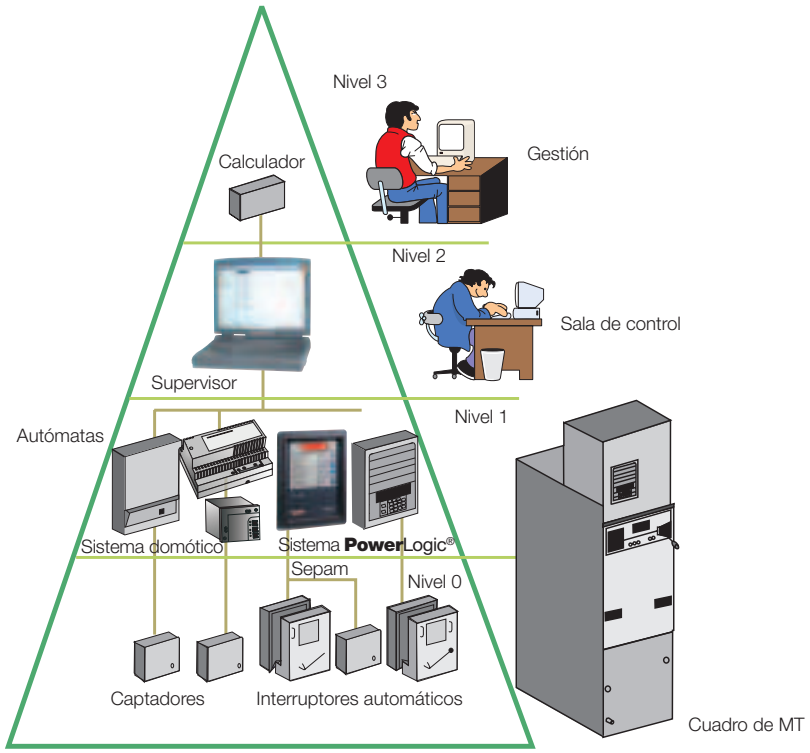


Fig. K-001: *arquitectura de los sistemas de G.T.C.*

1. Pequeñas estructuras domésticas

Cuando se trata de pequeñas edificaciones o unifamiliares, bloques con viviendas unifamiliares, no son necesarias arquitecturas tan complejas.

1.1. Para mantener una contratación con un término de potencia bajo

Podemos instalar unos controladores selectivos de cargas, que nos permitan actuar con potencias elevadas conectándolas de forma selectiva. Para ello disponemos de los relés selectivos.

Relé prioritario DD

Para redes monofásicas.

Utilización

Permite cortar la alimentación de un receptor no prioritario cuando las cargas prioritarias llegan al valor de contratación limitado por el ICPM, antes de que éste desconecte.

El corte se prolonga durante todo el tiempo que el consumo de las cargas prioritarias no desciende y permite la conexión de las que no son prioritarias.

Instalación

Se conecta inmediatamente aguas arriba de la carga no prioritaria, funcionando todo o nada.

Regulación

2 umbrales de regulación 13 y 23 A por manecilla en la carátula.

Nota: En el caso de un receptor prioritario con regulación electrónica, utilizar un relé temporizado (por ejemplo un RTH) para no interferir en la función del relé prioritario.

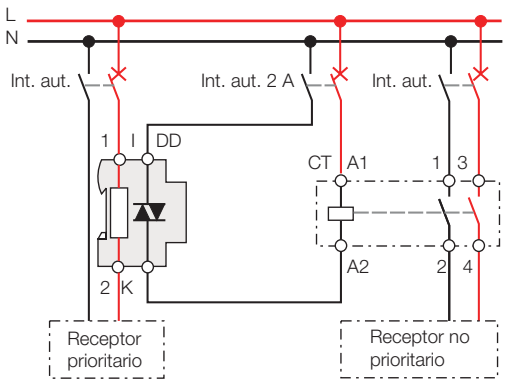


Fig. K1-001: *esquema de conexionado de un relé prioritario DD.*

Características:

■ Corriente máxima:

□ Circuito prioritario 63 A (instalado en un cofret el coeficiente de compensación térmica es de 0,7).

□ 2 umbrales regulables: 13 y 23 A.

□ Circuito no prioritario: 1 A.

■ Tensión de empleo: 240 V CA, +5%, –10%.

■ Bornes:
□ Circuito prioritario: para conductor de 10 mm^2.
□ Circuito no prioritario: para conductor de 2,5 mm^2.

Nota: El contacto de 1 A del circuito prioritario necesita la utilización de relés auxiliares para el circuito de desconexión.

Fig. K1-002: *relé prioritario DD.*

1.2. Contactores economizadores CDS

Características comunes a la gama de contactores economizadores CDS

Calibres:
■ Circuitos prioritarios: 90 A.
■ Circuitos no prioritarios: 15 A (contacto).
Tensión de empleo:
■ Monofásica: 240 V CA, +5%, –10%.
■ Trifásica: 415 V CA +5%, –10%.
Potencia absorbida: 12 VA.
Frecuencia: 50 a 60 Hz.
Señalización: la desconexión por LED amarillo.
Período de desconexión: de 5 a 10 minutos.
Temperatura de utilización: –5 ºC a +55 ºC.
Bornes:
■ Circuito prioritario: 50 mm^2.
■ Circuito no prioritario y otros: 10 mm^2.

Contactores economizadores CDS

Para redes monofásicas.
2 vías.

Utilización
Permite la desconexión en cascada de dos circuitos no prioritarios.

Funcionamiento:
■ Orden de desconexión: I - II.
■ Orden de reconexión: II - I.
■ El circuito desconectado queda señalizado por un LED amarillo.
■ La reconexión se efectúa después de 5 a 10 minutos.
■ Desconexión forzada: posibilidad de desconectar los dos circuitos no prioritarios insertando un contacto entre los bornes 1 y 2, contacto seco al cierre (sin potencial, un puente).

Esta orden puede ser emitida por medio de un contacto de mando manual (interruptor) o por uno de automático proveniente de un temporizador (H, IHP).
■ Utilización, bornes 5 y 6:
□ Borne 5 bajo tensión (fase), el circuito no prioritario I desconectado.
□ Borne 6 bajo tensión (fase), el circuito no prioritario II desconectado.
Estos circuitos permiten realizar la desconexión y reconexión por medio de un contactor CTR o la señalización del estado del circuito no prioritario I o II.
La protección de estos circuitos debe realizarse para una intensidad nominal de 2 A.

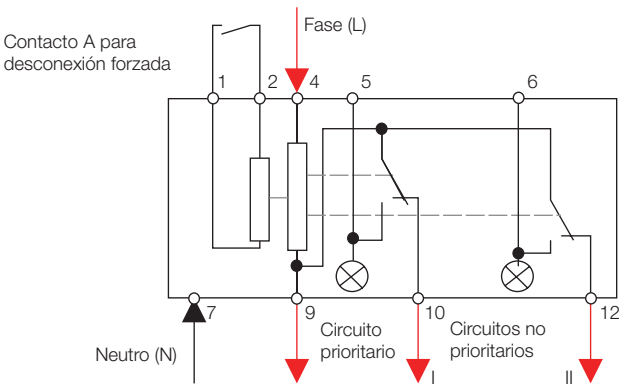


Fig. K1-003: *esquema de conexionado de un CDS.*

Contactores economizadores CDSt

Para redes monofásicas.
2 vías.

Utilización

Especialmente adaptado para la doble tarifa (tarifa nocturna).
Permite fijar dos umbrales de regulación:
■ Ruedecita verde: regula la potencia nominal (calibre del DB90).
■ Ruedecita roja: regula la potencia reducida.
El cambio de umbral se realiza por medio de la orden del reloj de cambio tarifario.

Funcionamiento:

■ Posibilidad de forzar el umbral potencia reducida, automáticamente vuelta a cero al fin del ciclo tarifario (puede ser anulada en todo momento por medio del pulsador).
■ Desconexión/reconexión:
□ En potencia nominal (ruedecita verde), la desconexión se efectúa sobre el circuito (I) no prioritario, en función de la intensidad consumida en los circuitos prioritarios y semiprioritarios del circuito (II).
□ En potencia reducida (ruedecita roja), disponemos de dos niveles, la desconexión se efectúa sobre el circuito (A) no prioritario después sobre el circuito (B) semiprioritario, en función de la intensidad consumida en el circuito prioritario.
■ Indicadores luminosos en la carátula:
□ Un piloto bicolor (verde-rojo) indicando las condiciones tarifarias:
– Verde continuo: horas normales.
– Verde parpadeante: preaviso.
– Rojo continuo: tarifa nocturna.
– Rojo parpadeante: marcha forzada en horas punta (diurna).
□ 2 pilotos amarillos: señalan el circuito desconectado.

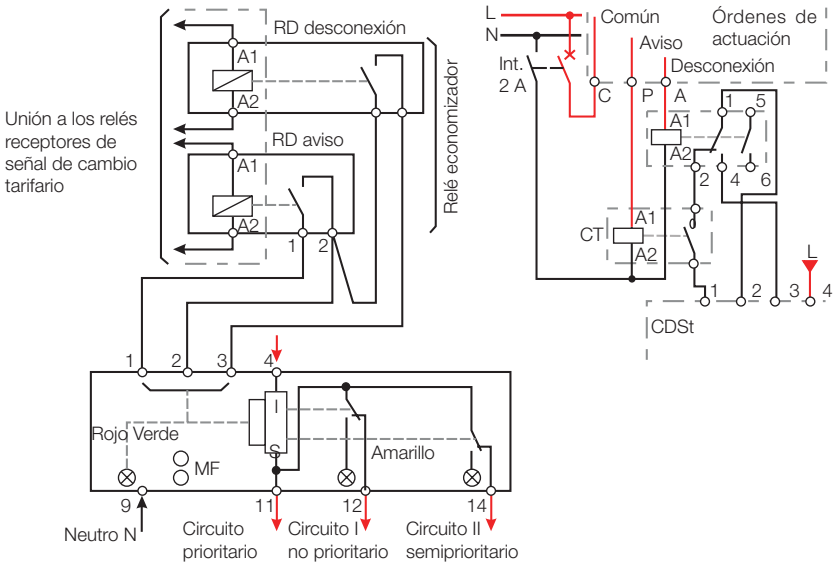


Fig. K1-004: *esquema de conexionado de un CDSt con la señal de cambio tarifario a través de un contacto inversor.*

Fig. K1-005: *esquema de conexionado de un CDSt con la señal de cambio tarifario a través de un contacto cerrado.*

Contactor economizador CDSc

Para redes monofásicas.
4 vías.

Utilización

Permite la desconexión en cascada de cuatro circuitos no prioritarios.

Instalación

Es muy aconsejable su utilización por que permite subdividir la instalación eléctrica de las cargas en cinco partes:

- Un circuito prioritario.
- Cuatro circuitos no prioritarios (15 A máximo).

Funcionamiento:

- Desconexión:
  - A una superación del umbral la desconexión se realiza en cascada, sobre los cuatro circuitos no prioritarios, en rotación (desconexión cíclica).
  - El circuito desconectado queda identificado por un piloto amarillo.
- Reconexión: después de una temporización, del orden de 5 minutos, los circuitos no prioritarios se reenganchan automáticamente y se mantienen si no sobrepasan el umbral de consumo, en caso contrario vuelve a iniciarse el ciclo.
- Desconexión forzada: posibilidad de desconectar los 4 circuitos no prioritarios simultáneamente insertando un contacto entre los bornes 1 y 2, contacto seco al cierre (sin potencial, un puente).

Esta orden puede ser emitida por medio de un contacto de mando manual (interruptor) o por uno de automático proveniente de un temporizador (H, IHP).

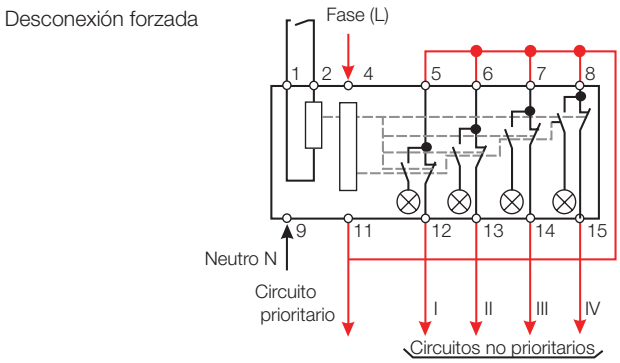


Fig. K1-006: *esquema de conexionado de un CDSc.*

Contactor economizador CDS

Para redes trifásicas + neutro.
1 piloto por fase.

Utilización

Este contactor desconecta y conecta las fases que sobrepasan el umbral.

Funcionamiento (ver Fig. K1-007):

■ Desconexión forzada: posibilidad de desconectar (abrir) simultáneamente los circuitos no prioritarios de las fases 1, 2 o 3 insertando un contacto entre los bornes 1 y 2, contacto seco al cierre (sin potencial, un puente).
Esta orden puede ser emitida por medio de un contacto de mando manual (interruptor) o por uno de automático proveniente de un temporizador (H, IHP).

■ Los circuitos no prioritarios deben alimentar cargas monofásicas.

■ Utilización de los bornes 3, 5 y 7:

□ Borne 3 bajo tensión (fase), en el momento que el circuito no prioritario de la fase 1 es desconectado.

□ Borne 5 bajo tensión (fase), en el momento que el circuito no prioritario de la fase 2 es desconectado.

□ Borne 7 bajo tensión (fase), en el momento que el circuito no prioritario de la fase 3 es desconectado.

Estos circuitos pueden servir para desconectar/desconectar un contactor (CTR) o señalizar a distancia el circuito desconectado, por medio de LED.
En todos los casos es imprescindible protegerlo para una intensidad de 2 A.

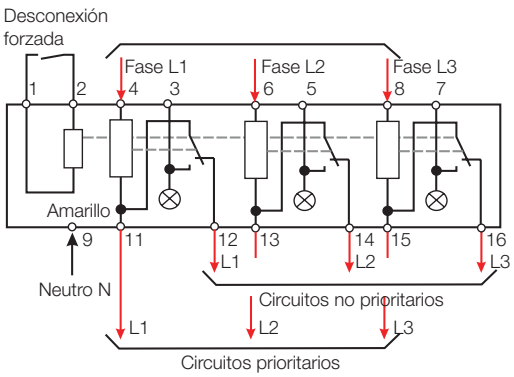


Fig. K1-007: *contactor economizador CDS tri, 1 relé por fase con entrada de desconexión forzada.*

Casos particulares:

■ Desconexión/reconexión de circuitos trifásicos (ver Fig. K1-008).

Para que un circuito trifásico no quede alimentado por dos fases durante un tiempo, podemos hacer desconectar las tres fases al mismo tiempo.

La combinación de tres relés inversores RLI con un contactor trifásico, conectado a los circuitos no prioritarios, permite responder a la necesidad:

■ Para conectar el CDS tri en una red de 230 V tri, alimentar el borne n.º 9 por el borne n.º 6 (2 fase).

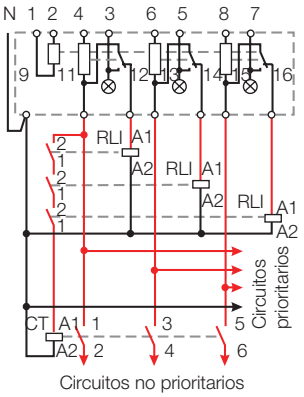


Fig. K1-008: *permite la desconexión y la reconexión de 3 fases simultáneamente (receptores trifásico en circuito no prioritario).*

■ CDS monofásico para circuito trifásico (ver Fig. K1-009).

En el caso de un problema de sobrecarga, sobre una o dos fases. La instalación de un CDS monofásico sobre cada una de las fases, permite realizar la desconexión y reconexión fase a fase.

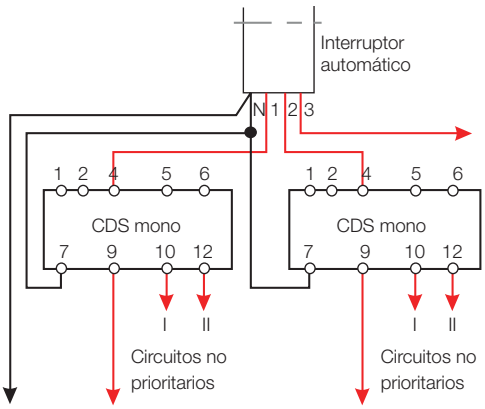


Fig. K1-009: *utilización de un CDS mono para cada fase.*

Instalación

El contactor economizador se instala aguas abajo del interruptor diferencial general: debe controlar el total de la energía en circulación.

Regulación:

■ Caso de acometidas ⩽ 36 kVA: el umbral del contactor economizador debe corresponder al calibre del ICPM.

■ Caso de acometidas > 36 kVA: la intensidad es superior a 90 A, conectar el contactor economizador sobre la fase a través de un transformador de intensidad de relación In/5 A (regular el umbral del CDS a 5 A).
Para este tipo de instalación es necesario utilizar un contactor sobre el circuito no prioritario (Fig. K1-010).

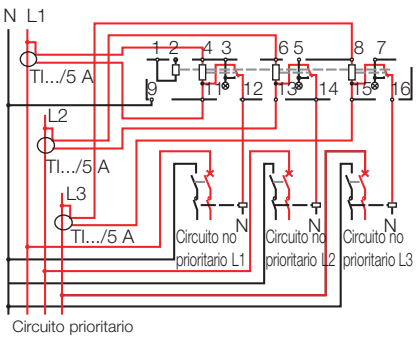
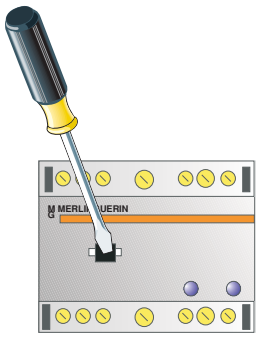


Fig. K1-010: *intensidad superior a 90 A: utilizar un transformador de intensidad (In/5 A) + un contactor para el circuito prioritario.*



Notas:
– Regular el umbral por medio de la ruedecita (Fig. K1-011).
– Prever protecciones de 16 A para todos los circuitos no prioritarios.
– Si la intensidad es superior a 15 A, utilizar un contactor correspondiente a la potencia a desconectar.

Fig. K1-011: *regulación del umbral.*

En el territorio español disponemos de la doble tarifa con una reducción del 55% durante 8 horas nocturnas a cambio de un 3% de incremento en las horas diurnas. Esta tarifa es rentable si utilizamos las cargas elevadas por la noche, calefacción por acumulación térmica, lavadora, lavaplatos y agua sanitaria.
Una de las cargas más frecuentes y de mayor potencia es la calefacción de la que podemos complementar durante el día con energía solar, con energía extraída de combustibles sólidos, líquidos o gaseosos y por la noche con la energía eléctrica de tarifa nocturna.

1.3. Ejemplos de instalaciones y circuitos

Identificar un circuito de alimentación señalizando a distancia el estado de la instalación

Descripción
Los auxiliares de la gama de automáticos multi 9 permiten señalizar a distancia en un cuadro de control la información del estado de la instalación. Son contactos que conmutan en función del estado del automático al que van asociados.
El auxiliar OF permite señalizar el estado abierto o cerrado del automático al que está asociado.
El auxiliar SD señaliza sólo cuando el automático haya disparado, indicando sobrecarga o cortocircuito.

Aplicaciones
En aquellas instalaciones donde convenga un cuadro central para controlar el estado de los circuitos, como en oficinas, comercios, hoteles, restaurantes, fábricas, talleres, túneles, autopistas, aeropuertos, etc.

Beneficios:
■ Mejorar la gestión de la instalación: teniendo información de lo que pasa en cada circuito permitiendo la rápida localización de defectos.
■ Adaptación de los auxiliares muy sencilla: ocupando muy poco espacio (medio módulo por auxiliar).

Características
Existen dos tipos de contactos auxiliares de señalización: el OF (abierto/cerrado) y el SD (defecto). De tipo inversor con tres bornes, estos contactos ocupan sólo medio módulo (9 mm), se encliquetan de forma muy sencilla a la izquierda del automático y cabe la posibilidad de montar varios en un sólo aparato multi 9 hasta una anchura máxima de 54 mm de auxiliares.

Proteger una instalación contra situaciones de riesgo con parada de emergencia

Descripción
Desconexión del diferencial por bobina de mínima tensión al actuar sobre el pulsador de parada de emergencia.
La bobina de mínima tensión MN debe estar siempre en tensión para que el diferencial pueda estar cerrado.
El pulsador de emergencia está normalmente cerrado con lo que, al actuarse sobre él, se corta la tensión a la bobina MN y ésta conduce a una desconexión inmediata. Las bobinas de desconexión son adaptables a la gama multi 9 de diferenciales y automáticos, necesitando, para el caso de los diferenciales, el contacto OFS para el acople. Dicho contacto permite a su vez la señalización a distancia del estado abierto o cerrado del diferencial.

Aplicaciones
En aquellas instalaciones en las que ocasionalmente, y debido a motivos de seguridad, es necesario disponer de un desconectador de emergencia ante una situación de riesgo, como el caso de maquinaria peligrosa o cadenas de montaje en talleres, fábricas, etc.

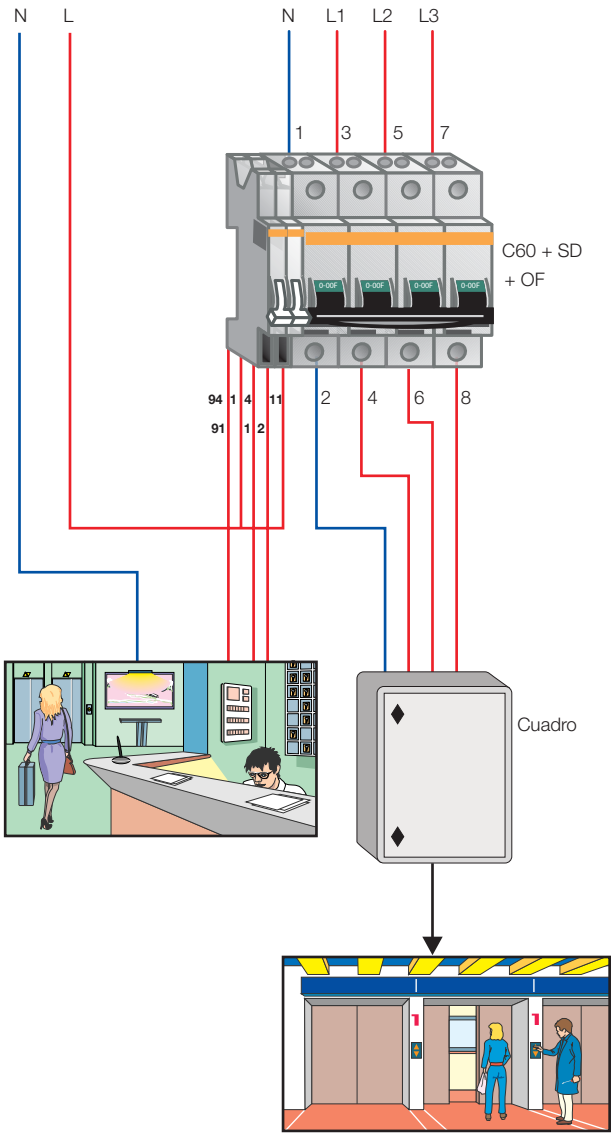


Fig. K1-012: *esquema eléctrico para la identificación de un circuito de alimentación, señalizando a distancia el estado de la instalación.*

Beneficios:

■ Seguridad positiva: la bobina de mínima asegura el funcionamiento del aparato de emergencia (en caso de fallo de continuidad del circuito del paro de emergencia se producirá la desconexión del diferencial). Impide la puesta en marcha no controlada puesto que habrá de rearmar primero el diferencial.

■ Solución compacta y sencilla: al encliquetarse fácilmente a la izquierda del diferencial y después del contacto OFS.

Características

Cuando la tensión de alimentación decrece (entre un 70 y un 35%) la bobina MN provoca la desconexión del automático o diferencial al que está asociada. Impide el rearme hasta que se restablezca la tensión nominal. Existe un modelo retardado que retrasa su actuación 0,2 s para evitar la desconexión en caso de microcortes.

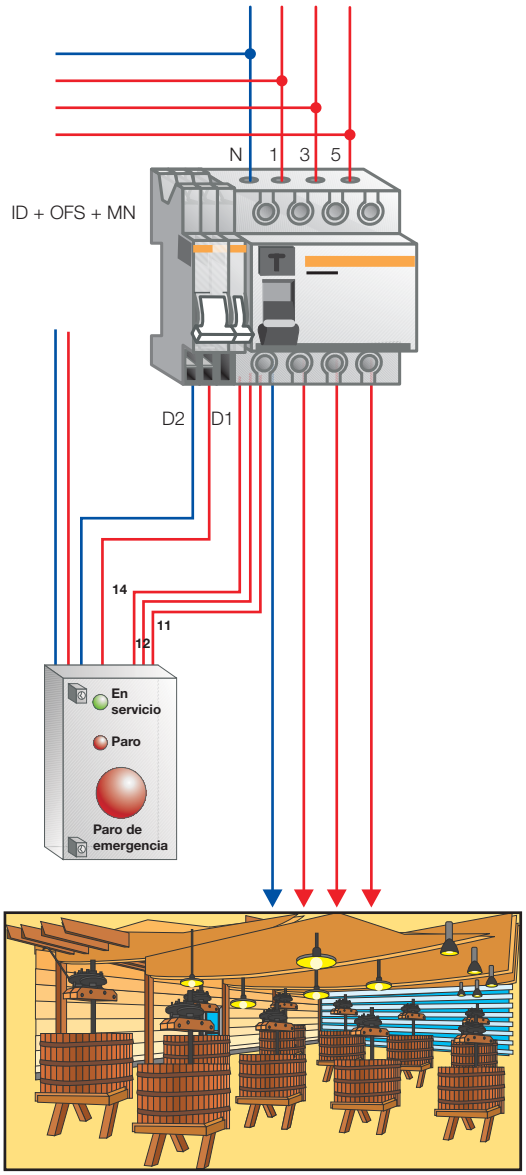


Fig. K1-013: *esquema de conexión de la protección de una instalación contra situaciones de riesgo con parada de emergencia.*

Apagado manual a distancia de una instalación

Descripción

Abrir un circuito a distancia puede realizarse asociando una bobina de emisión al automático. Al actuar sobre un pulsador normalmente abierto se da tensión a la bobina de emisión MX y ésta conduce a la desconexión inmediata del automático.

Aplicaciones

En casos donde interese hacer una desconexión de varios circuitos actuando a distancia sin desplazamientos sobre el interruptor automático general.
Cuando el cuadro esté lejos o de difícil acceso.

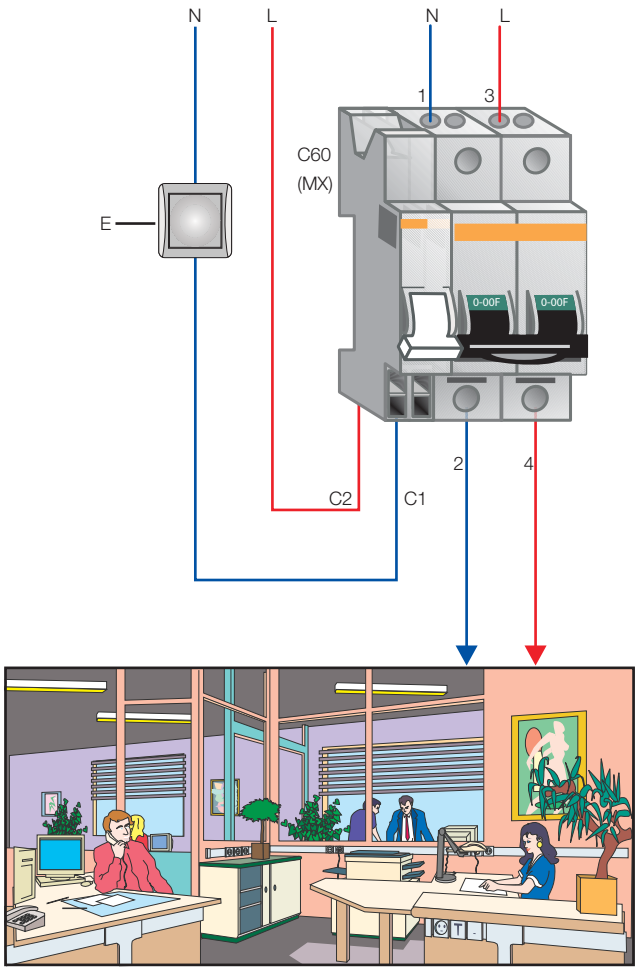


Fig. K1-014: *esquema para el apagado manual a distancia de una instalación.*

Estas situaciones pueden darse en oficinas, centros comerciales, tiendas, hoteles, restaurantes, hospitales, fábricas, talleres, estaciones, aeropuertos, etc.

Beneficios:

■ Ahorro de desplazamiento para realizar la desconexión:

□ Solución compacta: la bobina solo ocupa un módulo y se encliqueta de forma muy sencilla a la izquierda del automático.

□ Señalización a distancia: la bobina incorpora a la vez un contacto de señalización del estado del automático abierto o cerrado para asegurarse a distancia que se ha realizado la apertura.

□ Durabilidad del sistema: la bobina sólo está bajo tensión en el momento de la desconexión.

Características

La bobina MX provoca la desconexión del automático o diferencial al que va asociada.

Está equipada de un contacto de autocorte que la deja libre de tensión después de efectuarse la desconexión y de un contacto de señalización OF (abierto/cerrado).

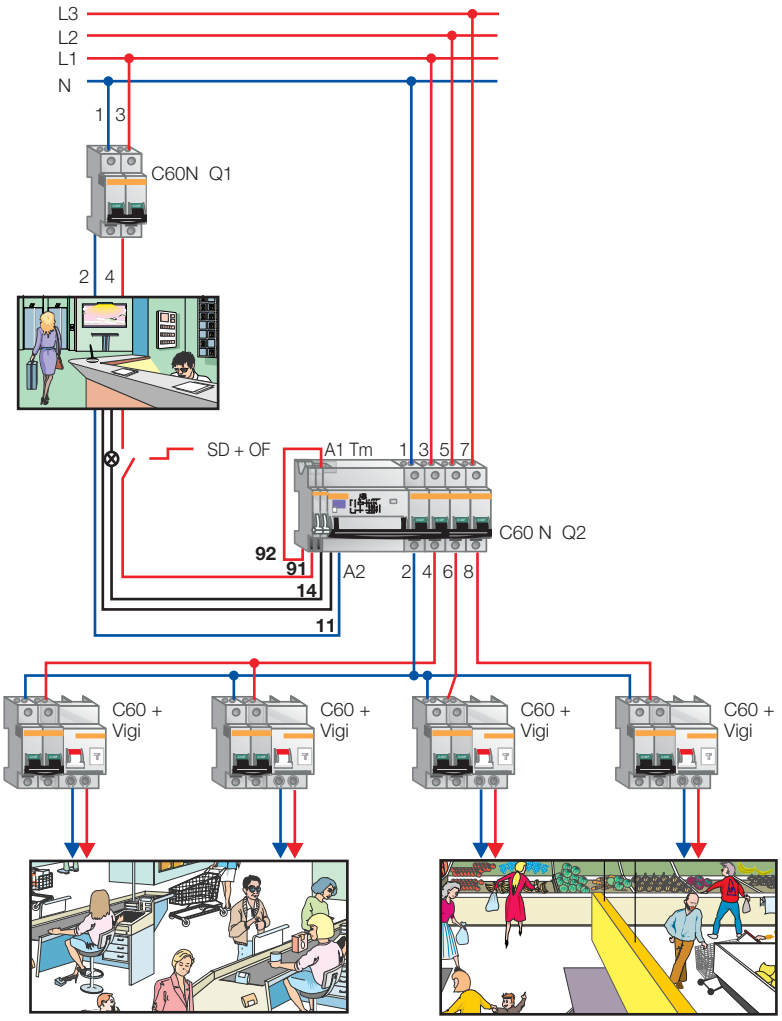


Fig. K1-015: *esquema para maniobrar un interruptor automático sin acceder a él.*

Ocupa un módulo (18 mm) y hay modelos para distintas tensiones de empleo (24, 48, 110/130, 220/240 y 415 V CA).

Maniobrar un interruptor automático sin acceder a él

Descripción

El mando motorizado TM C60 para toda la gama de interruptores automático C60 posibilita abrir, cerrar y rearmar a distancia un cuadro eléctrico con una orden mantenida. Cuando no conviene permitir el rearme después de defecto la orden mantenida se cablea pasando por el contacto auxiliar SD que, en caso de defecto, conmutaría e inhabilitaría la orden a distancia obligando a ir al cuadro para rearmar y a su vez señalizaría la desconexión. El contacto OF permitiría señalizar el estado (abierto o cerrado).

Aplicaciones

Para todos aquellos cuadros eléctricos alejados o de difícil acceso para la persona encargada de su manipulación como puede ser en talleres, fábricas, etc.

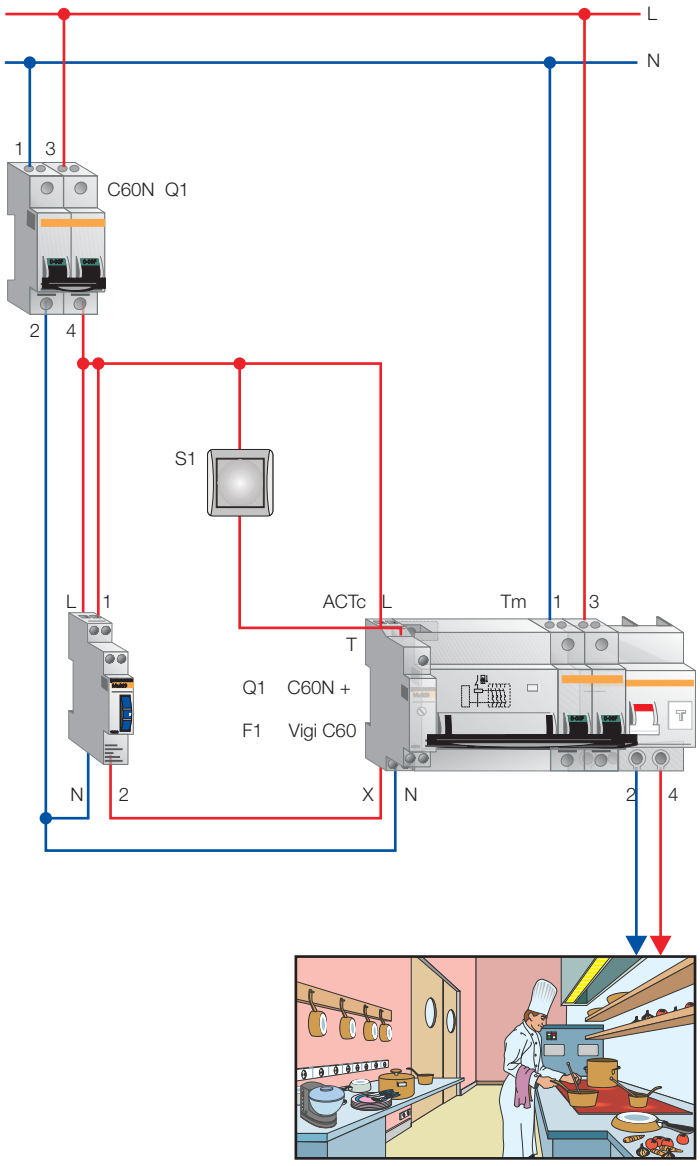


Fig. K1-016: *esquema para maniobrar de forma automática un circuito a través de un interruptor horario preservando el mando manual.*

En los cuadros de distribución, que acostumbran a situarse en cada planta de edificios como hospitales, hoteles, colegios, centros comerciales, etc., donde conviene una centralización para evitar tener que desplazarse planta por planta.

Beneficios:

■ Ahorro en tiempo y desplazamientos: haciendo posible también la automatización de la instalación.

■ Seguridad en el mantenimiento: conmutador en el frontal para inhabilitar la orden a distancia y dispositivo de enclavamiento incorporado.

Características

El mando motorizado TM C60 permite la maniobra de los automáticos C60 o C60 con bloque Vigi a partir de una orden mantenida.

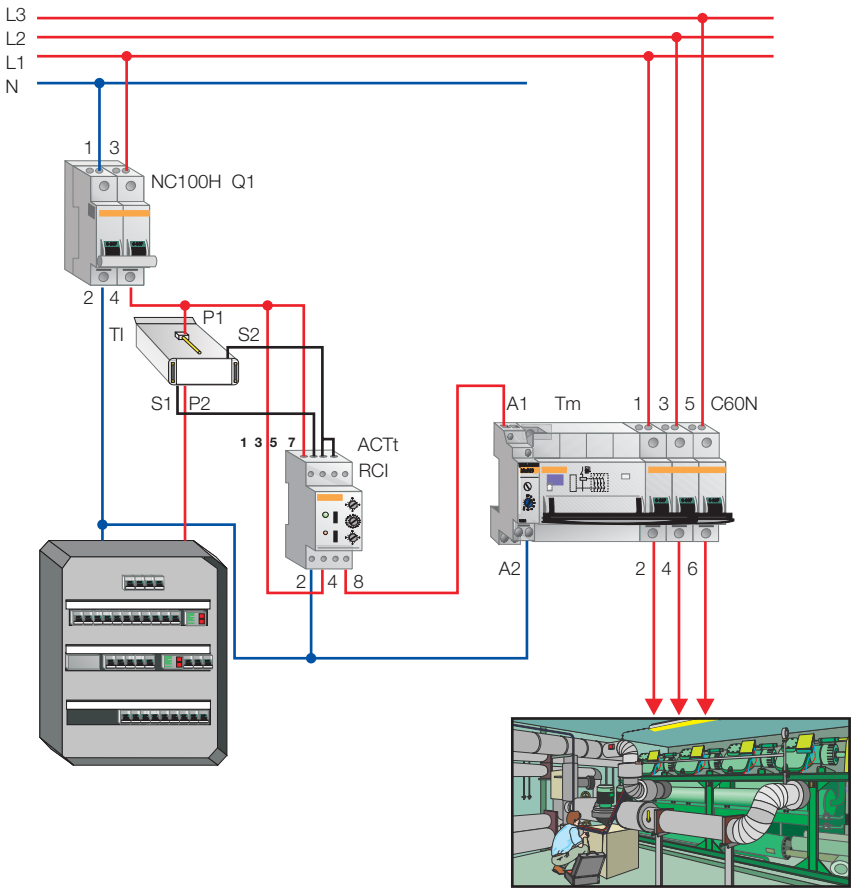


Fig. K1-017: *esquema para desconectar circuitos no prioritarios durante un tiempo determinado en caso de sobrecarga.*

Existe un modelo para automáticos de 1 y 2 polos y otro para los de 3 y 4 polos. Admite los mismos auxiliares de la gama C60 y los auxiliares de la gama de contactores modulares multi 9.

Maniobrar de forma automática un circuito a través de un interruptor horario preservando el mando manual

Descripción

Protección de un circuito eléctrico de forma compacta y automatizada mediante la utilización del bloque Vigi, como protección diferencial, y el mando motorizado como elemento que gobierna el interruptor automático C60. La automatización de las maniobras se realiza mediante la programación del interruptor horario analógico IH. El auxiliar ACTc, montado a la izquierda del TM C60, admite dos entradas, una para órdenes mantenidas, en la que actúa el reloj IH, y otra para órdenes impulsionales que permite la maniobra manual actuando sobre el pulsador.

Aplicaciones

En las instalaciones donde la conexión y desconexión de circuitos se produzcan a ciertas horas concretas de una forma repetitiva. Estas situaciones son frecuentes en talleres, fábricas, oficinas, museos, edificios públicos, colegios, centros comerciales, etc.

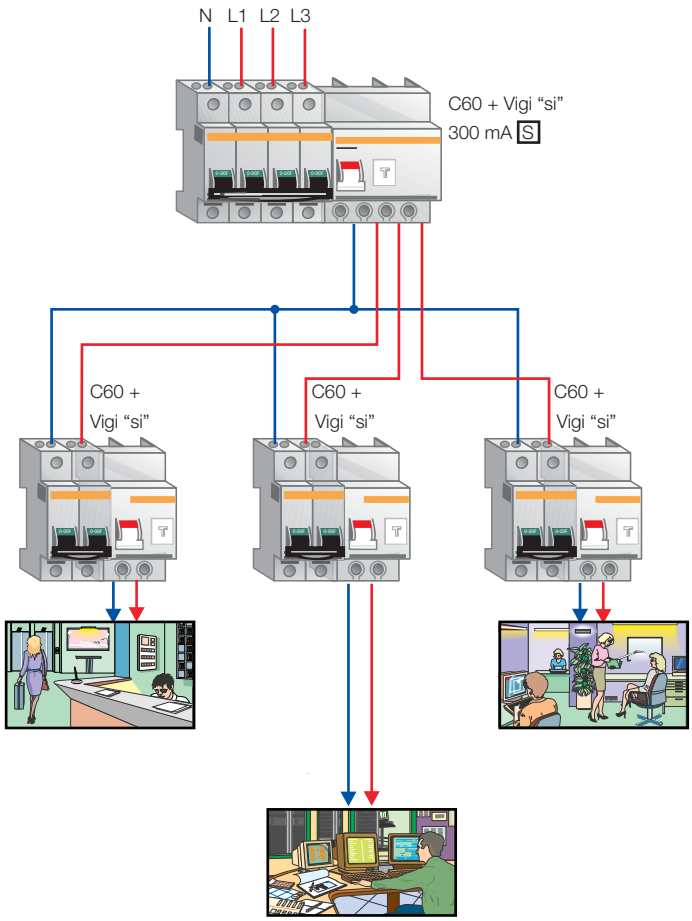


Fig. K1-018: *esquema para proteger una instalación con ordenadores, impresoras, fotocopiadoras, etc., evitando disparos intempestivos de los diferenciales.*

Beneficios:

■ Automatización de la instalación: evitar los olvidos.

■ Flexibilidad: permitiendo siempre el mando manual a distancia.

■ Seguridad en el mantenimiento: conmutador en el frontal del Tm C60 para inhabilitar la orden a distancia y dispositivo de enclavamiento incorporado.

Características

El mando motorizado Tm C60 permite la maniobra de los automáticos C60 o C60 con bloque Vigi a partir de una orden mantenida. Existe un modelo para automáticos de 1 y 2 polos y otro para los de 3 y 4 polos. Admite los mismos auxiliares de la gama C60 y los auxiliares de la gama de contactores modulares multi 9 como el ACTc que posibilita actuar sobre Tm C60 con órdenes mantenidas y/o impulsionales.

Desconectar circuitos no prioritarios durante un tiempo determinado en caso de sobrecarga

Descripción

Desconexión de aquellos circuitos no prioritarios durante un período predefinido para evitar la sobrecarga del circuito principal. El relé de control RCI vigila median-

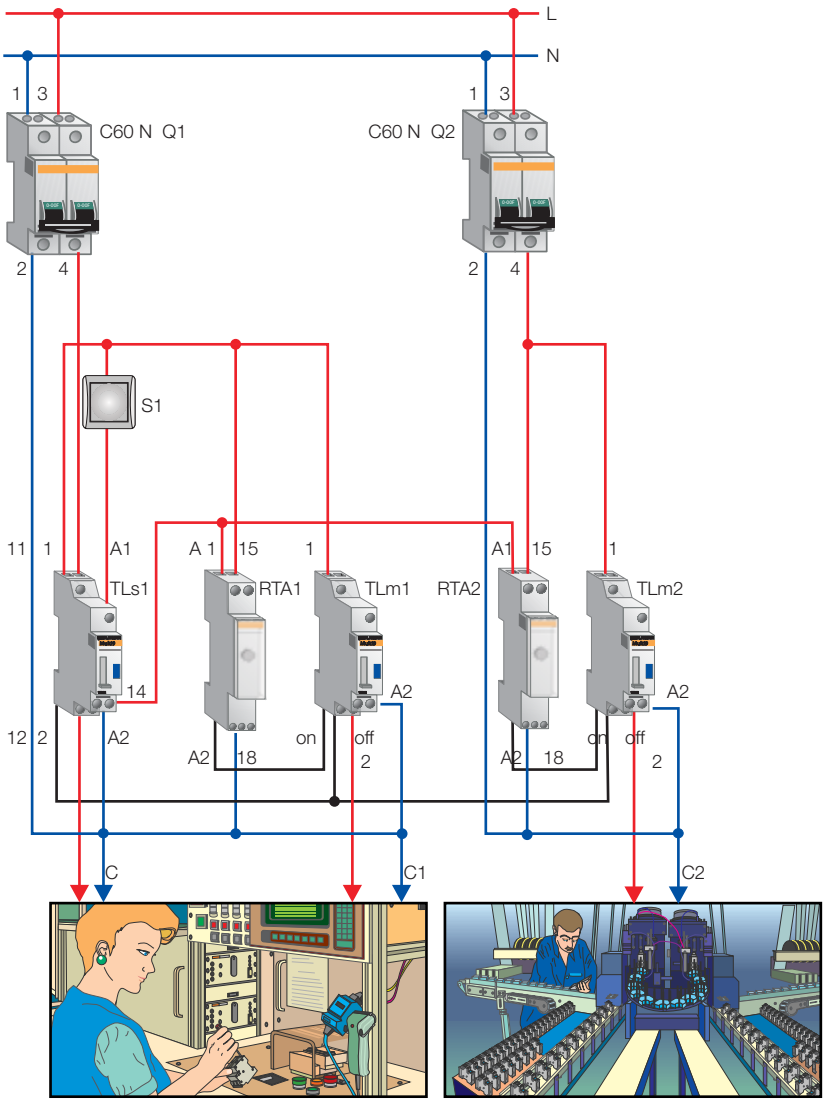


Fig. K1-019: *esquema para escalonar la puesta en tensión de varios circuitos.*

te un transformador de intensidad el rebase de un umbral determinado, a partir del cual ordena la desconexión con el fin de evitar el disparo del interruptor automático de cabecera. Una vez haya disminuido la intensidad al nivel normal el contacto del RCI vuelve a su posición inicial y al cabo de un tiempo preestablecido por el auxiliar ACTt el mando motorizado Tm C60 reconecta el circuito.

Aplicaciones
En instalaciones con un índice de carga muy variable con riesgo de desconexión por sobrecarga. Estas situaciones pueden darse por ejemplo en talleres fábricas, almacenes, etc.

Beneficios:
Asegura la continuidad de servicio: evitando los paros no deseados en la explotación y sus consecuencias.

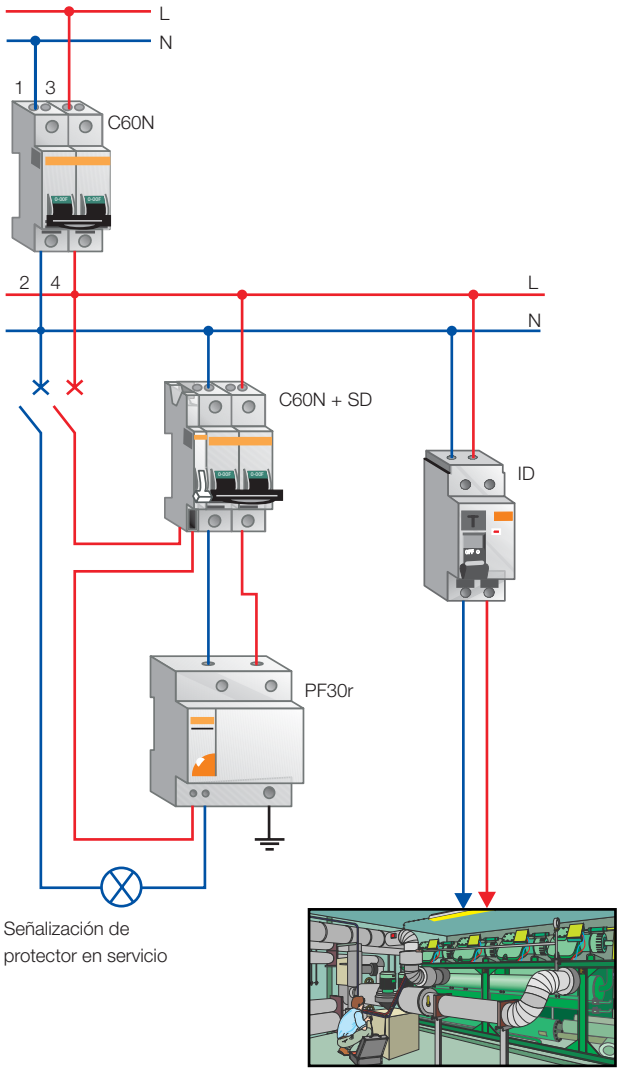


Fig. K1-020: *esquema para proteger un circuito contra sobretensiones transitorias señalizando el fin de vida de la protección.*

Características

Del relé de control de corriente RCI podemos obtener información en el apartado J9 del Volumen 3, página J/487.

El auxiliar ACTt se monta a la izquierda del mando motorizado y permite cuatro tipos de temporización según el cableado (retrasar la puesta en tensión en este caso) con tiempos regulables de 1 s a 10 h.

Proteger una instalación con ordenadores, impresoras, fotocopiadoras, etc., evitando disparos intempestivos de los diferenciales

Descripción

Protección de una instalación con componentes informáticos mediante automáticos C60 y bloques diferenciales Vigi superinmunizados “si”.

En conformidad con las directivas CE muchos fabricantes han incorporado a sus productos informáticos filtros antiparásitos. Estos filtros generan corrientes de fuga permanentes a 50 Hz del orden de 0,5 a 1,5 mA por aparato dependiendo del tipo y la marca. Cuando la suma de fugas permanentes alcanza un 30% de la sensibilidad del dispositivo diferencial, en un diferencial convencional cualquier pequeño transitorio o punta, como la del arranque de un ordenador, por ejemplo, puede provocar una desconexión intempestiva.
Con diferenciales convencionales solucionar este problema pasa por dividir circuitos y procurar que hayan más de 6 ordenadores por circuito/diferencial.
La gama "si" gracias a su comportamiento frente a los transitorios está especialmente indicada para instalaciones con componentes informáticos, permitiendo un mayor número de aparatos por diferencial (hasta 10) sin riesgo de desconexiones intempestivas.

Aplicaciones
En instalaciones con componentes informáticos o electrónicos como ordenadores, impresoras, escáneres, fotocopiadoras, faxes, etc.

Beneficios
Continuidad de servicio: evitando las molestias pérdidas de tiempo y de información.

Características
La nueva gama de protección diferencial superinmunizada en todas sus versiones (ID, bloque vigi C60 o DPN N Vigi) incorpora un nuevo toroidal, un filtro de altas frecuencias para evitar los efectos de éstas sobre el relé de disparo, un circuito de acumulación de energía y otro de verificación y orden de desconexión para absorber y distinguir los transitorios de posibles defectos reales.

Escalonar la puesta en tensión de varios circuitos

Descripción
Al actuar un pulsador se procede a la puesta en tensión de tres circuitos de la siguiente forma: el telerruptor TLs pone en tensión, de forma instantánea, el circuito principal C y, a través de su contacto de señalización de estado, da la orden de inicio de las temporizaciones de los relés RTA1 y RTA2; el telerruptor TLM1 sitúa bajo tensión el circuito C1, después de un tiempo preestablecido por el temporizador RTA1; el telerruptor TLm2 sitúa bajo tensión el circuito C2, después de un tiempo preestablecido por el temporizador RTA2.
Una segunda actuación sobre el pulsador desconecta simultáneamente los tres circuitos.

Aplicaciones
En todas aquellas instalaciones en que se desee evitar la simultaneidad de las corrientes de arranque elevadas de varios circuitos, tales como el encendido de alumbrados, máquinas, condensadores, motores, etc.

Beneficios
Evitar las puntas de arranque elevadas y las posibles erosiones.
Continuidad de servicio: eliminar las posibles desconexiones intempestivas por el acoplamiento de varias corrientes de pico.
Ahorro en el material de instalación al evitar el sobredimensionamiento propio de los posibles acoplamientos de las corrientes de pico.

Características
El relé temporizador RTA es electrónico y permite retrasar la puesta en tensión un tiempo regulable entre 0,1 s y 10 h, mediante dos potenciómetros situados en la

carátula del aparato, uno para seleccionar el intervalo de tiempos y otro para afinar la regulación.

Proteger un circuito contra sobretensiones transitorias señalizando el fin de vida de la protección

Descripción

Los limitadores de sobretensiones transitorias PF están destinados a proteger los aparatos contra sobretensiones transitorias de origen atmosférico (caída de rayos) o industriales (maniobras en la res de AT y MT de la distribución).
El fin de vida del PF puede producirse por envejecimiento después de muchas descargas o bien por una sobretensión violenta que haya superado las prestaciones del PF.
En el esquema adjunto el piloto de señalización está iluminado mientras el PF esté en servicio y se apagará si se produce el fin de vida del PF por cualquiera de los dos motivos. En caso de fin de vida por envejecimiento el contacto de señalización (normalmente cerrado) se abre y apagaría el piloto a la vez que el LED de la carátula del PF se pondría a parpadear. Si el fin de vida fuera por destrucción del PF éste se cortocircuitaría provocando la desconexión del automático de protección que, a través del contacto normalmente cerrado del auxiliar de señalización de defecto SD, apagaría el piloto de señalización.

Aplicaciones:

■ En viviendas: para proteger los electrodomésticos, equipos informáticos, HI-FI, TV, etc.
■ En comercios, hostelería, etc.: para proteger los equipos informáticos, cajas registradoras, controladores de tarjetas, climatización, etc.
■ En la industria: protección de maquinaria, cadenas de montaje, equipos electrónicos, etc.

Beneficios

Evitar daños en los equipos instalados, tiempos de reparación y paros en la producción.

Características

Existe en toda una gama de limitadores desde 8 kA de intensidad máxima de descarga hasta 65 kA, unipolares, bipolares y tetrapolares (ver apartado H2-6 del Volumen 2, página H2/307).

2. Grandes y medianas estructuras domésticas o terciarias

Mediante la utilización de captadores, microprocesadores, equipos de inteligencia local, analizadores de redes y medios de comunicación, se garantiza el control energético y la seguridad de un edificio.

El concepto de gestión técnica centralizada es cada día más utilizado tanto para edificios grandes como medianos, domésticos o terciarios.
Las funciones de control y seguridad de los edificios las podemos agrupar en cuatro conceptos bien definidos:
La seguridad: concierne a las alarmas de los elementos técnicos que comprende el edificio, a la protección contra incendios, a la protección contra los intrusos y al control de la libre circulación por el edificio (acceso).
La gestión: entendiendo la gestión de la energía y elementos, inherentes al edificio, para su optimización técnica y económica.
El confort: concierne al control de los elementos instalados, para utilizarlos a su nivel ergonómico optimizado, sin perder la sensación de bienestar, al mínimo coste.
La comunicación: permite realizar la intercomunicación de todos los parámetros para obtener la máxima utilización al mínimo coste, desde el punto neurálgico de las decisiones, facilitando los datos a tiempo real para poder tomar las decisiones más adecuadas en cada instante. Bien sea con programas estándar o por comunicaciones a tiempo real. Configurando así la gestión técnica centralizada G.T.C.
En los apartados J3, página J/103, y J19, página J/831, del Volumen 3, hemos descrito los elementos domóticos, útiles para una buena G.T.C.

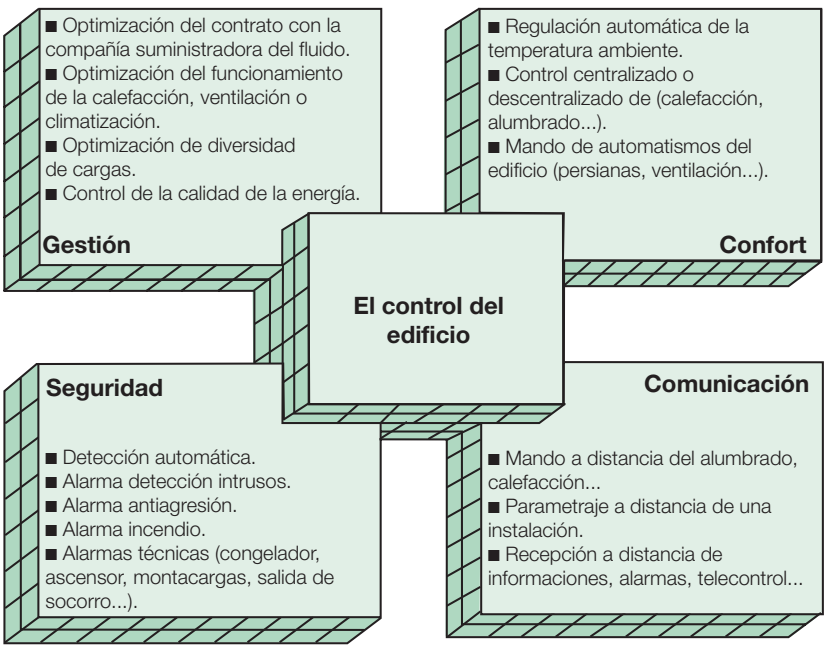


Fig. K2-001: *funciones propias de la G.T.C.*

2.1. Las técnicas utilizables

Inteligencia centralizada

Al construirse los primeros edificios grandes se impuso una gestión total del edificio, procurando poder llevar el control desde un punto de análisis y decisión. Surgió el concepto de inteligencia centralizada y desarrollada hasta nuestros días de forma paralela con la informática.

Es cómodo disponer de toda la información a tiempo real para poder tomar decisiones, pero también la inversión de las instalaciones es elevada y hoy en día que estamos en una trayectoria de la mínima inversión con el máximo rendimiento, para algunos temas resulta un exceso de sofisticación.
Una pequeña modificación, el ajuste de un sensor o una pequeña ampliación puede ocasionar una engorrosa modificación del programa central.
Por ejemplo el revuelo que se formó con los dígitos del cambio de siglo.
Un programa con toda la flexibilidad para facilitar los cambios que nuestra propia actuación requiere, es sumamente gigantesco.
Toda concentración se convierte en un punto neurálgico y a veces hay servicios que no puede quedar, su disponibilidad, a merced de un circuito integrado.

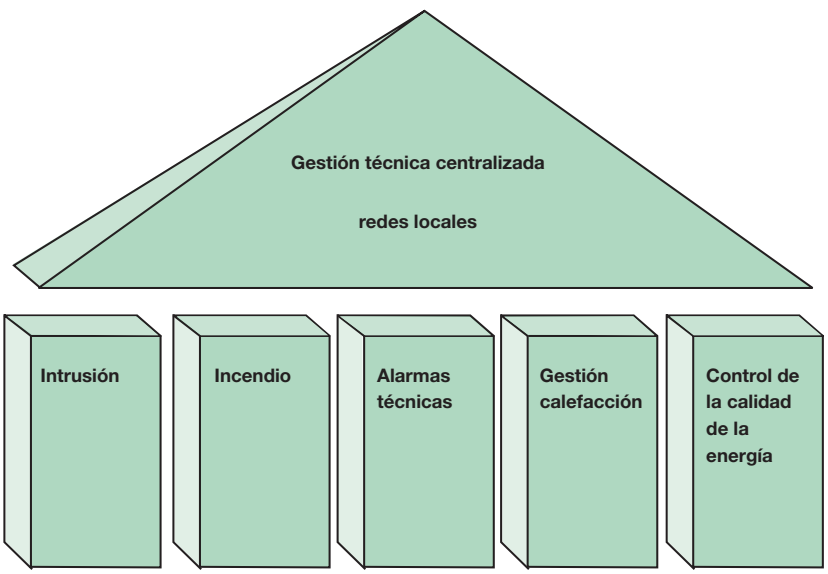


Fig. K2-002: *inteligencia centralizada.*

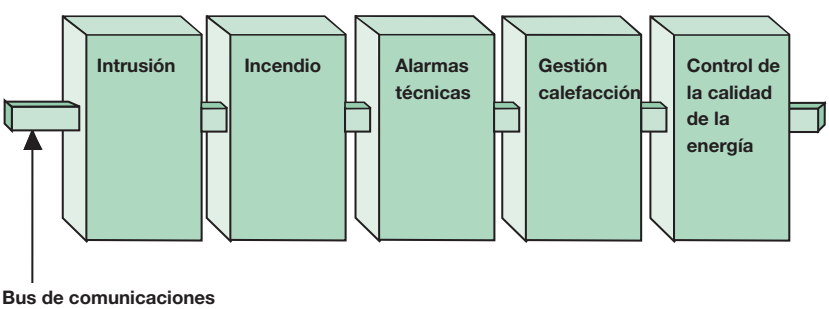


Fig. K2-003: *bus de comunicaciones.*

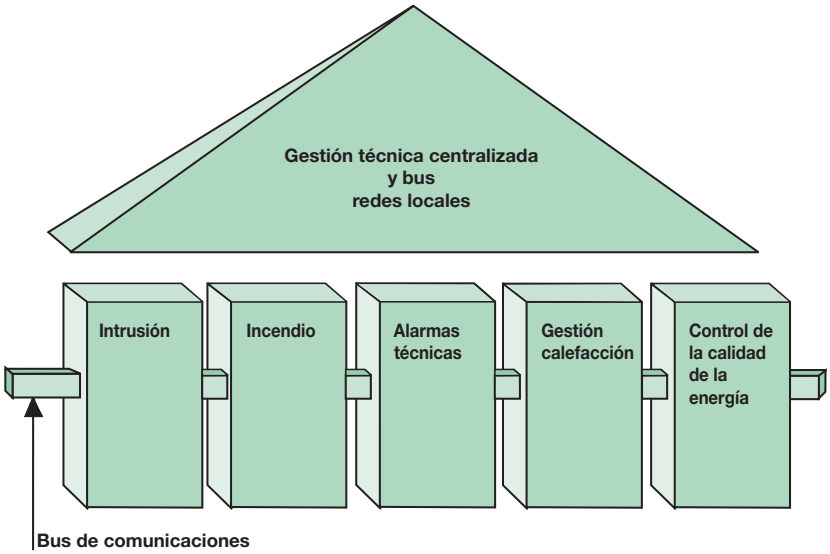


Fig. K2-004: *inteligencia centralizada y bus de comunicaciones.*

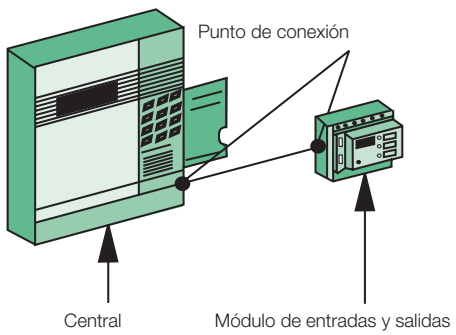
Inteligencia repartida

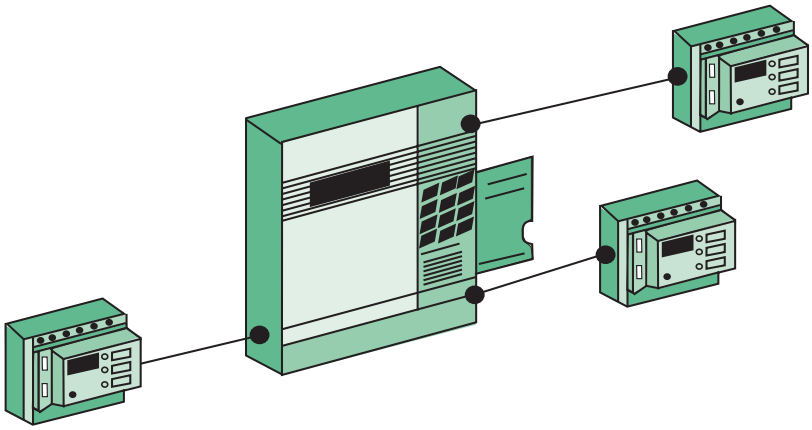
La evolución tecnológica nos permite un rápido desarrollo de las posibilidades y simplificación del control, repartiendo la inteligencia a lo largo del circuito con unidades mucho más simples que las equivalentes a la concentración.
Para diferenciarlos de los clásicos sistemas de G.T.C., diremos que su diferencia se basa en que no dan a la central un rol predominante. Si no un rol estadístico global y cada parcela con su propia inteligencia, fácil de ampliar y modificar resuelve sus tareas.
El más vivo ejemplo de inteligencia repartida lo encontrarán en el sistema domótico en los apartados J3, página J/103, y J19, página J/831, del Volumen 3.

La arquitectura del tratamiento de la información

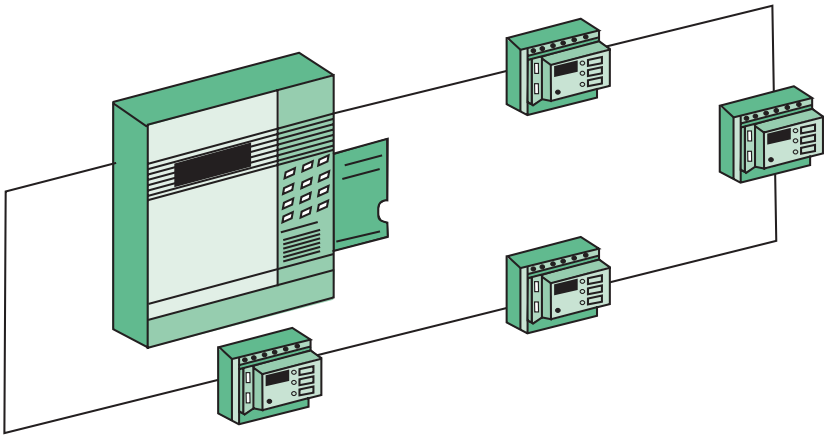
A imagen de los circuitos de distribución 230/400 V, la arquitectura en bus permite la reparación o sustitución en cualquier punto.

Según la concepción y las características de los **emisores y de los receptores** de información u órdenes y el sistema de conexionado, definen la arquitectura utilizada:
- Punto a punto.
- En anillo.
- En bus.

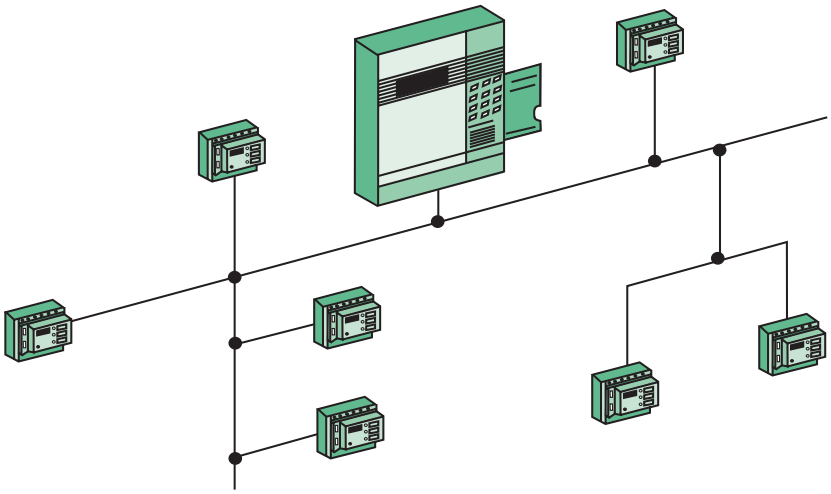




Arquitectura de conexión punto a punto



Arquitectura de conexión en anillo: los módulos de entradas y salidas son insertados en un bucle.



Arquitectura de conexión por bus: los módulos de entradas y salidas son conectados en derivación sin importar su configuración.

Fig. K2-005: *las diferentes arquitecturas de las redes.*

El control-mando hilo a hilo

Es adecuado para instalaciones simples, con un cableado ameno y tanto más, cuando mayor es el número de elementos a conectar.

La arquitectura punto a punto consiste en traer de nuevo a los automatismos (relojes, contactores, relés...) cada información u orden de mando necesaria para cada circuito específico.
Este sistema es muy útil por su simplicidad para pequeñas estructuras o estructuras poco complejas.

El control-mando por bus

El bus aporta una simplificación de puesta en servicio muy importante junto a su flexibilidad.

El bus facilita una reducción drástica de los circuitos de corrientes débiles.
Asociado a interfaces aptos para accionar la aparamenta de potencia, evita el tener que traer de nuevo la información de los captadores y las órdenes de mando.

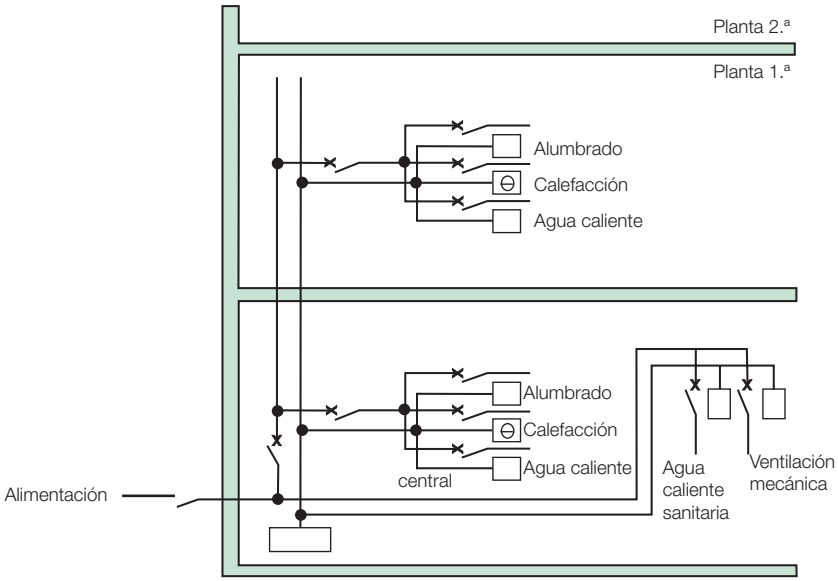


Fig. K2-006: *control-mando por bus de un inmueble.*

El control-corrientes portadoras

En caso de utilizar esta técnica se debe prestar especial atención en no polucionar la red de suministro y filtrar adecuadamente para no perturbar los elementos internos.

La comunicación puede ser soportada por la misma red de alimentación.
La señal de comunicación es conducida por la misma onda senoidal de potencia.
Su utilización precisa de un eficaz filtrado para no polucionar la red de alimentación.

Otras técnicas de control-mando

Los infrarrojos, las ondas hercianas (radio) y la red telefónica no podemos considerarlos como una arquitectura de tratamiento de información, sino como unos muy buenos soportes para complementar eficazmente otros sistemas.

2.2. Los soportes físicos de la comunicación

La energía y las informaciones utilizadas para el control de un edificio son transportadas por una gran diversidad de elementos:

■ Las canalizaciones 230/400 V para la potencia eléctrica.

■ Los conductores de pares para la telefonía y la transmisión de datos numéricos vía módem.

■ El conductor coaxial para las señales audiovisuales.

■ La conducción que afecta el control y la seguridad del edificio (cable domótico).

Las recomendaciones de la CEM aconsejan que las conducciones de señales débiles (las correspondientes a las órdenes en domótica) se instalen dentro de conductos separados de los de potencia (ver apartado J7 del Volumen 3, página J/255).

Ciertos conductores están preparados con un aislamiento de 4 kV y con pantalla metálica. En estos casos si atendemos las recomendaciones de la CEM para el conexionado de las pantallas, sus puestas a tierra y sus longitudes máximas, podemos instalarlos cerca de conductores de potencia e incorporarlos a un circuito TBTS (ver el apartado F7 del Volumen 1, página F/159, y el capítulo G del Volumen 2).

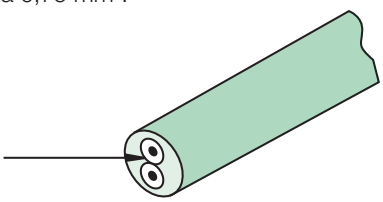
■ Otros soportes pueden ser utilizados para aplicaciones específicas tales como:

□ La fibra óptica.

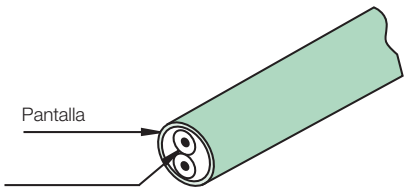
□ Las ondas hercianas.

□ Los rayos infrarrojos.

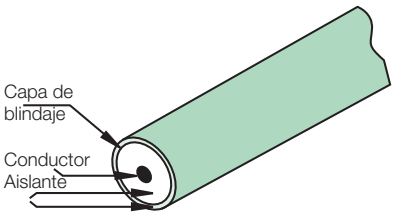
■ Cable tipo telefónico, hilo rígido o flexible, sin pantalla. Sección inferior a 0,75 mm^2.



■ Cable tipo telefónico, hilo rígido o flexible con pantalla.



■ Cable coaxial para audiovisual.



■ Cable aislado a $ kV con pantalla.

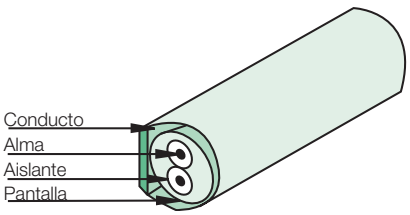


Fig. K2-007: *diferentes tipos de conductores para señales débiles.*

Instalación de soportes

La CEI ha definido en una recomendación las alturas con respecto del suelo de los diferentes elementos de una instalación.

En el apartado J19 del Volumen 3, página J/831, hemos expuesto la recomendación que, por su interés, reproducimos en este capítulo.

No obstante la utilización de las conducciones se ha expresado en el apartado F7 del Volumen 1, página F/159, al cual invitamos a dar un repaso.

Tabla de las alturas (orientativas) a instalar la aparamenta y sensores			
Servicio	Posición	Servicio	Posición
■ Fuerza y alumbrado		■ Gas y alarmas técnicas	
Tomas de corriente	0-1-2	Butano	1
Puntos de luz	4-5	Gas natural	4-5
Actuadores	2-3-4-5	Fuego	4-5
Aparamenta de mando	2	Alarma médica e intrusos	2-4
Señales	3-4	■ Alarma de intrusos	1...5
■ Comunicación y teléfono		■ Control de acceso	3
Tomas	0-1-3	■ Alumbrado de emergencia	1...5
Aplicaciones	3	■ Persianas o toldos automáticos	
■ Informática	0-1-2	Aparamenta	2
Tomas para informática		Actuadores	3-4
■ Sonido		■ Alumbrado de presencia	2-5
Controladores de sonido	2-3	■ TV de circuito cerrado	
Altavoces	3-4-5	Tomas	1
■ Control térmico		Cámaras y pantallas	3-4-5
Sensores	3	■ TV	1
Aparamenta	1		
Detectores	3		

Tabla. K2-008: *aplicaciones de la aparamenta electrónica (domótica).*

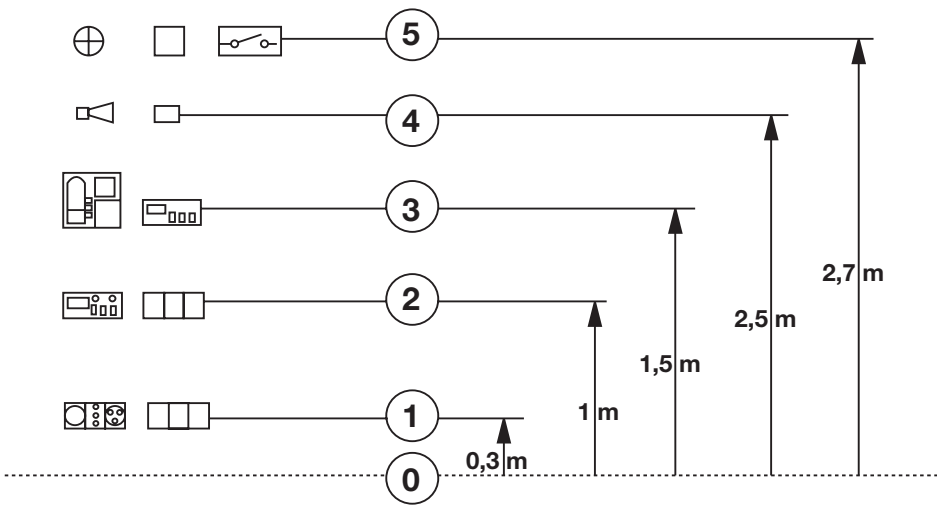
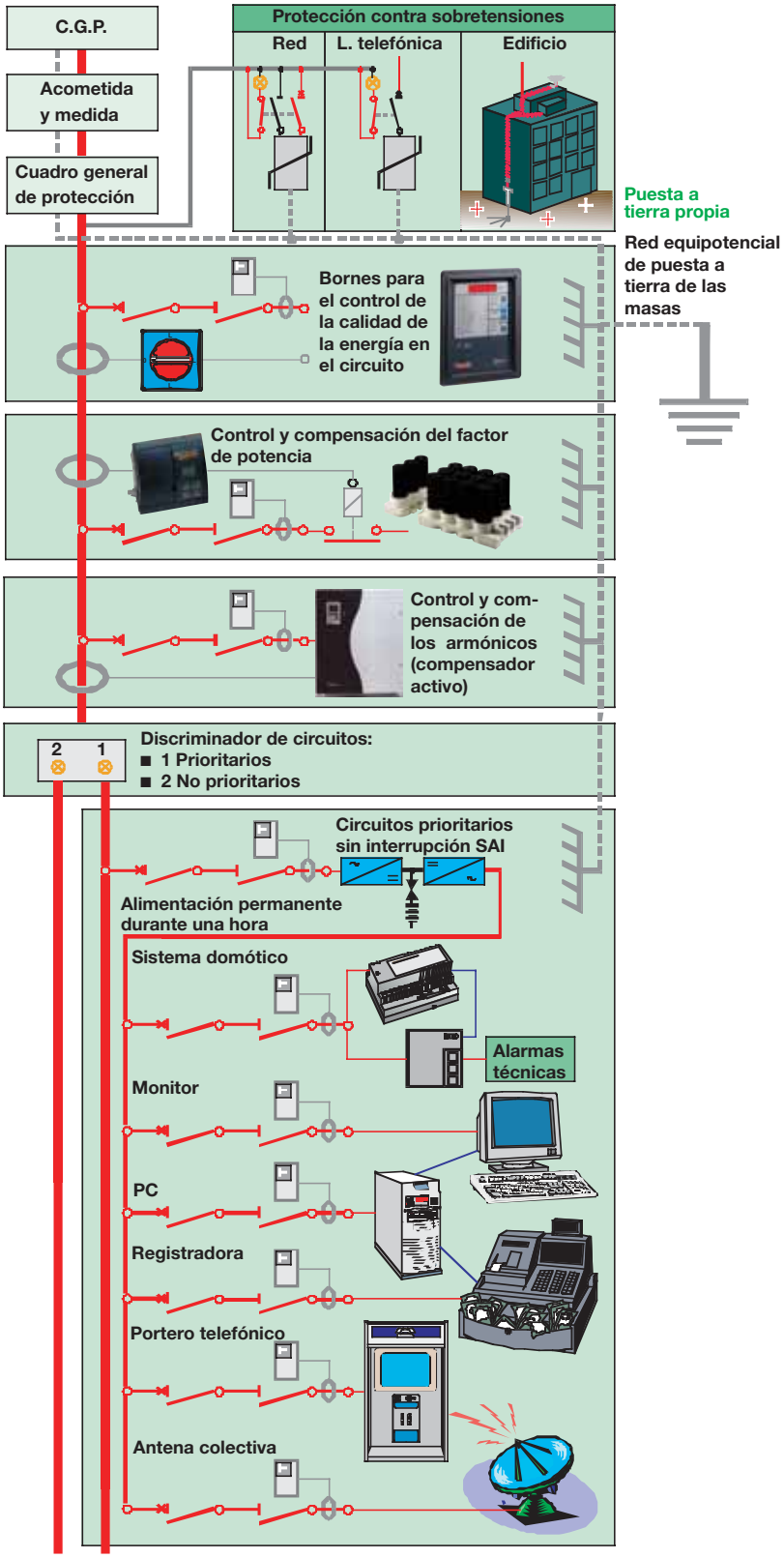


Fig. K2-009: *alturas de instalación de la aparamenta y sensores.*

2.3. La solución Schneider Electric

Schneider Electric dispone de un conjunto de alternativas capaces de poder confeccionar la alternativa más adecuada para cada pretensión de nivel de solución. Ya hemos clasificado por su volumen y complejidad las alternativas en tres niveles:

■ Las pequeñas estructuras domésticas.
■ Las grandes y medianas estructuras domésticas o terciarias.
■ Los edificios industriales, terciarios y domésticos de gran envergadura (rascacielos).


C.G.P.
Acometida y medida
Cuadro general de protección
Protección contra sobretensiones
Red
L. telefónica
Edificio
Puesta a tierra propia
Red equipotencial de puesta a tierra de las masas
Bornes para el control de la calidad de la energía en el circuito
Control y compensación del factor de potencia
Control y compensación de los armónicos (compensador activo)
2
1
Discriminador de circuitos:
■ 1 Prioritarios
■ 2 No prioritarios
Circuitos prioritarios sin interrupción SAI
Alimentación permanente durante una hora
Sistema domótico
Alarmas técnicas
Monitor
PC
Registradora
Portero telefónico
Antena colectiva

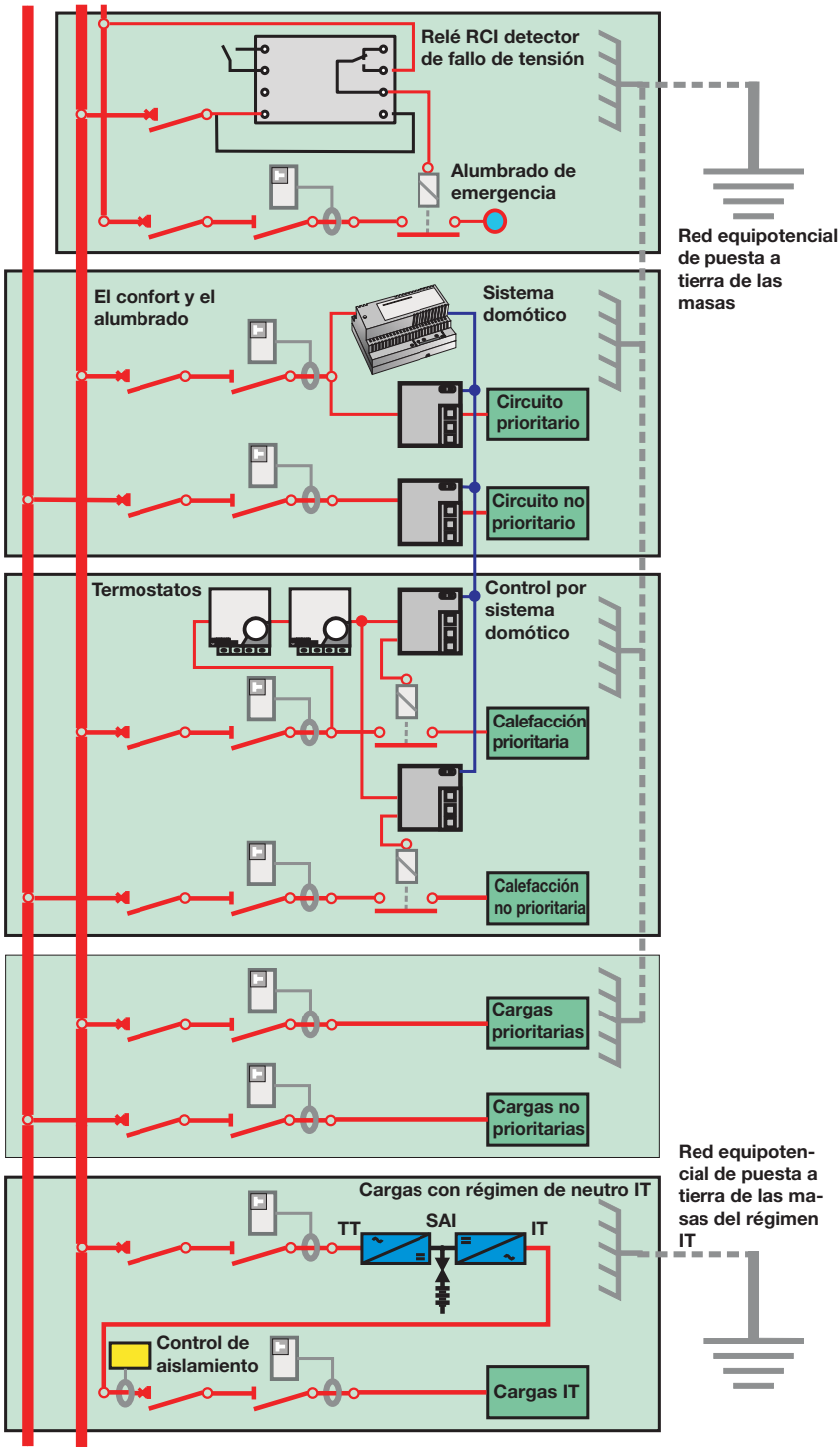


Fig. K2-010: *esquema gráfico de la alternativa Schneider Electric para el control energético de un edificio de grandes y medianas estructuras domésticas o terciarias.*

En este apartado vamos a configurar la alternativa Schneider Electric para las grandes y medianas estructuras domésticas o terciarias.

En Europa la Directiva 85/374/CEE de 25 de julio de 1985, sobre responsabilidad civil por los daños ocasionados por productos defectuosos y transformada en España con la Ley 22/1994, de 6 de julio, de responsabilidad civil por los daños causados por productos defectuosos. Especifica en su Artículo 2, apartado 2.º: Se consideran productos el gas y la electricidad.
Esta legislación ha obligado al C.N.E.L.E.C. a realizar una norma especificando las características, con su máxima distorsión admisible, de la energía eléctrica como producto, con la norma EN 50160 de noviembre de 1994, y correspondiente en España la UNE-EN 50160, de octubre de 1996.
Para poder cumplir dicha directiva y normativa el Ministerio de Economía ha publicado el Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica. Con la intencionalidad de desarrollar las actividades relacionadas con el sector eléctrico, bajo el nuevo modelo establecido en la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico. En el Capítulo IV. Calidad de servicio en la red de transporte.
En su Artículo 19, apartado 1.º, considera que están sujetos a la misma los productores de energía, los distribuidores y los consumidores, y en el Artículo 21. Calidad de producto, especifica que facilitará unas Instrucciones Técnicas Complementarias correspondientes. Estas condiciones técnicas no podrán variar, de forma ostensible de la norma UNE-EN 50160, porque el Estado Español está adherido a la globalización de las condiciones técnicas de la energía eléctrica, que han debido ser cumplidos por 180 países a partir de 2003.
En consideración a lo expuesto, esta Ley afecta tanto a los generadores y distribuidores de energía como a los consumidores que deberán mantener la calidad de la energía, especificando derechos y obligaciones.

El control de las sobretensiones

Sobretensiones atmosféricas

En el capítulo H2 del Volumen 2 encontraremos el tratado correspondiente al tema.
Debemos tener en consideración que las sobretensiones atmosféricas, normalmente superan las tensiones de los 30 kV y por tanto deben tener una puesta a tierra propia.

Sobretensiones de maniobra y sobretensiones inducidas

El tratamiento de la reducción de estas sobretensiones en la red de suministro o sobre la red telefónica o sobre la red de comunicación a través de ondas hercianas, se ha desarrollado en el capítulo H2 del Volumen 2, en él encontraremos la forma de dimensionarlas.

Analizador de red

Para este nivel de edificación no es necesaria la instalación de un analizador, por que normalmente no dispondremos de un controlador del analizador. Si que es conveniente tener preparados unos bornes para poder conectar el analizador en el momento pertinente.
Situaremos unos transformadores de intensidad, controlando los secundarios a través de un conmutador, que los mantenga en cortocircuito mientras no efectuemos ninguna medida y que nos permita abrirlos (contactos de cruzamiento) en el momento que tengamos conectado el analizador.
Una toma de tensión con bornes para poder tener señal en el analizador de las fases y el neutro.

Control y compensación del factor de potencia

Es un tema muy interesante que hemos desarrollado en el capítulo E del primer volumen, en el encontrarán los datos para poder dimensionar el equipo de compensación.

Control y compensación de los armónicos

En este volumen encontraremos la forma de dimensionar los armónicos y las alternativas de compensación. Es un tema de actualidad y preceptivo para poder mantener la calidad energética. La solución de los compensadores activos es la alternativa más eficiente hoy en día, poder compensar la cantidad de armónicos desde el rango 2 hasta el 25 en función de la generación de los mismos, es la filosofía de los compensadores activos.
En el capítulo K4, página K/237, encontrarán la tecnología y los datos para poder dimensionar y compensar los armónicos.
Es importante la compensación aguas abajo de las baterías de condensadores para que éstas no se vean sometidas a los efectos de los armónicos.

Discriminación de circuitos

En función del término tarifario de potencia, nos interesa limitar la contratación al máximo posible. Para poder evitar consumos momentáneos elevados que nos activen los controladores de desconexión o maxímetros, debemos introducir una discriminación de los circuitos que momentáneamente no sean imprescindibles y que al cabo de unos pocos minutos puedan ser conectados.
Con esta solución mantendremos los circuitos prioritarios conectados y no llegaremos a activar los maxímetros o la interrupción del suministro a través de los ICPM.

Circuitos prioritarios sin interrupción

En una instalación tenemos una serie de cargas que su función no permite ningún corte de energía, incluso cortes momentáneos, tales como:

Las alarmas técnicas

El sistema domótico permite disponer de un control de la actividad del edificio, la cual hemos expuesto en el apartado J19 del Volumen 3, página J/831, tales como:

- El control del fuego y los humos.
- El control de los escapes de agua.
- El control de los escapes de gas.
- El control de los intrusos.
- La alarma médica.
- Etc.

La informática

Los PC obligan a un suministro permanente para poder realizar el guardar y cerrado correcto sin pérdida de información. Por tanto el teclado, el monitor y la CPU son imprescindibles para esta operación.
Los suministradores de datos a tiempo real también deben estar conectados y cerrados adecuadamente, para no perder ninguna información.

El portero telefónico

La comunicación del exterior con el interior no debe cortarse sin establecer una alternativa de causa mayor.

La captación de ondas hercianas
La utilización de las ondas hercianas en la cotidianidad laboral y social hoy en día es un tema prioritario, las interferencias o cortes pueden causar problemas y es conveniente mantener la comunicación hasta el momento de poder proceder a su cerrado correctamente y establecer una alternativa de emergencia.

El alumbrado de emergencia
El alumbrado de emergencia cumple la función de orientación en el caso de una fuerza mayor.
La reglamentación vigente obliga a mantener un alumbrado de emergencia durante una hora en todos los edificios o dependencias públicas (libre concurrencia).

El confort y el alumbrado

No todo el confort es una necesidad prioritaria, la mayoría de las actividades si se producen al cabo de unos minutos no tienen ninguna importancia, por tanto podemos discriminar algunos circuitos destinados al confort:

Circuitos prioritarios:
- Los de alumbrado.
- Los circuitos para activar una carga a distancia (vía telefónica).
- Etc.

Circuitos no prioritarios:
- Subir y bajar las persianas.
- Activar el sistema de riego.
- Etc.

El control de la calefacción

En el apartado J8 del Volumen 3, página J/353, hemos descrito la aparamenta para el control de la calefacción, y en el J21 del mismo volumen, página J/971, las instalaciones de calefacción.
Es conveniente mantener diferentes sistemas de calefacción para poderlos compaginar con las tarifas eléctricas, por ejemplo: aprovechar la acumulación de energía en las horas valle, con acumuladores cerámicos y corregir las desviaciones, en horas punta con energía solar, gas, carburantes o bien con las bombas de calor instaladas para la refrigeración.
Seguro que en la instalación podremos tener circuitos prioritarios y circuitos no prioritarios.

Las cargas

Seguro que podremos definir cargas prioritarias y cargas no prioritarias, algunas limitar su funcionamiento a horas valle y otras evitar su activación en horas punta o acomodar los horarios de trabajo, para que coincidan en horas llano o valle los máximos consumos.

Cargas de extrema necesidad

Las cargas que no pueden tener interrupción, deben poder ser alimentadas desde diferentes fuentes y asegurar su continuidad, tanto en la continuidad de suministro (SAI), como en la estructura del circuito (régimen IT):
- Ascensores.
- La ventilación de sótanos, aparcamientos...

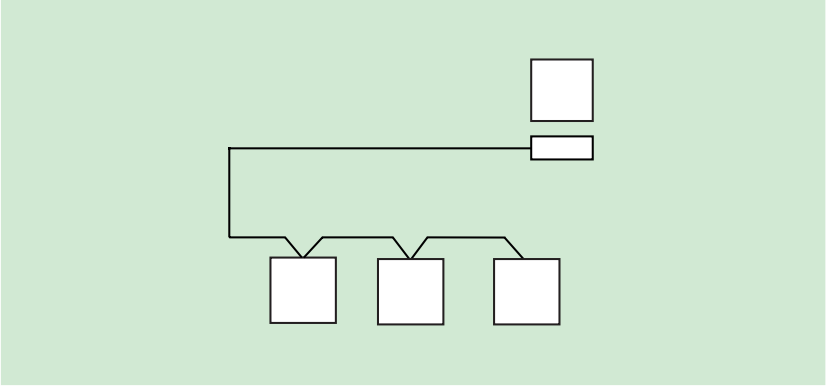
3. Edificios industriales, terciarios y domésticos de gran envergadura (rascacielos)

Para estas instalaciones no es suficiente el control del consumo de la energía para optimizar su rendimiento sino que hoy en día se debe controlar su calidad para obtener un mayor rendimiento. Este rendimiento no es el propio de la energía solamente, sino el de sus aplicaciones y aún más los propios de los sistemas de control a utilizar, sistemas en los procesos de gestión e información.

Schneider Electric les ofrece hoy un avanzado sistema, fácil de utilizar y de alto rendimiento en su efectividad: sistema **Power**Logic®, confeccionable a su medida.

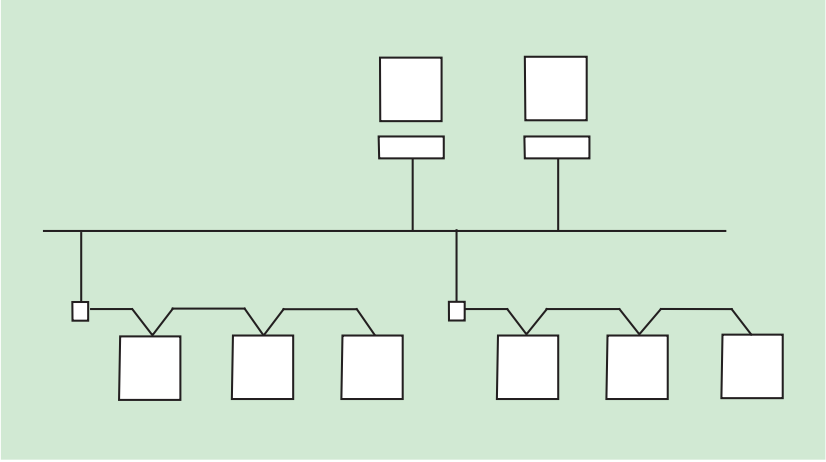
Configuración primaria

Se puede empezar con un sistema simple...
Uno o varios productos conectados a un simple PC (directamente o a través de un módem).



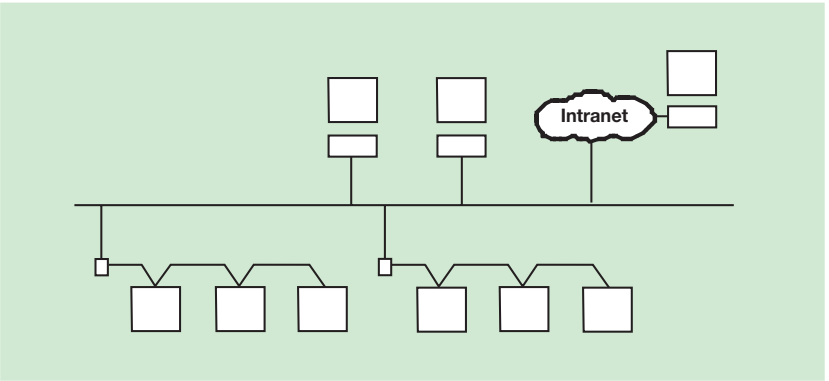
Configuración de 2.º nivel

... Añadir productos y agrandar el sistema utilizando la red Ethernet...
La pasarela Ethernet asegura la conexión de varios dispositivos, accesibles por numerosos usuarios.



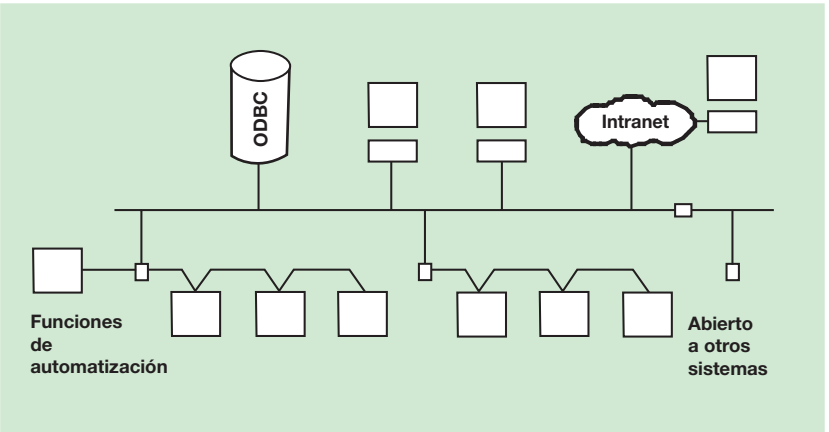
Configuración de 3.er nivel

... Acceder a la información utilizada con Intranet o Internet...
El protocolo TCP/IP estándar permite comunicaciones transparentes gracias a la tecnología de Internet.



Configuración de 4.º nivel

... Añadir automatismos o compartir la información con un sistema de gestión de edificios o de procesos...
El driver DDE permite compartir información con otras aplicaciones.



Usted puede iniciarse al sistema **Power**Logic® no solamente con la exposición de este capítulo sino que Schneider Electric le ofrece soporte en todo lo que necesite.
Empiece, por ejemplo, por el control de un circuito crítico.
Y si no dispone de una red de comunicación, conecte simplemente su PC portátil al analizador para acceder a la información.
¡Con el sistema **Power**Logic® tiene la situación controlada!

El análisis y el control de la energía reducen los costes de su instalación

Reducción de costes energéticos

- Gestionar el consumo.
- Negociación con las compañías.
- Asignación de costes energéticos.
- Análisis de las tarifas.
- Proyectos de cogeneración.

Análisis de la calidad de la energía

- Distorsión de armónicos.
- Microcortes.
- Transitorios.
- Huecos de tensión.
- Desequilibrio de tensiones.

Optimizar las inversiones en la instalación

- Acumulación datos históricos.
- Filtros de armónicos.
- Transformadores no lineales.
- Sobrecarga de la instalación.
- Corrección del factor de potencia.

3.1. Sistema de análisis, gestión y supervisión de redes con el sistema **Power**Logic®

"La información posee un gran poder para las soluciones"

Software de gestión de la energía

Software SMS

Software flexible y potente:

■ Tablas, gráficos de barras, gráficos de tendencia, análisis de la calidad de la energía.

■ Entorno gráfico para la creación de esquemas unifilares, planos de equipos, fotos, etc.

■ Enteramente configurable por el usuario y fácil de utilizar.

Gestión de la red eléctrica:

■ Control/mando avanzado de la red a través del esquema unifilar, o mediante menú.

■ Alarmas preventivas y útiles de diagnóstico de elevadas prestaciones.

Comunicaciones

Pasarela Ethernet

Conexión directa o por módem:

■ Conexión directa por Modbus (RS485).

■ Conexión a distancia por módem, etc.

Ethernet:

■ Protocolo Ethernet estándar TCP/IP.

■ Preconcebido para la explotación “plug and play”.

Analizadores de redes para MT y BT

Circuit Monitor

Power Meter serie 800

Power Meter serie 700

Vigilancia y medida:

■ Precisión de clase 0,2.

■ Archivo de eventos históricos con fecha y hora.

■ Entradas/salidas digitales y analógicas.

Análisis de la calidad de la energía y almacenamiento de datos:

■ Control de los armónicos y de las perturbaciones de tensión.

■ Memoria incorporada en el dispositivo para almacenar los datos y los eventos.

Control, mando y protección en BT

Concentrador de datos

Compact

Masterpact

Vigilancia en tiempo real de los interruptores automáticos:
- Estado de los interruptores (abierto, cerrado, desconectado).
- Umbral de desconexión, porcentaje de carga.
- Diagnóstico de defectos, información sobre la causa de las desconexiones.

Mando de los interruptores automáticos:
- Mando a distancia para las comunicaciones (abierto/cerrado).
- Esquema del automatismo.

Control, mando y protección en MT

Sepam

Equipos de MT

Vigilancia en tiempo real de los interruptores automáticos:
- Estado de los interruptores (abierto, cerrado, desconectado).
- Umbral de desconexión, porcentaje de carga.
- Diagnóstico de defectos, información sobre la causa de las desconexiones.

Mando de los interruptores automáticos:
- Mando a distancia para las comunicaciones (abierto/cerrado).
- Esquema del automatismo.

Otros aparatos compatibles

Modicon TSX

Momentum

Integración de aparatos compatibles con el sistema:
- Módicon y otros autómatas programables.
- Otros aparatos comunicantes de Schneider Eléctric.
- Productos de “terceros” compatibles con protocolo Modbus.

Muchas otras posibilidades...
- Control del estado de los motores, contactores, relés.
- Control del aislamiento con la gama Vigilohm.
- Control de aplicaciones de gas, agua y otras.

Criterios de elección generales		
Tipo de montaje		
Utilización en red BT		
Utilización en red BT y MT		
Precisión en corriente/tensión		
Precisión en potencia/energía		
Medidas eficaces instantáneas RMS		
Corriente	■ Fases ■ Neutro	
Tensión	Simple y compuesta	
Frecuencia		
Potencia total	■ Activa ■ Reactiva ■ Aparente	
Potencia por fase	■ Activa ■ Reactiva ■ Aparente	
Factor de potencia	■ Total ■ Por fase	
Medida de las energías		
Energía activa		
Energía reactiva		
Energía aparente		
4 cuadrantes		
Medida de la demanda		
Corriente	Valor actual y máximo	
Potencia activa total	Valor actual y máximo	
Potencia reactiva total	Valor actual y máximo	
Potencia aparente total	Valor actual y máximo	
Potencia predictiva total	kW, kVAr, kVA	
Sincronización de la ventana de medida		
Parametrizaje del modo de cálculo		
Medida de la calidad de energía		
Índice de distorsión armónica	■ Tensión ■ Corriente	
Descomposición espectral de armónicos		
Captura de onda		
Detección de huecos y puntas de tensión		
Programable (funciones digitales y matemáticas)		
Detección y captura de transitorios (< 1 µs)		
Medida eficaz real	Hasta el rango	
Velocidad de muestreo (2)	En puntos por período	

(1) Captadores de medida incluidos.
(2) Muestreo sin puntos ciegos.
(3) Según modelo.

Tabla K3-001: *elementos y características de los Power Meter.*

	Power Meter				
	Enercept Meter		**PM9**	**PM700**	**PM800**
	Básico	**Avanzado**			
	Optimizado para retrofit		Carril DIN	Empotrado o carril DIN con accesorio	Empotrado o carril DIN sin pantalla
	■	■	■	■	■
			■	■	■
			0,5%	0,5%	0,1%
	1% (1)	1% (1)	2%	1%	0,5%
		■	■ ■	■ ■	■ ■
		■	■	■	■
			■	■	■
		■ ■ ■	■ ■ ■	■ ■ ■	■ ■ ■
		■	■ ■ ■	■ ■ ■	■ ■ ■
		■ ■	■ –	■ –	■ ■
	■	■	■	■	■
			■	■	■
			–	■	■
			–		■
			–	■	■
		■	■	■	■
			–	■	■
			–	■	■
			–		■
			–		■
			–	■	■
			– –	■ ■	■ ■
			–		■
			–		■
			–		
			–		
			–		
	10	10	15	15	63 (3)
			–	32	128 (3)

K
3

3.2. Hardware

3.2.1. Hardware Power Meter

Un sistema de control y mando de la distribución eléctrica basado en las centrales de medida comunicantes, aparatos de BT comunicantes y en un software de explotación.

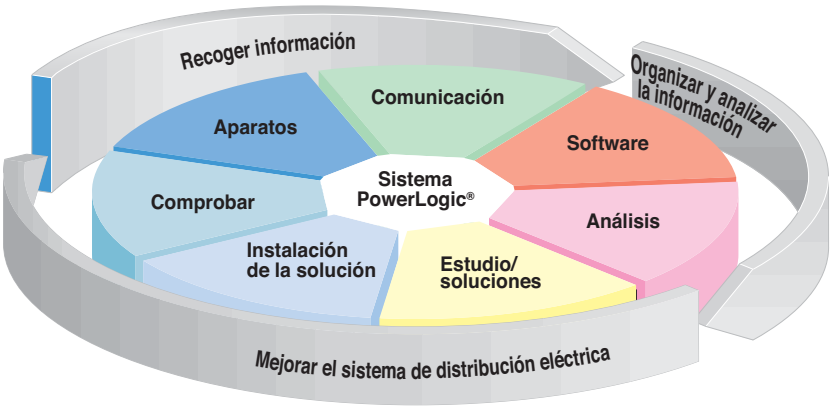


Fig. K3-002: *sistema* **Power**Logic®.

La gestión de la instalación a partir de un supervisor
A partir de un PC estándar o de un autómata programable el usuario puede, tanto:
■ Analizar las informaciones provenientes de las centrales de medida.
■ Visualizar el estado de los interruptores automáticos (u otros accionadores de potencia), sus regulaciones y controlarlos (apertura, cierre, rearme).
■ Comunicar con los automatismos de los inversores de redes UA; como también adquirir los datos provenientes de:
□ Los relés de media tensión Sepam.
□ Vigilohm (control de aislamiento para redes IT).
□ Interruptores automáticos Masterpact equipados de una unidad de control Micrologic.

Las centrales de medida comunicantes
Sobre bus interno para integrarse en el sistema de aparamenta comunicante.
Sobre Modbus/Jbus para dialogar con un equipamiento superior.

Así todos los datos accesibles en la carátula pueden ser transmitidos hacia un PC o un autómata... y el control de los parámetros para la explotación se convierte en simple y eficaz.

La transmisión de las medidas efectuadas hacia un supervisor, ofrece al usuario extractos manuales y permite explotar cada información proveniente de la central de medida:
■ Posibilidad de realizar subcontajes.
■ Posibilidad de conocer la potencia consumida en cualquier punto de la instalación (designación de los costes por servicio, línea de fabricación...).
■ Histórico de las potencias consumidas.

Ahorro de espacio y del cableado para una mayor fiabilidad a un menor coste

Una sola central de medida permite reemplazar un gran número de aparatos, tales como voltímetros, amperímetros, vatímetros, contadores de energía... Esto implica en principio menos espacio en el cuadro, menos cableado, y por tanto una mayor fiabilidad de la instalación y una disminución del coste de realización:

- Centralización del conjunto de medidas, histórico y curvas de tendencia.
- Mando de los interruptores automáticos desde el supervisor.
- Visualización o actualización del esquema unifilar de la instalación: visualización del estado de cada interruptor automático y de los inversores de redes.
- Función alarma por disparo de un interruptor automático o por un valor de parámetro eléctrico.
- Informaciones concernientes a los interruptores automáticos: número de maniobras, causas de desconexión, valores de regulación, corrientes.
- Curvas de seguimiento de la potencia consumida y de los contadores de energía.
- Función de programación temporal de las diferentes salidas.

Power Meter serie PM9

Power Meter serie PM9

Las centrales de medida de carril DIN Power Meter serie PM9 concentran en tan sólo 4 módulos todas las medidas necesarias para la supervisión de una instalación eléctrica.

Permiten la supervisión de redes de baja tensión de 2, 3 o 4 hilos y se conectan a TI externos. Poseen una gran pantalla retroiluminada en la que se visualizan las medidas de las tres fases simultáneamente.

Aplicaciones:

- Medida local.
- Subcontaje/asignación de costes.
- Supervisión remota de una instalación eléctrica.

Características:

- Ancho de solamente 72 mm (4 módulos de 18 mm). Para una instalación compacta y optimizada.
- Gran pantalla retroiluminada. Supervisión de las tres fases simultáneamente.
- Potencias medias. Supervisión de los excesos de la potencia contratada.
- Clase 2 en energía según CEI 61036. Para las aplicaciones de subcontaje o de asignación de costes.

Guía de elección		PM9P	PM9C
Generalidades			
Utilización en redes BT	1P + N, 3P, 3P + N	■	■
Precisión en corriente y tensión		0,5%	0,5%
Precisión en potencia y energía		2%	2%
Conexión directa en tensión		450 V	450 V
Medidas eficaces instantáneas			
Corriente	3 fases y neutro	■	■
Tensión	Simple y compuesta	■	■
Frecuencia		■	■
Potencia activa, reactiva	Total y por fase	■	■
Potencia aparente	Total	■	■
Factor de potencia	Total	■	■
Medida de las energías			
Energía activa	2 cuadrantes	■	■
Energia reactiva	2 cuadrantes	–	–
Valores de demanda			
Potencia activa o reactiva o aparente	Valor actual y máximo	■	■
Otra medida			
Contador horario		■	■
Visualizador y E/S			
Visualizador LCD retroiluminado		■	■
Salida impulsional		1	–
Comunicación			
Puerto RS485		–	■
Protocolo Modbus		–	■

Tabla K3-003: *Power Meter serie PM9.*

Power Meter serie 700

Serie PM700

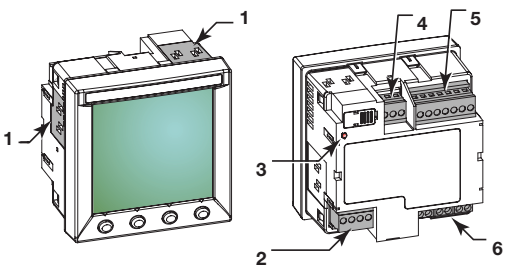
La serie PM700 del sistema **Power**Logic® concentra en una unidad compacta de 96 × 96 mm todas las variables básicas de medida necesarias para controlar una instalación eléctrica. Gracias a su amplia pantalla de fácil lectura la central puede visualizar los valores de las tres fases y el neutro simultáneamente. Dicha pantalla es antirreflejos y resistente a los arañazos, e incorpora un interfaz intuitivo con menús autoguiados. Es de fácil lectura, incluso en condiciones de iluminación extremas o ángulos difíciles, gracias a su retroiluminación con luz verde y a sus amplios dígitos.
La gama de la serie PM700 está formada por dos modelos, cada uno de ellos con pantalla integrada y proporcionando medidas de parámetros básicos, incluyendo THD y valores mín./máx. Asimismo, incorpora un puerto de comunicaciones RS485 Modbus, o 2 salidas de impulsos.

Aplicaciones:

- Instrumentación de panel.
- Subcontaje y asignación de costes.
- Supervisión remota de una instalación eléctrica.
- Supervisión de la distorsión armónica (THD).
- Optimización del contrato y curvas de carga.

Características:

- Visualizador amplio y de fácil lectura. Muestra múltiples valores simultáneamente en una pantalla antirreflejos y retroiluminada con color verde.
- Uso sencillo. Navegación intuitiva con menús contextuales autoguiados.
- Sólo 50 mm. Sus medidas son 96 × 96 × 50 mm, incluyendo conexiones y comunicaciones Modbus.
- Clase 1 según CEI 61036. Adecuada precisión para subcontaje y asignación de costes.
- Demanda de intensidad y corriente, THD, mín./máx. Amplio rango de parámetros de medida para el óptimo análisis del consumo.



Serie PM700

1 Ranuras para montaje en panel.
2 Comunicaciones RS485 (PM710MG) o 2 salidas de impulsos (PM700PMG).
3 LED indicador del funcionamiento de la CPU.
4 Alimentación auxiliar.
5 Entradas de tensión.
6 Entradas de intensidad.

Guía de selección		PM710	PM700P
General			
Uso en sistemas BT y MT		■	■
Precisión en intensidad y tensión		0,5%	0,5%
Precisión en energía y potencia		1,0%	1,0%
Valores RMS instantáneos			
Intensidad, tensión, frecuencia		■	■
Potencia activa, reactiva, aparente	Total y por fase	■	■
Factor de potencia	Total	■	■
Valores de energía			
Activa, reactiva, aparente		■	■
Valores de demanda			
Intensidad	Actual y máxima	■	■
Potencia activa, reactiva, aparente	Actual y máxima	■	■
Parametrización del modo de cálculo	Bloque fijo, bloque deslizante, bloque basculante	■	■
Registro de datos			
Mín./Máx. de valores instantáneos		■	■
Pantalla y E/S			
LCD, retroiluminada		■	■
Salida de impulsos		–	2
Comunicaciones			
Puerto RS485		■	–
Protocolo Modbus		■	–

Tabla K3-004: *Power Meter serie 700.*

Power Meter serie 800

Serie PM800

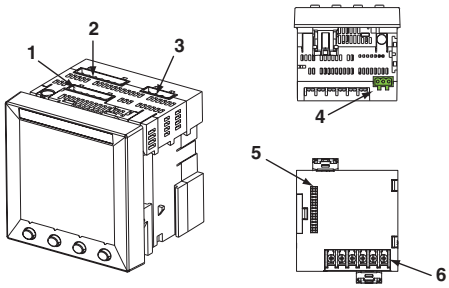
La serie PM800 del sistema **Power**Logic® está formada por centrales de medida de altas prestaciones. Concentra en una unidad de tan sólo 96 × 96 mm todas las soluciones de medida requeridas para la supervisión de una instalación eléctrica.
Gracias a su amplia pantalla de fácil lectura, se pueden visualizar las tres fases y el neutro simultáneamente. Dicha pantalla es antirreflejos y resistente a arañazos, e incorpora un interfaz intuitivo con menús autoguiados. Es de fácil lectura, incluso en condiciones de iluminación extremas o ángulos difíciles, gracias a su retroiluminación con luz blanca y a sus amplios dígitos.
La central PM800 incorpora de serie un puerto de comunicación RS485, 1 entrada digital, 1 salida de impulsos, cálculo del THD y configuración y registro de alarmas en la unidad base. Además de estas utilidades, las centrales PM820 y PM850 permiten el registro personalizable de parámetros en su memoria y el espectro de armónicos en tensión e intensidad. Asimismo, la central PM850 proporciona capturas de onda.

Aplicaciones:
- Instrumentación de panel, supervisión de circuitos.
- Subcontaje / Asignación de costes / Comprobación de consumos.
- Supervisión remota de una instalación eléctrica.
- Supervisión básica de calidad de la energía.
- Optimización del contrato y curvas de carga.

Características:
- Visualizador retroiluminado amplio y de fácil lectura. La serie PM800 incorpora una pantalla antirreflejos, resistente a las rayaduras y de fácil lectura incluso en condiciones de iluminación extrema.
- Visualización de múltiples parámetros simultáneamente. Supervisa simultáneamente intensidad, tensión, potencia y energía en una sola vista.
- Navegación intuitiva en pantalla. Con sus menús autoguiados, la serie PM800 es de uso sencillo y requiere una formación mínima.
- Alta precisión en 4 cuadrantes. Precisión en energía CEI 60687 y ANSI C12.20 Clase 0.5S.

Mayor potencia de procesado (128 muestras/ciclo), permitiendo una adquisición de datos sin puntos ciegos.
- Curvas de tendencia y predicciones (sólo PM850). Cálculo rápido de tendencias y predicciones de valores futuros para una mejor toma de decisiones.
- Extensa memoria interna (PM820 y PM850). Mantiene múltiples registros internos preconfigurados con información crítica, incluyendo registros de consumo, personalización de alarmas y mantenimiento.
- Modular y expansible. Las prestaciones de la serie PM800 pueden ser ampliadas mediante los módulos de E/S y la pantalla remota. Una sola central puede incorporar varios módulos para aumentar sus capacidades cuando sea necesario.

Se le pueden añadir hasta 4 salidas de relé, 12 entradas digitales y 4 E/S analógicas, además del módulo PM810LOG para la PM810 o la pantalla para la PM800 que se haya adquirido sin ella.



Serie PM800
1 Conector de alimentación auxiliar.
2 Entradas de tensión.
3 Entrada/salida digital.
4 Puerto RS485.
5 Conector de módulo opcional.
6 Entradas de intensidad.

K 3

Guía de selección		PM810	PM820	PM850
General				
Uso en sistemas BT y MT		■	■	■
Clase		0,5 S	0,5 S	0,5 S
Número de muestras por periodo		128	128	128
Valores RMS instantáneos				
Intensidad, tensión frecuencia		■	■	■
Potencia activa, reactiva, aparente	Total y por fase	■	■	■
Factor de potencia	Total y por fase	■	■	■
Valores de energías				
Energía activa, reactiva, aparente		■	■	■
4 cuadrantes		■	■	■
Valores medios				
Intensidad	Valores actual y mín./máx.	■	■	■
Potencia activa, reactiva y aparente	Valores actual y mín./máx.	■	■	■
Predicción de potencia activa, reactiva, aparente		■	■	■
Sincronización de la ventana de medida		■	■	■
Parametraje del modo de cálculo	Fijo, deslizante	■	■	■
Medida de la calidad de la energía				
Distorsión armónica	Intensidad y tensión	■	■	■
Armónicos individuales		Opcional	31	63
Captura de onda		–	–	■
Registro de datos				
Mín./máx. de valores instantáneos		■	■	■
Alarmas, con fecha, hora y valor		■	■	■
Tendencia/predicciones		–	–	■
Registros de datos		Opcional	80 kb	800 kb
Reloj no volátil		Opcional	■	■
Visualizador y E/S				
Visualizador		LCD blanca retroilu-minada	LCD blanca retroilu-minada	LCD blanca retroilu-minada
Varios idiomas: español, francés, inglés, alemán		■	■	■
Entrada digital		1	1	1
Salida digital		1	1	1
Comunicación				
Puerto RS485		2 hilos	2 hilos	2 hilos

Tabla K3-005: *Power Meter serie 800.*

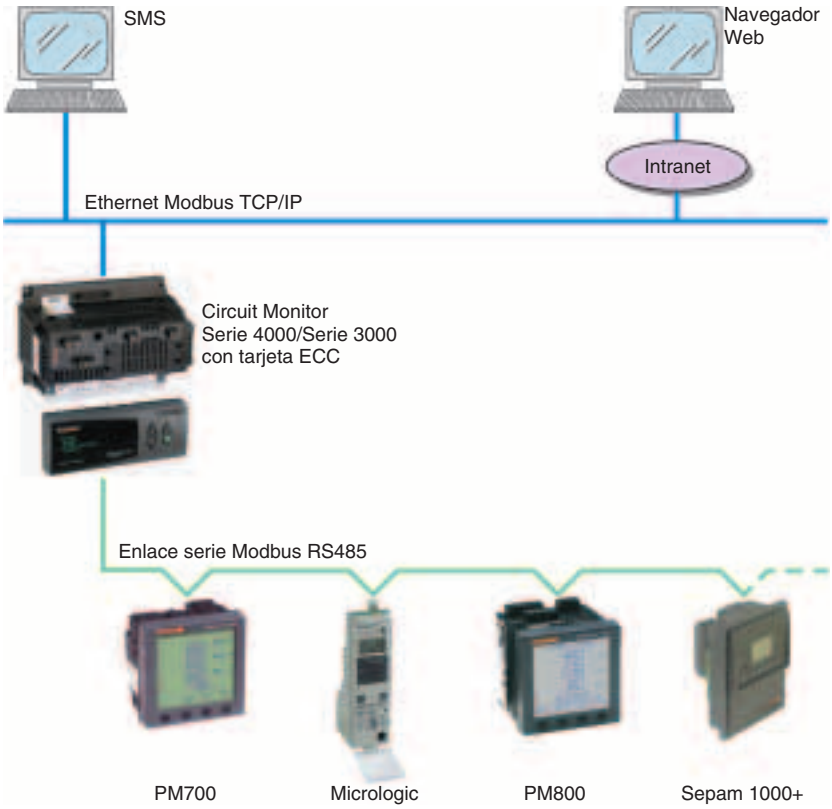


Fig. K3-006: *arquitectura de comunicación Power Meter.*

3.2.2. Hardware Circuit Monitor

El analizador de redes Circuit Monitor del sistema* Power**Logic® ***es un instrumento multifunción digital, capaz de adquirir datos y controlar dispositivos.

El Circuit Monitor del sistema **Power**Logic® se puede instalar en un circuito trifásico como un medidor convencional de energía eléctrica, y presenta como ventaja principal que comunica a distancia gran cantidad de información. En realidad, el Circuit Monitor puede sustituir a más de 100 medidores analógicos.
Todos los Circuit Monitor tienen unas elevadas características: alta precisión, lectura instantánea de los valores eficaces en tiempo real, etc.

Módulos de entradas/salidas

Un Circuit Monitor equipado con el módulo de entradas y salidas puede realizar sus funciones para proteger motores de sobretensiones, sobreintensidades, etc. Esto incluye pérdidas de fase, fases invertidas, bajadas de tensión, etc. Una vez el Circuit Monitor detecta una situación anormal y hay una alarma asociada, la salida de los interruptores reaccionan entre 1 y 3 segundos.
A cada función de protección pueden operar en uno o varios relés de clase C, relés de 10 A. Cada relé puede ser activado por múltiples funciones de protección. Estas funciones están protegidas a través de una contraseña.

Lectura de la calidad de la onda

La distorsión total de armónicos (THD) de intensidad, tensión y lecturas del factor k (factor de desclasificación de los transformadores), indican los problemas de la calidad de la energía eléctrica, que pueden degenerar en procesos críticos o daños irreparables de los equipos.
El Circuit Monitor monitoriza continuamente las medidas de tensión y de intensidad para controlar los huecos y sobrevalores de la red.
El Circuit Monitor detecta subidas y bajadas basadas en los valores y retrasos seleccionados por el usuario. Cuando el Circuit Monitor detecta una disfunción del voltaje o de la intensidad, realiza una captura del suceso para memorizar la disfunción. El usuario puede seleccionar el número de ciclos antes del evento, que puede ser entre 2 y 10 ciclos; de esta forma la disfunción se aprecia antes y después. El suceso se almacena en un registro junto con el día y la hora, y en intervalos de milisegundos.

La configuración

La configuración básica del Circuit Monitor se realiza desde la carátula, o mediante un ordenador personal a través del sofware del sistema **Power**Logic®.
El PC se conecta al Circuit Monitor utilizando la red informática (RS485) o el interface óptico de comunicaciones (RS232).
Los parámetros como la dirección del dispositivo, la relación de transformación de la intensidad y de tensión, y la velocidad de comunicación, se pueden configurar sin necesidad de microinterruptores o ruedecitas codificadoras.
Por seguridad, toda la información de la configuración está protegida a través de contraseña.

Comunicación

Es muy flexible, puede utilizar un puerto óptico RS232 o a través de un puerto RS485.

Programación

El Circuit Monitor es programable utilizando funciones matemáticas simples, temporizadores y comparando estados, para guardar los datos del cliente, controlar funciones, etc. Cualquier usuario autorizado puede programarlo para que guarde la información a intervalos regulables, maximizando así la memoria del Circuit Monitor.
Los valores medios pueden ser analizados en el Circuit Monitor y resumidos en informes diarios, semanales y mensuales.

Lecturas en tiempo real:

- Intensidad (por fase, N, G, trifásicas).
- Tensión (L-L, L-N).
- Potencias activa, reactiva y aparente (por fase, trifásicas).
- Frecuencia.
- Temperatura (ambiente interno)*.
- THD (intensidad y tensión).
- Factor K (por fase).

Lectura de maxímetro:

- Demanda de intensidad (por fase, actual, pico).
- Factor de potencia media (por fase, trifásica).
- Demanda de potencia activa, reactiva y aparente (por fase, trifásicas).
- Lecturas coincidentes*.
- Demandas esperadas*.

* Disponible vía software.

Lecturas de energía:
- Energías activas, reactiva y aparente*, acumulada.
- Lecturas bidireccionales*.

Valores del análisis de la señal*:
- Valor y ángulo de los 63 armónicos.
- Factor de cresta (por fase).
- Desplazamiento factor de potencia (por fase, trifásico).
- Tensión fundamental (por fase).
- Potencias activas y reactiva fundamentales (por fase).
- Potencia de los armónicos.
- Desequilibrio (intensidad y voltaje).
- Rotación de fase.

* Disponible vía software.

Función de alarmas y relés

Los Circuit Monitor pueden detectar más de 200 situaciones de alarmas, incluyendo cambios de estado de entradas, desequilibrios de fases, etc. Cada alarma puede seleccionar automáticamente una o varias salidas de relés de Circuit Monitor.
Los módulos de entrada/salida pueden incorporarse hasta 4 salidas.

Almacenaje de alarmas y eventos

Cuando una alarma se dispara o cuando desaparece, el Circuit Monitor es capaz de guardar el tipo de evento, la fecha, la hora y las lecturas máximas y mínimas. El tamaño de registros de eventos es configurable.

Extensión de memoria, opcional

El Circuit Monitor dispone de diferentes tipos de memoria no volátil. La memoria se puede distribuir, almacenando capturas de onda, registros de eventos y 14 tablas de registros.
La tabla adjunta muestra un ejemplo de cómo el usuario puede configurar la memoria útil para los diferentes modelos.
Adicionalmente cada Circuit Monitor está disponible también con memoria extendida de 512 k o 1.024 k.

Registros internos de datos

Los Circuit Monitor son capaces de hacer lecturas y almacenar datos a intervalos regulares en su memoria no volátil. El usuario puede configurar el tamaño y la estructura de 14 tablas para memorizar las medidas a intervalos desde 1 minuto a 24 horas.
Cada registro de datos puede tener hasta 100 parámetros a medir en cada tabla (incluyendo fecha/hora).

Actualización del firmware

El Circuit Monitor está diseñado con la tecnología más avanzada. Aún así, y dada la rápida evolución de la electrónica, el Circuit Monitor permite la actualización de su firmware a través del puerto óptico o del RS485. Simplemente conectando el OCI con un ordenador portátil podemos ir actualizando el firmware del dispositivo, evitando el cambio de aparato o la disminución de sus prestaciones al evolucionar las necesidades de las instalaciones eléctricas.

Circuit Monitor serie 3000

Circuit Monitor serie 3000

Los Circuit Monitor CM3250 y CM3350 han sido diseñados para entornos industriales y grandes infraestructuras comerciales, con el fin de analizar la instalación eléctrica en puntos críticos (acometidas, cargas sensibles, consumos elevados). Este analizador posee una potencia de procesamiento que proporciona la información necesaria para tomar decisiones proactivas y correctivas: perfiles de consumo, detección de problemas en la instalación, análisis de la calidad (según norma UNE 50160), supervisión y mantenimiento de los equipos.

Aplicaciones:

■ Control de armónicos. Análisis espectral de armónicos.
■ Supervisión exhaustiva de la instalación eléctrica en:
□ Cargas críticas.
□ Instalaciones sensibles o problemáticas.
□ Grandes consumos (en control de energía, cuando prima la precisión).
Es fundamental tener en cuenta la precisión de los captadores:
■ Registrador de parámetros.
■ Control de energía muy preciso. Clase 0,5 S certificada.
■ Sólo CM3350:
□ Análisis completo de calidad de energía a nivel interno. Detección de perturbaciones (a partir de 10 milisegundos. CM3250 a partir de 100 milisegundos) en tensión y/o intensidad.

Fig. K3-007: *tendencia SMS que muestra cálculos estadísticos del equipo.*

Características:

■ Clase 0,5 S en potencia y energía según CEI 60687. Verificación del consumo, curva de carga.

■ Detección y captura de huecos y puntas de tensión. Identificación rápida del origen de las averías/problemas.

■ Montaje en carril DIN. La instalación es más sencilla con las pestañas de la parte trasera del analizador.

■ Captura de onda. Duración del registro regulable o autoadaptable para la captura de sucesos.

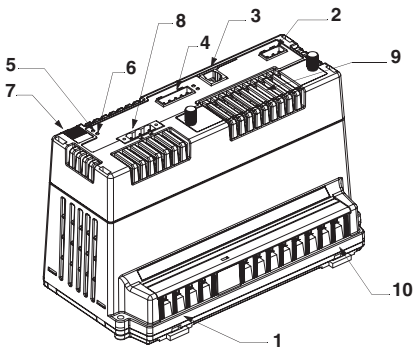
■ Adquisición de los valores RMS cada 100 ms (CM3350). Mantenimiento preventivo, por ejemplo, adquisición de la curva de arranque de un motor, etc.

■ Conectividad en redes rápidas Ethernet 10/100 Mbits/s (opción). Distribución rápida de la información en la Intranet o en Internet.

■ Servidor de páginas HTML personalizables (opción). Acceso a la información sin herramientas especiales, es suficiente con un navegador web.

■ 4 entradas y 4 salidas para supervisar la instalación eléctrica (opción). Estado de los disyuntores.

■ 8 Mb de memoria. Para archivar datos y formas de onda.



CM3000

1 Entradas de tensión.
2 KYZ.
3 Puerto de comunicaciones de pantalla RJ12.
4 Puerto RS485 (COM1) con indicadores LED de transmisión y recepción.
5 Indicador LED de alimentación.
6 Indicador LED de mantenimiento.
7 Puerta de acceso.
8 Conector de suministro de alimentación.
9 Ranura para tarjeta de opción.
10 Entradas de intensidad.

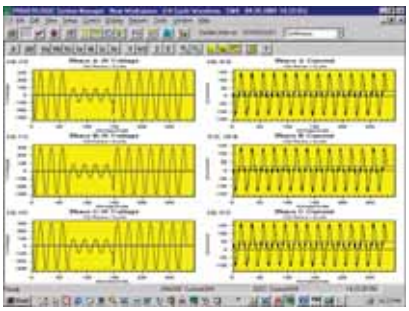


Fig. K3-008: *captura de onda de tipo "perturbación": detección de un hueco de tensión.*

Guía de elección		CM3250	CM3350
Generalidades			
Utilización en red BT y AT		■	■
Precisión en intensidad y tensión		0,1%	0,1%
Precisión de potencia y energía		0,5%	0,5%
Número de muestras/período o frecuencia de muestreo		128	128
Medidas eficaces instantáneas			
Corriente, tensión, frecuencia		■	■
Potencia activa, reactiva, aparente	Total y por fase	■	■
Factor de potencia	Total y por fase	■	■
Medida de energías			
Energía activa, reactiva, aparente		■	■
Modo de acumulación parametrable		■	■
Medida de los valores medios			
Corriente	Valor actual y máx.	■	■
Potencia activa, reactiva, aparente	Valor actual y máx.	■	■
Potencia prevista activa, reactiva, aparente		■	■
Sincronización de la ventana de medida		■	■
Parametraje del modo de cálculo	Fijo, deslizante	■	■
Medida de la calidad de energía			
Índice de distorsión armónica	Corriente y tensión	■	■
Espectro de armónicos		63	63
Captura de onda		■	■
Detección de huecos y puntas de tensión		–	■
Adquisición rápida de datos de 100 ms		–	■
Registro de datos			
Mín./máx. de valores instantáneos		■	■
Registros de datos		■	■
Registros de sucesos		■	■
Alarmas		■	■
SER (Sequence of Event Recording)		■	■
Fechado (time stamping)		■	■
Sincronización GPS a 1 ms		Opción IOC44	
Memoria		8 Mb	8 Mb
Visualizador y E/S			
Visualizador		Opción CMDLC o CMDVF	
Varios idiomas: español, inglés, francés		■	■
Autodiagnóstico de cableado		■	■
Salida de impulsos		■	■
Número de entradas/salidas máximo		9	9
Conexión directa en tensión		600 V	600 V
Comunicación			
Puerto RS485		2/4 hilos	2/4 hilos
Puerto de infrarrojos		Opción CMDVF	
Protocolo Modbus		■	■
Tarjeta Ethernet (protocolo Modbus/TCP/IP)		Opción ECC21	
Servidor WEB de páginas HTML		Opción ECC21	
Pasarela Ethernet para otros productos		Opción ECC21	

Tabla K3-009: *Circuit Monitor serie 3000.*

Circuit Monitor serie 4000

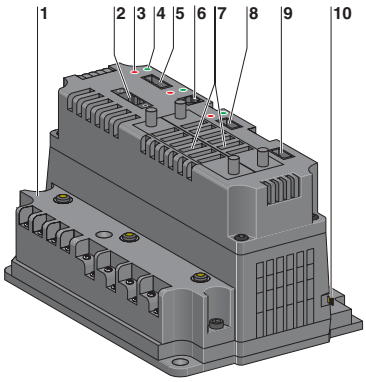
CM4000 + visualizador electroluminiscente

Los Circuit Monitor CM4000 y CM4000T son analizadores de redes de grandes prestaciones que ofrecen numerosas posibilidades de medida y una integración sencilla en los sistemas gracias a su conectividad Ethernet y a su servidor Web integrado.
Son la solución ideal para aquellos usuarios para los que la disponibilidad y la calidad de la energía son imprescindibles. Normalmente se utilizan en las llegadas y las salidas sensibles. Gracias a sus numerosas funciones, entre las que destaca la detección de transitorios, se pueden resolver rápidamente problemas relacionados con una electricidad de mala calidad.
De igual modo, son los productos idóneos para responder a las necesidades relacionadas con la liberalización del mercado eléctrico. En lo que concierne al consumo, pueden igualmente medir consumos de otras utilidades, como el agua, el gas o el vapor.

Aplicaciones:
■ Análisis completo de calidad de suministro de energía según EN 50160. Análisis espectral de armónicos.
■ Supervisión exhaustiva de la instalación eléctrica en:
□ Acometidas de servicio.
□ Cargas muy críticas.
□ Instalaciones sensibles o problemáticas.
□ Grandes consumos (en control de energía, cuando prima la precisión).
Es fundamental tener en cuenta la precisión de los captadores.
■ Registrador de parámetros.
■ Control de energía muy preciso. Clase 0,2 S certificada.
■ Supervisión de otras señales (mediante estradas/salidas analógicas y digitales). Programable.
■ Sólo CM4000T:
□ Detección de transitorios en tensión a partir de 1 microsegundo. Análisis que va más allá de la normativa vigente. Solución de problemas internos de sobretensiones.

Características:
■ Clase 0,2 S en potencia y energía según CEI 60687 y ANSI C12.20. Verificación del consumo, curva de carga.
■ Detección y captura de huecos y puntas de tensión. Identificación rápida del origen de las averías/problemas.
■ Detección y captura de transitorios inferiores a 1 μs (opción). Identificación de averías causadas por perturbaciones breves: conmutación de condensadores…
■ Captura de onda flexible. Duración del registro regulable o autoadaptable para capturar los sucesos largos: arranque del motor, secuencia de reenganche…

■ Adquisición de los valores RMS cada 100 ms. Mantenimiento preventivo: adquisición de la curva de arranque de un motor…
■ Conectividad en redes rápidas Ethernet 10/100 Mbits/s (opción). Distribución rápida de la información en la intranet o en Internet.
■ Servidor de páginas HTML personalizables (opción). Acceso a la información sin herramientas especiales, es suficiente con un navegador Web.
■ Hasta 25 entradas/salidas para supervisar la instalación eléctrica. Posición de los disyuntores y control de otros servicios: agua, gas…
■ Hasta 32 Mb de memoria. Para archivar datos y formas de ondas.



CM4000
1 Módulo de corriente/tensión.
2 Conector de la alimentación.
3 Indicador de mantenimiento.
4 Indicador de alimentación.
5 Puerto RS485 con indicadores de emisión y de recepción.
6 Puerto de comunicación del visualizador.
7 Posición de las tarjetas opcionales.
8 Puerto RS232 con indicadores de emisión y de recepción.
9 Salida de impulsos.
10 Enclavamiento de ajustes, puerta precintable.

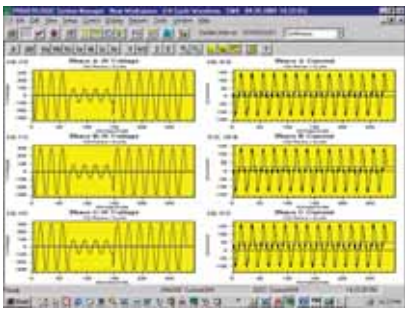


Fig. K3-010: *captura de onda de tipo "perturbación": detección de un hueco de tensión.*

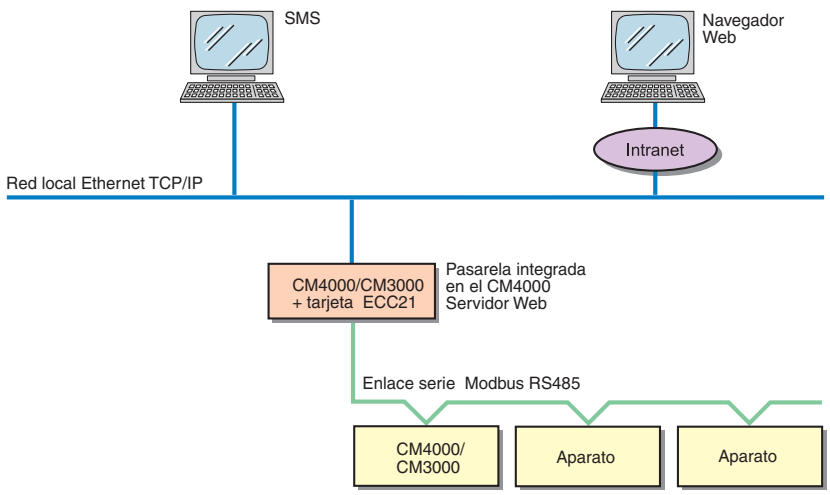


Fig. K3-011: *arquitectura de comunicación Circuit Monitor.*

Guía de elección		CM4000	CM4000T
Generalidades			
Utilización en red BT y AT		■	■
Precisión de potencia y energía		0,2%	0,2%
Precisión en intensidad y tensión		0,07%	0,07%
Número de muestras/período o frecuencia de muestreo		512	5 MHz
Medidas eficaces instantáneas			
Corriente, tensión, frecuencia		■	■
Potencia activa, reactiva, aparente	Total y por fase	■	■
Factor de potencia	Total y por fase	■	■
Medida de energías			
Energía activa, reactiva, aparente		■	■
Modo de acumulación parametrable		■	■
Medida de los valores medios			
Corriente	Valor actual y máx.	■	■
Potencia activa, reactiva, aparente	Valor actual y máx.	■	■
Potencia prevista activa, reactiva, aparente		■	■
Sincronización de la ventana de medida		■	■
Parametraje del modo de cálculo	Fijo, deslizante	■	■
Medida de la calidad de energía			
Índice de distorsión armónica	Corriente y tensión	■	■
Espectro de armónicos	En el producto	63	63
	En SMS	255	255
Captura de onda		■	■
Detección de huecos y puntas de tensión		■	■
Captura de onda flexible (hasta 64 s)		■	■
Detección y captura de transitorios (< 1 µs)		–	■
Adquisición rápida de datos de 100 ms		■	■
Programable (funciones digitales y matemáticas)		■	■
Registro de datos			
Mín./máx. de valores instantáneos		■	■
Registros de datos		■	■
Registros de sucesos		■	■
Alarmas		■	■
SER (Sequence of Event Recording)		■	■
Fechado		■	■
Sincronización GPS a 1 ms		Opción IOC44	
Capacidad de memoria ampliable hasta		32 Mb	32 Mb
Visualizador y E/S			
Visualizador		Opción CMDLC o CMDVF	
Varios idiomas: español, inglés, francés		■	■
Autodiagnóstico de cableado		■	■
Salida de impulsos		■	■
Número de entradas/salidas máximo		25	25
Conexión directa en tensión		600 V	600 V
Comunicación			
Puerto RS485		2/4 hilos	2/4 hilos
Puerto de infrarrojos		Opción CMDVF	
Puerto RS232		■	■
Protocolo Modbus		■	■
Tarjeta Ethernet (protocolo Modbus/TCP/IP)		Opción ECC21	
Servidor WEB de páginas HTML		Opción ECC21	
Pasarela Ethernet para otros productos		Opción ECC21	

Tabla K3-012: *Circuit Monitor serie 4000.*

3.3. Software System Manager™

Un programa para la información eléctrica de su instalación. Dispone de una arquitectura flexible: desde un único PC hasta un pack servidor-usuario, con formatos de visualización de datos a tiempo real fácilmente modificable. Datos compartidos con la base ODBC e intercambio de datos DDE. Idiomas: castellano, inglés y francés.

Características

Base de datos flexible:

■ Datos compartidos desde la base de datos ODBC centralizada.
■ Visualización de datos medios, comprobación de consumos y valores para análisis de la calidad de la energía.
■ Visualización de datos históricos a través de tablas, o de tendencias de las cantidades seleccionadas.
■ Se pueden comparar algunos o todos los dispositivos en una misma pantalla.
■ Datos históricos para gestionar y guardar los sucesos y datos.

Gestión de la energía en tiempo real:

■ Alarmas con diferentes sistemas de severidad.
■ Ejecución de tareas (e-mail, informes, reset, guardar archivos, etc.) en intervalos predefinidos o provocados por alarmas.

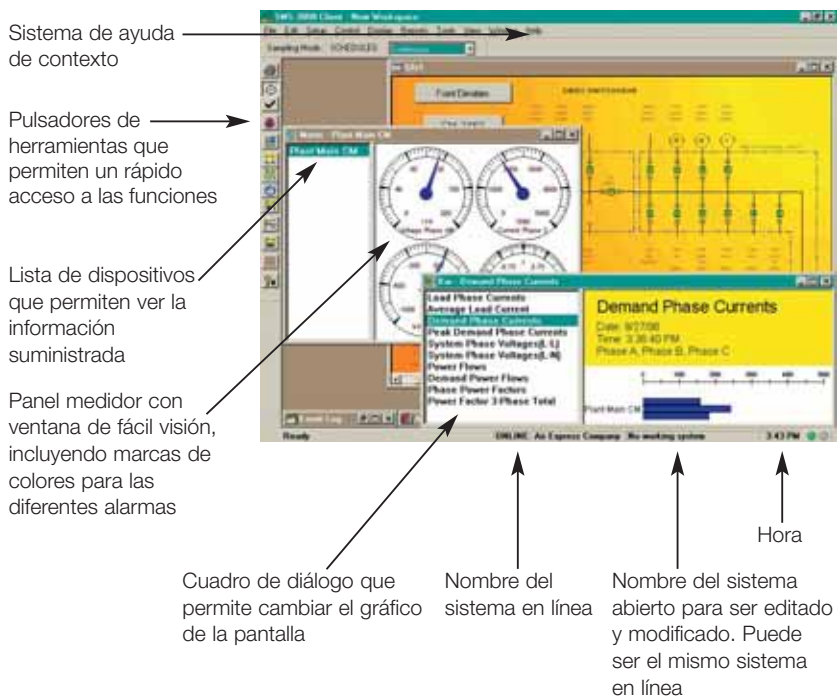


Fig. K3-013: *pantalla programa de control System Manager™.*

■ Visualización en tiempo real de datos, tablas, gráficos de barras, paneles de medidas.
■ Almacenamiento de sucesos y asistente de tratamiento de sucesos y problemas.

Soporte integrado de dispositivos:

■ El servidor del sistema **Power**Logic® puede soportar más de 1.000 dispositivos.

■ Amplio soporte avanzado para dispositivos supervisores compatibles e inteligentes de otros fabricantes, mostrando información, alarmas, registros, históricos y controles manuales.

■ El programa puede configurar los dispositivos de la gama del sistema **Power**Logic®, de una forma sencilla.

■ Restablecimientos manuales o automáticos.

La familia del sistema **Power**Logic® SMS ofrece una gran variedad de funciones para gestionar y supervisar el sistema eléctrico, tanto si el sistema requiere un único supervisor o varios conectados a una red.

La familia System Manager™ Software (SMS) del sistema **Power**Logic® constituye un sistema de programas integrado para el control de la energía eléctrica. Como resultado, se simplifica el acceso a la información de la instalación y la distribución de esta información a donde se necesite.

Configuración sencilla del sistema

Se necesita una configuración muy simple para poner el sistema en servicio. Sólo son necesarias las direcciones de los dispositivos y algunos parámetros simples. Los dispositivos pueden ser configurados de uno en uno o, globalmente, si se aplican parámetros a dispositivos similares.

Valores en tiempo real

El SMS es capaz de proporcionar una gran variedad de información en tiempo real, mediante tablas, gráficos de barras o medidores analógicos. El programa SMS viene configurado con estas tres visualizaciones para observar cualquier valor proporcionado por un dispositivo.

El PMX sólo permite la visualización de los datos en tablas.

Llamada automática

Esta es una característica muy útil que tiene el programa SMS en aquellos momentos en el que el sistema no está controlado por ningún operador, y que es capaz de llamar vía módem para avisar de cualquier problema en la red, al lugar que se precise. De la misma forma, permite controlar el sistema fuera de la situación habitual del controlador.

Tablas de usuario

El usuario puede crear nuevas tablas a través de una aplicación del programa (tabla rápida). Simplemente seleccionando los dispositivos y las cantidades que se deseen visualizar, o seleccionando un único dispositivo con gran cantidad de información y la tabla se generará automáticamente. También tiene una utilidad para tablas de usuario, que permite crear con flexibilidad de formato: tablas, insertar objetos y manipular matemáticamente una o varias páginas de datos, o de gráficos.

Funciones y alarmas

El SMS permite añadir alarmas asociadas a entradas digitales y analógicas además de las que pueden configurar desde algunos dispositivos directamente. Las condiciones de alarmas se configuran a la vez y luego se aplican a los dispositivos deseados y se ajustan individualmente si procede. También es posible utilizar como condición de alarma valores definidos por el usuario almacenados en registros. Cada condición de alarma se puede seleccionar entre 10 niveles de gravedad, con características de color, sonido y acuse de recibo con claves diferentes.

Datos y tendencias históricas

Los datos históricos pueden estar disponibles en aquellos dispositivos que tengan memoria (Circuit Monitor u/y ordenador personal). SMS recoge automáticamente tanto los datos almacenados por los dispositivos como los datos captados directamente por dispositivos sin memoria y los almacena en una base de datos centralizada ODBC del programa. Los datos pueden recuperarse, representarse e imprimirse fácilmente tanto en tablas como en gráficos de tendencia. También se pueden definir diferentes estilos de selección, variando los parámetros que se quieren obtener y el intervalo de medida.

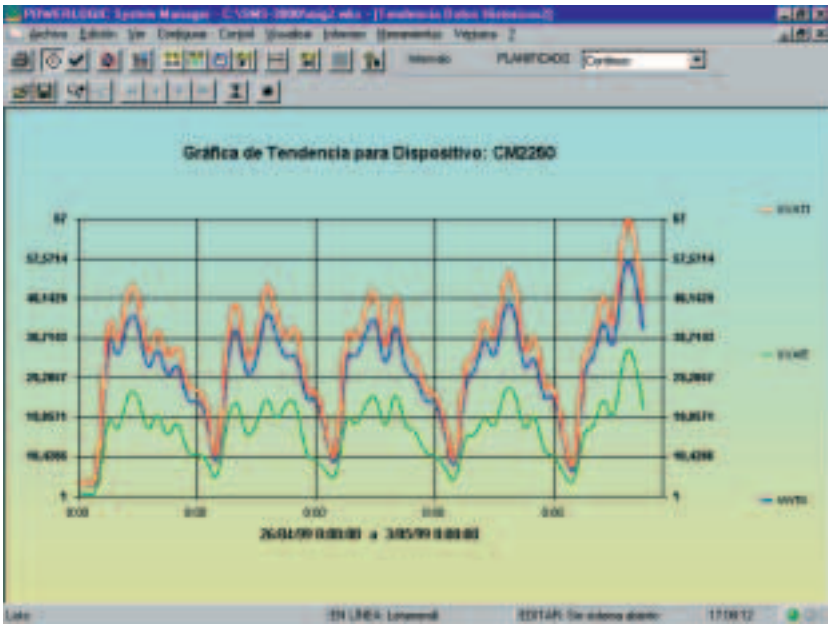


Fig. K3-014: *pantalla con gráficos históricos.*

Gráficos interactivos

El programa de gráficos interactivos del sistema **Power**Logic® (GFX1000) es capaz de proporcionar una gran cantidad de información a través de esquemas unifilares, representaciones del cuadro eléctrico, etc., en formato Windows Metafile. El GFX1000 puede ser usado con los programas SMS3000, SMS1500, PMX1000, PMX1500, SMS1000 o SMS121. En un sistema de red servidor/usuario debe ser utilizado en cada uno de los PC's de la red que deban utilizarlo.

Análisis de la forma de onda

La información y los datos adquiridos por el programa se muestran de forma resumida a modo de tabla de datos que incluye cada uno de los valores de los 63 primeros armónicos, factores de cresta y porcentajes totales de la distorsión de los armónicos (%THD), según norma IEEE-519.

La forma de onda puede ser analizada por el programa con una precisión de 200 µs.

Los armónicos que crean incrementos de corrientes de neutro, intensidades excesivas para los condensadores o daños por calentamiento de devanados en transformadores y motores, pueden ser supervisados a través del programa.

Una captura de onda de sesenta ciclos nos muestra una sobretensión transitoria (SWELL) y dos huecos de tensión (SAG).

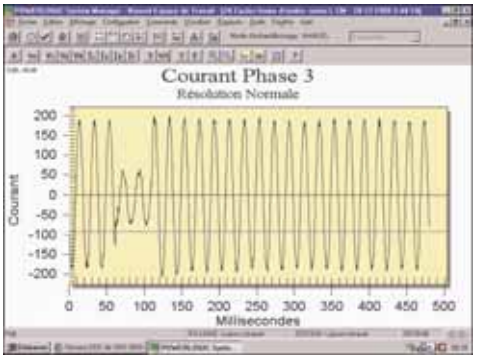


Fig. K3-015: *pantalla de captura de 60 ciclos de onda de tensión.*

El programa SMS nos permite realizar el análisis espectral de las formas de onda capturadas, hasta el 63.º armónico, representando la información gráfica o numérica.

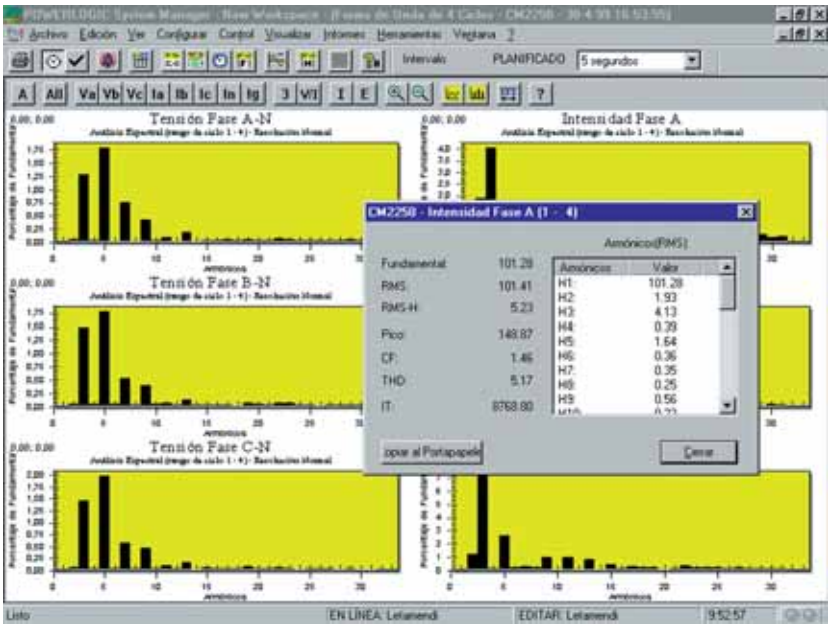


Fig. K3-016: *pantalla de análisis espectral de la onda (armónicos).*

Restablecimientos

El SMS tiene varios tipos de reset, según el tipo de dispositivo soportado. Por ejemplo, los valores máximos y mínimos del Circuit Monitor, el pico de maxímetro de intensidad, alarmas de energía, etc. Se pueden borrar los valores almacenados, manual o automáticamente, cada cierto intervalo de tiempo, individual o simultáneamente. La fecha y la hora de cada reset es guardada en el registro de eventos.

Control

El programa SMS permite el control de relés de salida. Sólo los manipuladores con el adecuado nivel de confidencialidad pueden acceder a esta característica, impidiendo un uso accidental o no autorizado. El control manual o remoto de

operaciones como el arranque de la instalación o secuencias de eliminación de cargas será realizado a través del programa.

Intercambio dinámico de información (DDE)

El DDE es una característica estándar del programa SMS. Con el DDE el usuario puede utilizar los datos recopilados por el SMS en otras aplicaciones, por ejemplo una hoja "Excel" para hacer informes o gráficos. Además, el SMS puede leer, visualizar, guardar, hacer tendencias y ver alarmas vía DDE desde otras aplicaciones, por ejemplo el sistema de control de procesos.
Esta aplicación permite la apertura del sistema en los dos sentidos, para dar datos o para recoger datos.

Adaptación al usuario (personalización)

El SMS se adapta fácilmente al cliente, ya que incluye la posibilidad de crear valores de usuario. Los valores del usuario son: cualquier valor leído desde un dispositivo del sistema **Power**Logic®, desde otros dispositivos (gas, agua, aire, etc.) o un dato enviado desde otra aplicación (DDE).

Base de datos abierta

La familia de programas System Manager 3000 cumple con la conectividad de base de datos abierta estándar de Microsoft (ODBC) de almacenaje de datos. Esto nos da la seguridad de que toda la información guardada por el servidor del sistema **Power**Logic® puede ser pasada a cualquier otro formato de base de datos.
El programa del SMS utiliza el mismo formato de datos que Microsoft Access y está ampliamente probado con Excel y con los drivers del Microsoft SQL. Pueden ser instalados otros drivers para cambiar el formato de los datos.

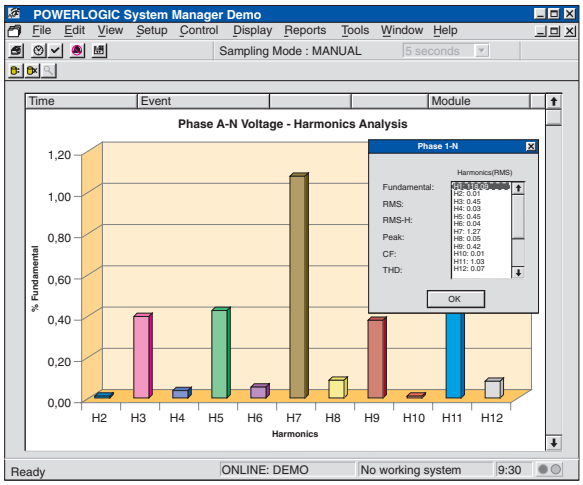


Fig. K3-017: *con el programa System Manager se pueden modificar e incorporar datos y formatos.*

Tareas automáticas

Se pueden llevar a término tareas automáticas cuando se detecta una alarma, o de acuerdo con un horario establecido por el usuario. Las posibles tareas incluyen la ejecución de programas, archivos de sonido (sirenas), resetado de dispositivos, envío de correo electrónico, recuperación de datos o captura de forma de onda. Las tareas realizadas a través de los temporizadores pueden ser ejecutadas de forma horaria, diaria, semanal, mensual o con cualquier otro intervalo definido por el usuario.

Creación de informes

El programa System Manager Software (SMS) genera informes usando cualquier información, incluso valores en tiempo real.
El programa SMS dispone de informes estándar y el usuario puede generar según sus necesidades su propio informe. Realizar un informe automáticamente es fácil y rápido.

Almacenamiento de actividades

El SMS almacena todas las actividades ocurridas en un registro de eventos, desde cortes de suministro hasta cambios de configuración. Todas las acciones de los usuarios del sistema son almacenadas y pueden ser vistas, imprimidas o borradas en cualquier momento. De cada actividad se muestran los siguientes campos: dispositivo, fecha y hora, tipo de actividad y nombre del usuario. Esto permite recuperar toda la información necesaria para diagnosticar problemas de instalación.

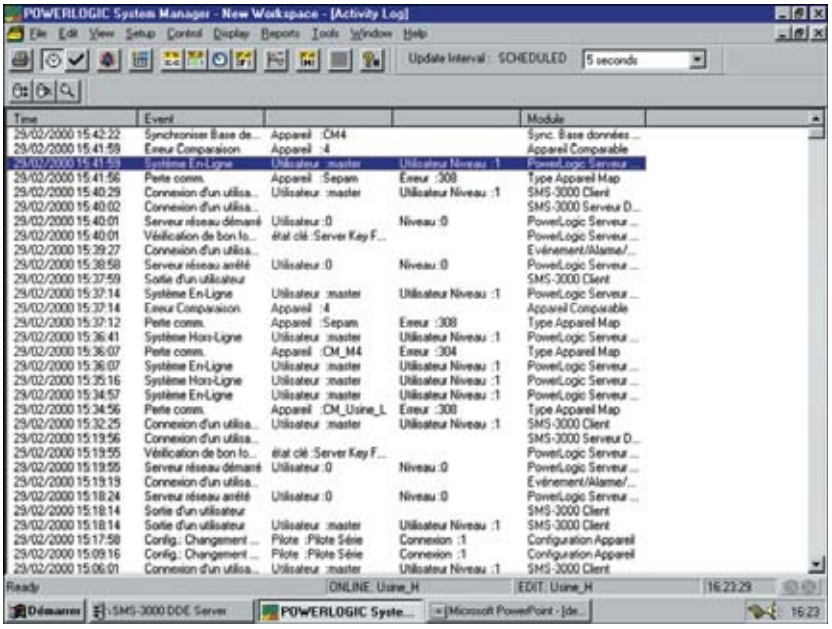


Fig. K3-018: *pantalla del almacenamiento de actividades.*

Imprimir

Cualquier valor actual o histórico de información puede ser mostrado en una ventana o en múltiples ventanas; éstas pueden ser guardadas en un disquete o impresas, individualmente o en un informe.

La ayuda del sistema

El SMS dispone de un sistema de ayuda completo, en línea, y sensible al lugar donde necesitemos ayuda. Esta ayuda está clasificada en tópicos que pueden ser seleccionados y/o impresos. La mayoría de los cuadros de diálogo de configuración tienen un pulsador de ayuda con un acceso directo a la información necesaria de ese cuadro de diálogo. El programa dispone de un acceso directo al menú de ayuda, a través del pulsador derecho del ratón o pulsando F1 del teclado.

Características disponibles en la familia de programas SMS3000		SMS3000	SMS1000	PMX1000	GFX1000	SMS1500	PMX1500	SMS121
Comunicación	Tipos de dispositivos diferentes	■				■	■	■
	Comunicación con múltiples dispositivos	■				■	■	
	Comunicación con un sólo dispositivo							■
	Soporte de red para programas de clientes		■					
	Servidor de datos DDE para otras aplicaciones	■				■	■	■
	Soporte para GFX	■	■	■		■	■	■
Interface usuario	Configuración de dispositivos y rutas	■	■	■	■	■	■	■
	Tablas en tiempo real	■	■	■	■	■	■	■
	Gráficos de barras	■	■		■	■		■
	Medidores analógicos	■	■		■	■		■
	Alarmas	■	■	■	■	■	■	■
	Almacenamiento	■	■	■		■	■	■
	Tendencias	■	■	■		■	■	■
	Captura de la forma de onda	■	■	■		■	■	■
	Control manual	■	■	■	■	■	■	■
	Informes	■	■			■		■
	Tareas automáticas	■	■			■		■
	Personalización del cliente	■	■		■	■		■
	Compartir datos a través del DDE	■	■	■	■	■	■	■
	Creación de soporte gráfico				■			

Convenciones numéricas		
	SMS300	Servidor/usuario
	SMS1500, PMX1500	Instalación supervisión única
	SMS1000, PMX1000	Usuarios que trabajan con SMS3000
	GFX1000	Programa de gráficos interactivo (opcional) compatible con el (SMS3000, SMS1500, PMX1500, SMS121).

Tabla K3-019: *disponibilidad de las posibilidades de los productos de la familia SMS3000.*

Requisitos del sistema

La tabla siguiente muestra los requisitos mínimos del sistema. Las especificaciones, entre corchetes "[ ]", son recomendadas para obtener mejores prestaciones. Los requisitos de espacio de disco duro por parte de Windows deben considerarse además de los indicados en la tabla.

	SMS3000 PMX1500 SMS1500 SMS121*	SMS1000 PMX1000 GFX1000
Sistema operativo	Windows NT/95 (SMS3000 sólo Windows NT)	
Definición pantalla	VGA [Super VGA]	
Procesador	Pentium	486/66 Pentium
Memoria RAM	32 Mb	16 Mb-32 Mb
Disco duro	500 Mb**	500 Mb**
Tamaño programa	15 Mb	8 Mb
Tarjeta SY/LYNK	Opcional	
Puerto RS232	Necesario	
Tarjeta red	***	***
Módem	14,4 kb (mín.)	
Tarjeta de sonido	Opcional	
Disquetera 3,59"	Necesario	
Lector CD-Rom	Recomendado	

*System Manager Uno a Uno (Programa SMS121) utiliza el puerto serie para comunicarse, de esta forma los requerimientos de la lista del SY/LINK de la tabla de no son aplicables.
** La cantidad de memoria requerida del disco duro depende de que si donde se guardan los datos es en el mismo ordenador.
*** Sólo SMS3000, SMS1000 y PMX1000.

Tabla K3-020: *posibilidades del sistema SMS.*

3.4. Comunicaciones pasarela Ethernet

La pasarela Ethernet es la conexión directa a las redes Ethernet y a las redes TCP/IP, de forma que el sistema supervisor sea accesible a través de la red (LAN o WAN). Para que desde cualquier situación se pueda gestionar el sistema de distribución eléctrica mediante una red Ethernet o de Internet.

Sistema de alto rendimiento

El sistema **Power**Logic® tiene una gran flexibilidad para crear un sistema de supervisión de energía utilizando la red Ethernet o TCP/IP (Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo Internet), como red de alta velocidad de altas prestaciones. La conectividad del sistema **Power**Logic® con las redes Ethernet del programa SMS para Ethernet.

La pasarela Ethernet del sistema **Power**Logic® y el driver de SMS con Ethernet han sido pensados para sacar el máximo partido al sistema. Los dos dispositivos juntos son la base para la solución a alta velocidad de la supervisión de circuitos. El driver de Ethernet para SMS permite la comunicación simultánea con varias pasarelas para adquirir de todos los dispositivos supervisores conectados. La combinación de pasarelas y drivers crea un sistema de comunicaciones de alto rendimiento y accesibilidad a la información de la energía.

Los sistemas de distribución eléctrica a menudo tienen decenas o quizás centenares de aparatos comunicándose. La alta velocidad de desplazamiento de la información y el amplio rango de la banda que tienen las redes Ethernet son sumamente útiles para la gran información requerida para un eficaz control.

En muchos casos la red Ethernet podrá ser utilizada para reducir el coste de una red paralela de comunicación de los dispositivos supervisores.

Ethernet es la red más utilizada en todo el mundo. Nos ofrece una arquitectura abierta, veloz, con una amplia gama de productos conectables, y un número ilimitado de usuarios (lo cual permite cualquier tamaño de red).

Estos beneficios aseguran a los usuarios que inviertan en una red Ethernet como red principal de altas prestaciones para comunicar todos sus dispositivos y ordenadores en el futuro.

Si el sistema **Power**Logic® aumenta (si se incrementa el número de usuarios y/o se instalan nuevos aparatos), se podrán realizar modificaciones en la red o el sistema sin gran trabajo y además estas inversiones pueden utilizarse por otros sistemas.

Protocolos TCP/IP y OSI

Muchas redes Ethernet están basadas en el protocolo TCP/IP. Este es el protocolo estándar para transmitir información y es el que utilizan Internet y las Intranets. Otros sistemas de redes utilizan el protocolo del sistema de interconexión abierta (OSI). El driver del System Manager para Ethernet y la pasarela Ethernet soportan ambos protocolos. TCP/IP y OSI. Cada protocolo se puede gestionar a través del protocolo de internet (IP) hacia rutas de acceso, centros de información, etc., permitiendo al usuario seleccionar el protocolo que mejor se adapte para su instalación.

Creación de especificaciones de mensajes (MMS)

La solución de la conectividad del sistema **Power**Logic® con Ethernet pasa por utilizar el MMS como protocolo de mensajes para Ethernet. El MMS es un protocolo estándar internacional (ISO/CEI 9506) para intercambiar en tiempo real la información y supervisar la información entre la red de dispositivos en especial. El MMS es una plataforma muy potente para establecer la comunicación.

El MMS es sumamente flexible, ya que permite la integración de otros dispositivos compatibles entre los sistemas MMS y **Power**Logic®. El servicio que nos da es lo

suficientemente extenso como para cubrir una amplia gama de aplicaciones. Este protocolo es independiente del rendimiento de las aplicaciones.

Configuración

El driver de Ethernet para SMS sólo se tiene que instalar en el ordenador con el cual queremos leer los datos de la pasarela. La pasarela Ethernet se debe configurar con una unidad SMS y el hiperterminal de Windows.
La configuración de la pasarela Ethernet es accesible a través del puerto RS232 de la pasarela y un cable (NULL cable) que la comunique con el ordenador. La utilidad de configuración contiene todos los parámetros de configuración para la pasarela, así como los parámetros de diagnóstico. Además el programa de ayudas del SMS tiene un apartado para la ayuda a la configuración de la pasarela.
Toda la configuración se almacena en memoria no volátil, es decir, nunca quedará afectada por fallos de tensión.

Comunicación segura

Cada puerto serie RS485 tiene un circuito de protección para asegurar la comunicación donde tengamos problemas con el ruido. El ruido es debido a dispositivos no lineales, equipos electromagnéticos inducidos o al simple acoplamiento capacitativo de las tensiones del sistema.

Actualizaciones

Todos los dispositivos del sistema **Power**Logic® se pueden actualizar desde:
- El programa (SMS).
- Los dispositivos y la pasarela Ethernet.

La pasarela Ethernet se actualiza mediante el puerto serie RS232.
Todas las actualizaciones se realizan sin ningún cambio de hardware, de esta forma no tendremos que realizar paradas de producción ni tener que configurar de nuevo el sistema.
La información si se desea se puede introducir en Internet.

Fig. K3-021: *ejemplos de pantallas.*

Soportes existentes para los sistemas **Power**Logic®

La pasarela Ethernet del sistema **Power**Logic® es compatible con las redes SY/NET.
Los puertos RS485 de la pasarela Ethernet se pueden conectar a un puerto RS485 de un módulo interface de red, del tipo NIM, PNIM, etc., para pasar la información de una red SY/NET a una red Ethernet.
Para incrementar las posibilidades del sistema de supervisión es aconsejable elegir la red Ethernet, ya que es una red totalmente compatible y de alta velocidad.

System Manager y el sistema servidor-cliente

El programa System Manager Software utiliza la tecnología servidor-cliente para gestionar el control y las informaciones de la red Ethernet.

El SMS está diseñado para que múltiples usuarios accedan a la información de la instalación.
El servidor del sistema **Power**Logic® debe estar colocado en cualquier ordenador de la red con las características mínimas exigidas y con el sistema operativo Windows NT. De esta forma se podrá pasar la información requerida a cualquier ordenador de cliente del sistema (SMS1000 o PMX1000). De este modo puede acceder a todas las funciones y utilidades del sistema supervisor de energía para reducir costes, comprobar la calidad de la energía o participar en las actividades de mantenimiento.
Todos los clientes comparten una base de datos histórica a través del programa estándar de Microsoft "Conectividad de base de datos abierta" (ODBC). El ODBC es soportado por una gran cantidad de programas para interrelacionarse con otros programas.

Fig. K3-022: *ejemplos de pantallas.*

Características:

■ Permite comunicar los dispositivos del sistema **Power**Logic® con las redes estándar Ethernet-TCP/IP.
■ Tiene uno o dos puertos serie RS485 de 19,2 k baudios de velocidad máxima.
■ Acepta los protocolos compatibles TCP/IP y OSI.
■ Puertos estándar AUI y RJ45 para Ethernet.
■ Hasta 10 conexiones lógicas simultáneas desde un dispositivo principal (p. ej. SMS3000) por el puerto RS485.
■ Alimentación a 120/240 V CA o a 125 V CC.
■ Alimentación integral de 12 V CC para AUI.
■ Pequeñas dimensiones: 121 mm × 184 mm × 230 mm.
■ Montaje en sobremesa o en pared.
■ UL, CSA.
■ Temperatura ambiente de operatividad 0-60 ºC.
■ LED's de comprobación de estados de los puertos RS485 y RJ45 (Ethernet).

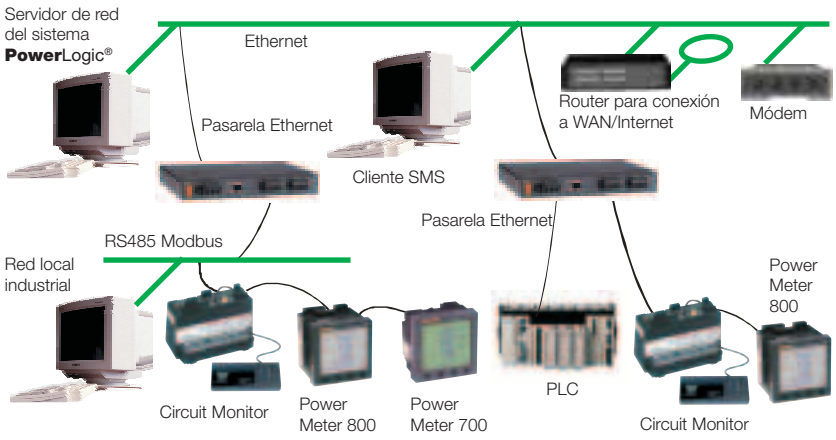
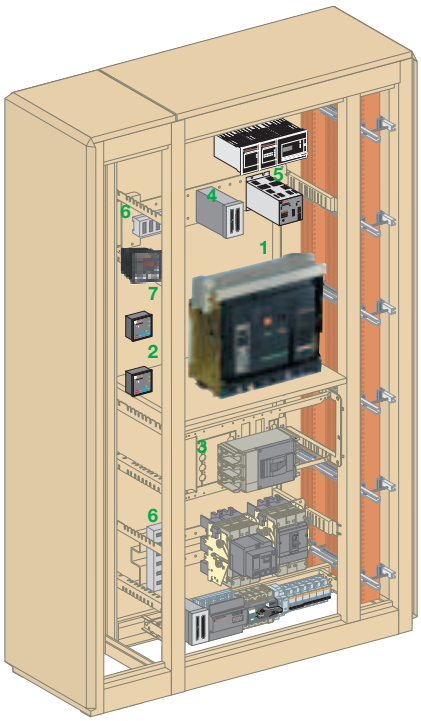


Fig. K3-023: *ejemplo de configuración del sistema de gestión y supervisión del sistema* **Power**Logic® *usando Ethernet en una red industrial.*

3.5. Hardware control y mando

La gestión de la instalación

■ Centralización de los valores eléctricos que provienen de las centrales de medida, para controlarlos y analizarlos.
■ Control y mando a distancia de interruptores automáticos Masterpact, Compact y otros interruptores de potencia.
■ Visualización del estado de los aparatos y de sus regulaciones.
■ Detección de anomalías y alarmas.



1 Unidad de control Micrologic de interruptores automáticos Compact NS > 630 A o Masterpact NT/NW.
2 Módulo de mando local y de señalización CLS150.
3 Contactos y mando eléctrico comunicantes para interruptor automático Compact NS.
4 Interface de señalización y de mando SC150.
5 Concentrador de datos DC150.
6 Bloque de unión.
7 Interruptor diferencial Vigirex RHU o RMH.

Fig. K3-024: *distribución del sistema en un cuadro.*

Conexión por bus

El sistema de control y mando está construido en torno a dos buses de comunicación:

■ El bus interno sobre el cual están conectados los diferentes módulos comunicantes. Este bus es propio del cuadro de BT en el cual están instalados los módulos.

■ El bus Modbus/Jbus, ampliamente implantado en el mundo de los autómatas y de los supervisores, destinado a abrir el sistema de gestión de la instalación eléctrica hacia un equipo superior:

□ PC equipado de un software de supervisión.
□ Autómata programable.
□ Sistema de Gestión Técnica Centralizada (GTC).
□ Sistema de Gestión Técnica del edificio (GTB).

Interés de la conexión por bus

El bus de comunicación permite:

■ Reducir considerablemente el cableado en el cuadro eléctrico gracias a la transmisión de informaciones por conexión serie, en lugar del cableado hilo a hilo.

■ Transmisión de informaciones nuevas y más numerosas que el cableado tradicional (ej.: regulación de los relés).

■ Mejorar la fiabilidad del cuadro eléctrico gracias a una reducción del cableado.

El sistema comprende accesorios de conexionado y de instalación que facilitan la puesta en funcionamiento del bus interno y disminuyen fuertemente los riesgos de errores en el cableado.

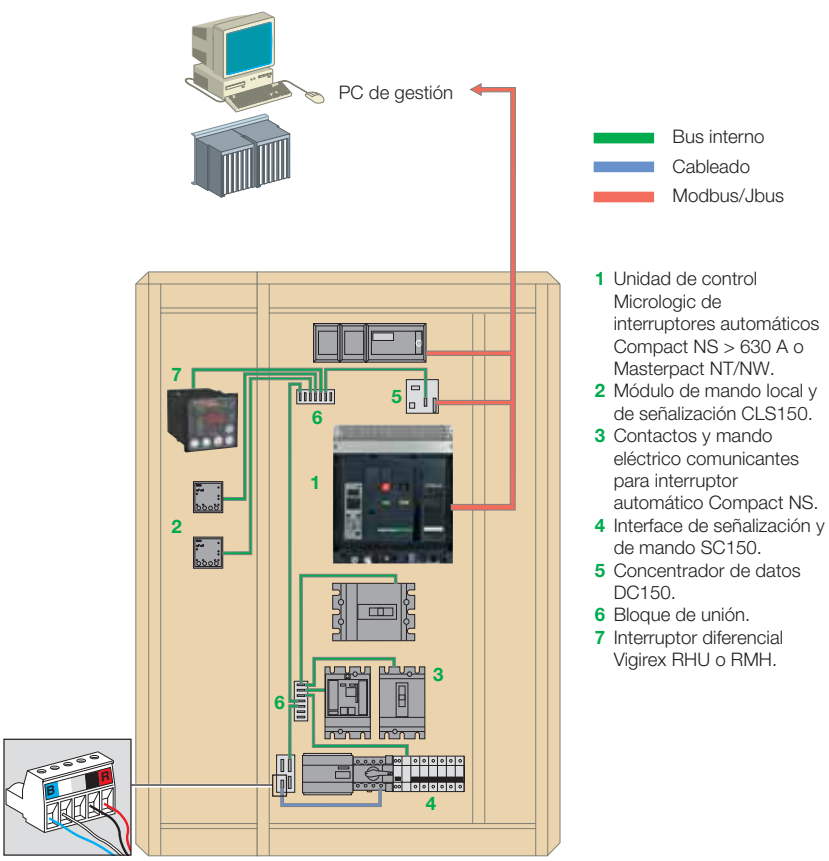


Fig. K3-025: *conexionado de un sistema de control SMC en el cuadro.*

Gestión de la distribución eléctrica a distancia

Apertura de un Modbus/Jbus hacia un software de supervisión o un autómata programable.

Fig. K3-026: *conexionado de un sistema de control SMC.*

Fig. K3-027: *Compact NS seccionable con chasis equipado con contactos auxiliares comunicantes.*

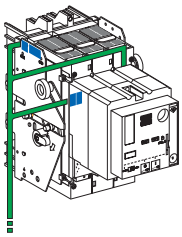


Fig. K3-028: *Compact NS con contactos auxiliares y mando eléctrico comunicantes.*

Fig. K3-029: *Compact NS equipado con contactos auxiliares y mando eléctrico comunicantes.*

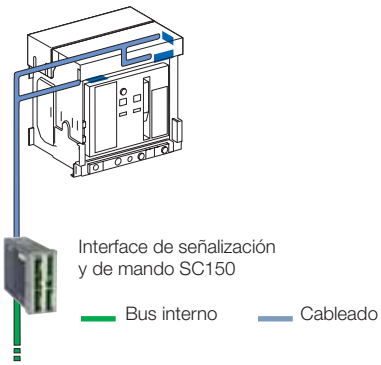


Fig. K3-030: *interruptor automático Compact/ Masterpact u otro accionador de potencia (contactor), con comunicación con interface.*

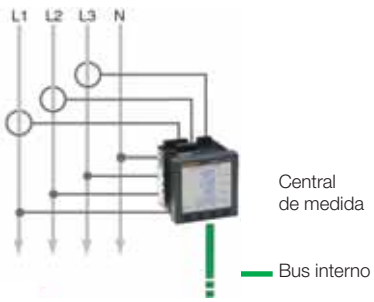


Fig. K3-031: *instalación del equipo de medida.*

Mando y visualización aparamenta multi 9

Cuando están asociados al interface de recepción de orden ATB1S, los aparatos de mando multi 9 se pueden conexionar al concentrador de datos DC150 (telerruptores TL, contactores CT, relés RLI, interruptores automáticos con mando eléctrico Reflex...).

La instalación eléctrica de un edificio puede ser controlada por un PC o vía un autómata programable.

El concentrador de datos DC150, asegura la interface entre la red interna de los aparatos BT y el protocolo Modbus/Jbus del PC.

El PC, que puede estar equipado con el software SMS, permite efectuar a distancia:

- La recepción y la visualización de las medidas y los contajes.
- El mando de interruptores automáticos.
- La visualización del estado y de la regulación de los interruptores automáticos.
- La comunicación con el automatismo del inversor de redes UA.

Interruptores automáticos Compact NS100 a NS630

Los interruptores automáticos Compact NS asociados a los contactos auxiliares comunicantes y a los mandos eléctricos comunicantes están directamente conectados al concentrador de datos DC150.

De esta forma podemos a distancia:

- Visualizar el estado del interruptor automático:
  - Abierto/cerrado/disparado.
  - Disparo por defecto eléctrico.
  - Enchufado/desenchufado.
- Mandar al interruptor automático: apertura, cierre, rearme.

Los contactos auxiliares y los mandos eléctricos comunicantes para interruptores automáticos Compact NS se colocan en la misma ubicación que los auxiliares eléctricos estándar.

Interruptores automáticos Compact, Masterpact u otro accionador de potencia

Los interruptores automáticos Compact o Masterpact, equipados de contactos auxiliares y de mandos eléctricos estándares, están conectados al concentrador de datos DC150 gracias al interface de señalización y mando SC150. De esta forma podemos a distancia:

- Visualizar el estado del interruptor automático:
  - Abierto/cerrado/disparado.
  - Disparo por defecto eléctrico.
  - Enchufado/desenchufado.
- Mandar al interruptor automático: apertura, cierre, rearme.
- Conocer el número de maniobras del interruptor automático.

Visualización de las medidas efectuadas por las centrales de medida

Las centrales de medida efectúan la medida de los parámetros, la señalización en la cara frontal del cuadro y la transmisión de las informaciones hacia la gestión vía bus interno (comunicación hacia el concentrador de datos DC150).

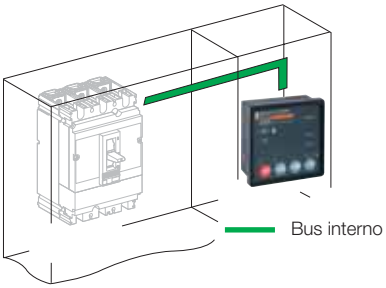


Fig. K3-032: *conexiones de un interruptor automático u otro accionador con módulo de mando local y señalización CLS150.*

Fig. K3-033: *automatismo inversor de redes UA150.*

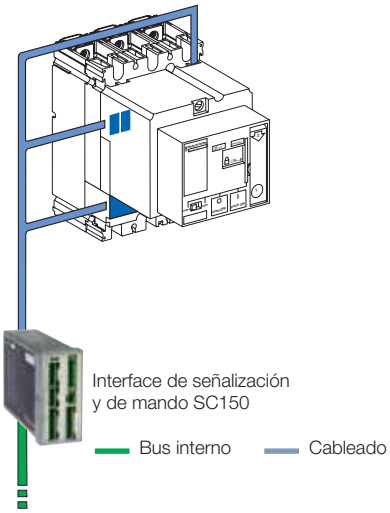


Fig. K3-034: *interruptor automático Compact/Masterpact con contactos auxiliares y mando eléctrico estándar. Relé electrónico con opción "COM".*

Visualización y mando de los aparatos en el frontal del cuadro

La gama Digipact propone igualmente un módulo opcional de mando local y de señalización CLS150 que se conecta sobre el bus interno. Este módulo CLS150 está asociado a un aparato (interruptor automático u otro accionador) que no esté accesible en el frontal del cuadro y permite:

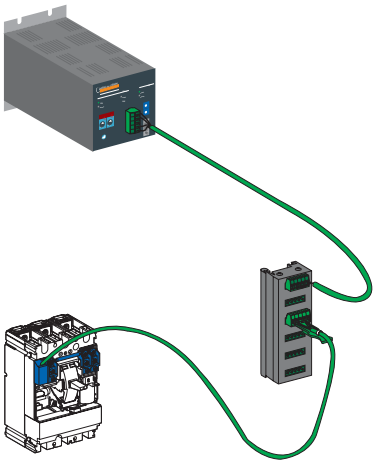
- Visualizar el estado del aparato.
- Mandar el aparato en el frontal del cuadro.

Comunicación con el automatismo del inversor de redes UA

El automatismo inversor de redes UA está directamente conectado al concentrador de datos DC150.

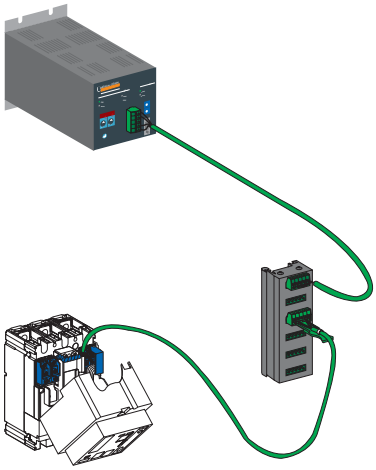
Se puede visualizar a distancia:

- El estado de los interruptores automáticos "Normal" y "Reserva" (abierto, cerrado o disparado por defecto eléctrico).
- El valor de las temporizaciones y la posición del conmutador de funcionamiento del automatismo (auto, normal, reserva, stop).
- El estado del grupo de socorro.
- La presencia de una orden de marcha forzada (ej.: EJP).
- El estado de los circuitos no prioritarios (descargados o no).



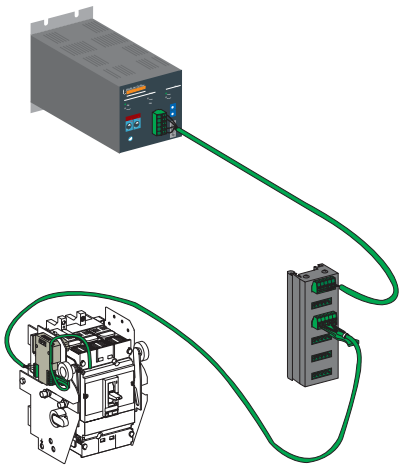
Interruptor automático Compact NS equipado con contactos auxiliares comunicantes

Bus interno



Interruptor automático Compact NS equipado con contactos auxiliares y mando eléctrico comunicantes

Bus interno



Interruptor automático Compact NS equipado con contactos auxiliares comunicantes para chasis

Bus interno

Fig. K3-035: *conexionado de contactos y mandos eléctricos comunicantes.*

Comunicación con los relés electrónicos

Los interruptores automáticos Compact y Masterpact, equipados de relés electrónicos con opción comunicación COM, están conectados al concentrador de datos DC150 por medio del interface de señalización y de mando SC150. Se puede así, a partir del supervisor, visualizar:

- Las regulaciones del interruptor automático.
- El valor rms de corriente en las 3 fases y en el neutro.
- Las sobrecargas en curso.
- Las causas de disparo (sobrecarga, cortocircuito...).

Contactos y mando eléctrico comunicantes para Compact

La comunicación integrada al interruptor automático

Los contactos auxiliares y mandos eléctricos comunicantes para los interruptores automáticos Compact se colocan en el mismo sitio que los auxiliares eléctricos estándar.

Los interruptores automáticos Compact equipados de estos auxiliares comunicantes están directamente conectados al concentrador de datos DC150. Se puede también a partir del supervisor:

- Visualizar el estado del interruptor automático:
  - Abierto/cerrado.
  - Disparado.
  - Disparo por defecto eléctrico.
  - Enchufado/desenchufado.
- Mandar al interruptor automático:
  - Apertura, cierre.
  - Rearme.

Los contactos auxiliares comunicantes OF, SD y SDE (1)

Para interruptores automáticos Compact NS existen en 2 versiones:

- Para interruptores automáticos Compact NS100 a NS250.
- Para interruptores automáticos Compact NS400 a NS630.

Estos contactos auxiliares comunicantes están compuestos de:

- Contactos OF, SD y SDE.
- Un módulo electrónico que se aloja en el emplazamiento libre de un contacto auxiliar.
- Un conexionado precableado.

Los contactos auxiliares comunicantes CE y CD (1)

Para interruptores automáticos Compact NS seccionables con chasis existen en una sola versión y equipan los Compact NS100 a NS630. Estos contactos auxiliares comunicantes están compuestos de:

- Contactos CE y C.
- Un módulo electrónico que se fija sobre el chasis.

Los mandos eléctricos comunicantes

Para interruptores automáticos Compact NS existen 4 versiones:

- Mando eléctrico MT100/160 220/240 V, comunicante para interruptores automáticos Compact NS100 y NS160.
- Mando eléctrico MT250 220/240 V comunicante para interruptores automáticos Compact NS250.
- Mando eléctrico MT400 220/240 V comunicante para interruptores automáticos Compact NS400.
- Mando eléctrico MT630 220/240 V comunicante para interruptores automáticos Compact NS630.

Estos mandos eléctricos comunicantes se suministran con contactos auxiliares comunicantes OF, SD y SDE, y están preparados para conectarse a la red interna de comunicación.

(1) Indicaciones de contactos auxiliares:
OF: posición abierto/cerrado.
SD: disparo.
SDE: disparo por defecto eléctrico.
CE: posición interruptor automático desenchufado.
Los contactos auxiliares comunicantes para interruptores automáticos. Compact NS100 a NS250 están suministrados con el adaptador para bloques de relés magnetotérmicos.
Otras tensiones: utilizar un mando eléctrico estándar (no comunicante) asociado a un interface de señalización y mando SC150.

Características eléctricas			
		mando eléctrico	contactos
Tiempo de respuesta (ms)	Apertura	< 500	–
	Cierre	< 80	–
Máxima de cadencia de maniobra		4 ciclos/minuto	–
Tensión de mando (V) CA 50/60 Hz		220/240	–
Consumo (VA)	Apertura	⩽ 500	–
	Cierre	⩽ 500	–
Compatibilidad electromagnética			
Descargas electroestáticas (UNE-EN 6100-4-2)		Nivel 3	Nivel 3
Susceptibilidad irradiación (UNE-EN 6100-4-3)		Nivel 3	Nivel 3
Suscep. débil conducción de energía (UNE-EN 6100-4-4)		Nivel 3	Nivel 4
Suscep. fuerte conducción de energía (UNE-EN 6100-4-5)		Nivel 3	Nivel 4

Tabla K3-036: *características de los contactos y mandos eléctricos para los interruptores automáticos Compact NS.*

Módulo de mando local y de señalización CLS150

Función

El módulo de mando local y de señalización CLS150 permite pilotar y explotar en el frontal del cuadro un aparato que no es directamente accesible (instalación interior en cajón extraíble...).
El módulo CLS150 se asocia obligatoriamente a:
■ Los interruptores automáticos Compact NS equipados:
□ De contactos auxiliares comunicantes.
□ De mandos eléctricos comunicantes.
■ El interface de señalización y mando SC150.
El módulo CLS150 comunica con los interruptores automáticos Compact NS o con el interface de señalización y de mando SC150 vía bus interno.

El módulo CLS150 está asociado a un solo aparato y permite:
■ Conocer el estado:
□ Abierto/cerrado.
□ Disparado o disparado sobre defecto eléctrico.
□ Enchufado/desenchufado.
■ Mandarlo (apertura, cierre y rearme).
■ Elegir el modo de mando:
□ Mando local (gracias al módulo CLS150), el mando a distancia no se tiene en consideración.
□ Mando a distancia, anulando la acción a través del módulo CLS.

Fig. K3-037: *módulo de mando local y de señalización CLS150.*

Fig. K3-038: *instalación de la comunicación y el módulo de señalización.*

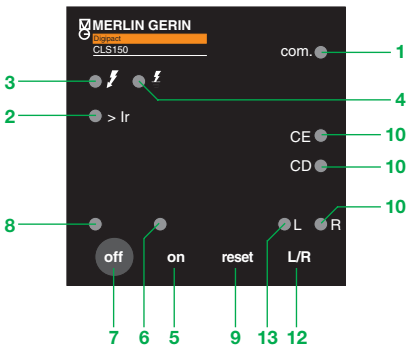


Fig. K3-039: *carátula del señalizador CLS150.*

Señalización de defectos:
1 LED de estado de funcionamiento CLS.
2 LED de alarma largo retardo.
3 LED de posición disparo por defecto.
4 LED de disparo por defecto de aislamiento.

Estado y mando interruptor automático:
5 Pulsador de cierre.
6 LED de posición cerrado.
7 Pulsador posición apertura.
8 LED de posición abierto.
9 Pulsador de rearme del interruptor automático.
10 LED interruptor automático enchufado.
11 LED interruptor automático desenchufado.

Modo de funcionamiento:
12 Pulsador selección mando local/distancia.
13 LED de elección mando local.
14 LED de selección mando a distancia.

Accesorios:

■ Conexionado:

□ Cable para bus interno ref. 50779 (20 m) o ref. 50780 (100 m).

□ Bloque de unión para bus interno ref. 50778.

■ Instalación:

□ Plastrón para armario Prisma: ref 07898.

□ Puerta pretroquelada para armario Prisma: ref. 09330.

Características		
Mecánicas		
Dimensiones		DIN 72 · 72 mm
Peso		0,15 kg
Indice de protección	Cara delantera	IP40
(EN 60529/UNE 20324)	Otras caras	IP30
Choque sobre cara delantera (UNE-EN 50102)		IK07 (2 julios)
Vibraciones (CEI 68-2-6)	Ensayo Fc	2 a 13,2 Hz - 1 mm
		13,2 a 100 Hz - 0,7 g
Entorno		
Temperatura de funcionamiento		–20 ºC a + 55 ºC
Temperatura de almacenamiento		–35 ºC a + 85 ºC
Calor húmedo (UNE 20501-2-30)		6 ciclos +25 ºC / +55 ºC / HR 95%
Niebla salina (UNE 20501-2-52)		Ensayo kb severidad 2
Compatibiliadad electromagnética		
Descargas electroestáticas (UNE-EN 6100-4-2)		Nivel 3
Susceptibilidad irradiación (UNE-EN 6100-4-3)		Nivel 3
Suscep. débil conducción de energía (UNE-EN 6100-4-4)		Nivel 4
Suscep. fuerte conducción de energía (UNE-EN 6100-4-5)		Nivel 4
Emisiones conducción e irradiación (EN 50081-1)		Clase B

Tabla K3-040: *características del módulo de mando local y de señalización CLS150.*

Interface de señalización y mando SC150

Función

El interface de señalización y mando SC150 permite:

■ Comunicar con el concentrador de datos DC150:

□ Los estados (abierto, cerrado, disparado, disparado por defecto eléctrico, disparado por defecto diferencial), los interruptores automáticos Compact y Masterpact o cualquier otro accionador de potencia.

Fig. K3-041: *interface de señalización y mando SC150.*

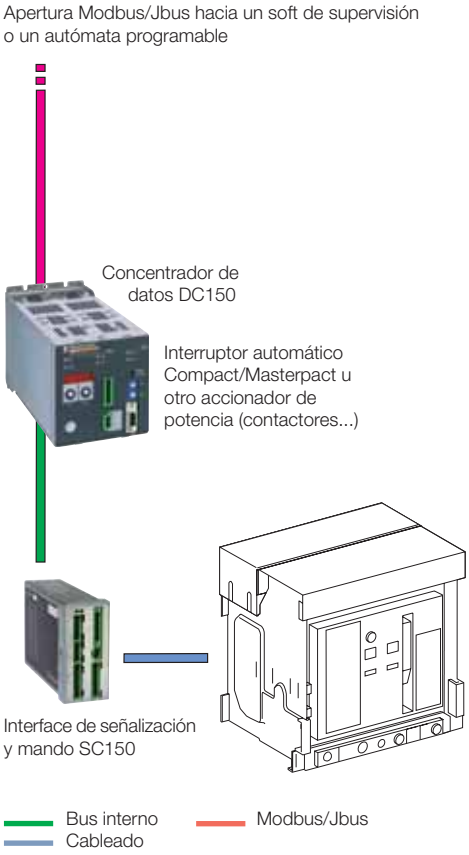


Fig. K3-042: *interface SC150 asociado a un solo aparato.*

□ El estado enchufado o desenchufado de interruptores automáticos Compact o Masterpact seccionables.
■ Recibir las órdenes transmitidas por el PC o el autómata por medio del concentrador de datos DC150 (apertura, cierre, rearme de interruptores automáticos Compact, Masterpact u otro interruptor de potencia).
■ Recogida de la información transmitida por la opción comunicación de los relés electrónicos de las gamas Compact NS y Masterpact (STR43, STR53, STR55, STR58):
□ Las regulaciones de los relés.
□ El valor rms de la corriente en las 3 fases.
□ Las sobrecargas en curso.
□ Las causas de disparo (sobrecarga, cortocircuito...).
■ Contador del número de maniobras realizadas por el aparato.
El interface SC150 está conectado:
■ Al concentrador de datos DC150.
■ A los contactos auxiliares del aparato: OF, SD, SDE, SDV, CE, CD.
■ A los mandos eléctricos para realizar las órdenes de apertura, de cierre y de rearme.
■ A la salida comunicación de los relés STR43, STR53, STR55, STR58 de las gamas Compact NS y Masterpact.
Una entrada “Todo o Nada” no asignada está disponible para otras informaciones.
El interface SC150 está asociado a un sólo aparato.

¡A considerar!: el interface SC150 se utiliza con Compact NS en los siguientes casos:

■ Volcar sobre el supervisor las informaciones suministradas por la opción comunicación de los relés STR43 y STR53.
■ Accionar los mandos eléctricos no comunicantes.
■ Contar el número de maniobras realizadas por el interruptor automático.

Nota: Cuando el interface SC150 es utilizado, el interruptor automático Compact NS estará equipado con contactos auxiliares y con un mando eléctrico estándar.

Accesorios:
■ Conexionado:
□ Cable para bus interno ref. 50779 (20 m) o ref. 50780 (100 m).
□ Bloque de conexión para bus interno ref. 50778.
■ Instalación:
□ Sobre pletina para armario Prisma ref. 07660.

Tipo de información a transmitir o función a realizar	Aparamenta asociada al interface SC150
Visualizar el estado de los aparatos Abierto, cerrado Disparado Disparado por defecto eléctrico Disparado por defecto de fuga Enchufado y desenchufado	Interruptor automático u otro accionador de potencia + contactor auxiliar estándar OF + contactor auxiliar estándar SD + contactor auxiliar estándar SDE + contactor auxiliar SDV (Compact NS) o contacto de salida de un relé diferencial + contactor auxiliar estándar CE y CD
Mandar un aparato a distancia (apertura, cierre, rearme)	Interruptor automático Compact o Masterpact con mando eléctrico estándar u otro accionador de potencia
Contar el número de maniobras	Como en el caso anterior
Conocer las causas de disparo y las regulaciones del bloque de relés (rango y temporización)	Interruptor automático Compact o Masterpact equipado de un bloque de relés electrónico STR43, 53, 55, 58 con opción comunicación (COM)
Disparar una alarma sobre defecto de cortocircuito	Como en el caso anterior
Conocer el valor de la corriente en cada fase	Como en el caso anterior
Conocer la temperatura interna del cuadro	Sonda PT100 (–20 ºC a +100 ºC)

Características			
Entradas			
Entradas “Todo o Nada” (autoalimentadas en 24 V por el módulo SC150)		1 entrada para contacto ON	
		1 entrada para contacto OFF	
		1 entrada para contacto SD (disparo)	
		1 entrada para contacto SDE (disparo sobre defecto eléctrico)	
		1 entrada para contacto CE	
		1 entrada para contacto CD	
		1 entrada para contacto SDV (defecto dif.)	
		1 entrada no asignada para utilización libre (IN)	
Características eléctricas			
Tensión (suministrada por SC150)		24 V CC	
Corriente (suministrada por SC150)		120 mA CC	
Resistencia en estado cerrado		< 30 MΩ	
Resistencia en estado abierto		> 10.000 MΩ	
Salidas de mando (1)			
		1 borne para mando cierre ON	
		2 bornes para mando apertura NO y NC	
		1 borne para mando rearme RESET	
Características eléctricas			
Tensión		100-440 V CA/24-250 V CC	
Poder de corte	CA	2.500 VA	
	CC	300 W permanente/500 W durante 2 s	
Categoría de empleo		AC15/DC13 según CEI 947-5	
Mecánicas			
Dimensiones		50 · 105 · 165	
Peso		1 kg	
Indice de protección (UNE-EN 60529)	Cara delantera	IP30	
	Otras caras	IP30	
	Conexiones	IP20	
Vibraciones (Lloyd’s 96)	Ensayo Fc	5 a 13,2 Hz - 1 mm	
		13,2 a 100 Hz - 0,7 g	
Entorno			
Temperatura de funcionamiento		–25 a +70 ºC	
Temperatura de almacenamiento		–55 a +85 ºC	
Calor húmedo (M) (UNE 20501-2-30)		6 ciclos +25 ºC / +55 ºC / HR 95%	
Calor húmedo (S) (UNE 20501-2-30)		2 días +30 ºC / HR 93%...	
Niebla salina (UNE 20501-2-52)		Ensayo kb severidad 2	
Compatibilidad electromagnética			
Descargas electroestáticas (UNE-EN 6100-4-2)			Nivel 4
Susceptibilidad irradiación (UNE-EN 6100-4-3)			Nivel 3
Suscep. débil conducción de energia (UNE-EN 6100-4-4)			Nivel 4
Suscep. fuerte conducción de energia (UNE-EN 6100-4-5)			Nivel 4
Emisiones conducción e irradiación (EN 50081-1)			Clase B

(1) Las órdenes de mando de apertura, de cierre y de rearme dadas por el interface SC150 son impulsionales. La duración del impulso es de 1 segundo por orden de cierre y de 2 segundos para las órdenes de apertura y rearme.

Tabla K3-043: *características del interface de señalización y mando SC150.*

Concentrador de datos DC150

Función

El concentrador de datos DC 150 permite:

■ Centralizar todas las informaciones procedentes de los diferentes aparatos comunicantes:

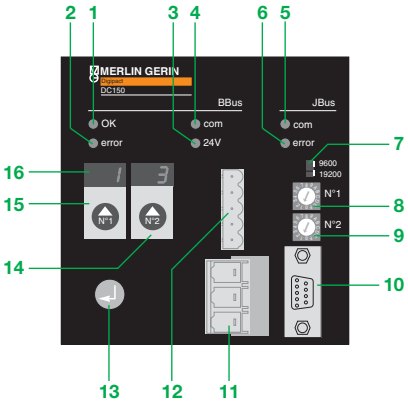
□ Central de medida PM150.

□ Contactos auxiliares y mandos eléctricos comunicantes.

Fig. K3-044: *conexionado de un concentrador de datos DC150.*

□ Interface de señalización y mando SC150.
□ Automatismo inversor de redes UA150.
■ Colocar a disposición de la gestión (PC o autómata) bajo el protocolo Modbus/ Jbus.
■ Registrar los cambios de estado y los disparos de los interruptores automáticos comunicantes para traspasar la cronología de los eventos al supervisor.
■ Suministrar la alimentación de 24 V y 15 V a la aparamenta comunicante y al bus interno.
■ Realizar el direccionamiento de todos los aparatos comunicantes.
Cada concentrador de datos DC150 estará conectado a un máximo de:
■ 1 automatismo para el inversor de redes comunicante (UA150).
■ 48 salidas/llegadas instrumentadas.

Información o función obtenida a través del DC150	
Tipo de información a transmitir o función a realizar	Material necesario para visualizar la información o realizar la función
Visualizar el estado de un aparato:	
■ Abierto, cerrado, disparado, disparado por defecto eléctrico, enchufado, desenchufado.	□ Interruptor automático Compact NS + contactos auxiliares comunicantes. □ Interruptor automático Compact Masterpact u otro accionador de potencia + interface de señalización y de mando SC150. □ Aparamenta de mando multi 9 + módulo de recepción de orden ATB 1 s.
■ Disparo por defecto de fuga.	□ Interruptor automático Compact NS + Vigi o relé diferencial + interface SC150.
Mandar y controlar un aparato a distancia (abrir, cerrar, rearmar):	■ Interruptor automático Compact NS con mando eléctrico comunicante. ■ Interruptor automático Compact, Masterpact u otro accionador de potencia + interface de señalización y de mando SC150. ■ Aparamenta de mando multi 9 + módulo de recepción de orden ATB 1 s.
Prohibir el rearme después de un disparo por defecto eléctrico:	Igual que en el caso anterior (salvo multi 9).
Elegir el modo de funcionamiento de los mandos eléctricos: local o a distancia	Igual que en el caso anterior + módulo mando local y de señalización CLS150.
Medir las corrientes fase - N:	■ Central de medida PM150. ■ Interruptor automático Compact o Masterpact equipado de un relé electrónico con opción de comunicación + interface SC150.
Medir las tensiones, la frecuencia, el factor de potencia, las potencias y las energías	Central de medida PM150.
Contar el número de maniobras	Interface de señalización y de mando SC150.
Disparar una alarma bajo defecto de cortocircuito	Igual que en el caso anterior.
Conocer las regulaciones del bloque de relés electrónico (umbrales y temporizaciones)	Igual que en el caso anterior.
Conocer el estado del inversor de redes:	
■ El estado de los interruptores automáticos “Normal” y “Reserva”. ■ El valor de las temporizaciones y la posición del conmutador de funcionamiento del UA. ■ El estado del grupo de socorro. ■ La presencia de una orden de marcha forzada (ej.: EJP). ■ El estado de los circuitos no prioritarios.	Automatismos para el inversor de redes UA150.



1 LED direccionamiento correcto.
2 LED direccionamiento erróneo.
3 LED tensión alimentación de 24 V.
4 LED comunicación bus interno.
5 LED comunicación Modbus/Jbus.
6 LED error Modbus/Jbus.
7 Regulación de la velocidad Modbus/Jbus.
8 y **9** Ruedas codificadas para el direccionamiento del Jbus.
10 SUB D9 bus Modbus/Jbus.
11 Conector de alimentación.
12 Conector Bus interno.
13 Tecla de validación.
14 y **15** Tecla para el direccionamiento de los módulos.
16 Pantalla para visualizar la dirección.

Fig. K3-045: *carátula del concentrador de datos DC150.*

Características		
Eléctricas		
Tensión de alimentación	110-240 V CA/115-125 V CC	
Tolerancia	+10% –15%	
Mecánicas		
Peso	1,5 kg	
Indice de protección	IP30	
	IP20 conectado	
Entorno		
Temperatura de funcionamiento	–25 ºC a +70 ºC	
Temperatura de almacenamiento	–55 ºC a +85 ºC	
CEM		
Compatibiliadad electromagnética		
Descargas electroestáticas (UNE-EN 6100-4-2)		Nivel 3
Susceptibilidad irradiación (UNE-EN 6100-4-3)		Nivel 3
Suscep. débil conducción de energia (UNE-EN 6100-4-4)		Nivel 4
Suscep. fuerte conducción de energia (UNE-EN 6100-4-5)		Nivel 4
Emisiones conducción e irradiación (EN 50081-1/UNE 20506)		Clase A
Comunicación		
Protocolo	Modbus/Jbus (esclavo)	
Velocidad	9.600 o 19.200 baudios	
Formato de datos	8 bits, sin paridad, 1 atop.	
Unión física	RS485 (2 hilos o 4 hilos)	
Funciones del protocolo Modbus/Jbus implantadas	■ Lectura de n bits consecutivos: función 1 o 2	
	■ Lectura de n palabras: función 3 o 4	
	■ Escritura de 1 bit: función 5	
	■ Escritura de 1 palabra: función 6	
	■ Escritura de n bits: función 15	
	■ Escritura de n palabras: función 16	

Tabla K3-046: *características del concentrador de datos DC150.*

Conexionado a un microprocesador PC
Para la conexión a un microordenador PC equipado de una salida RS232 a la red Modbus/RS485, es necesario prever un convertidor RS232/RS485.

Accesorios:
■ Conexionado:
□ Cable para bus interno ref. 50779 (20 m) o ref. 50780 (100 m).
□ Bloque de unión para bus interno ref. 50778.
□ Convertidor RS485/RS232 ref. ACE909.
■ Instalación:
□ Sobre pletina para armario Prisma ref. 07660.

3.6. Aparatos de medida eléctricos

Para aplicaciones elementales de medida de intensidad y tensión en una instalación, el sistema* Power**Logic® ***dispone de voltímetros y amperímetros numéricos para instalación empotrada en la frontal del cuadro.

Voltímetro UM
Un solo voltímetro cubre las tensiones alternas de 0 a 690 V.
A través de transformadores se puede utilizar el voltímetro para rangos de tensión de medida superiores.

Medida de una tensión simple o compuesta

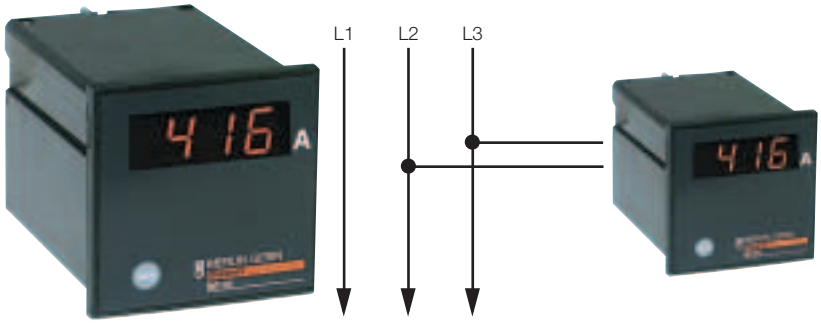


Fig. K3-047: *esquema de conexionado.*

Características		
Eléctricas		
Tipo de red		Alterna
Tipo de medida		rms hasta rango 9
Tensión medida	Sin trafo de tensión	0 a 690 V
	Con trafo de tensión	
Frecuencia		45-65 Hz
Precisión de la medida (sin captadores)		+/–1% calibre, +/–1 dígito
Número de puntos de visualización		10.000 pts-4 dígitos LED
Tiempo de reposición del módulo		1,5 s
Consumo		3 VA máximo
Impedancia de entrada	> 1 MW	
Sobrecarga	Permanente	1,2 Un
	Durante 5 s	1,4 Un
Seguridad eléctrica		Según UNE-EN 61010-1
Tensión de alimentación		48-120 V CC/115-127 V CA

Características (continuación)		
Mecánicas		
Dimensiones		(DIN) 72 · 72 mm
Peso		0,25 kg
Indice de protección	Cara frontal	IP51
(EN 60529/UNE 20324)	Otras caras	IP30 (conexionado IP20)
Choque sobre cara frontal (UNE-EN 50102)		IK07 (2 julios)
Vibraciones (CEI 68-2-6)	Ensayo Fc	2 a 13,2 Hz - 1 mm
		13,2 a 100 Hz - 0,7 g
Entorno		
Temperatura de funcionamiento		–20 ºC a +55 ºC
Temperatura de almacenamiento		–35 ºC a +85 ºC
Calor húmedo (UNE 20501-2-30)		6 ciclos +25 ºC/+55 ºC/HR 95%
Niebla salina (UNE 20501-2-52)		Ensayo kb severidad 2
Compatibilidad electromagnética		
Ondas oscilatorias amortiguadas (CEI 255-22-1)		Clase 3
Descargas electroestáticas (UNE-EN 6100-4-2)		Nivel 4
Susceptibilidad irradiación (UNE-EN 6100-4-3)		Nivel 3
Suscep. débil conducción de energía (UNE-EN 6100-4-4)		Nivel 4
Suscep. fuerte conducción de energía (UNE-EN 6100-4-5)		Nivel 4
Emisiones conducción e irradiación (EN 50081-1/UNE 20506)		Clase A

Tabla K3-048: *características del voltímetro UM100.*

Accesorios:

■ Conexionado:

El voltímetro UM100 puede ir asociado al conmutador de voltímetro multi 9 CMV de 7 posiciones (ref. 15125) o Telemecanique K1F-027M que permiten el control de tensiones de una red trifásica, entre fases y entre fases y neutro.

■ Instalación:

□ Plastrón para armario Prisma: ref. 07898.

□ Puerta pretroquelada para armario Prisma: ref. 09330.

Amperímetro IM

Un solo amperímetro cubre todos los calibres con un TI de 5 a 8.000 A.
Medida de la intensidad de una fase.

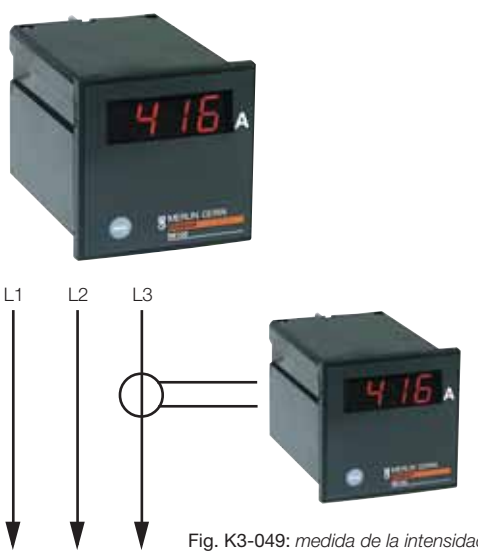


Fig. K3-049: *medida de la intensidad de una fase.*

Características			
Eléctricas			
Tipo de red			Alterna
Tipo de medida			rms hasta rango 9
Calibre de los TC asociados			de 5 a 8.000 A (1)
Frecuencia			45 - 65 Hz
Precisión de la medida (sin captadores)			+/–1% calibre, +/–1 dígito
Número de puntos de visualización			10.000 pts. - 4 dígitos LED
Tiempo de reposición del módulo			1,5 s
Consumo	Con alimentación		3 VA máximo
	Con TI		0,5 VA a In
Sobrecarga	Permanente		1,2 In
	Durante 5 s		2 In
Seguridad eléctrica			Según UNE-EN 61010-1
Tensión de alimentación			48-120 V CC/115-127 V CA
			220-240 V CA
			380-415 V CA
Mecánicas			
Dimensiones			(DIN) 72 · 72 mm
Peso			0,25 kg
Indice de protección		Cara frontal	IP51
(EN 60529/UNE 20324)		Otras caras	IP30 (conexionado IP20)
Choque sobre cara frontal (UNE-EN 50102)			Ik 07 (2 julios)
Vibraciones (CEI 68-2-6)		Ensayo Fc	2 a 13,2 Hz - 1 mm
			13,2 a 100 Hz - 0,7 g
Entorno			
Temperatura de funcionamiento			–20 ºC a +55 ºC
Temperatura de almacenamiento			–35 ºC a +85 ºC
Calor húmedo (UNE 20501-2-30)			6 ciclos +25 ºC/+55 ºC/ HR 95%
Niebla salina (UNE 20501-2-52)			Ensayo kb severidad 2
Compatibilidad electromagnética			
Ondas oscilatorias amortiguadas (CEI 255-22-1)			Clase 3
Descargas electroestáticas (UNE-EN 6100-4-2)			Nivel 4
Susceptibilidad irradiación (UNE-EN 6100-4-3)			Nivel 3
Suscep. débil conducción de energía (UNE-EN 6100-4-4)			Nivel 4
Suscep. fuerte conducción de energía (UNE-EN 6100-4-5)			Nivel 4
Emisiones conducción e irradiación (EN 50081-1/UNE 20506)			Clase A

(1) TI asociados: salida secundario 5 A.
Calibres primarios disponibles: 15-20-25-30-35-40-45-50-60-70-75-80-90-100-110-125-150-175-200-225-250-300-350-400-450-500-600-700-750-800-900-1.000-1.200-1.250-1.500-1.600-2.000-2.500-3.000-3.200-4.000-5.000-6.000-6.300.
Clase de precisión aconsejada: 1 (según CEI 44-1).

Tabla K3-050: *características amperímetro IM100.*

Puesta en funcionamiento y regulación

Una sola regulación a realizar: la relación de transformación de corriente del TI.
La regulación de la posición de la coma se hace automáticamente a partir del calibre del TI parametrizado en el amperímetro.

Accesorios:

■ Conexionado:
El amperímetro IM100 puede estar asociado a un conmutador de amperímetro multi 9 CMA de 4 posiciones (ref. 15126) o Telemecanique K1F-003M que permite el control de las corrientes de un circuito trifásico.
■ Instalación:
□ Plastrón para armario Prisma: ref. 07898.
□ Puerta pretroquelada para armario Prisma: ref. 09330.

3.7. Terminología del sistema **Power**Logic®

Intentaremos definir términos relacionados con los parámetros, para una mejor comprensión de los mismos y comprender la posibilidad de utilizar la herramienta del sistema **Power**Logic®.

Problemática

Algunos usuarios del sistema **Power**Logic® (no familiarizados con la terminología o indecisos frente a las aplicaciones de una magnitud) han realizado preguntas a cerca de ciertas magnitudes de calidad de potencia.
En este apartado describiremos un caso, relacionado con el factor de potencia, e intentaremos clarificar términos que generalmente suscitan interrogaciones.
Recibimos la llamada de un cliente que estaba preocupado por la diferente medida del factor de potencia de dos motores que movían dos ventiladores idénticos. Uno era un motor de inducción de dos velocidades, el otro era un motor de inducción controlado por un variador de velocidad.
Los Circuit Monitor conectados a cada carga medían la misma potencia activa (kW), pero factores de potencia muy diferentes.

Términos y conceptos clave

El factor de potencia

El factor de potencia presenta el grado de desfase entre la tensión y la intensidad, aplicadas a una carga.
El cálculo del factor de potencia desde esta perspectiva se realiza tomando el coseno del ángulo (φ) en la que la intensidad se retrasa con respecto la tensión.
Las formas de onda de tensión e intensidad son las típicas (Fig. K3-051) de un motor de inducción.

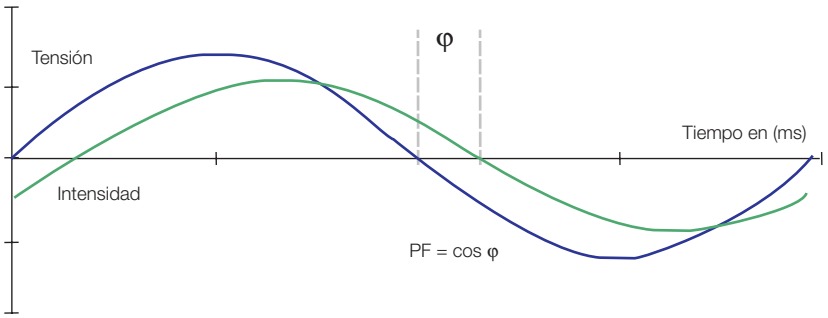


Fig. K3-051: *φ representa el ángulo en que la intensidad se retrasa de la tensión.*

En contraste a la forma de onda sinusoidal de la Fig. K3-051, la Fig. K3-052 muestra las distorsiones típicas introducidas por un variador de frecuencia variable, modulado por ancho de pulso (PWM).

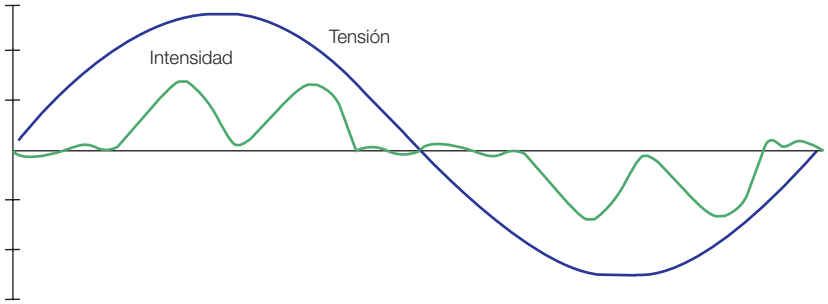


Fig. K3-052: *tensión e intensidad en un variador modulado por ancho de pulso (PWM).*

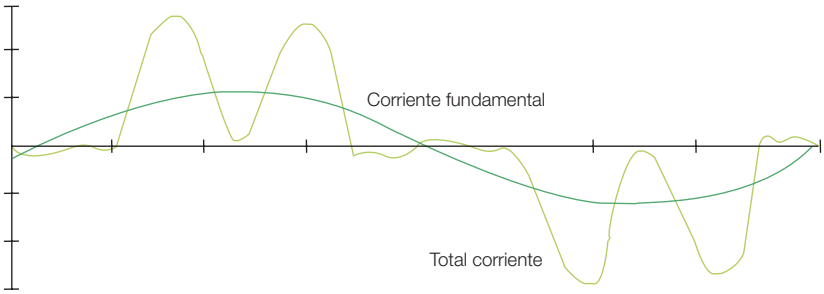


Fig. K3-053: *intensidad de un variador (PWM) incluyendo armónicos (total) y sin ellos (fundamental).*

La Fig. K3-053 muestra la componente fundamental de la intensidad del variador, en comparación con la intensidad total, o sea la intensidad que entra al variador, suministrada por la red, podemos considerarla corriente fundamental y la que el variador suministra al motor con muchos más pulsos la podemos considerar como corriente total.
Comparando el desfase en las Figs. K3-052 y 053, podemos observar que:
■ En la Fig. K3-052 la tensión y la corriente total están prácticamente en fase, por tanto cos $\varphi \backsimeq 1$.
■ En la Fig. K3-053 la intensidad fundamental y la total no muestran ningún corrimiento.
Si leemos el factor de potencia en la carátula del Circuit Monitor, tendremos un valor del 80%.

¿Significa esto que el Circuit Monitor calcula erróneamente el factor de potencia?
La verdad es que, efectivamente, los variadores PWM tienen un factor de potencia de entrada elevado (desplazamiento del factor de potencia de entrada).
La relación general de factor de potencia es la relacción entre la potencia activa y la potencia aparente.

$$PF = \cos\ \varphi = \frac{P\,(kW)}{S\,(kVA)}$$

Esta fórmula es equivalente al cos φ solamente en el caso de condiciones de ondas puramente sinusoidales (sin presencia de armónicos).
Cuando el factor de potencia se calcula con la potencia activa y aparente total (que incluye armónicos), el resultado es el factor de potencia total (PF), que es el que aparece en la carátula del Circuit Monitor. Cuando se consideran sólo las componentes fundamentales, el resultado es el desplazamiento del factor de potencia (dPF).
Al igual que las corrientes inductivas, que producen un factor de potencia con retraso, los armónicos también reducen la capacidad del circuito. Esto se debe al incremento del valor efectivo de la intensidad cuando aparecen armónicos.
Otra razón es el incremento de los esfuerzos térmicos, por efecto resistivo e inductivo pelicular, que los armónicos imponen en los devanados de los transformadores y conductores.
Actualmente existen condensadores que reducen el factor de potencia total cuando tenemos armónicos.

Terminología referente a la forma de onda

El System Manager Software puede adquirir una onda de cuatro ciclos en cualquier Circuit Monitor 2250 o superior. Si hacemos doble clic en el título de cualquier forma de onda, obtendremos una tabla de datos como la mostrada en la Fig. K3-054.

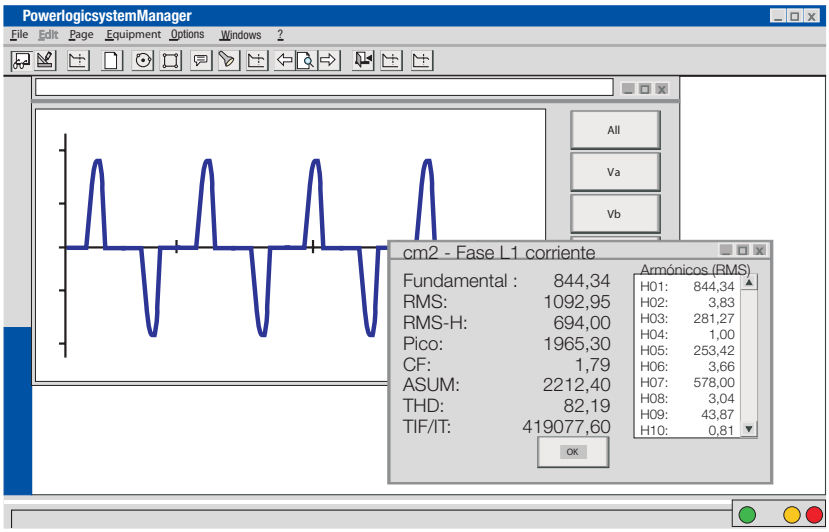


Fig. K3-054: *pantalla capturada del System Manager Software, que muestra la intensidad típica de cargas electrónicas monofásicas (si realizamos un doble clic en el título Fase L1 corriente veremos la tabla de datos).*

Los valores listados en esta tabla proporcionan información valiosa acerca de la forma de onda asociada. Los términos de la tabla se definen en los siguientes párrafos:

Valor fundamental de tensión o intensidad. Corresponde a la parte de señal a la frecuencia de suministro.
Generalmente la frecuencia de 50 Hz pero podría ser de 60 Hz en los EE.UU., o 400 Hz en aviación.

RMS. Es el valor efectivo, o el valor equivalente en corriente continua, de la tensión o la intensidad. Los Circuit Monitor son dispositivos que realmente miden valores rms.
Existen medidores de mano que dan valores máximos o medidas con los que calculan los valores rms. Pero son muy poco precisos cuando miden una señal altamente distorsionada. Un medidor de máximos, por ejemplo, presentará un error del 200% al medir una intensidad semejante a la de la Fig. K3-054.

RMS-H. Es el valor efectivo de la parte armónica de la tensión o la intensidad. Esta magnitud proporciona información acerca del nivel actual de armónicos de tensión o intensidad.

Valor de pico de tensión o intensidad. Es el valor máximo o mínimo de la onda. Es posible que los equipos resulten dañados si el valor de pico es excesivo aunque el valor rms esté dentro de los límites permitidos.

CF (factor cresta) de tensión o intensidad. Es la relación entre los valores de pico y rms.

El factor de cresta es de 1,414 (√2) para una onda sinusoidal pura. La intensidad que alimenta a un ordenador puede tener un factor de cresta superior a tres (como el ilustrado en la Fig. K3-054), mientras que algunos variadores tienen factores inferiores a 1,4. Algunos fabricantes tasan sus productos con un factor de cresta máximo.

ASUM. Es la suma aritmética de las magnitudes de la componente fundamental y los armónicos (a diferencia de la suma vectorial).

THD (total armónicos distorsión). Definida tanto para tensión como para intensidad, es la relación entre la parte armónica y la fundamental:

$$THD = \frac{X_{rms-H}}{X_n}$$

donde X quiere indicar la tensión o la intensidad de empleo.

$$THD = \frac{U_{rms-H}}{U_e} \quad o \quad THD = \frac{I_{rms-H}}{I_e}$$

La primera ecuación es el valor mostrado en la carátula del Circuit Monitor.
Otra variedad de distorsión total de armónicos (THD), utilizada en algunos países del norte de Europa, relaciona la parte armónica con la totalidad de componentes (no solo la fundamental):

$$THD = \frac{X_{rms-H}}{X_{rms}}$$

Este valor puede registrarse en las tablas de la memoria interna del Circuit Monitor, visualizarse en la carátula mediante el diagnóstico de lectura de registros, u obtenerse mediante el programa System Manager.
La distorsión total de armónicos indica el grado de distorsión de la señal de tensión o intensidad. Por ejemplo, el THD de intensidad del variador PWM de la Fig. K3-052, es de 57%. La recomendación estándar del IEE (Instituto de Técnicos Eléctricos y Electrónicos de los EE.UU.) limita a un 5% de tensión total de armónicos de tensión para cualquier instalación. Los límites de distorsión de intensidad dependen de la intensidad demandada (generalmente la media de intensidad de la factura eléctrica se calcula a base a los 12 meses previos). Así pues, dependiendo de la carga, los límites de distorsión varían de un 5% a un 20%. La distorsión se mide en la unión eléctrica entre la compañía y el cliente, denominado punto común de acoplamiento.

TIF/IT. Es el factor de influencia telefónica y el producto IT (que equivale al TIF con los tiempos de intensidad y los valores rms de intensidad). Ambos términos se utilizan para dar idea de las interferencias entre los circuitos de distribución de potencia y los circuitos de comunicación audio. El valor para las formas de onda de tensión es el TIF: una variación del THD que valora cada armónico de acuerdo con su defecto audible para el oído humano.
Para las formas de onda de intensidad el valor dado es el producto IT.
La ventana de armónicos (RMS) lista el valor rms de cada armónico desde la componente fundamental hasta la componente 31.ª. Las tensiones e intensidades distorsionadas pueden representarse por una serie de señales sinusoidales cuyas frecuencias son múltiplos de la frecuencia fundamental (50 Hz). Por ejemplo, el quinto armónico representa la componente a 250 Hz (cinco veces 50 Hz). Estos valores se suman vectorialmente (raíz cuadrada de la suma de los cuadrados) para calcular RMS-H y RMS.

Terminología de potencia

Los Circuit Monitor determinan la potencia armónica y esto puede ser útil para evaluar el flujo de armónicos de la fuente a la instalación. Un valor negativo indica un flujo de armónicos desde la carga, mientras que un valor positivo indica un flujo hacia la carga.

Un flujo de armónicos desde la carga implica que ésta es una fuente de armónicos (podría ser un variador de frecuencia variable o una planta de carga de baterías).

Si la potencia armónica fluye hacia la carga significa que ésta es un pozo de armónicos (los condensadores y los motores son ejemplos que representan bajas impedancias a frecuencias armónicas).

El factor K relaciona el efecto de calentamiento de una intensidad distorsionada con una intensidad sinusoidal de idéntico valor rms. El término fue empleado por primera vez para definir la capacidad de un transformador para alimentar cargas no lineales sin exceder sus límites de temperatura.

Las relaciones de factor K para transformadores de tipo seco estándar son: 4, 9, 13, 20, 40 y 50. El aumento de los factores K indican el aumento de la capacidad para armónicos de intensidad.

El uso de transformadores de factor K se ha popularizado debido al crecimiento del número de cargas electrónicas.

Mientras que el factor K de una carga dada puede medirse fácilmente; determinar el transformador de factor K necesario no es tan simple. Este valor depende de las cargas, ya que los armónicos de múltiples fuentes no son 100% aditivos (la diversidad y atenuación reducen el contenido de armónicos de múltiples cargas en una misma instalación). Por tanto, el transformador debe alimentar todas las cargas para medir con precisión la relación de factor K necesaria.

Comparado con un transformador de relación disminuida, una relación adecuada del factor K del transformador, reduce la generación de armónicos. De hecho, un transformador con un 3-5% de impedancia, autolimitará su factor K a plena potencia entre 4 y 6.

Otros conceptos

La intensidad aparente es un valor único, que está relacionado con el valor de pico, que es mostrado por el Circuit Monitor.

La intensidad aparente se define como:

$$I_{ap} = \frac{I_{pico}}{\sqrt{2}}$$

Esta magnitud refleja el valor que debería mostrar un amperímetro que mide valores máximos o un interruptor automático con relés electrónicos.

Las unidades que miden valores de pico pueden operar prematuramente cuando alimentan cargas no lineales. Comparando el valor de intensidad rms con el aparente podemos apreciar el error que cometen estos dispositivos de protección.

Desde la introducción de los Circuit Monitor, el factor armónico se ha convertido en un sinónimo del THD. Algunas definiciones expresan el factor armónico en forma de porcentaje, como el THD, mientras que otras lo hacen en tanto por uno.

El Circuit Monitor define el factor armónico como factor de potencia total dividido entre el desplazamiento del factor de potencia:

$$HF = \frac{PF}{dPF}$$

Si no hay presencia de armónicos, este valor será 1. Si la tensión y la intensidad se hacen más distorsionadas, el factor armónico disminuirá.

El desequilibrio de tensión no está relacionado con los armónicos como lo están los conceptos anteriores, pero se manifiesta de una forma similar.

Como los armónicos, el desequilibrio de tensión produce calentamiento en los motores.
Los Circuit Monitor calculan el desequilibrio de cada fase usando la siguiente formula:

$$V_{UMB} = \frac{V\Phi - V_{MEDIO}}{V_{MEDIO}}$$

El desequilibrio total se presenta como el máximo de los desequilibrios de fase. Por ejemplo, las tensiones compuestas de un motor de inducción son (datos de una red de 480 V): $V_{L1\text{-}L2}$ = 459 V, $V_{L2\text{-}L3}$ = 466 V y $V_{L3\text{-}L1}$ = 462 V. La tensión media es 462 V y por tanto los desequilibrios de fase son: –0,7%, +0,9% y 0%; y el desequilibrio total es 0,9%.
Cuando las tensiones están desequilibradas, una elevada intensidad negativa fluye en los devanados del estator del motor.
El flujo resultante gira en sentido contrario al rotor, induciendo una tensión que produce una intensidad de 120 Hz.
El efecto resistivo pelicular aumenta la resistencia del rotor generando un calor excesivo.
Un desequilibrio de un 3% puede provocar un calentamiento del 25%, acortando la vida del motor.
El desequilibrio de intensidades (que se calcula de la misma forma que el desequilibrio de tensiones) produce desequilibrio de tensión y puede indicar la necesidad de equilibrar las cargas monofásicas, o un problema con una carga trifásica.

Conclusión

Como en el caso de factor de potencia bajo condiciones no sinusoidales, debemos conocer la terminología correcta cuando discutamos la calidad de potencia con la compañía.
La solución para los factores de potencia bajos por variadores de frecuencia variable PWM es diferente a la de un desplazamiento del factor de potencia bajo por un motor de inducción.
En este apartado hemos expuesto algunos de los conceptos más comúnmente utilizados en calidad de potencia.
En los próximos apartados trataremos temas relacionados con la calidad de la energía tales como: corrección del factor de potencia, investigación de armónicos, gestión de energía, etc.

Se ha introducido este apartado como recordatorio para algunos y como introducción para los que hace años han dejado de asistir a la universidad.
Son temas novedosos y no hay una perfecta concepción de los mismos, de forma generalizada, por este motivo se ha creído conveniente recordar el período escolar para algunos y la total introducción para otros.

3.8. Aplicaciones del sistema **Power**Logic®

Control de distorsión armónica, en tensión e intensidad, en las plantas industriales con variadores de velocidad y en los edificios terciarios con cargas electrónicas

Las cargas no electrónicas producen corrientes no distorsionadas cuando son alimentadas por fuentes sin distorsiones.
Las cargas electrónicas, como variadores de velocidad, producen distorsiones de intensidad cuando son alimentadas por una fuente sin distorsión.

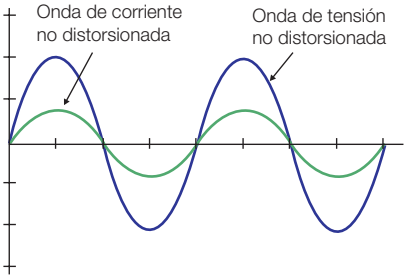


Fig. K3-055: *las cargas lineales no producen distorsión cuando son alimentadas por fuentes sin distorsión.*

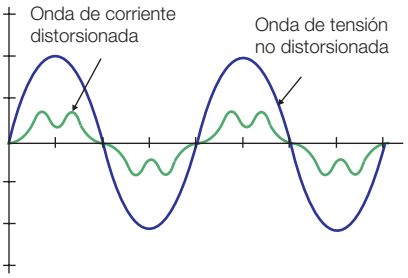


Fig. K3-056: *las cargas no lineales producen corrientes distorsionadas cuando son alimentadas por fuentes sin distorsión.*

La distorsión de la tensión tiene lugar cuando la intensidad distorsionada pasa por la impedancia de la fuente. La distorsión de la tensión será mayor cuanto mayor sea esta impedancia. Este nivel de distorsión si llega al entorno del 10% ya puede causar problemas de funcionamiento y sobrecalentamiento, así como reducir la vida útil del equipo alimentado por el transformador.
En la Fig. K3-057 se indica el nivel de distorsión de un equipo en función de la impedancia (potencia) de los sistemas.

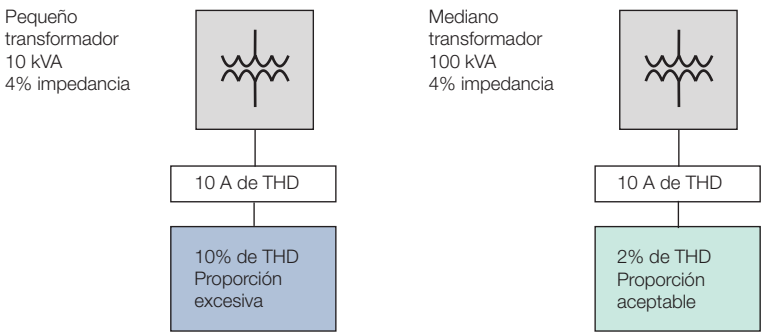


Fig. K3-057: *cargas no lineales idénticas pueden producir niveles de distorsión diferentes, dependiendo de la impedancia de la fuente.*

¿Pero qué nivel de distorsión había antes de la instalación del equipo distorsionador?
¿Cuál es el nivel actual?
¿Es excesivo este nivel?
El THD de tensión e intensidad puede preverse mediante una modelización computerizada de la impedancia de la fuente y del variador de velocidad.

Niveles típicos de armónicos

Los variadores de velocidad (en el rango de 5 a 100 HP) son generalmente variadores modulados por ancho de pulso (PWM). Estas cargas trifásicas pueden tener niveles de distorsión superiores al 100% como se muestra en la

Fig. K3-058. Los variadores de corriente continua de esta categoría producen menos armónicos de intensidad; generalmente del orden del 30%.
Las fuentes de alimentación que alimentan ordenadores, fax y otros equipos electrónicos, son dispositivos monofásicos que inyectan intensidades con un 80% THD.

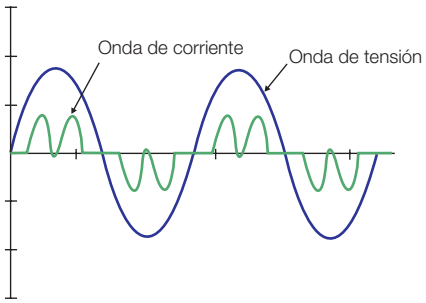


Fig. K3-058: *variadores de velocidad modulados por ancho de pulso, producen una forma de onda de corriente con un doble diente característico, que es rico en armónicos.*

Solución
Método empírico de determinación de la distorsión por armónicos de tensión.
Los niveles de distorsión de tensión no se pueden determinar únicamente a partir de la distorsión de intensidad de la carga. Pero existen indicaciones que, con una pequeña información acerca del sistema eléctrico al que serán aplicadas las cargas armónicas, nos pueden ayudar a determinar si la distorsión de la tensión será excesiva.
Precaución: si los condensadores de corrección del factor de potencia están en servicio, las siguientes indicaciones no podrán aplicarse:

■ Situaciones en industrias.
Muchas plantas industriales utilizan variadores trifásicos se seis pulsos de corriente alterna o continua. Estos variadores producen armónicos de corriente de quinto y séptimo orden. Si los variadores trifásicos de corriente continua representan menos de un 30% de la capacidad del transformador aproximadamente, y no existen otras cargas electrónicas significativas o rectificadores de factor de potencia, la distorsión de tensión será probablemente inferior a un 5%. Para variadores de modulación de ancho de pulso en alterna, para un valor de aproximadamente el 20% de la capacidad del transformador, puede suceder que no exceda al 5% de distorsión.
Se pueden obtener valores equivalentes, utilizando la potencia activa del variador (kW) o la aparente (kVA).
Normalmente si la potencia de los variadores de CA no exceden en un 20% o los variadores de CC un 30% de la potencia del transformador de MT/BT, la distorsión no es considerada. Por ejemplo veinte variadores de 50 Hp (1.000 kVA) alimentados con un transformador de 2.000 kVA excede del 30% indicado. Estos 20 variadores no deben ser instalados sin un estudio armónico o una simulación.

■ En instalaciones terciarias.
Las cargas suelen ser monofásicas, ordenadores, balastos (reactancias), variadores de nivel de iluminación..., que generalmente está alimentados a 230 V.
El problema es el mismo, los niveles de distorsión mantienen el mismo criterio que en la industria.

Conclusión
Los niveles de relación de potencia generadora de armónicos con la potencia del transformador son para redes no compensadas. En el caso de las redes compensadas el tema se complica con la posibilidad de que los armónicos entren en resonancia con la capacitancia, por tanto los umbrales especificados no sirven.

Tanto el caso de que la potencia generadora de armónicos sobrepase los umbrales especificados como si existen en la instalación condensadores para la compensación del factor de potencia, deberemos instalar un controlador de distorsión de onda con criterios de corrección como el Circuit Monitor del sistema **Power**Logic®.

Las conexiones, detección de su erosión y control de los efectos

El aflojamiento de las conexiones produce fluctuaciones de tensión que generan problemas de calidad de la energía y daños en los equipos.

Problema

Un edificio de oficinas, de un extenso complejo industrial, empezó a experimentar inesperados problemas con los ordenadores, que se apagaban y encendían continuamente. Además, algún fluorescente estaba centelleando. El problema se repitió durante una hora hasta que un empleado avisó al técnico de mantenimiento. Éste volvió a su oficina para inspeccionar la potencia de la planta, pues sospechaba que los problemas eran consecuencia de la calidad de la potencia suministrada.

Esta empresa había instalado recientemente un sistema **Power**Logic®, capaz de captar formas de onda de tensión y corriente. El sistema incluía Circuit Monitor en lugares clave del complejo; incluía un CM2350 en la acometida de servicios del edificio que era la que estaba sufriendo desconexiones intermitentes. Dándose cuenta que el software de su estación de trabajo mostraba una alarma del Circuit Monitor del edificio de oficinas, rastreó la memoria del dispositivo.

El técnico halló que el CM había capturado múltiples fluctuaciones de tensión entre la fase L1 y el neutro. La tensión de esta fase caía por debajo del 88% intermitentemente a lo largo de la hora anterior.

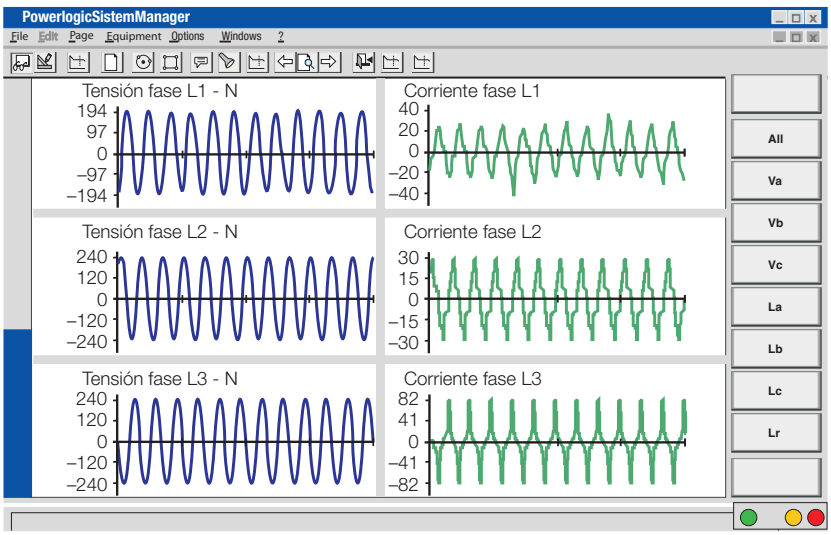


Fig. K3-059: *las fluctuaciones de tensión provocan el mal funcionamiento de los equipos y el parpadeo de la iluminación.*

El edificio de oficinas estaba alimentado por una línea de MT que pertenecía y era mantenida por la compañía local. Esta acometida alimentaba al edificio de oficinas y otros comercios y pequeñas industrias situadas cerca de la planta.

Fig. K3-060: *alimentación de MT del edificio de oficinas.*

Sospechando que los fallos de tensión provenían de la compañía, el técnico se puso en contacto con ella.
Posteriormente, un empleado del edificio de oficinas comunicó que había visto un chispazo en lo alto de un poste de la compañía en el exterior del edificio.

Fig. K3-061: *poste de seccionamiento de la red de MT.*

El aflojamiento del embornado de un conductor producía un chisporroteo que había erosionado el borne y alterado la resistencia de contacto, produciendo una caída de tensión más o menos fluctuante en función de las características del momento.

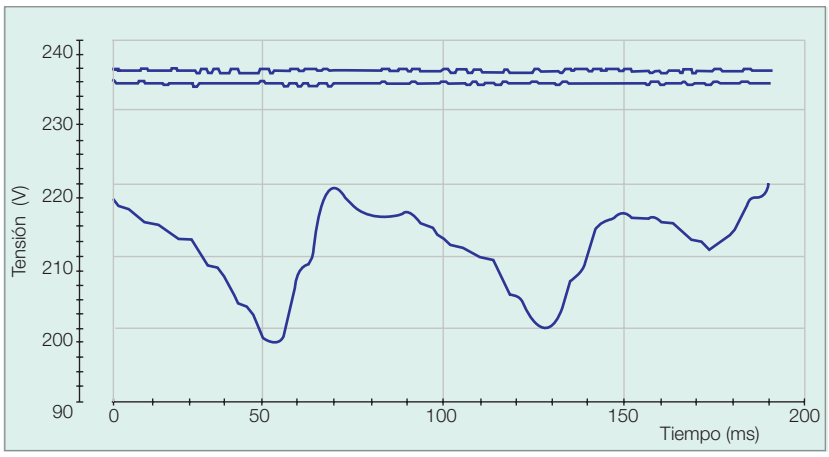


Fig. K3-062: *la forma de la onda captada muestra fluctuaciones de tensión entre la fase L1 y el neutro, en valor efectivo, debidas al interruptor defectuoso de la compañía eléctrica.*

Términos y conceptos clave:

■ Fluctuación de tensión.

Las fluctuaciones de tensión están definidas como variaciones sistemáticas o aleatorias de la tensión. Estas fluctuaciones, ciclo a ciclo, pueden ser provocadas por múltiples causas. Los hornos por arco es una de las más frecuentes y puede afectar a otros clientes que se alimentan de la misma línea de servicio.

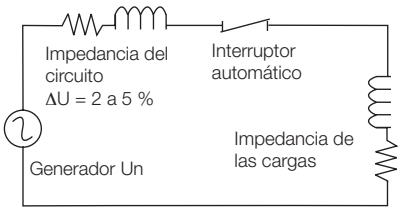


Fig. K3-063: *esquema de funcionamiento normal. El circuito muestra como la mayor caída de tensión se produce correctamente por las cargas.*

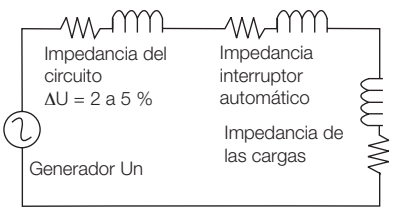


Fig. K3-064: *esquema de funcionamiento defectuoso. La impedancia de la avería tiene un consumo del orden de los 70 kVA, que provoca una importante caída de tensión.*

Las conexiones flojas, el arranque de motores o cargas intermitentes, y el hecho de soldar, son causas frecuentes de fluctuaciones en industrias y empresas de servicios. Las conexiones sueltas generan puntos de alta impedancia que provocan caídas de tensión intermitentes. Las fluctuaciones afectan al equipo aguas abajo de la conexión suelta.

En una instalación, las conexiones flojas puedan hallarse en cualquier punto de una línea.

■ Parpadeo de luces.

Los fallos de interrupción sistema de potencia y el equipo son sólo parte del problema. Magnitudes de fluctuación tan bajas como el 0,5% pueden causar parpadeo perceptible en algunas fuentes de iluminación. Este fenómeno resulta extremadamente irritante para algunos trabajadores y disminuye su productividad, dependiendo de la susceptibilidad al parpadeo.

Los estudios muestran que esta sensibilidad depende de la cantidad de luz, de la frecuencia de parpadeo y el tipo de actividad del empleado.

El problema se complica por el hecho de que los sistemas de iluminación tienen diferentes respuestas, según las características del cambio de tensión.

Solución

Para el complejo industrial de este caso histórico, la solución fue llamar a la compañía. Esta envió un equipo de línea para investigar el hecho. En el momento que el equipo llegó, el metal fundido que se producía en el interruptor había encendido una hierbas secas que había en la base del poste. El interruptor se había deteriorado hasta el punto de que no podía maniobrarse, fue sustituido sin necesidad de desasistir el suministro (suministro en bucle).

El problema de la industria fue identificado rápida y efectivamente mediante análisis de la energía y el sistema de control, antes de causar problemas más serios que incrementan excesivamente los costes de producción.

Una manufacturera fue menos afortunada pues se incendió y tuvo que cerrar a causa de una conexión defectuosa en el interior de las instalaciones. El motivo fue, como descubrió más tarde el instalador consultado, la deformación de una pieza del embarrado a la que se sujetaban los cables.

La instalación había sido efectuada correctamente pero no se había realizado ningún análisis de la energía y por la simple inspección ocular no se apreciaba el inicio del problema y como que las desgracias siempre se producen cuando no hay quien las pueda detectar a tiempo, una noche se incendió provocando el cierre de la planta por una semana con “elevados costes de producción”.

Otra planta sin un analizador energético del sistema **Power**Logic® pasó semanas intentando determinar las causas de los problemas de operación con una nueva máquina eléctrica de encolar; finalmente, se vio que se debía a las conexiones defectuosas de los cables sujetos al embarrado del cuadro.
Las fluctuaciones de tensión causaban problemas en el equipo, pero las pérdidas adicionales en calor en el cuadro no se apreciaban, ya que sucedía en invierno.

Prevención de los problemas derivados del aflojamiento de las conexiones

Las conexiones flojas en una instalación no tienen por qué causar interrupciones de suministro, ya que pueden ser detectadas mediante el análisis y el control del sistema **Power**Logic®. Los monitores colocados en lugares estratégicos pueden capturar formas de onda y activar alarmas cuando las conexiones flojas provocan fluctuaciones.
Algunas industrias se basan solamente en inspecciones termográficas de las acometidas para identificar las conexiones flojas. Estas inspecciones suelen denominarse detecciones infrarrojas, ya que los principios de detección registran variaciones de luz infrarroja. Las conexiones flojas se muestran como zonas de rojo intenso en las impresiones termográficas. Algunos dispositivos muestran la temperatura de los componentes de metal.
Aunque son muy recomendables las inspecciones por infrarrojos, su utilidad para prevenir problemas de conexiones sueltas es muy limitada. Algunas compañías completan sus inspecciones con comprobaciones anuales o bienales. El problema puede durar meses, interrumpiendo intermitentemente los equipos de producción sensibles y disminuyendo la efectividad de los empleados, hasta que la inspección periódica lo descubra.
Además, ésta se basa en un efecto secundario de las conexiones flojas: el calentamiento excesivo.
El calentamiento es provocado por la caída de tensión en las conexiones de alta impedancia del circuito.

Conclusión

El análisis a tiempo real de la energía nos permite alertar de posibles problemas que puedan dañar nuestra producción o generar pérdidas de explotación.
La previsión y detección a tiempo nos reducen los costes de explotación.

Corrección del factor de potencia: ventajas e inconvenientes

Se expone la colaboración de un analizador de red en la corrección de los factores de potencia desfavorables, para reducir los problemas que se derivan.

Problema

Reducir la factura mensual de la compañía eléctrica es un desafío continuo. Para muchas plantas industriales reducir costes eléctricos significa limitar el pico de demanda o instalar sistemas de ahorro de energía. Pero hay una parte de la factura que puede ser reducida sin alterar la utilización de la energía. El factor de potencia representa una parte muy significativa de la factura para muchas empresas, y es todavía, uno de los costes más frecuentemente tolerables.
En el capítulo E del Volumen 1 hemos desarrollado el tema.
El sistema **Power**Logic® nos permite analizar el factor de potencia los armónicos y el desplazamiento. Por tanto nos facilita el estudio de la compensación del factor de potencia de forma concentrada o semiconcentrada. O sea al actuar el sistema **Power**Logic® como un analizador a tiempo real y acumulador histórico de datos de la red, nos permite tomar las decisiones más adecuadas.

Advertencia sobre armónicos

Las baterías de condensadores no generan armónicos, pero su conexión puede cambiar la facilidad de la instalación para transmitir intensidades con armónicos. Si los cambios son suficientemente severos, la instalación puede entrar en resonancia y la aparamenta de control y protección puede resultar dañada. Para evitar la resonancia se instalan filtros en vez de condensadores, que además corrigen el factor de potencia y eliminan los armónicos de intensidad de la instalación.
Además de los problemas de resonancia, las cargas que introducen armónicos pueden hacerle creer que su instalación requiere condensadores cuando no es así. Estas cargas reducen el factor de potencia real, que incluye todas las frecuencias de la instalación.
Además pueden contribuir o no al desplazamiento del factor de potencia desfavorable; que es el retraso temporal entre la tensión y la corriente principal (50 Hz). Las baterías de condensadores corrigen únicamente el desplazamiento. Afortunadamente los Circuit Monitor del sistema **Power**Logic® miden tanto el factor de potencia real como el desplazamiento del mismo.

¿Cómo podemos determinar si los armónicos serán un problema?

En cualquier instalación de condensadores en la que los kVAr representen un 20% de los kVA del transformador de alimentación, debe llevarse a cabo una valoración de armónicos. Esto implica medir la cantidad de armónicos de intensidad en el lugar propuesto para la instalación de condensadores, y calcular el potencial de resonancia. No obstante en todas las líneas de alimentación de circuitos con aparatos de medición, microprocesadores y ordenadores es conveniente mantener una muy buena calidad de onda energética para evitar desviaciones de lecturas o posibles fallos en los programas.

Conclusión

Los factores de potencia bajos reducen la capacidad de las instalaciones e incrementan los costes de explotación. Las baterías de condensadores proporcionan los beneficios deseados en la facturación de la compañía suministradora del fluido, pero su instalación debe ser consecuencia de un estudio a tiempo real de la instalación en función de la explotación, para corregir la problemática de los armónicos.

Las subtensiones momentáneas “sags”, análisis y solución de los huecos de tensión e interrupciones

Se exponen posibles soluciones a las fluctuaciones de tensión provocadas por los “sags” y los pequeños cortes de tensión.

Una planta de extrusión en Asturias estaba siendo afectada por inesperadas fluctuaciones de tensión, que denominamos “sags” e interrupciones.
Las luces parpadeaban y los variadores de velocidad fallaban, el poliéster fundido empezó a engancharse en las cintas y los rodillos.
Cuatro horas más tarde el personal de la industria logró normalizar la línea a su ritmo de producción.
Durante los 6 primeros meses de 1994, la planta sufrió 35 bajones de producción provocados por “sags” y microcortes.
La planta consultó a la compañía suministradora de energía, que acordó ayudar a determinar las causas de las numerosas desconexiones y recomendar soluciones.
Un instalador colaborador de la empresa, y de común acuerdo con la compañía suministradora del fluido, colocó en el mes de julio un Circuit Monitor en la acometida de la planta para medir las fluctuaciones de tensión que causaban el problema.

Uno de los primeros eventos que fue grabado (ver Fig. K3-063, página K/130) mostraba un defecto en la calidad de la potencia.

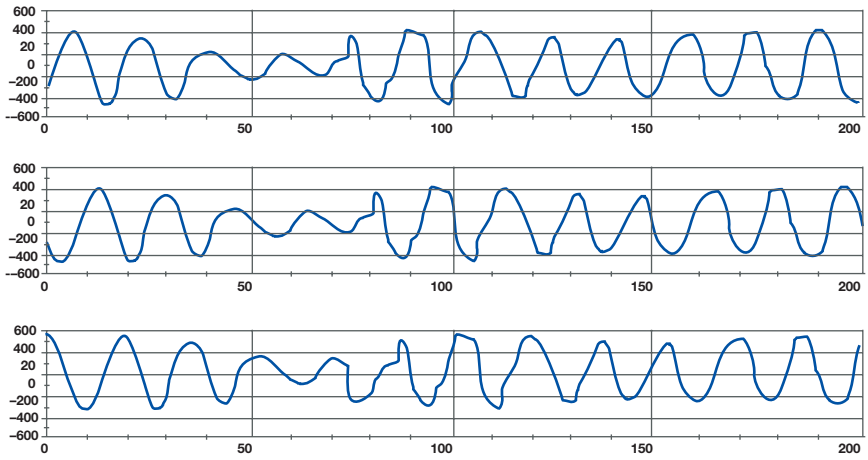


Fig. K3-065: *forma de onda de alta velocidad, capturada durante un "sags" de tensión.*

Términos y conceptos clave

Un "sags" de tensión es una breve disminución de la tensión efectiva con una duración menor a un minuto.

Generalmente son motivados por fallos de la instalación de la compañía, causadas por rayos, árboles o animales en contacto con líneas o fallos de los equipos.

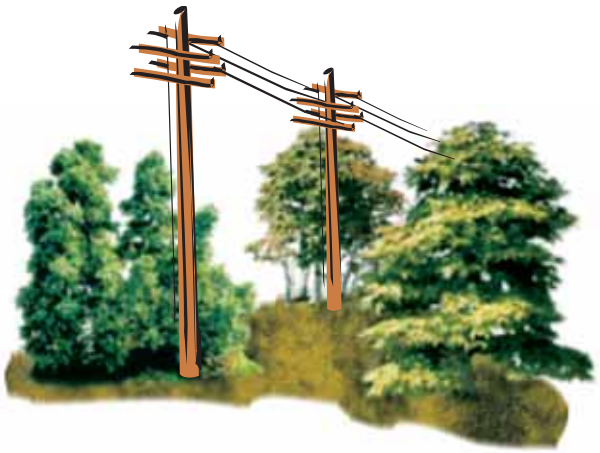


Fig. K3-066: *contacto entre un árbol y una línea de alimentación (causa común de defecto que provoca un "sags" de tensión.*

También tienen lugar cuando se arranca un gran motor o se produce un fallo en el interior de una planta. Los "sags" se diferencian de las interrupciones en que observamos algo de tensión, mientras que estas últimas suponen una pérdida total de tensión (ver Fig. K3-065). Sin embargo, ambos sucesos tienen una duración parecida (generalmente menos de un segundo) y resulta difícil distinguirlos sin la ayuda de un equipo de análisis de alta velocidad; sobre todo en "sags" de tensión profundos, que producen el mismo efecto en la planta que las interrupciones.

Las interrupciones y los "sags" de tensión debidos a fallos de la compañía varían en duración y magnitud dependiendo de su situación en la instalación y del número de fases a las que afectan.

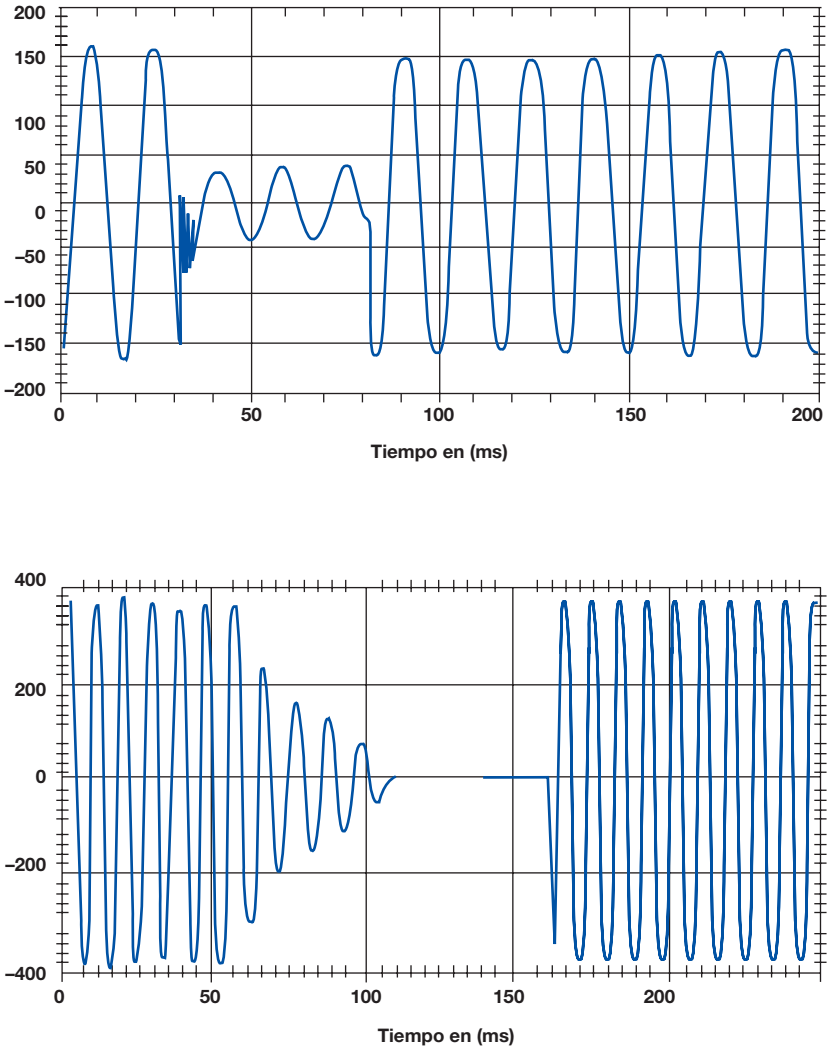


Fig. K3-067: *"sags" de tensión causado por un fallo de la compañía (arriba) e interrupción provocada por el disparo de un interruptor (abajo). Los Circuit Monitor pueden capturar formas de onda de hasta 60 ciclos en cada fase.*

¿Por qué es importante distinguir los "sags" de las interrupciones?

Las soluciones de los "sags" de tensión, en la parte del cliente, son generalmente más baratas que las soluciones a las interrupciones. A menudo los fallos a causa de "sags" pueden reducirse en número, con un equipo mucho más barato que un SAI (Sistema de Alimentación Ininterrumpido), formado por sintetizadores magnéticos y controladores.

Las interrupciones requerirán SAI o caras modificaciones de la red de distribución de la compañía.

Los "sags" de tensión pueden provocar el fallo de procesos sensibles y ello puede resultar extremadamente caro.

Este tipo de fluctuación afecta a: procesos de extrusión, fabricación de piezas de silicona, tratamiento de datos y procesos químicos y de fabricación de papel. Algunos "sags" afectan sólo a una o a dos fases del circuito trifásico (Fig. K3-068).

Por tanto, dependiendo de si las cargas son monofásicas o trifásicas, de las conexiones del transformador entre la carga y la situación de fallo, sólo afectará una parte de la planta durante esta fluctuación. Las interrupciones siempre afectan a todas las fases simultáneamente.

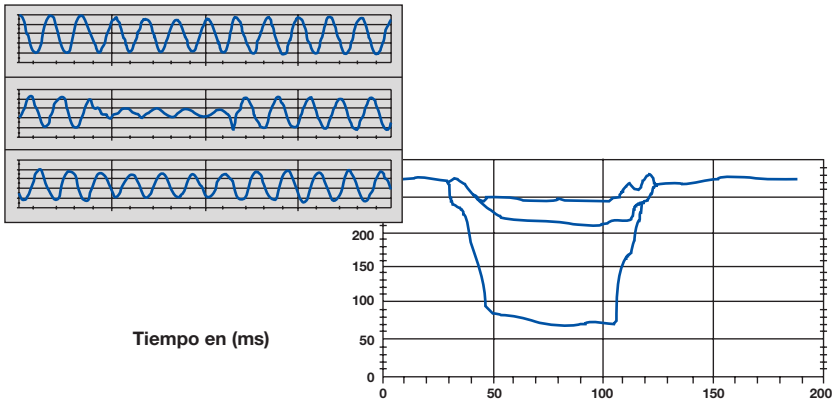


Fig. K3-068: *"sags" de tensión que afectan principalmente a una fase de un circuito trifásico.*

Medición de "sags" de tensión e interrupciones

La alta velocidad del CM2350 y de los Circuit Monitor superiores permite capturar eventos como el "sags" de la planta de extrusión. Estos equipos permiten registrar automáticamente un suceso relacionado con el nivel efectivo de cualquiera de las tensiones o intensidades de entrada analizadas. Cuando se exceden los niveles preprogramados, el Circuit Monitor captura simultáneamente una foto de las tensiones e intensidades instantáneas en siete canales. Los dibujos de captura constan de 64 puntos por ciclo para cada canal, y hasta 60 ciclos por suceso. La foto de onda del suceso incluye de 2 a 10 ciclos anteriores al suceso dependiendo de las preferencias del usuario. Además, se puede definir una lista en la que puede registrarse toda la información relacionada con el suceso. Es posible registrar listas con información referente al factor de potencia, desequilibrios de tensión y otros parámetros.

Los puntos del suceso de alta velocidad son escogidos por el usuario y es éste el que selecciona los niveles de tensión o intensidad a los que empieza (valor "pickup") y acaba (valor "dropout") la captura.

Estos pueden ser valores absolutos o valores relativos. En las Figs. K3-069 y 070 se indican cuáles son las pantallas de configuración del Systema Manager Software para seleccionar valores absolutos o relativos respectivamente.

Los valores absolutos se utilizan cuando el usuario desea definir los puntos exactos en los que el suceso se registra. Los relativos, en cambio, se utilizan en casos en que se quieren permitir fluctuaciones duraderas de un valor sin registrarlas, a menos que éste varíe en un porcentaje especificado. Esto evita que sean capturados falsos eventos por umbrales muy cercanos a los valores medidos.

Por ejemplo; un 5% como valor "pickup" provoca un registro de suceso "sag" si la tensión efectiva varía en un 5% respecto a la medida de tensión de los últimos 30 seg. Para más flexibilidad, el intervalo de tiempo para calcular la media puede reducirse hasta 5 seg., para hacer el registro de sucesos menos variaciones de tensión.

¿Cómo determinar en el Circuit Monitor que ha sucedido un "sag"?

Cada medio ciclo (0,01 seg.), el Circuit Monitor compara el valor medido en un ciclo anterior con el valor del "pickup" especificado en la pantalla de configura-

ción. Si el valor medio cae por debajo del “pickup” tiene lugar una captura de alta velocidad.
El Circuit Monitor registra el tipo de suceso, la hora a la que se superan los valores de “pickup” y “dropout”, y la magnitud del valor mínimo durante el suceso. La hora de “pickup” y la hora de “dropout” tiene una precisión de un milisegundo.

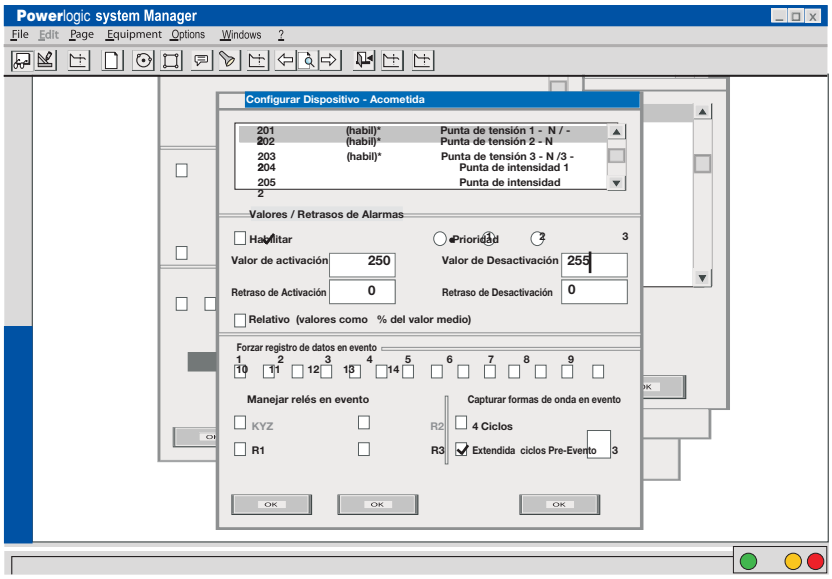


Fig. K3-069: *pantalla de configuración del System Manager Soffware en caso de umbrales relativos. Aquí la captura tendrá lugar cuando la tensión caiga un 5% del valor nominal.*

Precaución: ¿es necesaria una alimentación auxiliar?

Para que el Circuit Monitor sea capaz de operar durante una perturbación de potencia de la instalación, es necesaria una fuente de energía controlada. Los controladores de corriente continua son más aconsejables, y si no disponemos de una fuente de energía controlada podemos utilizar un SAI de bajo coste. Un Circuit Monitor supone una carga de 14 VA y debe conectarse de forma que no se pierda inesperadamente la potencia a controlar, a causa de las perturbaciones que deseamos capturar.
Si queremos analizar un interruptor, debemos conectar el equipo aguas arriba de este mecanismo, de forma que, si abre, no se interrumpa el suministro del equipo.
Comparado con otros dispositivos electrónicos, el Circuit Monitor es bastante resistente a las pérdidas momentáneas de tensión, ya que soporta una interrupción de hasta una décima de segundo mientras que los primeros no soportan más de una quincena de segundo. Además, la tensión de alimentación puede variar de 100 a 264 V de corriente alterna, permitiendo una amplia variación sin pérdida de control de potencia:

- Reducir el número de fallos de la compañía.
- Disminuir la sensibilidad de los equipos de los clientes.

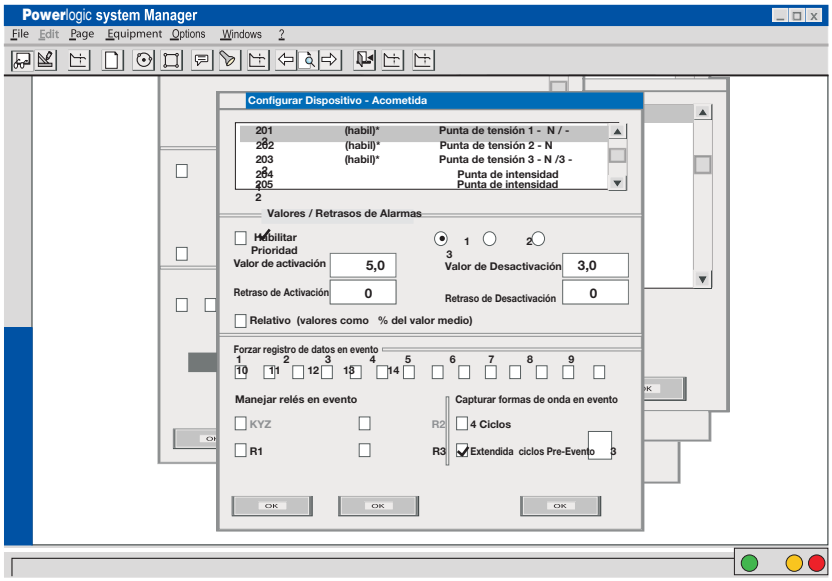


Fig. K3-070: *pantalla de configuración del System Manager Software en caso de umbrales absolutos. En este ejemplo, la captura de forma de onda tendrá lugar cuando la tensión fase-neutro caiga por debajo de 250 V.*

Solución

El análisis de la planta de extrusión permitió identificar algunas áreas que debían ser mejoradas por la compañía. Al observar el suceso expuesto en la Fig. K3-065 de la página K/133, el técnico de la planta dedujo que el proceso era excesivamente sensible a los “sags”.

Inicialmente la planta fue diseñada con el equipo necesario para disminuir los efectos de los “sags” de tensión. Los controladores y los equipos electrónicos de los variadores de continua son alimentados por un conjunto motor-generador. Otros microprocesadores que controlan los procesos de extrusión se alimentan de sistemas SAI.

La planta utilizó la información proporcionada por la captura de la forma de onda para mejorar los puntos débiles de la instalación: los variadores de refrigeración de los rodillos. En base a la captura mostrada en la Fig. K3-065, los técnicos decidieron cambiar la configuración de los controladores de los variadores de velocidad de alterna. Cada variador está equipado con un “tablero de fallos”, un circuito sensor que detecta anomalías en la tensión y desconecta el dispositivo para proteger sus costosos componentes electrónicos. Su ajuste redujo la sensibilidad de la línea de producción frente a los “sags” sin dejar de proteger sus componentes. Con este cambio estos variadores funcionaron lentamente durante los “sags” pero no se desconectaron. Esta mejora disminuyó la sensibilidad de la línea de extrusión frente a los “sags”.

Las soluciones a los “sags” de tensión son generalmente menos costosas que las soluciones a las interrupciones. En ambos casos, tanto la instalación de la compañía como la del cliente, pueden ser susceptibles de mejora. A menudo la mejor solución para los fallos provocados por los “sags” es una aproximación dual: Esto presupone una entente entre la compañía y el cliente, basada en una comunicación abierta y una voluntad para compartir ideas e información.

En la instalación de la compañía las soluciones a los “sags” pasan por revisar las fuentes más comunes de fallos. Una de ellas es el contacto accidental entre un árbol

y una línea aérea (recordemos que éstas no están aisladas como, por ejemplo, el cableado de una vivienda). El contacto con un árbol permite el paso de corriente desde el cable hasta el suelo a través de éste, sobre todo en días húmedos o con viento.
Los altos niveles de intensidad que tienen lugar durante un "sag", afectan a toda la red hasta que las protecciones interrumpen su paso. Las compañías intentan evitar que los árboles entren en contacto con las líneas cortando las ramas que crecen cerca de ellas, pero el crecimiento anormal, o los recortes en los presupuestos de poda de árboles, que aumentan el período entre podas, favorecen estos accidentes.
Las soluciones de los "sags" de tensión para los clientes pueden ser, como descubrió la planta de Asturias, tan simples como ajustar la configuración de algunos dispositivos. Este cambio no elimina los fallos, pero reduce su número en una cantidad considerable. El siguiente paso será instalar transformadores de tensión constante (CVTs) en los circuitos de control sensibles. Estos utilizan las características de saturación de los transformadores para estabilizar la tensión de salida frente a los cambios bruscos de la tensión de entrada.
Los CVT son muy caros y además no soportan consumos de potencia elevados aunque, generalmente, los circuitos de control representan un consumo inferior a 1 kVA.

Conclusión
Los "sags" de tensión (subtensiones momentáneas) y las interrupciones son perturbaciones de calidad de potencia costosas. Estos sucesos son provocados por efectos en la instalación de la compañía, o algunas veces por el funcionamiento normal en la instalación del cliente. Ambas perturbaciones duran menos de un segundo. Durante un "sag" la tensión no se anula, mientras que en una interrupción hay una caída total de tensión.

Problemas de sobrecarga del transformador y del neutro

Se tratarán las soluciones a la sobrecarga del neutro y al calentamiento del transformador.

Los armónicos en una planta de carga de baterías
El técnico de mantenimiento de una planta de carga de baterías tenía que reemplazar el viejo cableado de 600 V. Tuvo que enfrentarse con las quejas de los suministradores del conductor por el nivel de uso del neutro que era de un 200%.
El sabía que los cargadores de baterías producían cantidades abundantes de armónicos de intensidad. Además, por si fuera poco debía considerar el efecto de los armónicos de intensidad sobre el transformador de 2.500 kVA que alimentaba los cargadores de baterías.
¿Pero era necesario dimensionar al 200% los neutros y la inversión correspondiente?
Al ponerse en contacto con Schneider Electric le sugirieron un análisis a tiempo real de la instalación por medio de un Circuit Monitor.
Como el técnico sospechaba, tanto la tensión como la intensidad estaban fuertemente distorsionadas.

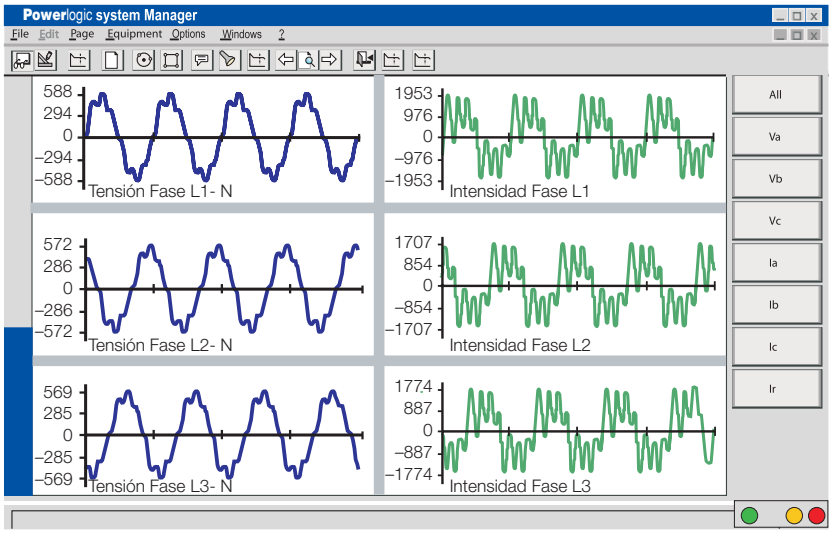


Fig. K3-071: *captura de onda de 4 ciclos que muestra las distorsiones de tensión e intensidad.*

Términos y conceptos clave:

■ Intensidad del neutro.

Las cargas que generan armónicos provocan una sobrecarga del neutro. Esto es debido a los dispositivos electrónicos monofásicos que producen armónicos de intensidad que no se anulan en el conductor neutro. Los circuitos trifásicos anticuados, que se basan en la premisa de que las intensidades de fase se anulan en el neutro, mantienen un conductor neutro menor que los conductores de las fases por este motivo. Esto empeora cuando el conductor neutro no se halla protegido por interruptores automáticos o fusibles. En tal caso, el fallo puede producirse incluso cuando los conductores de las fases no están sobrecargados.

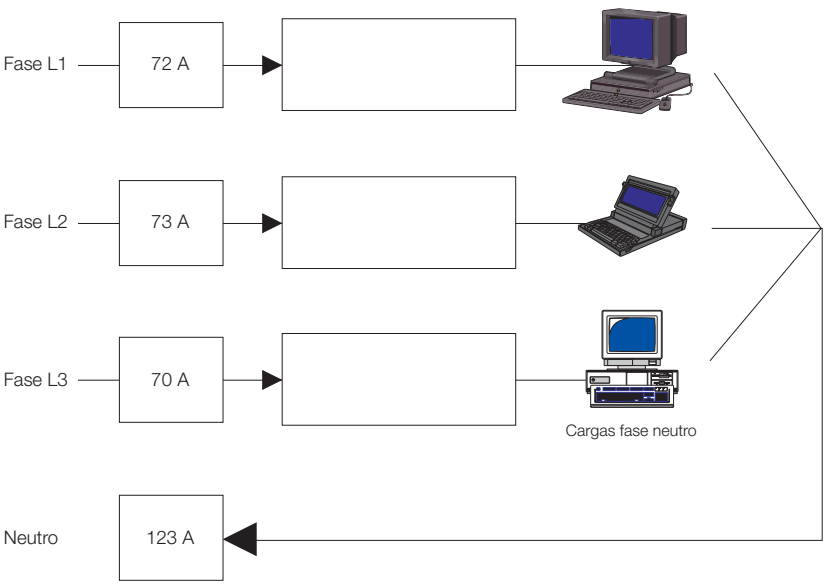


Fig. K3-072: *intensidad del neutro en un circuito cuyas cargas son ordenadores personales.*

La Fig. K3-072, muestra la intensidad resultante de un circuito cuyas cargas son ordenadores personales. Un ordenador puede provocar una intensidad de neutro de 173% la de fase, aunque pocos sistemas alcanzan este límite teórico. Además, las intensidades de neutro más elevadas con corrientes de fase muy distorsionadas, tienen lugar cuando las fases están bien equilibradas. Esto es exactamente lo contrario que ocurre cuando las intensidades no contienen armónicos. Cuando esto sucede la intensidad del neutro es proporcional a la cantidad de desequilibrio de las fases.
Si normalmente es así, ¿cómo es que no se han quemado las instalaciones de todos los edificios de oficinas?
En primer lugar, los conductores neutro del mismo calibre que los conductores de fase sólo están sobrecargados en un 5% de los casos, ya que pocas instalaciones de 400/230 V operan a la potencia máxima. Así, aunque la intensidad del neutro sea superior a la de las fases, no se supera la capacidad del conductor.
Además, los conductores y dispositivos protectores, generalmente están sobredimensionados a un 125% de su posible carga permanente.
Como que el neutro tiene las mismas dimensiones que las fases en muchos casos, su conducción alcanza el 125% de la intensidad de las fases.

■ Carga del transformador.
Los transformadores estándar están diseñados para suministrar toda su potencia bajo unas condiciones límite en armónicos. Estos transmitirán la potencia estimada a la temperatura estimada si:
□ Están alimentados a una tensión con una tasa de distorsión de armónicos menor al 1%.
□ Alimentar cargas con una tasa de armónicos menor al 5%.
En el mundo electrónico actual, estas dos condiciones se superan frecuentemente.
El problema consiste en valorar los efectos de las altas distorsiones sobre los transformadores.
Cuando los devanados de un transformador son alimentados con corriente alterna, cada conductor está rodeado por un campo magnético cuya fuerza es directamente proporcional a la magnitud de la intensidad.
Cada conductor metálico concatenado con este flujo experimenta una tensión interna que provoca corrientes parásitas. Estas son disipadas en forma de calor produciendo un aumento de temperatura en los conductores.
Estas pérdidas en los devanados se denominan pérdidas por corrientes parásitas en los conductores de los devanados, son proporcionales al cuadrado de la intensidad que produce el campo y al cuadrado de la frecuencia.
Como los armónicos de intensidad contienen componentes de alta frecuencia, las pérdidas por corrientes parásitas pueden causar un exceso de temperatura antes de que se alcance la potencia máxima.

Solución
El técnico de la planta actuó correctamente al preocuparse por los efectos de los armónicos en el neutro. De todas formas, la intensidad máxima del neutro no excedía la fase.
De hecho, no se comercializan cargas que introduzcan suficientes armónicos triples (múltiplos de tres veces la frecuencia de la red) que requieran neutros de más del 100% a 400 V o tensiones superiores.
La sobrecarga del neutro se limita a cargas monofásicas (ordenadores personales) alimentadas con redes de 230/400 V.
Schneider Electric tubo acceso a los datos comunicándose por medio de un módem vía telefónica. La Fig. K3-073 muestra el consumo medio de las fases y la del neutro en el transformador y el neutro no supera el consumo de las fases.

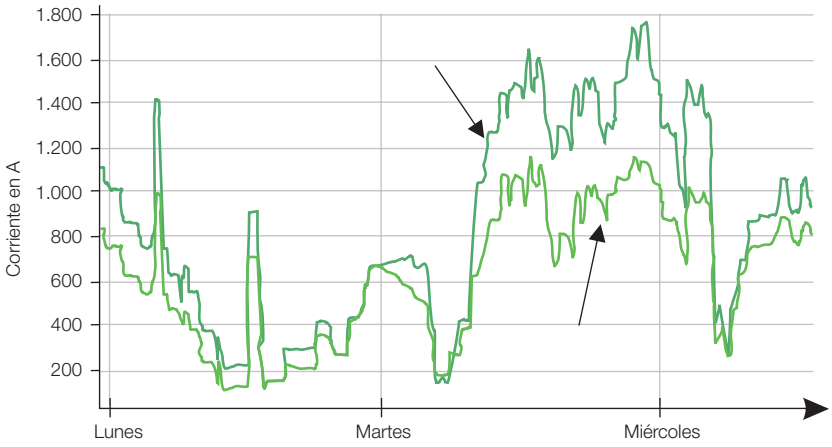


Fig. K3-073: *medida de las intensidades de las fases e intensidad del neutro en un transformador de 2.500 kVA.*

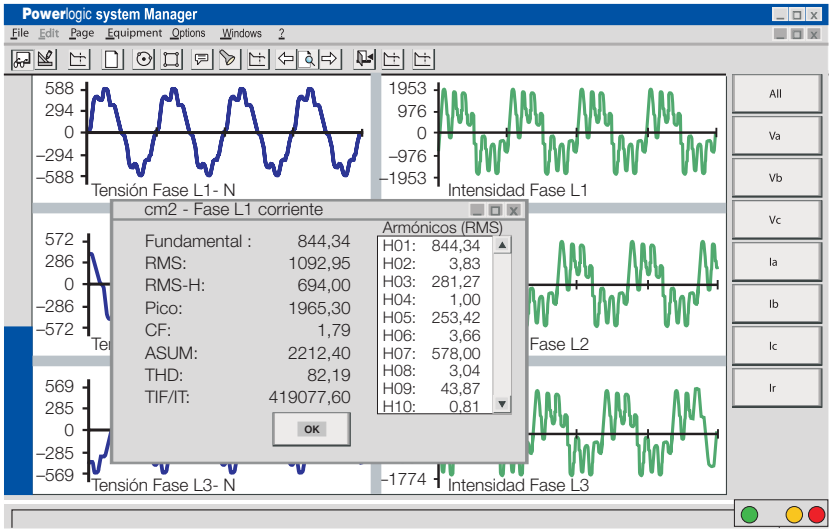


Fig. K3-074: *captura de la onda de 4 ciclos desde el programa System Manager.*

La tabla K3-075 siguiente muestra la descomposición en armónicos de la intensidad del neutro. Estas medidas se obtienen del programa System Manager haciendo doble clic en el título de una captura de onda de 4 ciclos (Fig. K3-074).

Descomposición en armónicos de la intensidad de las fases y del neutro (amperios, rms)

Fase	Intensidad total en A	H1	H2	H3
L1	1093	844	281	253
L2	997	798	233	217
L3	1036	862	278	250
Neutro	804	50	793	26

Tabla K3-075: *descomposición de las intensidades en armónicos.*

Observamos que la componente fundamental de la intensidad del neutro es menor que las de las fases (éstas casi se cancelan en el neutro). La intensidad base del neutro indica el desequilibrio entre las componentes básicas de las fases. El quinto armónico del neutro también indica el desequilibrio del quinto armónico de las fases.
El tercer armónico de las fases se suma al neutro y por este motivo es el que predomina (150 Hz). Como muestra la Fig. K3-076 la frecuencia de la intensidad del neutro es tres veces la de las fases.

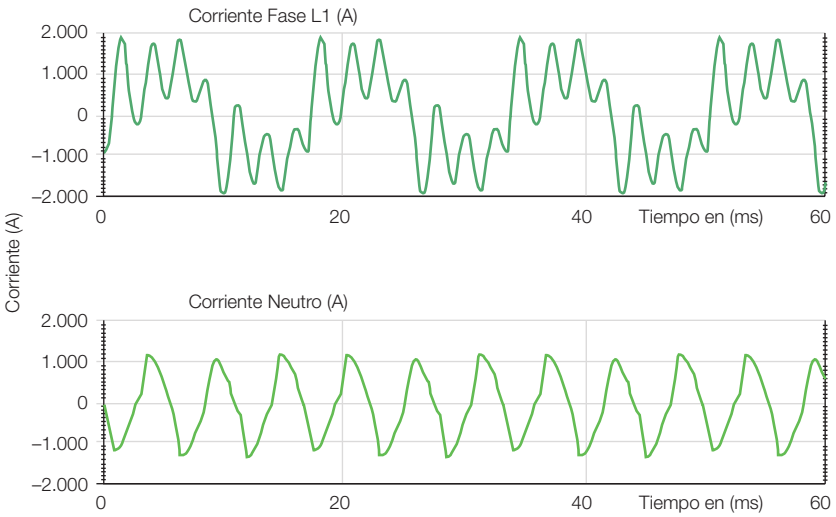


Fig. K3-076: *las intensidades de las fases, altamente distorsionadas (diagrama superior) en la planta de carga de baterías, contiene armónicos triples que repercuten en la intensidad del neutro (diagrama inferior).*

Si usted está preocupado por la sobrecarga de los circuitos de 230/400 V, ¿qué debería hacer?
La primera alternativa es la de aumentar la sección del neutro.
Esto puede hacerse instalando un neutro para cada fase y eliminando el neutro compartido.
Otra forma sería sustituir el neutro compartido por las tres fases, por un conductor dimensionado el 200% de la sección de las fases.
Los conductores neutros de los cuadros y transformadores pueden necesitar ser incrementados, pero solamente en circuitos trifásicos con 4 conductores de 240/400 V o tensiones similares sufren intensidades de neutro que superan las de las fases.
Mientras que el problema del neutro se puede estudiar fácilmente mediante el análisis de potencia, el problema de la sobrecarga del transformador es más complicado.
Existe un método para calcular el efecto de la distorsión superior al 5% en la vida de los transformadores. Este se utiliza para disminuir la relación de transformación de un transformador estándar dependiendo de la cantidad de armónicos que debe transmitir. Pero esta no es una solución recomendable como solución permanente.
Utilizando una estimación de las pérdidas por corrientes parásitas, basada en el diseño y tipo del transformador de la planta, Schneider Electric calculó la capacidad real del mismo. Como las cargas armónicas cambiaban continuamente, de forma proporcional, la capacidad estimada del transformador. La Fig. K3-077 muestra los resultados del cálculo.

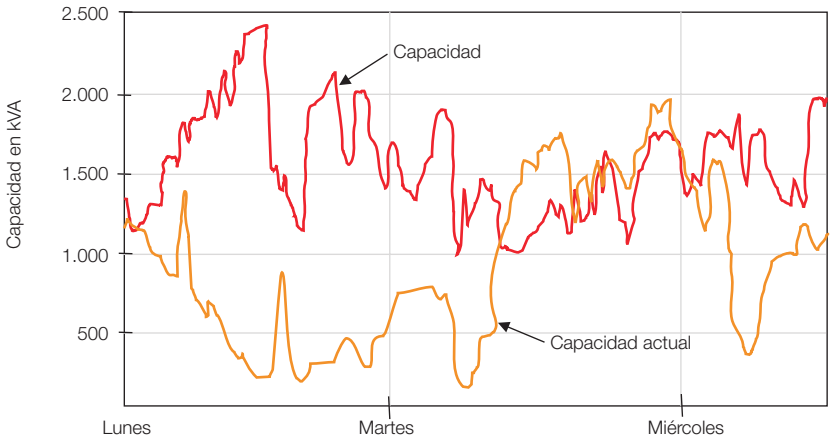


Fig. K3-077: *cálculo efectuado por Schneider Electric que muestra la capacidad real del transformador.*

El mejor método para tratar los armónicos de intensidad en los transformadores de potencia, consiste en instalar transformadores diseñados para transmitir más del 5% de tasa de distorsión en intensidad. Los transformadores de factor K se fabrican con este propósito.
La relación del factor K está relacionada con el contenido de armónicos de la carga esperada. De echo, se calcula a partir de la distorsión de intensidad medida en la carga. Los Circuit Monitor de Schneider Electric realizan este cálculo para usted.
Los transformadores de relación K típicos incluyen una bobina adicional para reducir las pérdidas por corrientes parásitas. Poseen generalmente un primario en triángulo a 480 V y un secundario a 380/220 V, con un campo electrostático que reduce el flujo del núcleo para compensar la distorsión de tensión. Como estos transformadores normalmente alimentan ordenadores, poseen terminales dobles de neutro, para acomodar conductores neutros adicionales.
Cuanto mayor es la relación K, mayor es la cantidad de armónicos que pueden transmitir, K-4 o K-13 son relaciones adecuadas para la mayoría de circuitos.

Conclusión
Después de ser asesorado por nuestros técnicos, el técnico de la planta decidió comprar un nuevo conductor neutro con capacidad del 100% a 600 V, los circuitos de carga de baterías no inyectan suficientes armónicos triples de intensidad como para provocar excesos en el neutro.
Los neutros compartidos de circuitos de 230/400 V si pueden estar sujetos a intensidades de neutro superiores a las fases. Aunque es bueno mantener las fases equilibradas, el problema del neutro no se puede resolver mejorando el desequilibrio.
Mejorar el desequilibrio de intensidades de fase altamente distorsionadas sólo aumenta la intensidad del neutro.
El problema de la sobrecarga del transformador fue más complicado de solucionar. El técnico de la planta, como medida provisional, cerró un interruptor entre los terminales de dos subestaciones para compartir las cargas armónicas entre dos transformadores puesto que el poder de corte de la aparamenta se lo permitía.
No es una solución, la solución es filtrar el exceso de armónicos.

Detección de defectos a tierra en circuitos trifásicos sin neutro

Se tratará el análisis de los defectos a tierra con el Circuit Monitor.

Problema

Una nueva planta de producción, perteneciente al ramo de la automoción, se hallaba en su fase inicial. La instalación eléctrica consistía en un circuito de 480 V, de tres conductores en conexión triángulo.

Todos los equipos nuevos (compresores, motores, convertidores, puntos luz) operaban con normalidad.

En las pruebas finales de la instalación, los electricistas midieron extrañas tensiones. Sus lecturas mostraban tensiones compuestas de aproximadamente 480 V en las tres fases, pero las lecturas de fase-tierra indicaban valores de 130 V, 550 V y 690 V (las tensiones normales entre fase y tierra de una instalación sin puesta a tierra son aproximadamente de 277 V, para redes de 480 V entre fases).

Los dispositivos de detección, situados en la acometida principal, mostraban la existencia de un defecto a tierra en algún lugar de la planta. Además los electricistas descubrieron que las extrañas lecturas de tensión fase-tierra volvían a la normalidad cuando desconectaban los dispositivos de detección de defecto a tierra.

Aunque los equipos de la planta operaban con normalidad, el personal estaba preocupado por las altas tensiones que podían provocar fallos de aislamiento y graves daños.

Con un Circuit Monitor podemos efectuar un análisis de la instalación y averiguar qué sucede. El Circuit Monitor no es un elemento de protección pero sí de análisis de la realidad. Las funciones de alarma con relé, incluidas en el Circuit Monitor, proporcionan señales de alarma y, en algunos casos, se pueden utilizar para activar sistemas de protección de defecto a tierra existentes.

Términos y conceptos clave:

■ Intensidad del neutro.

Este extraño fenómeno es una forma de ferrorresonancia que tiene lugar en circuitos trifásicos sin puesta a tierra, equipados con sistemas de análisis que requieren transformadores de potencia conectados de fase a tierra.

Este término parece inapropiado en un circuito trifásico de tres conductores que no dispone de neutro. El término neutro en la inestabilidad del neutro se refiere al punto imaginario en un circuito en estrella, en el que las tensiones de las tres fases miden tensiones iguales entre el punto y ellas.

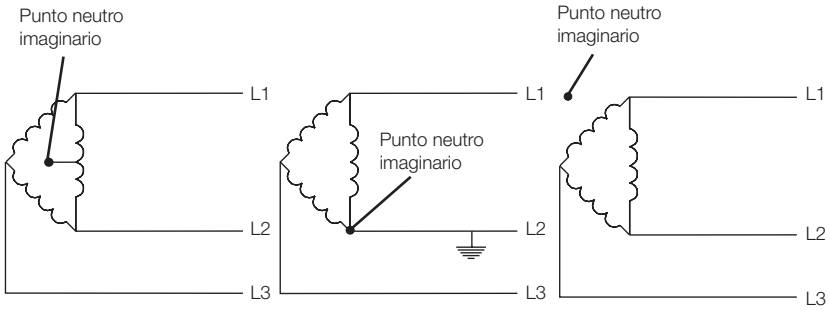
Este punto se halla generalmente al potencial de tierra, excepto en los casos de defecto a tierra o inestabilidad del neutro (ver Fig. K3-078 en la página siguiente).

La inestabilidad del neutro está causada por la interacción de la capacitancia de un circuito sin puesta a tierra y la inductancia no lineal de los transformadores de potencia conectados a tierra.

Cuando las condiciones de capacitancia e inductancia son favorables, se produce la inestabilidad.

Puede aparecer en una instalación que ha operado con normalidad durante algún tiempo, a causa del sistema de detección o análisis de defectos a tierra que únicamente causa problemas en este tipo de circuitos de tres conductores.

La característica común de las instalaciones con problemas de inestabilidad del neutro es que poseen, en alguna parte del circuito, transformadores de potencia conectados a tierra. Los circuitos sin puesta a tierra normalmente no tienen cargas conectadas a tierra; todas las cargas, monofásicas (bipolares) y trifásicas se conectan entre fases.



Tensión entre	Normal	Fuga a tierra	Neutro inestable
L1 - L2	480	480	480
L2 - L3	480	480	480
L3 - L1	480	480	480
L1 - N	277	480	130 ?
L2 - N	277	0	550 ?
L3 - N	277	480	690 ?

Fig. K3-078: *lecturas típicas de un circuito sin puesta a tierra bajo condiciones normales, de defecto a tierra y de inestabilidad de neutro.*

Pero en algunos esquemas de detección, las tres fases deben analizarse con respecto a tierra. Cuando los sistemas de detección incluyen transformadores de potencia conectados entre fase y tierra, puede tener lugar la inestabilidad del neutro.

Análisis de circuitos sin puesta a tierra

El análisis de circuitos de alterna trifásicos de tres conductores pueden realizarse con dos entradas de tensión y dos de corriente en los Circuit Monitor.

Este método se basa en el teorema de Blondel, que afirma que un circuito puede analizarse con precisión con un canal de medida de tensión/intensidad, excepto los conductores que lo constituyen.

Un circuito trifásico de tres conductores, por tanto, requiere dos entradas de medida de tensión y dos de intensidad.

Un circuito trifásico de cuatro conductores requiere tres transformadores de tensión y tres de intensidad.

El teorema de Blondel se basa en principios eléctricos simples que verifican que la suma vectorial de las tensiones o intensidades de los conductores es siempre nula. De esta forma, la tensión o la intensidad no medida de un conductor puede calcularse con precisión a partir de las tensiones o intensidades de las demás fases medidas.

Aun así, algunos clientes quieren analizar todas las fases de un circuito de tres conductores.

Esto no significa que no crean en el teorema de Blondel, sino que están interesados en analizar los defectos a tierra. Durante una fuga, la tierra se convierte en un conductor por el que circula intensidad y entonces el teorema de Blondel no coincide con la realidad (es falseado). Para la mayoría de aplicaciones esto únicamente provoca un pequeño error en las lecturas de potencia, ya que las intensidades de fuga son bajas comparadas con las de las fases. A pesar de sus características se debe evitar que los defectos a tierra permanezcan en la instalación y, por tanto, deben detectarse y separarse rápidamente.

¿Por qué otros motivos tenemos que analizar las tres fases de un circuito de tres conductores?

Un cliente quiso rastrear las tensiones respecto a tierra durante unos fallos de la compañía. Este denunció la pérdida de varios motores durante un fallo de la compañía, debido a contactos entre conductores y chasis.
Sospechó que los “swells” de tensión entre fase y tierra habían iniciado los fallos.

Solución: análisis de defectos a tierra con el Circuit Monitor
Como afirmamos al principio, el Circuit Monitor mide los parámetros eléctricos con precisión, pero no debe utilizarse para reemplazar los dispositivos de protección de sobreintensidades o defectos a tierra. Aun así, los Circuit Monitor pueden utilizarse para analizar y avisar cuando tiene lugar un defecto a tierra.
El análisis de los defectos a tierra puede realizarse como muestra la Fig. K3-079.

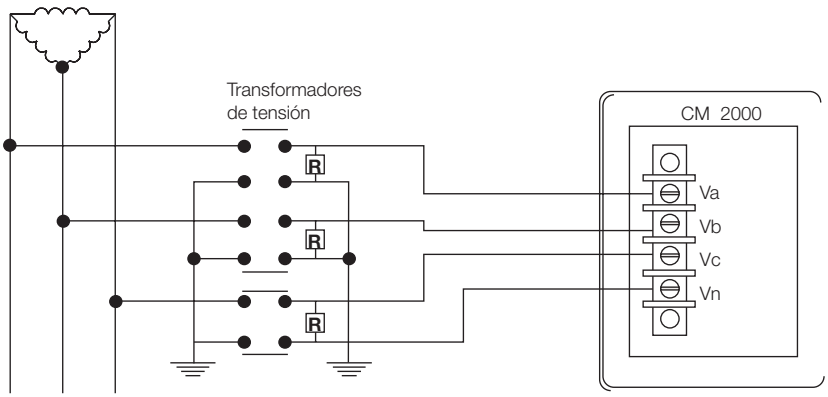


Fig. K3-079: *los transformadores de tensión, conectados a tierra en una instalación sin puesta a tierra, requieren resistencias para reducir los problemas de inestabilidad del neutro.*

Las resistencias del circuito sirven para estabilizar los transformadores de tensión, conectarlos a tierra y eliminarlos como fuentes de inestabilidad del neutro.
Las resistencias de la Fig. K3-080 pueden estar disponibles como elementos calefactores dimensionados para cumplir los requisitos necesarios. Estas proporcionan una carga amortiguadora que reduce los efectos adversos de la inestabilidad del neutro. Para asegurar la precisión en las medidas, los transformadores de tensión deben ser instrumentos de transformación, no transformadores de control de potencia. Estos últimos pueden introducir hasta un 5% de error en las medidas, además de varios grados de desfase.
Los transformadores y las resistencias deben estar correctamente dimensionados para asegurar la precisión en las medidas y la estabilidad del neutro.

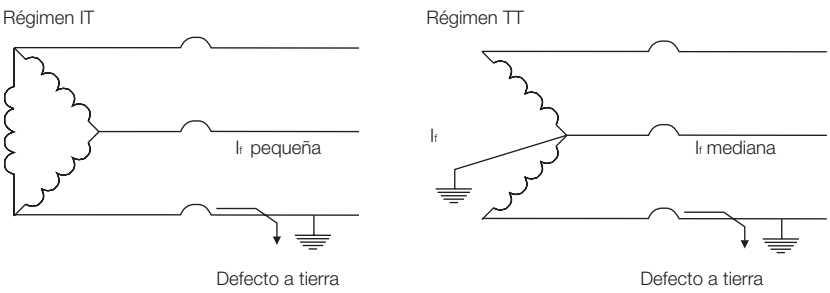


Fig. K3-080: *las instalaciones sin puesta a tierra se utilizan porque los defectos a tierra no provocan el disparo de los dispositivos de sobreintensidad con el consiguiente paro en los procesos de producción.*

Los Circuit Monitor deben estar configurados para la instalación, como si se tratara de un circuito de 4 conductores.
Las lecturas de fase-tierra serán representadas como valores fase-neutro. Si las tensiones fase-tierra caen a cero en la fase en contacto a tierra, y aumentan el valor de los valores fase-fase en las fases que no lo están, se dispararán las alarmas de sobretensión o subtensión. Por tanto los Circuit Monitor pueden prepararse para indicar defectos a tierra.

Conclusiones
Las extrañas lecturas de tensión de la nueva planta estaban siendo causadas por la inestabilidad de la instalación de 480 V sin puesta a tierra. Esta fue originada por los transformadores de tensión que alimentaban el sistema de detección de defecto a tierra. Estos transformadores fueron conectados entre fase y tierra en un circuito sin puesta a tierra, sin tener en cuenta los posibles problemas de inestabilidad del neutro.
Schneider Electric recomendó al cliente la instalación de resistencias entre los bornes de los transformadores de tensión del sistema de detección. Las resistencias proporcionaron amortiguamiento en el circuito de carga. Así pues, las resistencias cambian las características del circuito, consiguiendo la estabilidad del neutro. Los Circuit Monitor pueden detectar los defectos a tierra cuando se conectan a un circuito transformador conectado a tierra. Pero nunca deben sustituir a los sistemas de protección diferencial. El circuito de detección debe equiparse con las resistencias adecuadas, de acuerdo con las características de los instrumentos de transformación, para asegurar la estabilidad del neutro.
Los Circuit Monitor detectan condiciones de defecto a tierra por el análisis de altas o bajas tensiones con respecto a tierra. Debido a la baja intensidad que circula por tierra, las variaciones de intensidad son insuficientes para diferenciar los defectos a tierra, de los cambios en la intensidad de carga.
Aunque el Circuit Monitor proporciona un medio para detectar los defectos a tierra, no debemos descuidar su potencial real: analiza múltiples parámetros de la instalación, le ayuda a reducir y controlar los costes, mejorar la productividad y aumentar la calidad de su energía.

Puesta a tierra de máquinas de procesos sensibles

Problemas y soluciones relacionados con la instalación incorrecta de puestas a tierra.

Problema
Una fábrica de aparamenta estaba sustituyendo las tarjetas de circuitos impresos de su computadora de control numérico (CNC). Tras una tormenta, algunas veces el sistema de autodiagnóstico de la máquina indicaba problemas en sus componentes. Además no se encendía, retrasando el ciclo de producción diario. Los técnicos electrónicos de la planta identificaron y sustituyeron las tarjetas dañadas, con lo que la máquina volvió a funcionar. Cada vez que esto sucedía, el problema costaba cientos de miles de pesetas en reparaciones y pérdidas en la producción.
La fábrica se puso en contacto con los ingenieros de Schneider Electric para determinar las causas de los fallos.
Estos hallaron que la máquina tenía una puesta a tierra de acuerdo con el manual de instalación del fabricante, y que ésta violaba claramente la normativa vigente. Esta aparente contradicción mostraba una tendencia molesta: algunos tipos de puesta a tierra diseñados para disminuir los errores en gestión de datos pueden violar las normas de seguridad y provocar daños en los equipos. Los requisitos conflictivos pueden ser superados, pero nunca comprometiendo la seguridad personal.

Términos y conceptos clave

Seguridad en la puesta a tierra y en el funcionamiento de las máquinas. El problema que esta planta sufrió no es inusual. Los fabricantes de máquinas sensibles han descubierto que las varillas de puesta a tierra aisladas pueden disminuir el número de problemas molestos, tales como: errores en los datos y conexiones y desconexiones intermitentes.

Esta disminución se debe a la reducción de la cantidad de transitorios de tensión y ruido en la varilla en comparación a las instalaciones comunes de puesta a tierra de los edificios.

A causa de la reducción de errores en los datos, atribuida a la varilla de puesta a tierra, algunos fabricantes incluyen este requisito en las instrucciones de instalación (hasta el punto de anular la garantía en caso de no instalar esta varilla).

Durante las tormentas o los defectos a tierra, la varilla de puesta a tierra se convierte en un problema, pues representa un peligro de descarga eléctrica para el personal, y tensiones dañinas para las máquinas con componentes sensibles.

Efectuar las puestas a tierra según el apartado F5 del Volumen 1, página F/87, proteger los edificios con máquinas sensibles contra las descargas atmosféricas y sobretensiones según el apartado H2-6 del Volumen 2, página H2/307.

Las puestas a tierra correctamente calculadas e instaladas aseguran su principal función, formar parte del circuito de protección contra las corrientes de choque, y su segunda función, la desviación de las posibles sobretensiones de los equipos sensibles.

3.9. Indicadores que podemos programar en un sistema de análisis, gestión y supervisión del sistema **Power**Logic®

Alarma n.º	Descripción	Unidades act./desact.	Comentarios y ejemplos
1 2 3 4 5	Sobreintensidad L_1 Sobreintensidad L_2 Sobreintensidad L_3 Sobreintensidad N Sobreintensidad a T	Amperios	Introduzca valores enteros positivos Valor de activación superior al de desactivación Ejemplo: 500 A activación, 425 A desactivación
6 7 8	Subintensidad L_1 Subintensidad L_2 Subintensidad L_3	Amperios	Introduzca valores enteros positivos Valor de activación inferior al de desactivación Ejemplo: 425 A activación, 500 A desactivación
9 10 11	I desequilibrada L_1 I desequilibrada L_2 I desequilibrada L_3	%, décimas	Introduzca valores decimales positivos, en décimas si es necesario Activación superior a desactivación Ejemplo: 20% activación, 7,5 % desactivación La activación de alarmas se basa en las diferencias de porcentaje entre la intensidad de fase con respecto a las intensidades de las tres fases
12	Pérdida de I de fase (L_1, L_2, L_3, no todas)	%, décimas	Introduzca valores decimales positivos, en décimas si es necesario Valor de activación inferior al de desactivación Ejemplo: 80% activación, 92,5 % desactivación La activación de la alarma se basa en el coeficiente entre la corriente más baja y la más alta

Alarma n.º	Descripción	Unidades act./desact.	Comentarios y ejemplos *(continuación)*
13 14 15 16 17 18	Sobretensión L_1 Sobretensión L_2 Sobretensión L_3 Sobretensión L_{1-2} Sobretensión L_{2-3} Sobretensión L_{3-1}	Voltios	Introduzca valores enteros positivos Valor de activación superior al de desactivación Ejemplo: 495 V activación, 485 V desactivación
19 20 21 22 23 24	Subtensión L_1 Subtensión L_2 Subtensión L_3 Subtensión L_{1-2} Subtensión L_{2-3} Subtensión L_{3-1}	Voltios	Introduzca valores enteros positivos Valor de activación inferior al de desactivación Ejemplo: 460 V activación, 475 V desactivación
25 26 27 28 29 30	U desequilibrada L_1 U desequilibrada L_2 U desequilibrada L_3 U desequilibrada L_{1-2} U desequilibrada L_{2-3} U desequilibrada L_{3-1}	%, décimas	Introduzca valores decimales positivos, en décimas si es necesario Activación superior a desactivación Ejemplo: 20% activación, 7,5 % desactivación. La activación de alarmas se basa en la diferencia de porcentaje entre la tensión de fase con respecto a la media de las tres tensiones de fase
31	Pérdida de U de fase (L_1, L_2, L_3, no todas)	Voltios	Introduzca valores enteros positivos Activación inferior a desactivación Ejemplo: 100 V activación, 475 V desactivación La alarma no se activará debido a la tensión simultánea o pérdida en las tres fases
32	Sobre kVA, total 3 fases	kVA	Introduzca valores enteros positivos Valor de activación superior al de desactivación Ejemplo: 2.000 kVA activación, 1.750 kVA desactivación
33	Sobre kW consumidos, total 3 fases	kW	Introduzca valores enteros positivos Valor de activación superior al de desactivación Ejemplo: 2.000 kW activación, 1.750 kW desactivación Se puede considerar esta alarma como kW “sobrepositivo”; obsérvese que las referencias se introducen como valores positivos
34	Sobre kW generados total 3 fases	kW	Introduzca valores enteros positivos Valor de activación superior al de desactivación Ejemplo: 2.000 kW activación, 1.750 kW desactivación Esta alarma se considera como kW “sobrenegativa” mientras que la alarma 33 es lo contrario
35	Sobre kVAr consumidos, total 3 fases	kVAr	Introduzca valores enteros positivos Valor de activación superior al de desactivación

Alarma n.º	Descripción	Unidades act./desact.	Comentarios y ejemplos *(continuación)*
			Ejemplo: 2.000 kVAr activación, 1.750 kVAr desactivación Esta alarma se considera como kVAr "sobrepositiva" o "sobreadelantada" mientras que la alarma 36 a continuación son kVAr "sobrenegativa" o "sobrerretrasada"
36	Sobre kVAr generados, total 3 fases	kVAr	Introduzca valores enteros positivos Valor de activación superior al de desactivación Ejemplo: 2.000 kVAr activación, 1.750 kVAr desactivación Esta alarma se considera como kVAr "sobrenegativa" o "sobreatrasada"; obsérvese que, sin embargo, las referencias son introducidas como valores positivos
37 38 39 40	Sobredemanda I L_1 Sobredemanda I L_2 Sobredemanda I L_3 Sobredemanda I media	Amperios	Introduzca valores decimales positivos Valor de activación superior al de desactivación Ejemplo: 500 A activación, 425 A desactivación
41	Sobrefrecuencia	Hz, en centésimas	Introduzca valores positivos, en centésimas si es necesario Valor de activación superior al de desactivación Ejemplo: 50,25 Hz activación, 50 Hz desactivación
42	Subfrecuencia	Hz, en centésimas	Introduzca valores positivos, en centésimas si es necesario Valor de activación inferior al de desactivación Ejemplo: 49,75 Hz activación, 50 Hz desactivación
43	Retardo factor de potencia real (total 3 fases)	Cos φ, en milésimas	Introduzca valores decimales en milésimas si es necesario. El valor de activación debe ser negativo (retrasado) y más retrasado que el de desactivación El valor de desactivación puede ser positivo (adelantado) o negativo (retrasado) y menos retrasado que el de activación Ejemplo: –0,85 activación, –0,925 desactivación Ejemplo: –0,9 activación, 0,975 desactivación
44	Avance factor de potencia real (total 3 fases)	Cos φ, en milésimas	Introduzca valores decimales en milésimas si es necesario. El valor de activación debe ser positivo (adelantado) y más adelantado que el de desactivación El valor de desactivación puede ser positivo (adelantado) o negativo (retrasado) y menos adelantado que el de activación Ejemplo: 0,95 activación, –0,95 desactivación Ejemplo: –0,9 activación, 0,975 desactivación

Alarma n.º	Descripción	Unidades act./desact.	Comentarios y ejemplos *(continuación)*
45	Retardo de desplazamiento factor de potencia total (3 fases)	Cos φ, en milésimas	Las alarmas 45 y 46 actúan con igual proceso que las 43 y 44, respectivamente, excepto que las alarmas 45 y 46 se basan en el factor de potencia de desplazamiento y las 43 y 44 al factor de potencia real
46	Adelanto de desplazamiento factor de potencia total (3 fases)	Cos φ, en milésimas	
47	Inhibición de alarma de hueco/punta	N/A	Se activa cuando la alarma de pico/hueco ha sido inhibida por el firmware CN2000 v. 17 debido a resonancias en el sistema eléctrico o referencias demasiado altas o mal introducidas
49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60	Sobre THD de I L_1 Sobre THD de I L_2 Sobre THD de I L_3 Sobre THD de U L_1 Sobre THD de U L_2 Sobre THD de U L_3 Sobre THD de U L_{1-2} Sobre THD de U L_{2-3} Sobre THD de U L_{3-1} Sobrefactor K L_1 Sobrefactor K L_2 Sobrefactor K L_3	%, décimas	Introduzca valores decimales positivos, en décimas si es necesario Valor de activación superior al de desactivación Ejemplo: 5 % activación, 2,5 % desactivación
61	Sobredemanda de kVA prevista	kVA	Introduzca valores enteros positivos. Valor de activación superior al de desactivación Ejemplo: 2.000 kVA activación, 1.750 kVA desactivación
62	Sobredemanda de kW prevista	kW	Introduzca un valor entero positivo Valor de activación superior al de desactivación Ejemplo: 2.000 kW activación, 1.750 kVAr desactivación. El funcionamiento de la alarma se basa en el valor absoluto de la demanda kW de forma que se activa en la demanda kW positiva o negativa, en el punto de referencia de activación
63	Sobredemanda de kVAr prevista	kVAr	Introduzca valores enteros positivos. Valor de activación superior al de desactivación Ejemplo: 2.000 kVAr activación, 1.750 kVAr desactivación El funcionamiento de la alarma se basa en el valor absoluto de la demanda kVAr de forma que se activa en la demanda kVAr positiva (adelantada) o negativa (retrasada), en el punto de referencia de activación

Alarma n.º	Descripción	Unidades act./desact.	Comentarios y ejemplos *(continuación)*
64 65 66	Sobredemanda kVA (N-1) Sobredemanda kVA (N-2) Sobredemanda kVA (N-3)	kVA	Introduzca valores enteros positivos Valor de activación superior al de desactivación Ejemplo: 2.000 kVA activación, 1.750 kVA desactivación
67 68 69	Sobredemanda kW (N-1) Sobredemanda kW (N-2) Sobredemanda kW (N-3)	kW	Introduzca valores enteros positivos Valor de activación superior al de desactivación El funcionamiento de la alarma se basa en el valor absoluto de la demanda kW de forma que se activa en la demanda kW positiva o negativa, en el punto de referencia de activación
70	Sobredemanda kVAr	kVAr	Introduzca valores enteros positivos Valor de activación superior al de desactivación Ejemplo: 2.000 kVA activación, 1.750 kVA desactivación El funcionamiento de la alarma se basa en el valor absoluto de la demanda kVAr de forma que se activa en la demanda kVAr positiva (adelantada) o negativa (retrasada), en el punto de referencia de activación
71	Sobrerretardo de demanda de factor de potencia (3 fases)	Cos φ, en milésimas	Observe que esta alarma está basada en el factor de potencia medio sobre el intervalo de demanda y por tanto responde de forma relativamente lenta si se compara con las alarmas 43 a 46 que se basan en los valores instantáneos de factor de potencia Introduzca un valor decimal, en milésimas si es preciso El valor de activación puede ser positivo (adelantado) o negativo (retrasado) y debe ser menos adelantado que el de desactivación El valor de desactivación puede ser positivo (adelantado) o negativo (retrasado) y debe ser más adelantado que el de desactivación Ejemplo: 0,98 activación, 0,95 desactivación Ejemplo: –0,9 activación, 0,975 desactivación Ejemplo: –0,9 activación, –0,95 desactivación
72	Subpotencia activa total 3 fases	kW	Introduzca valores enteros positivos Valor de activación inferior al de desactivación

Alarma n.º	Descripción	Unidades act./desact.	Comentarios y ejemplos *(continuación)*
			Ejemplo:1.750 kW activación, 2.000 kW desactivación El funcionamiento de la alarma se basa en el valor absoluto de los kW de forma que se activa en kW positiva o negativa, en el punto de referencia de activación
73	Sobrepotencia inversa total 3 fases	kW	Introduzca valores enteros positivos Valor de activación superior al de desactivación Ejemplo: 200 kW activación, 50 kW desactivación La alarma sólo se activará en condiciones de potencia invertida o negativa Con las referencias de activación o desactivación, la activación de la alarma se producirá a –200 kW y la desactivación se producirá a –50 kW
74	Inversión de fases	No aplicable	Las referencias y demoras de tiempo no son aplicables a esta alarma La alarma se activará cuando la rotación de la onda de tensión de las fases no sea 1-2-3 **Nota:** Si la rotación normal deseada no coincide con la 1-2-3, y se desea otra, por ejemplo 3-2-1, el Circuit Monitor puede programarse para reconocer como normal la 3-2-1. Consulte el manual de instrucciones del Circuit Monitor serie 2000
75 76 77 78 79 80 81 82	Tránsito entrada 1 desactivada/activada T. ent. 2 desact./act. T. ent. 3 desact./act. T. ent. 4 desact./act. T. ent. 5 desact./act. T. ent. 6 desact./act. T. ent. 7 desact./act. T. ent. 8 desact./act.	No aplicable	Las referencias y demoras de tiempo no son aplicables a estas alarmas Las alarmas se activan cuando el estado de entrada digital del módulo de E/S cambia de encendido a apagado Las alarmas se desactivan cuando el estado de la entrada vuelve a la posición de reposo
83 84 85 86 87 88 89 90	T. ent. 1 desact./act. T. ent. 2 desact./act. T. ent. 3 desact./act. T. ent. 4 desact./act. T. ent. 5 desact./act. T. ent. 6 desact./act. T. ent. 7 desact./act. T. ent. 8 desact./act.	No aplicable	Las referencias y demoras de tiempo no son aplicables a estas alarmas Las alarmas se activan cuando el estado de entrada digital del modo de E/S cambia de encendido a apagado Las alarmas se desactivan cuando el estado de la entrada vuelve a la posición de reposo
91 92 93 94 95 96 97 98	Reservado		

Alarma n.º	Descripción	Unidades act./desact.	Comentarios y ejemplos *(continuación)*
99	Fin del intervalo de energía incremental	No aplicable	Las referencias y demoras de tiempo no son aplicables a esta alarma Consulte el manual de instrucciones del Circuit Monitor serie 2000
100	Encender/Restablecer	No aplicable	Las referencias y demoras de tiempo no son aplicables a esta alarma Esta alarma indica cuando el Circuit Monitor se enciende o realiza un reset
101	Fin del intervalo de demanda	No aplicable	Las referencias y demoras de tiempo no son aplicables a esta alarma Consulte el manual de instrucciones del Circuit Monitor serie 2000
102	Fin del ciclo de actualización	No aplicable	Las referencias y demoras de tiempo no son aplicables a esta alarma Consulte el manual de instrucciones del Circuit Monitor serie 2000
103 104 105 106	Sobrevalor de entrada analógica 1 Sobrevalor de entrada analógica 2 Sobrevalor de entrada analógica 3 Sobrevalor de entrada analógica 4	Valor analógico en milésimas	Introduzca valores decimales para igualar la precisión elegida en la pantalla de configuración del módulo E/S (unidades, décimas, centésimas o milésimas) El valor de activación puede ser positivo o negativo y debe ser más positivo o menos negativo que el de desactivación El valor de desactivación puede ser positivo o negativo Las referencias dependerán de la forma que se establezcan los valores de los límites superiores e inferiores y la precisión de la entrada analógica Ejemplo: con el límite superior en 1.000 PSI, el límite inferior en 200 PSI y la precisión en unidades: si desea que la alarma se active a 950 PSI y se desactive a 900 PSI, introduzca 950 para activación y 900 para desactivación Ejemplo: con el límite superior en 5.000 V, el límite inferior en 1.000 V y la precisión en milésimas: si desea que la alarma se active a 4.925 V y se desactive a 4 V, introduzca 4.925 para activación y 4 (4,0 – 4,00 – 4,000) para desactivación Ejemplo: con el límite superior en 5,00 V, el límite inferior en –5,00 V y la precisión en centésimas: si desea que la alarma se active a 2,5 V y se desactive a –1 V, introduzca 2,5 o (2,50) para activación y –1 o (–1,0 o –1,00) para desactivación

Alarma n.º	Descripción	Unidades act./desact.	Comentarios y ejemplos *(continuación)*
107 108 109 110	Subvalor de entrada analógica 1 Subvalor de entrada analógica 2 Subvalor de entrada analógica 3 Subvalor de entrada analógica 4	Valor analógico en milésimas	Introduzca valores decimales para igualar la precisión elegida en la pantalla de configuración del módulo E/S (unidades, décimas, centésimas o milésimas) El valor de activación puede ser positivo o negativo y debe ser más positivo o menos negativo que el de desactivación El valor de desactivación puede ser positivo o negativo Las referencias dependerán de la forma en que se establezcan los valores de límite inferior y superior y la precisión para la entrada analógica Ejemplo: con el límite superior en 1.000 PSI, el límite inferior en 200 PSI y la precisión en unidades: si desea que la alarma se active a 500 PSI y se desactive a 600 PSI, introduzca 500 para activación y 600 para desactivación Ejemplo: con el límite superior en 5.000 V, el límite inferior en 1.000 V y la precisión en milésimas: si desea que la alarma se active a 4.125 V y se desactive a 4,5 V, introduzca 4.125 para activación y 4,5 o (4,50 – 4,500) para desactivación Ejemplo: con el límite superior en 5,00 V, el límite inferior en –5,00 V y la precisión en centésimas: si desea que la alarma se active a 2,5 V y se desactive a –1 V, introduzca 2,5 o (2,50) para activación y –1 o (–1,0 o –1,00) para desactivación
111 112 113 114 115 116 117 118 119 120	Reservado		
201 202 203	Punta de U L_1-N/L_{1-2} Punta de U L_2-N/L_{2-3} Punta de U L_3-N/L_{3-1}	Voltios o % en decimales	Si desea que la alarma se active dependiendo de la magnitud de la tensión: no marque el cuadro de verificación “Relativo” Introduzca valores enteros positivos. Valor de activación superior al valor de desactivación

Alarma n.º	Descripción	Unidades act./desact.	Comentarios y ejemplos *(continuación)*
			Ejemplo: 495 V activación, 480 V desactivación Si desea que la alarma se active en base a la diferencia de porcentaje de la tensión eficaz y la tensión media calculada según los últimos 5 intervalos del ciclo de medición: Marque el cuadro de verificación "Relativo" Introduzca valores decimales positivos para el porcentaje, en décimas si es preciso Valor de activación superior al de desactivación Ejemplo: 7,5% activación, 5% desactivación Introduzca demoras de tiempo en ciclos **Nota:** Para utilizar estas alarmas se necesita el CM2350 o superior. El funcionamiento de la alarma se basa en cálculos eficaces continuos
204 205 206 207	Punta de I L_1 Punta de I L_2 Punta de I L_3 Punta de I N	Amperios o % en decimales	Si desea que la alarma se active dependiendo de la magnitud de la intensidad: no marque el cuadro de verificación "Relativo" Introduzca valores enteros positivos Valor de activación superior al valor de desactivación Ejemplo: 500 A activación, 425 A desactivación Si desea que la alarma se active en base a la diferencia de porcentaje de la intensidad eficaz y la intensidad media calculada según los últimos 5 intervalos del ciclo de medición: Marque el cuadro de verificación "Relativo" Introduzca valores decimales positivos para el porcentaje, en décimas si es preciso Valor de activación superior al de desactivación Ejemplo: 7,5% activación, 5% desactivación Introduzca demoras de tiempo en ciclos **Nota:** Para utilizar estas alarmas se necesita el CM2350 o superior. El funcionamiento de la alarma se basa en cálculos eficaces continuos
208 209 210	Hueco de U L_1-N/L_{1-2} Hueco de U L_2-N/L_{2-3} Hueco de U L_3-N/L_{3-1}	Voltios o % en decimales	Si desea que la alarma se active en base a la magnitud de tensión: no marque el cuadro de verificación "Relativo"

Alarma n.º	Descripción	Unidades act./desact.	Comentarios y ejemplos *(continuación)*
			Introduzca valores enteros positivos. Valor de activación inferior al valor de desactivación Ejemplo: 465 V activación, 480 V desactivación Si desea que la alarma se active en base a la diferencia de porcentaje de la tensión eficaz y la tensión media calculada según los últimos 5 intervalos del ciclo de medición: Marque el cuadro de verificación “Relativo” Introduzca valores decimales positivos parael porcentaje, en décimas si es preciso Valor de activación superior al de desactivación Ejemplo: 7,5% activación, 5% desactivación Introduzca demoras de tiempo en ciclos **Nota:** Para utilizar estas alarmas se necesita el CM2350 o superior. El funcionamiento de la alarma se basa en cálculos eficaces continuos
211 212 213 214	Hueco de I L_1 Hueco de I L_2 Hueco de I L_3 Hueco de I N	Amperios o % en decimales	Si desea que la alarma se active en base a la magnitud de intensidad: no marque el cuadro de verificación “Relativo” Introduzca valores enteros positivos Valor de activación superior al valor de desactivación Ejemplo: 425 A activación, 500 A desactivación Si desea que la a larma se active en base a la diferencia de porcentaje de la intensidad eficaz y la intensidad media calculada según los últimos 5 intervalos del ciclo de medición: Marque el cuadro de verificación “Relativo” Introduzca valores decimales positivos para el porcentaje, en décimas si es preciso Valor de activación inferior al de desactivación Ejemplo: 7,5% activación, 5% desactivación Introduzca demoras de tiempo en ciclos **Nota:** Para utilizar estas alarmas se necesita el CM2350 o superior. El funcionamiento de la alarma se basa en cálculos eficaces continuos

Tabla K3-081: *tabla de las posibles alarmas derivadas de un Circuit Monitor.*

3.10. Conexionado del sistema **Power**Logic®

Power Meter serie 700

Conexión de entrada de tensión directa trifásica de 4 hilos con 3 TI

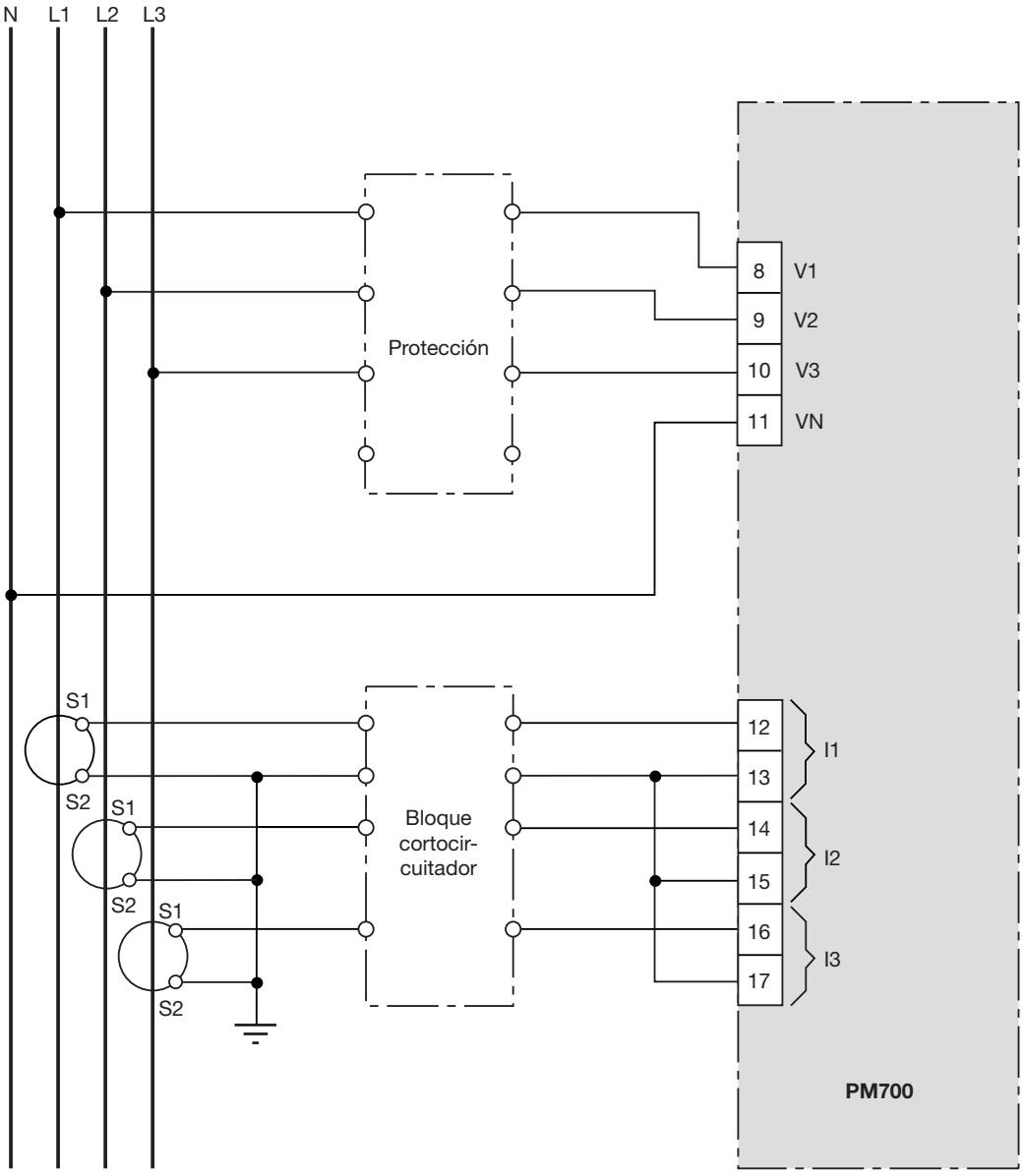


Fig. K3-082: *esquema de conexionado Power Meter serie 700.*

Power Meter serie 800

Conexión de entrada de tensión directa trifásica de 4 hilos con 3 TI

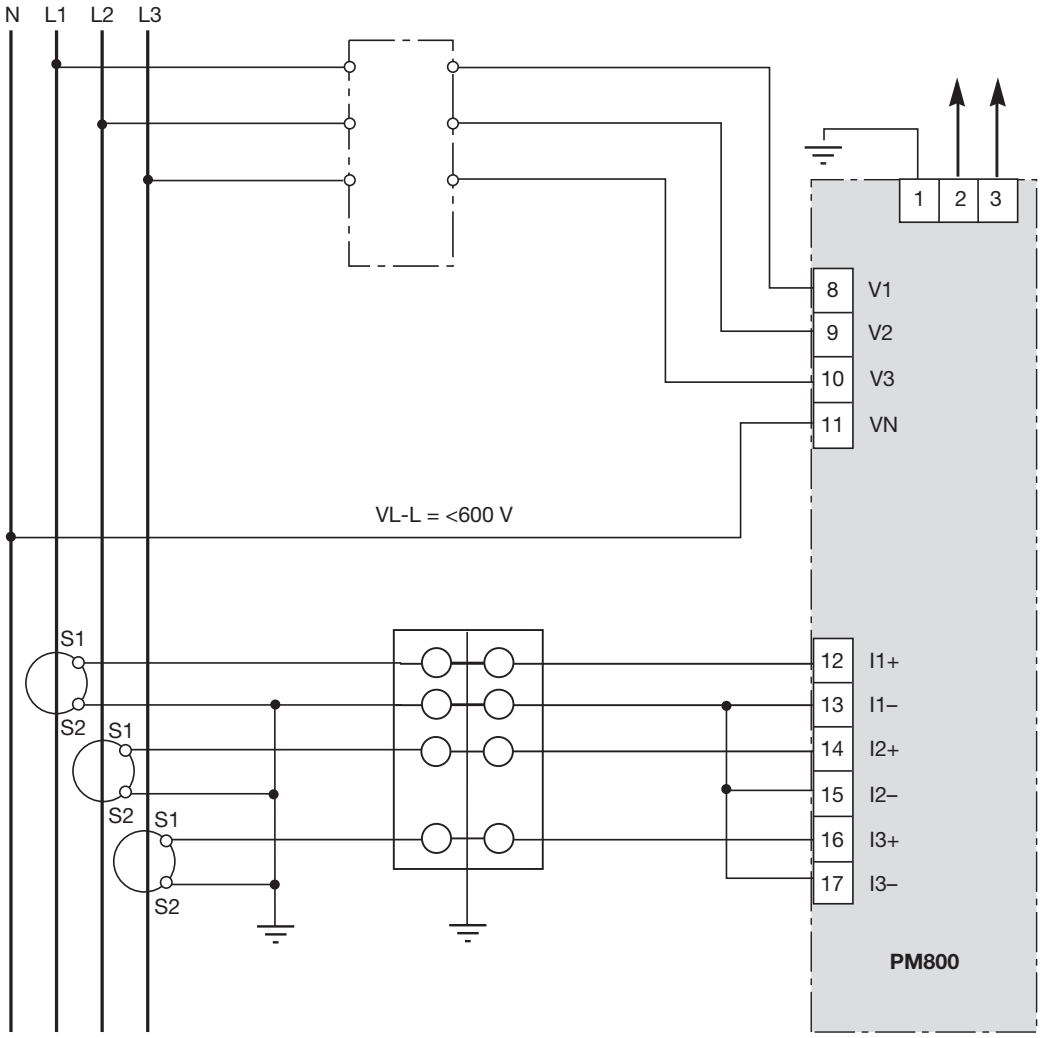


Fig. K3-083: *esquema de conexionado Power Meter serie 800.*

Circuit Monitor serie 3000
Conexión de 3 hilos, 2 TI sin TT

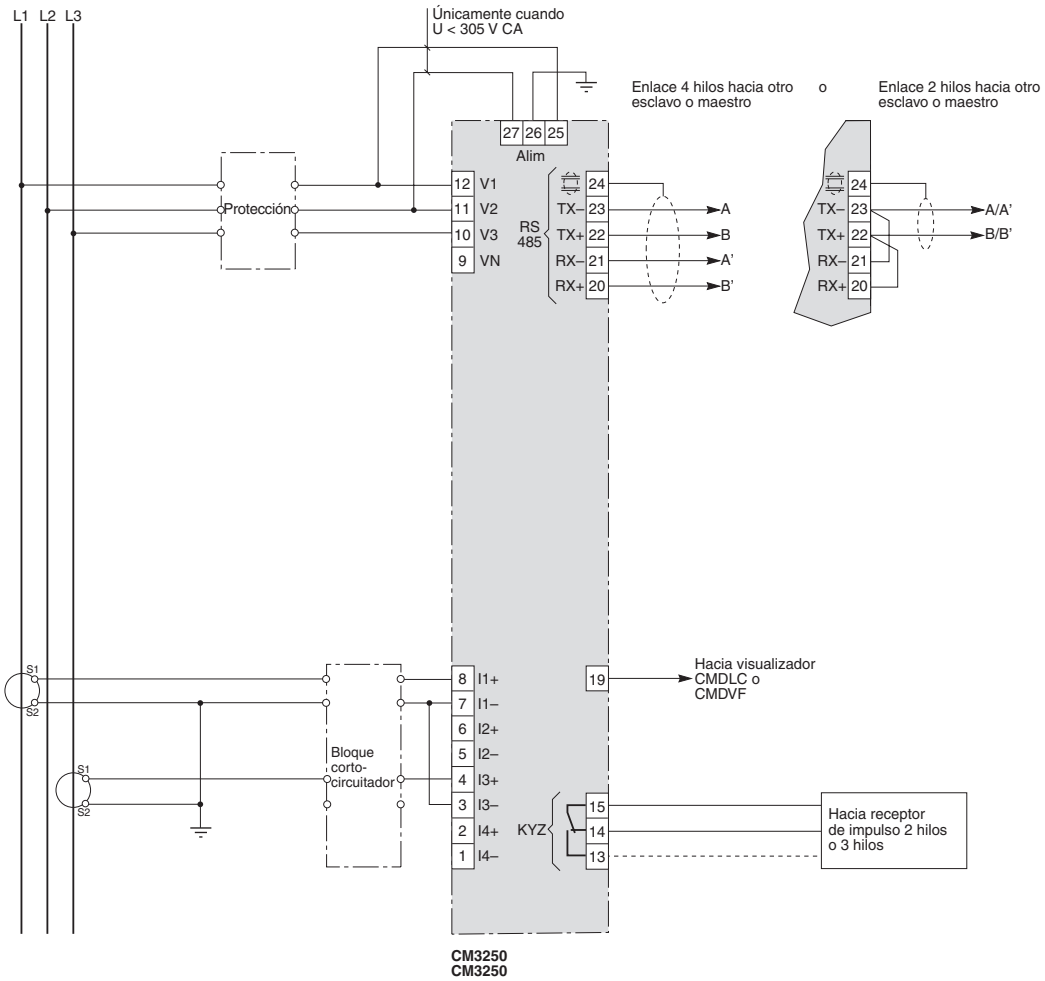


Fig. K3-084a: *esquemas de conexionado del Circuit Monitor serie 3000.*

Otros conexionados:
Conexión de 4 hilos, 4 TI y 3 TT

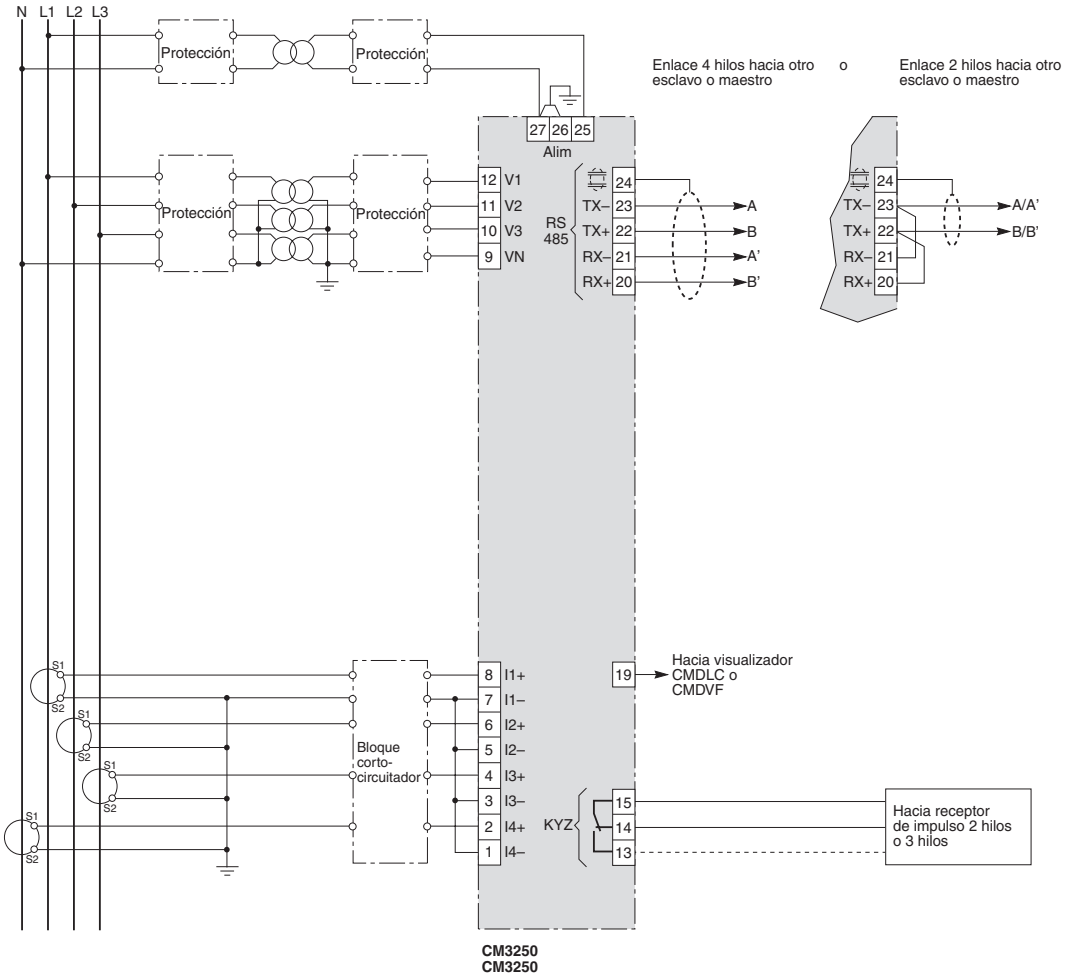


Fig. K3-084b: *esquemas de conexionado del Circuit Monitor serie 3000.*

Circuit Monitor serie 4000
Conexionado de 3 hilos, 2 TI sin TT

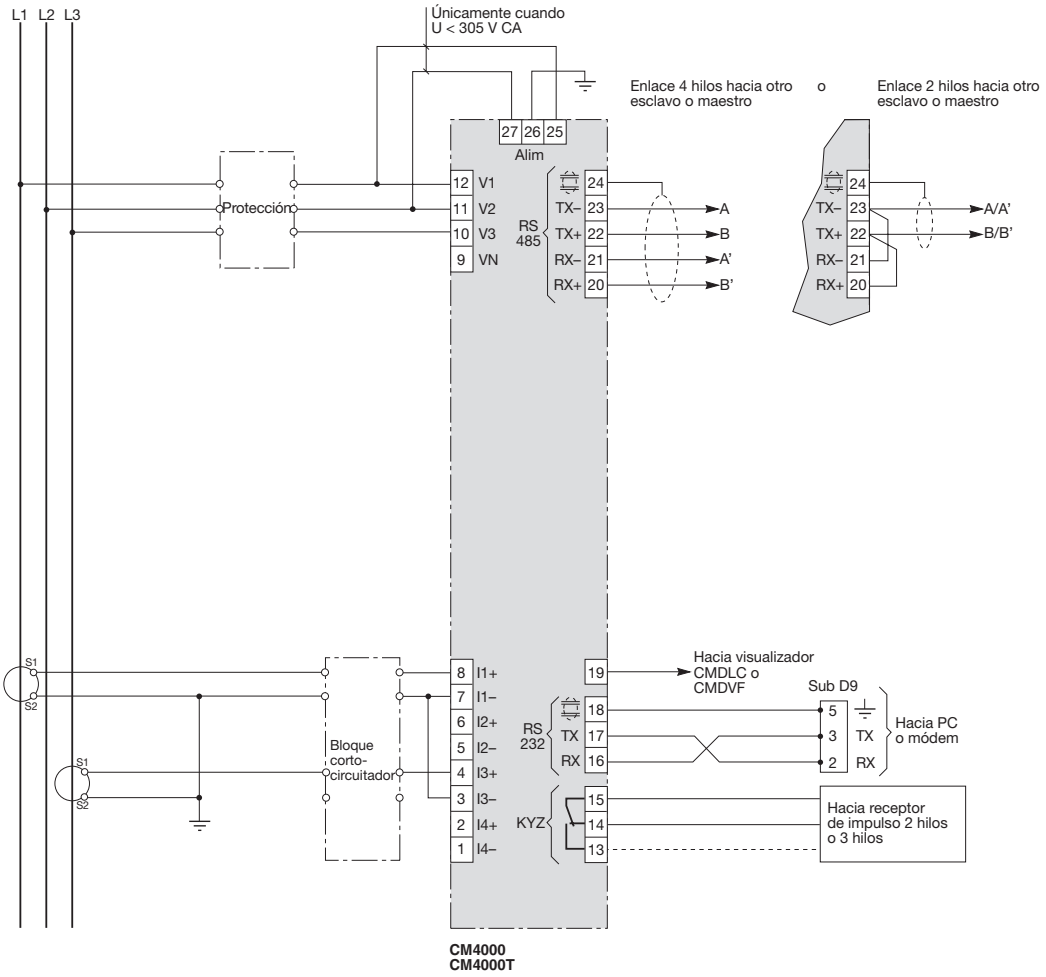


Fig. K3-085: *esquema de conexionado Circuit Monitor serie 4000 de 3 hilos, 2 TI.*

Otros conexionados:
Conexión de 4 hilos, 4 TI y 3 TT

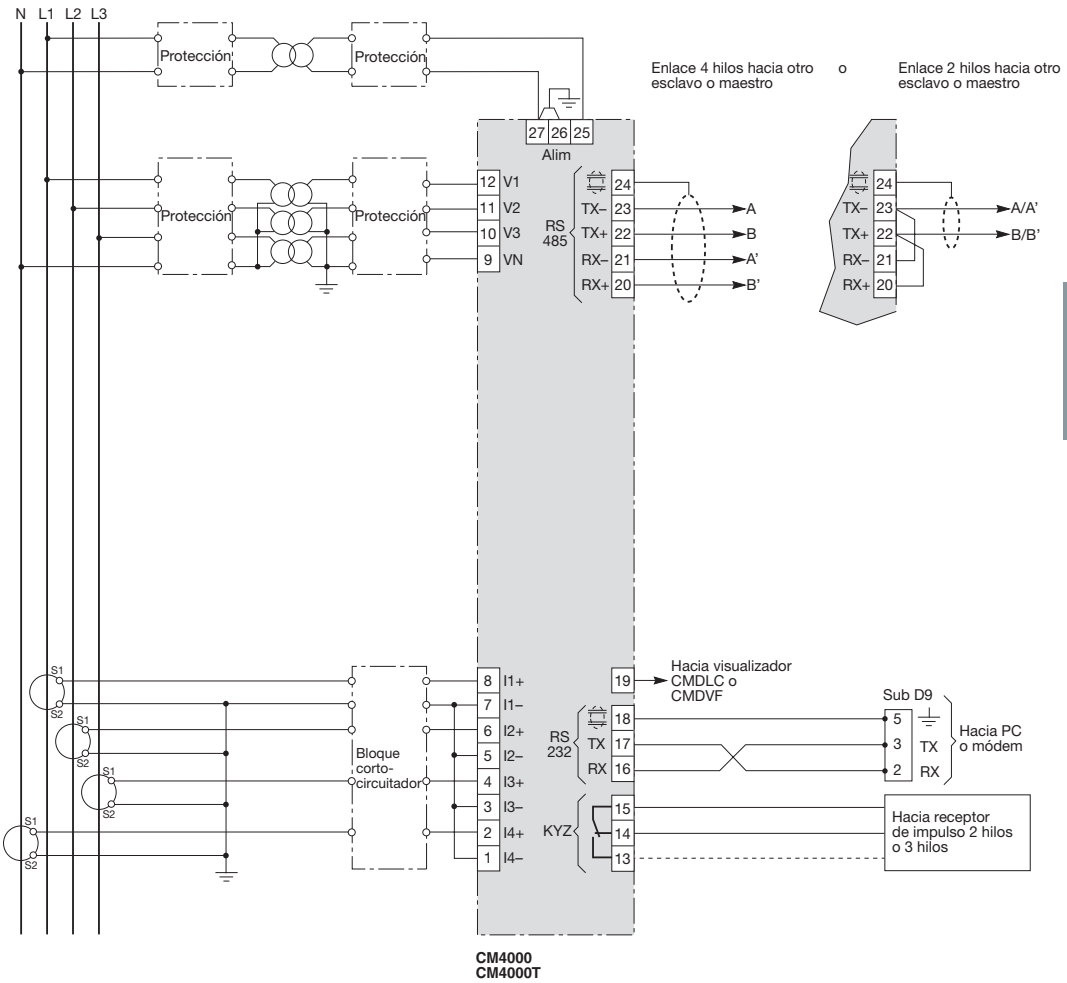


Fig. K3-086: *esquema de conexionado Circuit Monitor serie 4000 de 4 hilos, 4 TI.*

Protección aconsejada y secciones de conexionado

Protección aconsejada	Tipo	ref.
Int. automático P25M	Tri	21102

Tabla K3-087: *protecciones.*

Localiz.	Conexionado	S. mm²
(1)	Transformadores de corriente	1,5 a 2,5
(2)	De tensión	0,75 a 2,5
(3)	Bus interno	0,75 a 2,5 trenzado
(4)	Modbus/Jbus	0,75 a 2,5 blindado

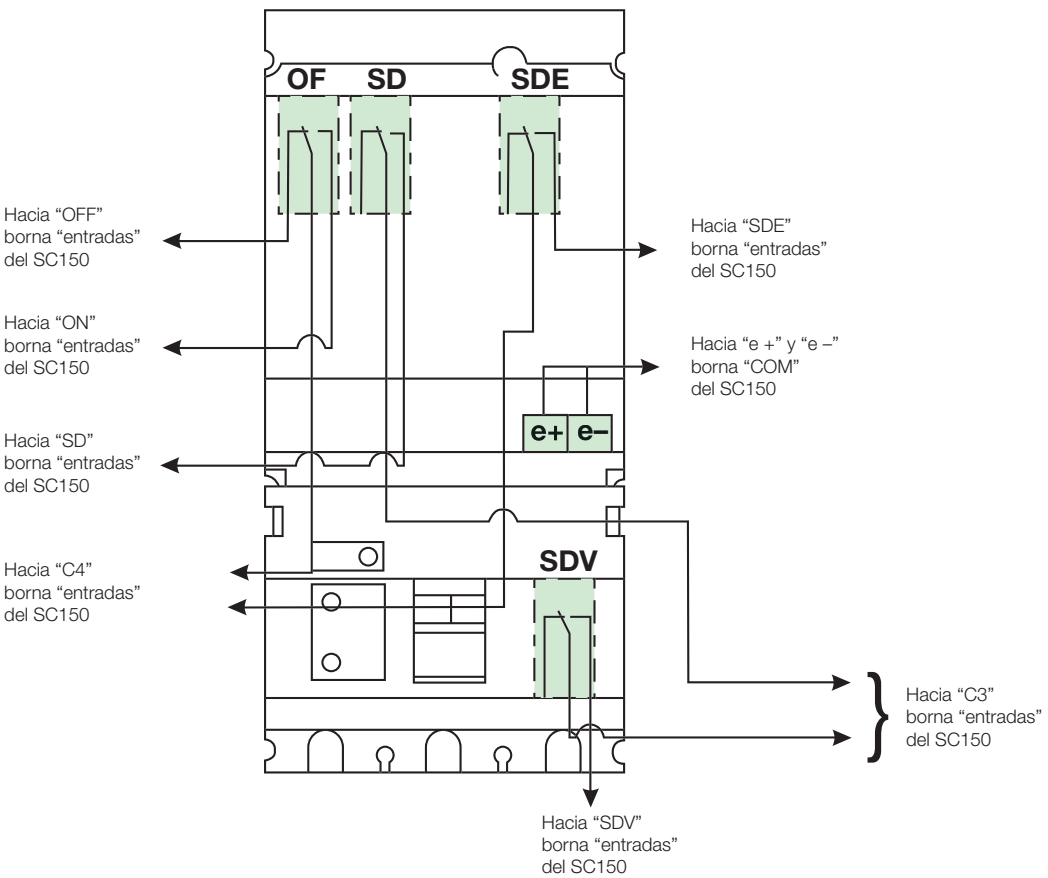
Tabla K3-088: *conexiones.*

Bus interno	Señal	Color
	24 V	Rojo
	0 V	Negro
	BBUS–	Blanco
	BBUS+	Azul

Tabla K3-089: *bus interno colores.*

Interface de señalización y de mando SC150

Puesta en funcionamiento con Compact



Interruptor automático Compact

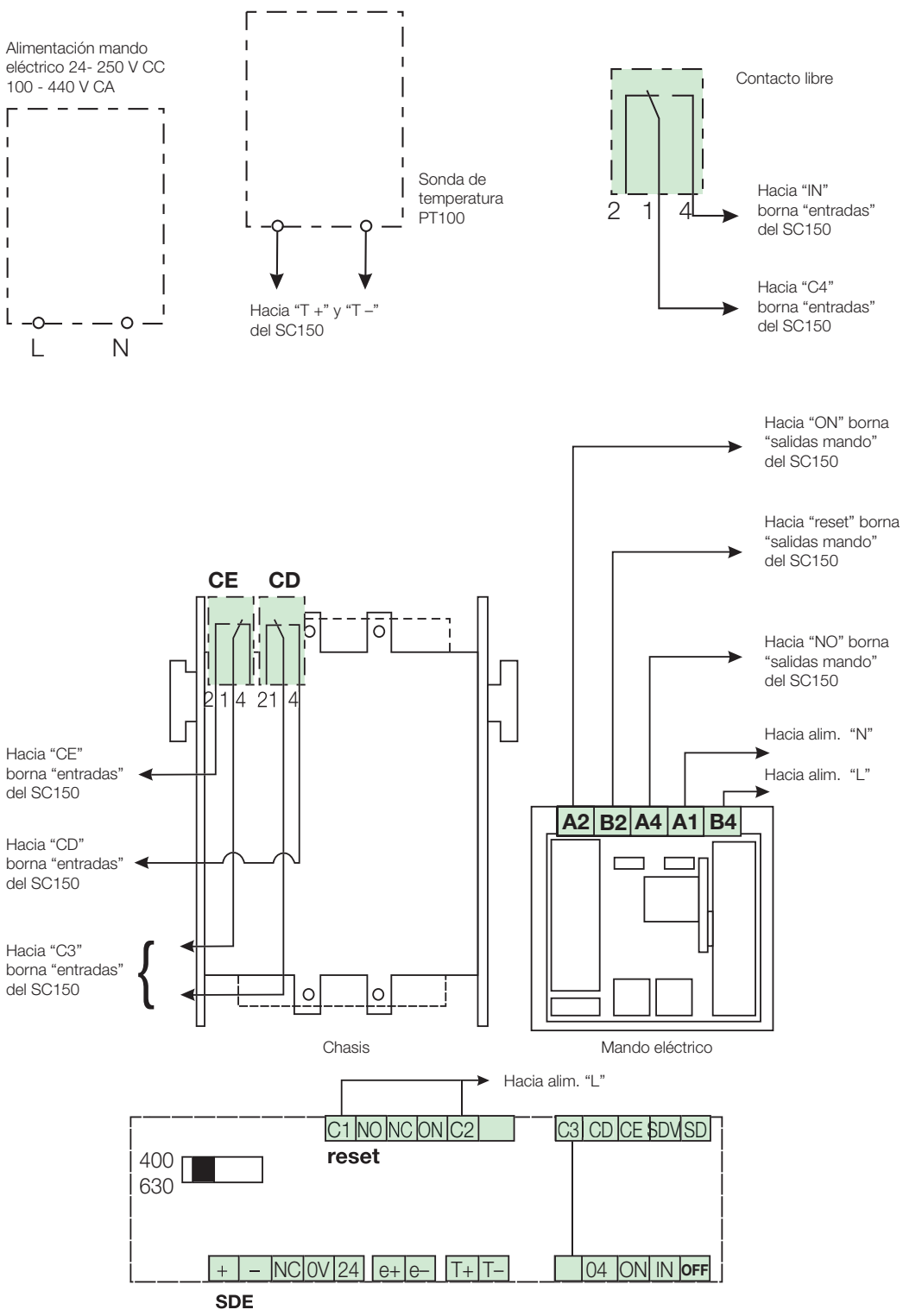


Fig. K3-090: *esquema de conexionado de un mando SC150 con Compact.*

Puesta en funcionamiento con contactores

Interfaz de sañalización y de comando SC150.
Alimentación mando eléctrico.
Sonda de temperatura PT100.
Las mismas conexiones para Compact que para contactores.

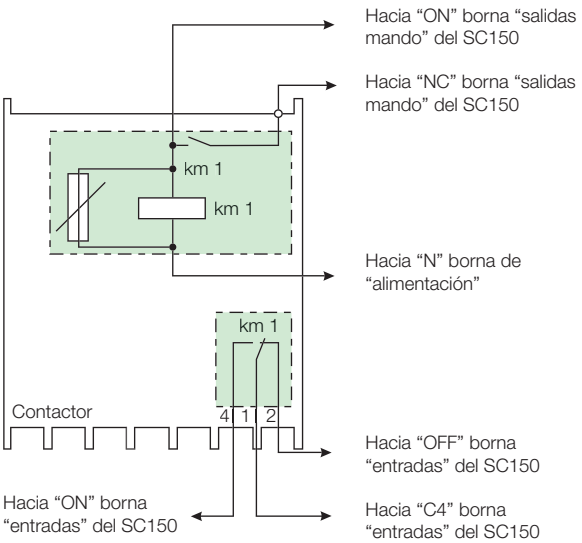
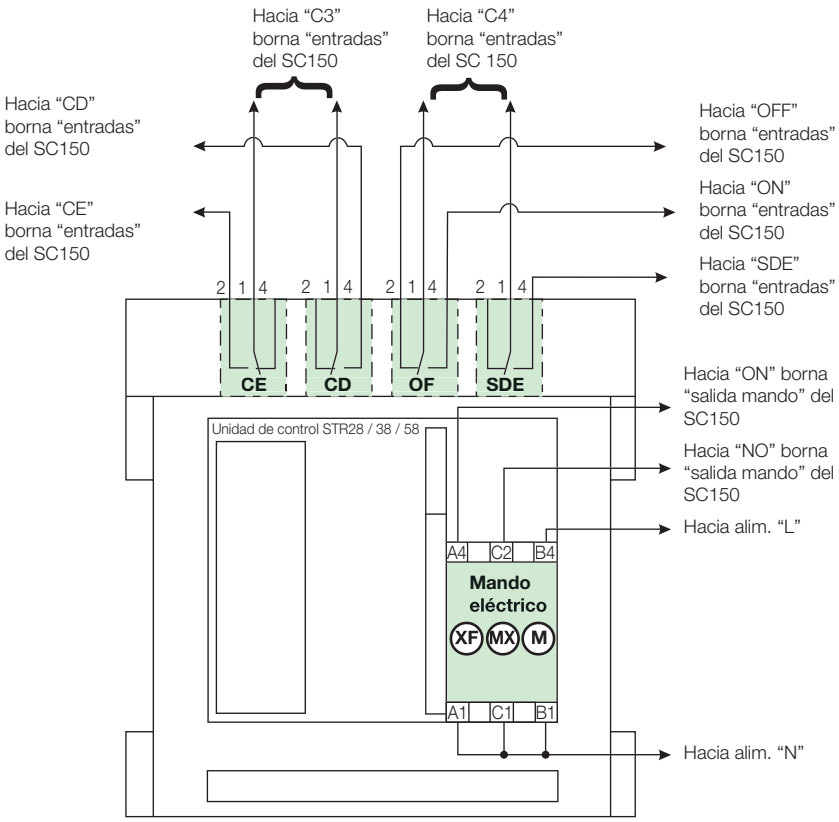
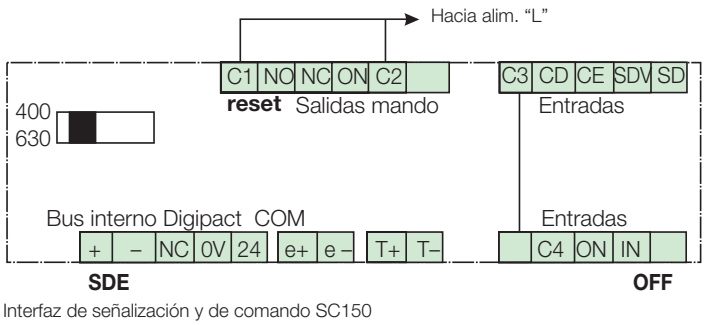


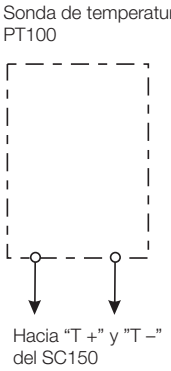
Fig. K3-091: *esquema de conexionado de un mando SC150 con contactores.*

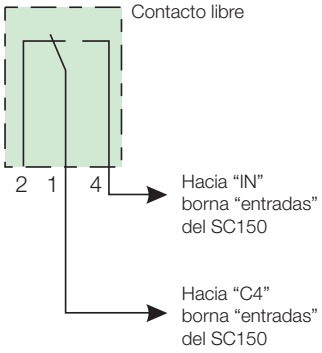
Puesta en funcionamiento con interruptor automático Masterpact

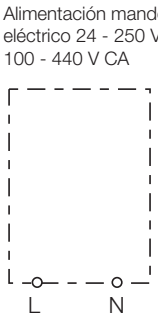




Interfaz de señalización y de comando SC150







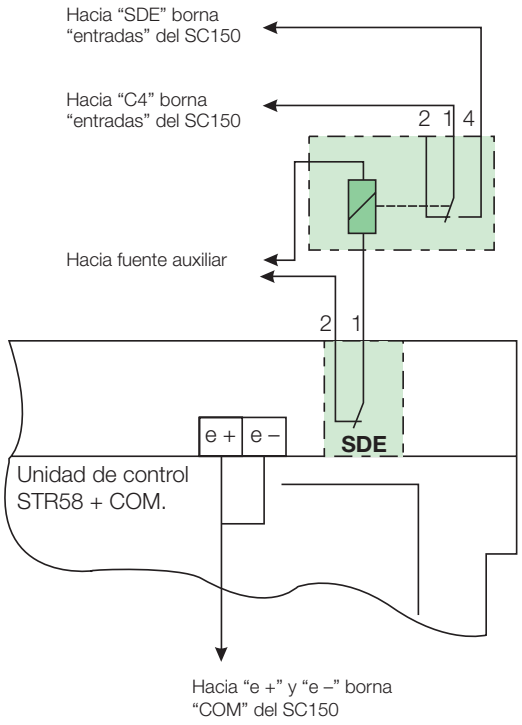


Fig. K3-092: *esquema de conexionado de un mando SC150 con un Masterpact.*

Amperímetro IM y voltímetro UM

Protección aconsejada y secciones de conexionado

Protección aconsejada	Tipo	Ref.
Int. automático P25M	Tri	21102

Tabla K3-093: *protecciones.*

Localiz.	Conexionado	S. mm^2
(1)	Tensiones alimentación	0,75 a 2,5
(2)	bus interno	0,75 a 2,5
(3)	Bus interno BBUS+/BBUS–	0,75 a 2,5 trenzado

Tabla K3-094: *conexiones.*

Bus interno	Señal	Color
	24 V	Rojo
	0 V	Negro
	BBUS–	Blanco
	BBUS+	Azul

Tabla K3-095: *bus interno colores.*

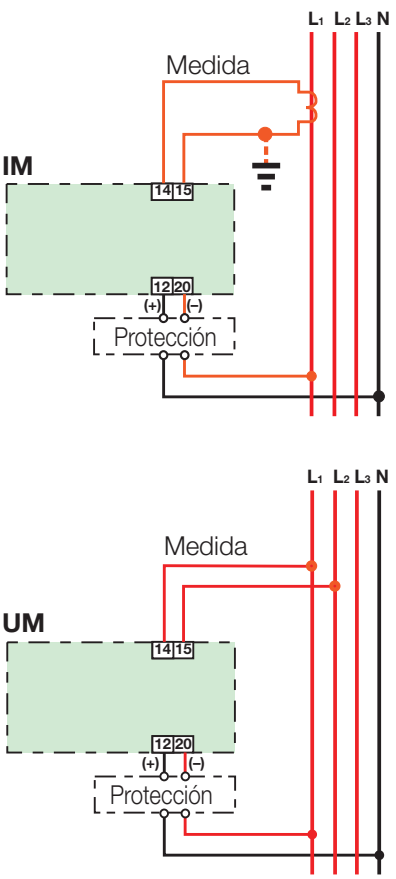


Fig. K3-096: *esquema circuito conexionado amperímetro IM y voltímetro UM.*

Módulo de mando local y señalización CLS150

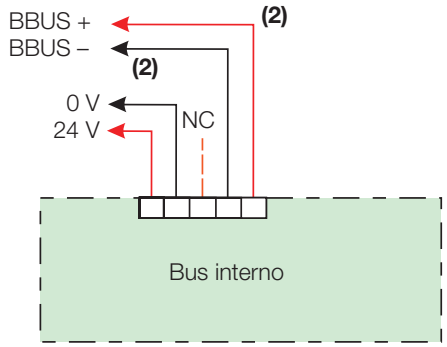


Fig. K3-097: *esquema de conexionado del mando local y de señalización CLS150.*

Concentrador de datos DC150

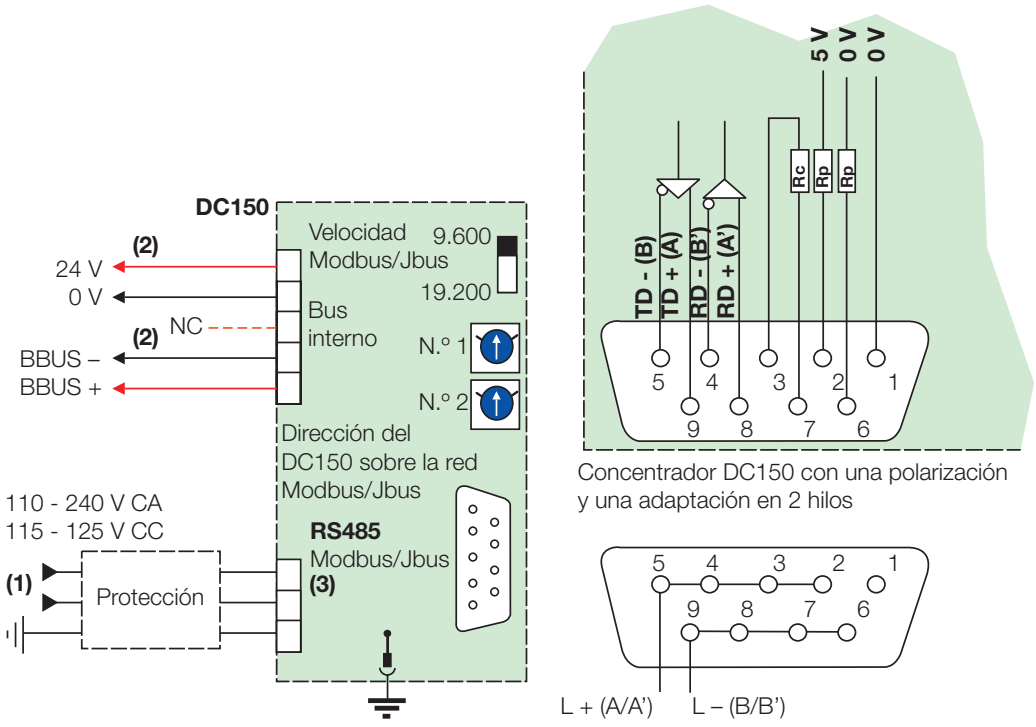


Fig. K3-098: *esquema de conexionado concentrador de datos DC150.*

El conexionado del concentrador DC150 se realiza con un conector SUB D9 macho, caja metalizada (ejemplo ITT canon, DE9P K83 + capot DE115 - 500 - 5 RD). El concentrador DC150 está equipado con un conector SUB D9 hembra.
En multipunto, las derivaciones podrán hacerse bien por la CCA609 + cable CCA602, sea por módulo April TBX0010 (en dos hilos), sea por los borneros de conexionado estándar respetando las precauciones de cableado blindado.
La adaptación de una salida RS232 de un PC al estándar RS485 se hará preferentemente con el convertidor MG ACE909 o equivalente.

Protección aconsejada		Tipo	Ref.
Int. automático curva C – 10 A	C60N	Tri	21102

Tabla K3-099: *protecciones.*

Localiz.	Conexionado	S. mm²
(1)	Tensiones	0,75 a 2,5
(2)	Bus interno	0,75 a 2,5 trenzado
(3)	Modbus/Jbus	0,75 a 2,5 blindado

Tabla K3-100: *conexiones.*

Bus interno	Señal	Color
	24 V	Rojo
	0 V	Negro
	BBUS–	Blanco
	BBUS+	Azul

Tabla K3-101: *bus interno colores.*

Red con cable de comunicaciones

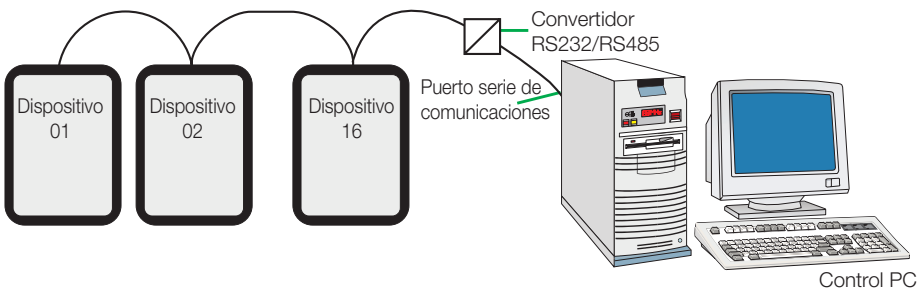


Fig. K3-102: *esquema de conexión de la red con cable de comunicaciones.*

Red de comunicación vía módem

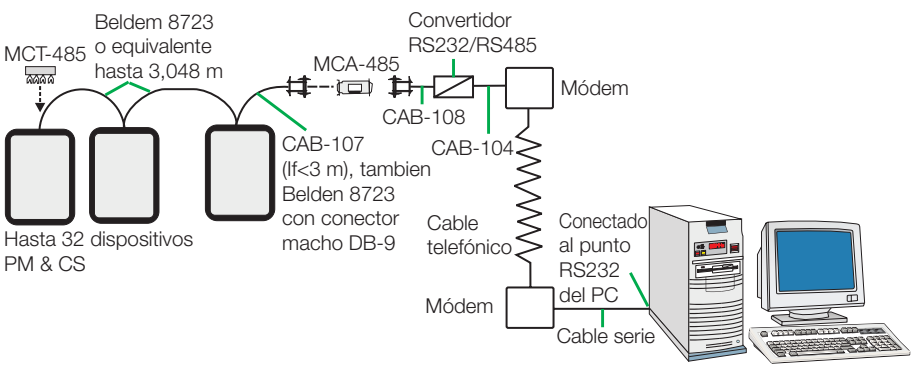


Fig. K3-103: *esquema de comunicación vía módem.*

Red de comunicación vía Ethernet

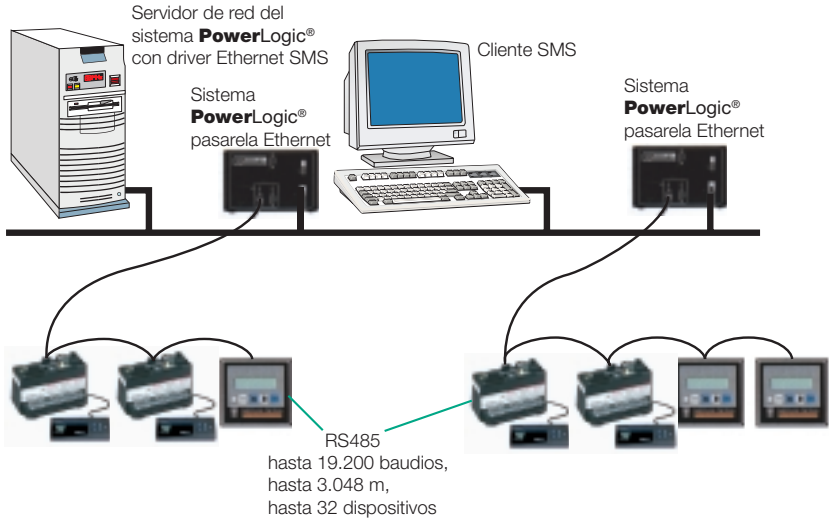


Fig. K3-104: *esquema de conexión para comunicación vía Ethernet.*

Cableado de comunicaciones bus RS485

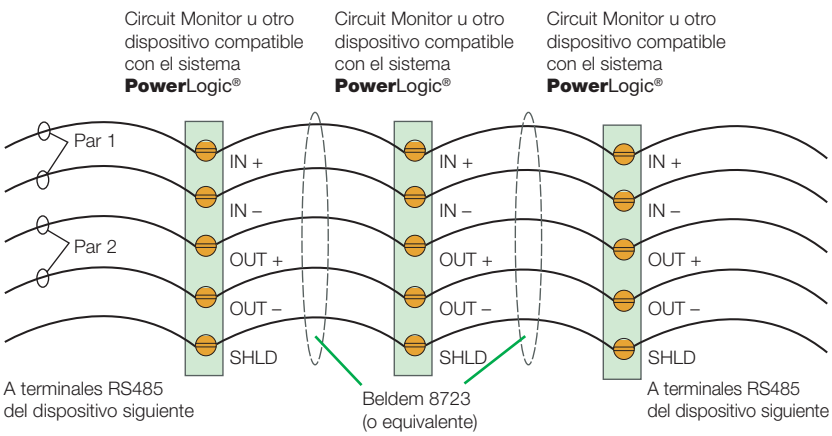


Fig. K3-105: *esquema de conexionado para la comunicación vía bus RS485.*

Conexión del bus RS485

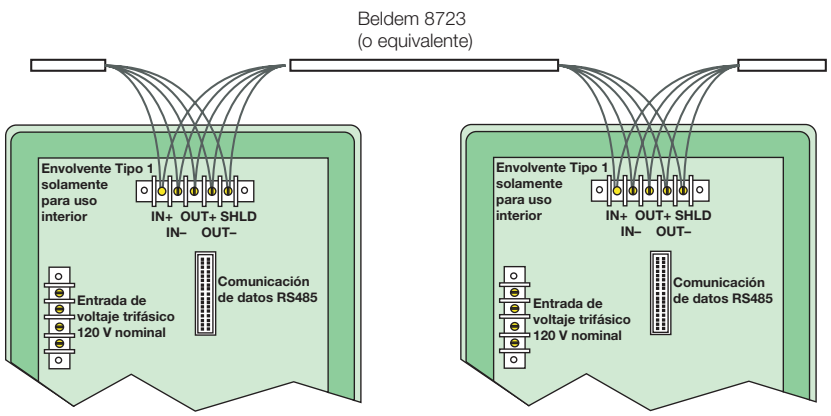


Fig. K3-106: *esquema de conexión del bus RS485.*

3.11. Cómo configurar el System Manager Software

3.11.1. Iniciar la aplicación SMS

Procedimiento:

■ La aplicación para usuarios se abrirá desde un acceso directo del Escritorio de Windows. Este acceso directo incorpora todas las opciones necesarias para el buen funcionamiento de la aplicación al ser ejecutada por un usuario.

■ Partiendo del Escritorio haremos **doble clic** en el icono de la aplicación

. Con ello se nos abrirá la pantalla de inicialización del SMS.

■ Tras unos breves instantes, entraremos como usuarios al SMS. Opcionalmente, si entrásemos de una forma distinta a la aplicación, aparecerá la siguiente pantalla de Acceso a Cliente SMS:

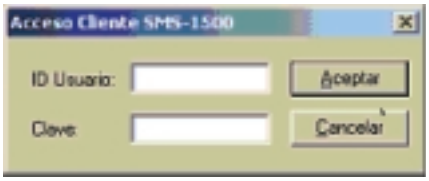


Fig. K3-107: *pantalla de Acceso Cliente SMS-1500.*

Nos identificaremos como usuarios de la aplicación escribiendo en los campos adecuados el **ID Usuario** y la **Clave** correspondientes al nivel de autorización que se nos permita.

■ Tras ello, haremos clic en Aceptar.

■ A continuación se completará la carga de la aplicación para pasar a mostrarnos el registro de alarmas activas.

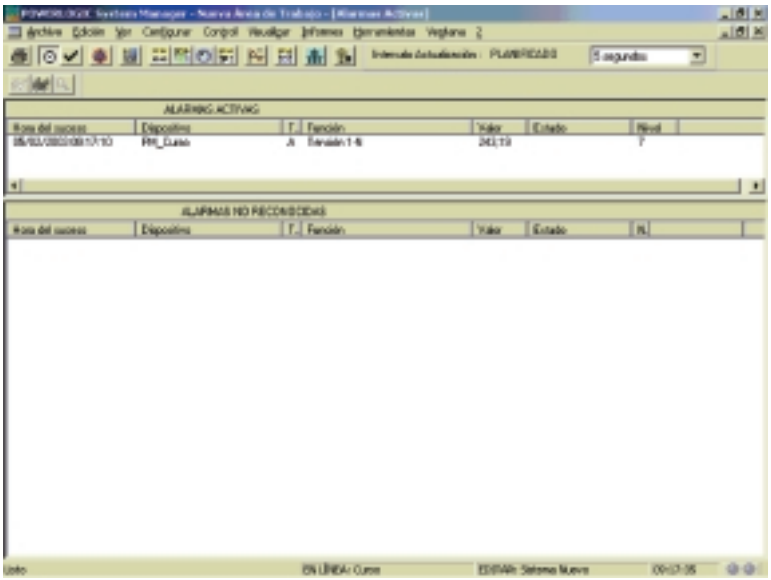


Fig. K3-108: *pantalla de alarmas.*

3.11.2. Iniciar un sistema con SMS

Suposiciones:

■ SMS instalado en el ordenador.

■ Durante la instalación del SMS se ha creado un usuario, con nivel de administrador, con la contraseña:
□ Nombre de usuario.
□ Contraseña.
□ Observar: la contraseña distingue minúsculas o mayúsculas.

Procedimiento:

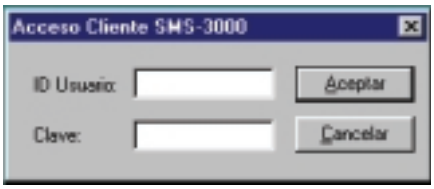
■ Encender el ordenador y seleccionar el sistema operativo de Microsoft Windows.

■ En el menú **Inicio**, en **Programas**, en **SMS-XXX**, hacer clic en **Cliente SMS-XXXX:**

INICIO>Programas>SMS-XXXX>Cliente SMS-XXXX

Para arrancar el SMS-3000 es necesario iniciar previamente el servidor de SMS-3000 **(INICIO>Programas>SMS-XXXX>Servidor SMS-XXXX)**, si no está configurado como Servicio (proceso de fondo). Para configurar el servidor SMS-3000 como servicio de Windows NT o 2000, es necesario acudir a la utilidad de configuración de SMS **(INICIO>Programas>SMS-XXXX>Utilidad de configuración SMS-XXXX)** y en la pestaña **Diagnósticos** marcar **Instalado** en el apartado Servidor como Servicio (seguir los pasos del documento que aparece al hacer clic sobre **Información**).

■ En la pantalla **Acceso Cliente SMS-XXX**, introducir lo siguiente:
□ ID Usuario.
□ Clave.



■ En nuestra área de trabajo aparecerá una nueva ventana cuyo título es: **Power**Logic® **System Manager**.

■ El siguiente paso es crear un nuevo sistema. Un sistema está formado por uno o varios modos de comunicación y uno o múltiples equipos de medida, de los que visualizaremos datos, supervisaremos alarmas y recogeremos lecturas.
El SMS puede tener múltiples sistemas, pero sólo podemos utilizar un sistema a la vez. Para crear un nuevo sistema tenemos que hacer clic en el menú **Archivo>Nuevo>Sistema**.

■ Entrar el nombre del sistema: **Curso**.

■ Antes de añadir una conexión de comunicaciones (forma en que el ordenador comunicará con los equipos de medida) o modificar los parámetros de un sistema (alarmas, históricos, etc.), éste debe abrirse como sistema de trabajo (**EDITAR: Curso**).

Este es un procedimiento diferente al de poner en línea el sistema o comunicarlo. Para editar el sistema tenemos que clicar en **Archivo>Abrir** y seleccionar el sistema **Curso** apretando el botón de OK cuando lo tengamos seleccionado. En la parte inferior de la pantalla del programa SMS podremos ver ahora **EDITAR: Curso**.

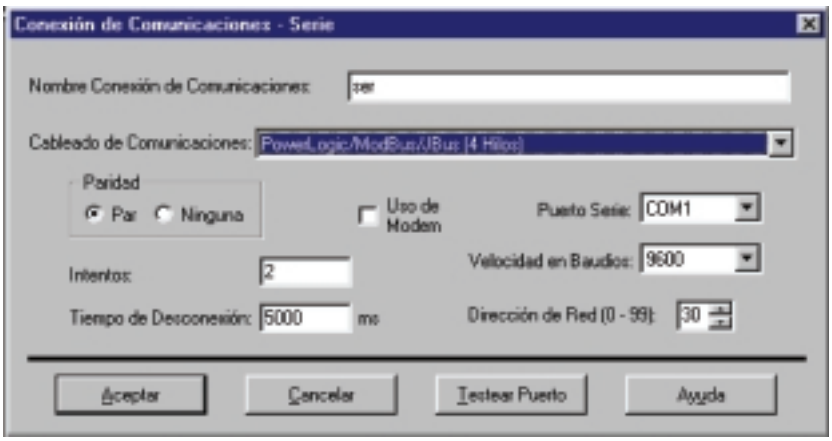
■ La siguiente tarea necesaria es indicar el modo de comunicación con los aparatos para comunicar el sistema. Existen tres tipos de conexiones de comunicación para SMS.
□ **Aplicación Sy/Link:** utiliza una tarjeta especial conectada a la placa base (esta conexión generalmente no se utiliza).
□ **Aplicación Serie:** cuando comunicamos a través de un puerto serie (RS232) utilizando un conversor RS232-RS485 hacia el bus RS485 al cual estarán conectados los dispositivos.
□ **Aplicación Modbus/TCP:** utiliza la red informática existente para comunicar a través de una pasarela (conversor) Modbus/TCP hacia el bus RS485 al cual estarán conectados los dispositivos. Requiere la instalación en el PC de una tarjeta Ethernet que podemos encontrar sin problema en el mercado.

■ Para añadir esta conexión clicar en **Configurar>Conexión de Comunicaciones**.

Aplicación Serie
En caso de comunicar a través del puerto de comunicaciones COM1 seguiremos los siguientes pasos:

■ Desde el menú **Configurar>Conexión de Comunicaciones** clicar en el boton **Añadir**.
□ Nombre de la conexión: **ser** (o cualquiera que se nos ocurra).
□ Protocolo: **Aplicación Serie**.
□ Clicar **Continuar** (si hay alguna duda clicar el botón **Ayuda**).

■ Hay que asegurarse de que los parámetros de comunicación: paridad, nombre del puerto serie, velocidad de comunicación (baudios) y tipo de conexión (2 o 4 hilos), son acordes con la instalación; es decir, coinciden en los equipos y su conexión.
El siguiente cuadro de ejemplo muestra estos parámetros:

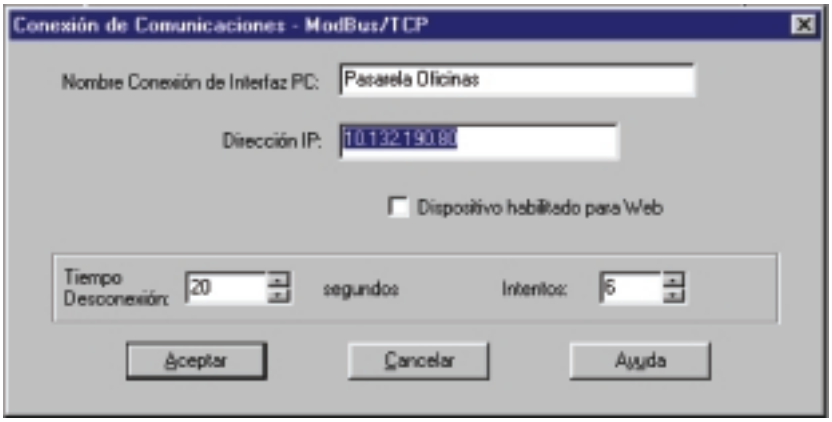


Además se puede realizar un test de los puertos serie del ordenador para comprobar que el puerto serie en cuestión está disponible y que no existen incompatibilidades con otros periféricos.
Una vez determinados los parámetros hacer clic en **Aceptar**.

Aplicación Modbus/TCP
En caso de utilizar una red informática existente (tipo Ethernet), los pasos son:

■ Desde el menú **Configurar>Conexión de Comunicaciones** clicar en el boton **Añadir**:
□ Nombre de la conexión: **Pasarela Oficinas** (o cualquiera que se nos ocurra).
□ Protocolo: **Aplicación Modbus/TCP**.
□ Clicar **Continuar** (si hay alguna duda clicar el botón **Ayuda**).

■ Después únicamente tendremos que definir el **nombre de la conexión** y la **Dirección IP** del interfaz (pasarela Ethernet modelo: EGX, ECC21, ECM200 o EGW) que conecta el bus RS485 de los equipos de medida a la red Ethernet existente. El siguiente cuadro muestra como:



■ Hacer clic en **Aceptar**.

¡ATENCIÓN! Es necesario configurar los parámetros de comunicación (paridad, velocidad en baudios, conexión a 2 o 4 hilos) y dar de alta los equipos, en la **pasarela Ethernet**. Para ello consultar el manual específico de estos interfaces.

Hasta aquí hemos creado un sistema y definido cómo va a comunicar, pero no incluye ningún dispositivo. Nosotros tendremos que añadir dispositivos al sistema. Añadir un dispositivo al sistema quiere decir, indicarle de qué tipo de dispositivo se trata y conocer dónde se encuentra este dispositivo (dirección). Este procedimiento lo realizaremos en el siguiente apartado.

3.11.3. Comunicación de los equipos con el programa SMS

Procedimiento:

■ Los equipos deben conectarse, por ejemplo, de la forma que muestra la Fig. K3-109. Esta es la conexión directa para la comunicación: asegurarse de que las conexiones realizadas son correctas.

ESQUEMA DE CONEXIÓN A PC MEDIANTE BUS RS485

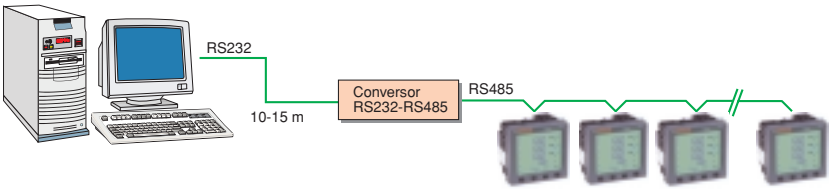


Fig. K3-109: *comunicación vía serie utilizando un conversor RS232-RS485.*

El SMS debe estar arrancado en nuestro ordenador utilizando el sistema y la comunicación establecida con anterioridad.

Fig. K3-110: *SMS.*

■ Observar durante unos momentos la Fig. K3-110. Observe algunas cosas: la banda superior, donde se lee “POWERLOGIC System...” está en la barra de título, por debajo está la barra de menú. La barra inferior es la barra de herramientas. Y en la parte inferior de la pantalla se encuentra la barra de estado.

■ Lo siguiente que haremos es añadir un dispositivo al sistema **Curso**. Esto se hace a través del menú **Configurar>Dispositivos/Ruta**, teniendo el sistema **Curso** en edición del menú. Clicar el botón **Añadir...**, para crear un nuevo dispositivo.
Añadir un nuevo equipo definiendo **el nombre** y el **tipo de dispositivo** que corresponda. Observe que hay muchos tipos de dispositivos compatibles.

■ Seleccionar la **conexión de comunicaciones** establecida clicando **OK**.

■ A la hora de definir la ruta del equipo, vuelve a aparecer el nombre de la conexión de comunicaciones y la **Dirección del dispositivo**. Esta dirección o ruta es lo que distingue cada equipo y debe coincidir en la configuración del propio equipo (y en la pasarela Ethernet, si comunicamos a través de una). Introduciremos la dirección del equipo en cuestión.
En el caso de la **Aplicación Serie**, introduciremos la ruta o dirección en la tercera casilla, denominada **Rt 3**.

En este punto podremos también modificar el protocolo del equipo dado de alta si es necesario. En la mayoría de ocasiones no lo es.

■ Clicar **OK** para cerrar la ventana de configuración de la ruta. El dispositivo debe aparecer en una lista que nos apareció con anterioridad, como muestra la Fig. K3-111.

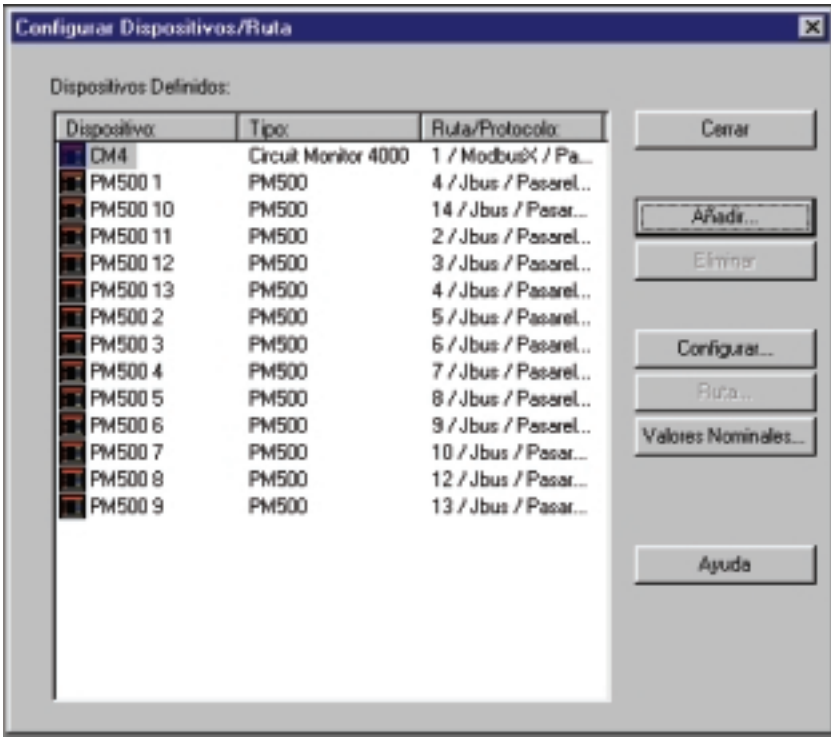


Fig. K3-111: *ventana de configuración de dispositivos.*

■ Clicar en **Cerrar** para cerrar la ventana de **Configuración Dispositivo**.

■ Ahora estamos preparados para comunicar con el equipo. Para ello tenemos que poner el sistema en línea clicando en **Archivo>En línea** y seleccionando el sistema **Curso** seguido del boton **OK**.

■ La pantalla de **Estado Dispositivo Sistema** debe aparecer indicando que es la primera vez que se comunica con ese equipo (**Configurar Pérdida de Datos**). Si esta pantalla no aparece quiere decir que la configuración de los valores por defecto entre el equipo y el programa (relación TI, relación TT y tipo de sistema) coinciden. Si tienes el mensaje de **Pérdida de Comunicaciones**, verificar la configuración del PC, del dispositivo o de la comunicación.

IMPORTANTE:

Si aparece la pantalla de **Estado de Dispositivo del Sistema** (Fig. K3-112), podremos actualizar la base de datos de configuración del programa o la configuración del dispositivo a distancia. Si queremos actualizar la base de datos del programa tendremos que presionar en el botón: **Actualizar Base de Datos**, y el SMS se queda configurado con la programación actual de los dispositivos (leemos). En cambio, si seleccionamos **Actualizar Dispositivo**, los dispositivos se quedarán programados con la configuración actual del SMS (escribimos).

Como respuesta el programa nos preguntará si estamos seguros. Diremos que **sí** y tendremos que validar con la contraseña de Administrador.

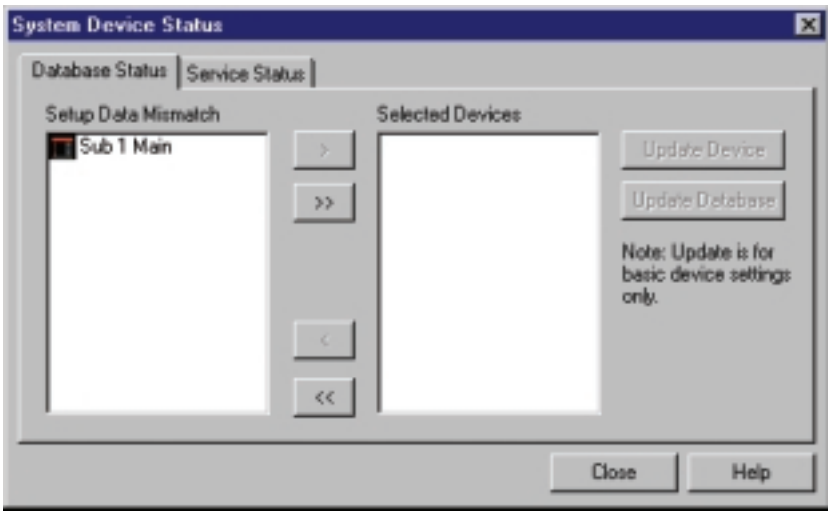


Fig. K3-112: *ventana de estado de dispositivos.*

3.11.4. Obtener datos en tiempo real

Procedimiento:

■ Tenemos que apreciar que tenemos tres formas diferentes de visualizar datos del programa. Comenzaremos por la forma que más posibilidades tiene y más información es capaz de proporcionar: las tablas de datos.

■ Tenemos que dirigirnos al apartado Visualizar y clicar en Tablas. (**Visualizar>Tablas**). También se puede abrir el menú de Tablas si clicamos en el icono de la barra de herramientas, que tiene esta semejanza . Nos aparecerá una pantalla en la que seleccionamos el tipo de tabla, en este caso "Tabla dispositivo único". Este tipo de tablas nos ofrece las lecturas de las variables para un solo dispositivo, pudiendo escoger entre los existentes de una lista en pantalla. Elegimos entre las tablas disponibles las tablas de "Valores instantáneos, lectura". Nos saldrán los grupos que tenemos instalados en nuestros sistemas, con todos sus dispositivos. Para visualizar los valores tenemos que pasar los dispositivos que queramos visualizar del apartado **Dispositivos Disponibles** a **Dispositivos Seleccionados**, y apretamos Aceptar. Entonces nos aparecerá otra pantalla con la tabla de datos disponible.
Las tablas se muestran en pantallas similares a la que podemos ver a continuación:

Listado de dispositivos seleccionables

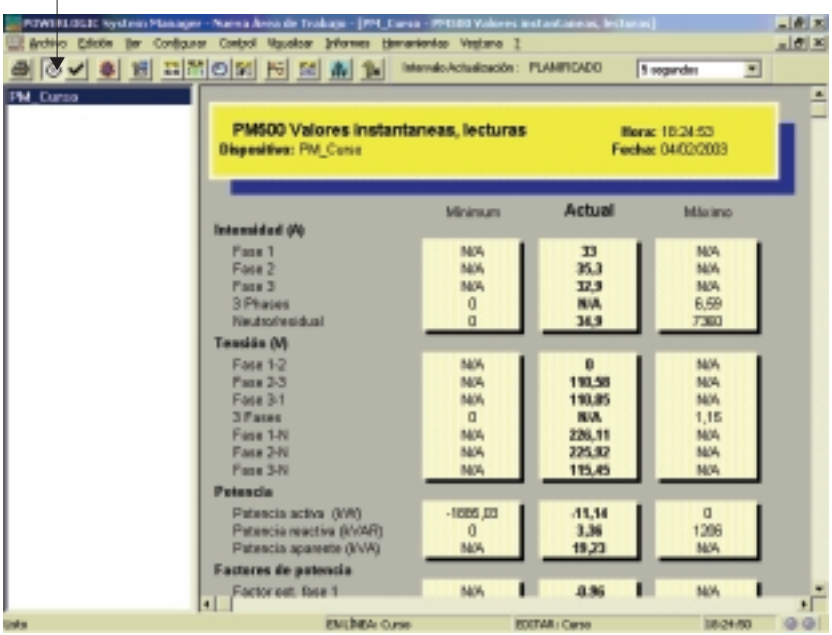


Fig. K3-113: *tabla de dispositivo único.*

■ El otro tipo de tablas que podemos ver son las tablas resumen, que nos muestran en pantalla valores de diversos dispositivos a la vez. La forma de acceder a ellas es similar a la de las tablas de dispositivo único. Tenemos que dirigirnos al apartado de Visualizar y clicar en Tablas (**Visualizar>Tablas**). También se puede abrir el menú de Tablas si clicamos en el icono de la barra de herramientas que tiene esta semejanza . Nos aparecerá una pantalla en la que seleccionamos el tipo de tabla, en este caso "Tabla dispositivos múltiples". Elegimos entre las tablas disponibles las tablas de "Lecturas básicas, resumen". Nos saldrán los grupos que tenemos instalados en nuestros sistemas, con todos sus dispositivos. Para visualizar los valores tenemos que pasar los dispositivos que queramos visualizar del apartado **Dispositivos Disponibles** a **Dispositivos Seleccionados**, y apretamos Aceptar. Entonces nos aparecerá otra pantalla con la tabla de datos disponible.

Las tablas se muestran en pantallas similares a la que podemos ver a continuación:

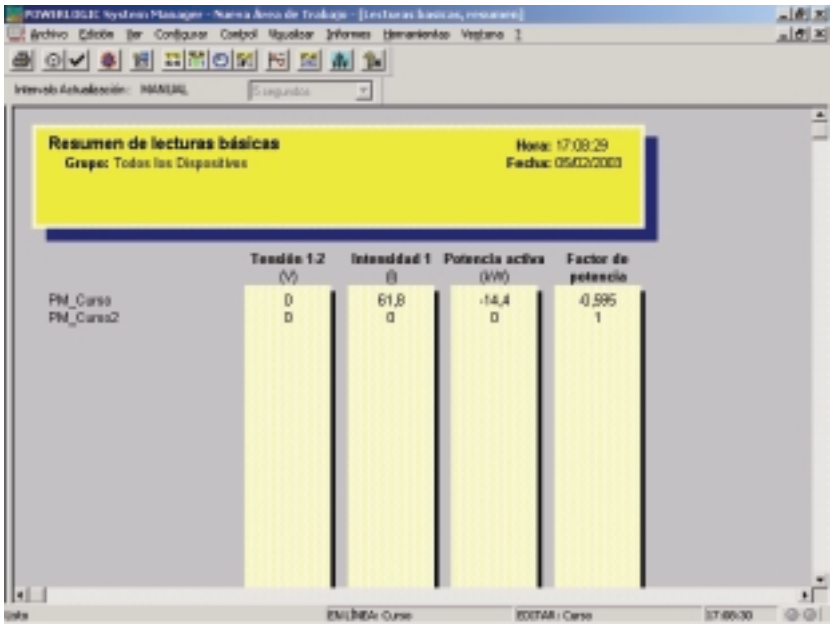


Fig. K3-114: *tabla de dispositivos múltiples.*

■ Si vamos al punto **Actualización Planificada** podremos controlar cada cuánto deseamos que el programa adquiera datos del dispositivo. Si vamos al menú **Control>Actualización Planificada** o en el botón de **Actualización Planificada** (modo de muestreo) de la barra de herramientas (el reloj) . Debemos poner el intervalo de captura de datos cada 5 segundos; de esta forma los valores variarán cada 5 segundos, o mediante el menú **Control>Intervalo de Actualización...**

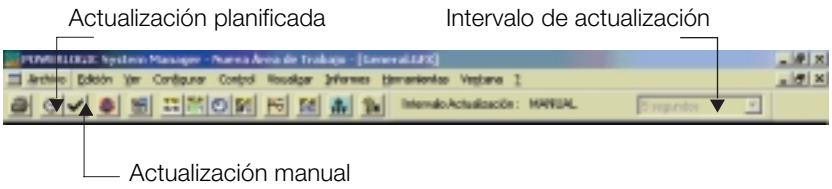


Fig. K3-115: *barra de herramientas: actualización planificada, manual e intervalo de actualización.*

El botón de Actualización Manual provoca que el programa adquiera los datos existentes en ese momento para los dispositivos.

■ Comprobar los cambios en los valores al variar la carga.

■ Abre otros tipos de tablas y familiarízate con los diferentes formatos de tablas y con la cantidad de valores que éstas son capaces de proporcionarnos. Observa que siempre tenemos que decir que queremos activar el dispositivo de la serie PM500.

■ Ahora vamos a abrir las gráficas de barras a través de **Visualizar>Diagrama de Barras...** y seleccionar un dispositivo. Observa la facilidad con que podemos cambiar de gráfica de barras, seleccionando diferentes gráficas simplemente clicando en la lista que se encuentra a la izquierda. Sal del menú de gráficas. Inténtalo de nuevo clicando en el botón de la barra de herramientas (Botón Diagrama de Barras) .

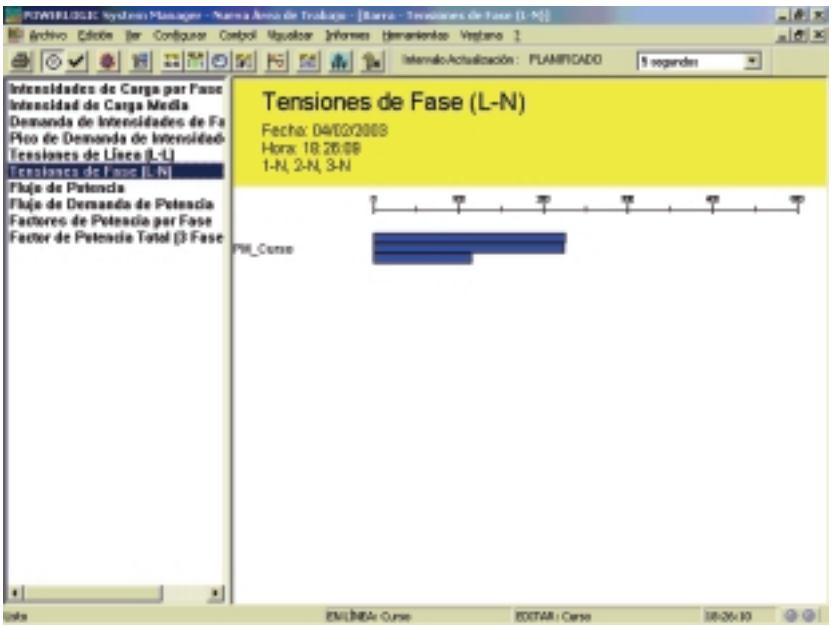
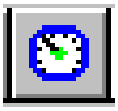


Fig. K3-116: *pantalla de diagramas de barras.*

■ Utilizar el método lento a través de **Visualizar>Medidores** o a través del botón de la barra de herramientas  para de esta forma abrir la ventana de medidores analógicos. La primera pantalla es la pantalla de selección de dispositivos, seleccionamos el dispositivo y validamos. Observar que esta pantalla es muy similar a las existentes para las anteriores visualizaciones.

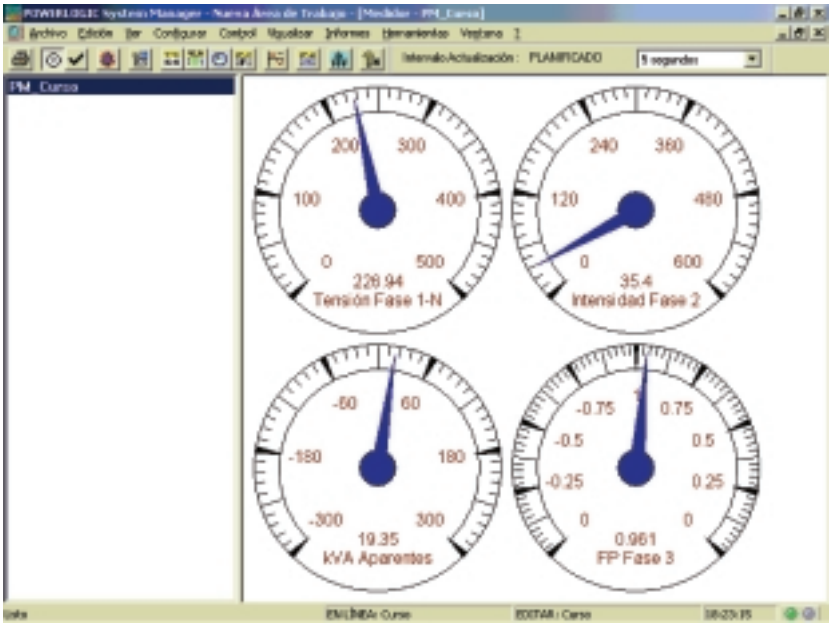


Fig. K3-117: *pantalla de medidores.*

■ Comprobar todas las fases de las tensiones, intensidades, factores de potencia clicando dos veces en cada medidor (ver como varía, tanto la descripción como los valores para los diferentes relojes). Variar la carga.

■ En la barra de herramientas se encuentran otros cuatro iconos para abrir diferentes ventanas. Sus funciones no son objeto de este curso, enfocado a usuarios.

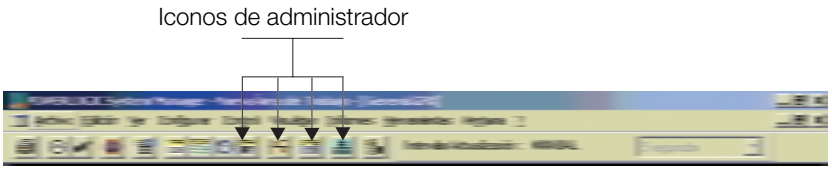


Fig. K3-118: *barra de herramientas: botones de administrador.*

■ Por último, encontramos un icono de ayuda que se puede consultar para cualquier duda que aparezca.

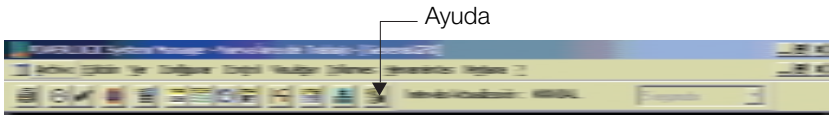


Fig. K3-119: *barra de herramientas: botón de ayuda.*

3.11.5. Tablas personalizadas: creación de una nueva tabla de visualización con "Tabla Rápida"

Procedimiento:

■ Si entre las tablas que aparecen en el menú **Visualizar>Tablas** no encontramos ninguna que presente la información tal y como nosotros queremos, podemos crear una nueva tabla de una forma sencilla.

■ De hecho existen al menos dos tipos de tablas personalizadas en SMS. En esta práctica crearemos lo que se denomina una Tabla Rápida. Mostraremos las dos razones más importantes para utilizar Tablas Rápidas. Nuestro primer ejemplo será únicamente una visualización de datos en tiempo real y en formato similar al de hoja de cálculo que se genera en muy poco tiempo.

■ El Director de Fabricación nos comenta que tiene un problema con algunos equipos de varios cuadros secundarios. De hecho es una carga monofásica, y únicamente le interesan datos de la fase 2. Como todas las tablas predefinidas son para todas las fases, estaría bien crear una especial que mostrara únicamente la fase 2. Para empezar, abrir la ventana de definición de Tabla Rápida seleccionando **Archivo>Nuevo>Tabla Rápida...**

■ Seleccionar el **Tipo de Dispositivo**. Seleccionar nuestro **Dispositivo**. Estas son las **Cantidades** que consideramos importante visualizar (doble clic en las carpetas y después doble clic en las cantidades que nos interesan):
□ Potencia aparente 2.
□ Intensidad 2.
□ Intensidad máxima 2.
□ Potencia aparente máxima 2.
□ Tensión 2-N.
□ Desplazamiento del factor de potencia 2.
□ Factor de potencia 2.
□ Factor armónico 2.
□ THD intensidad 2.
□ THD tensión 2-N.

■ Clicamos **Aceptar**, y aparece nuestra tabla. Fijamos el intervalo de actualización a planificado, y le decimos al Director que sus datos ya están disponibles.

■ Ahora vamos a verificar las propiedades de cableado. Podríamos hacer exactamente lo mismo que hicimos con nuestro problema de la fase 2, pero podríamos necesitar utilizar nuestra tabla de verificación muchas veces, por lo que necesitamos una solución permanente. A continuación veremos como se pueden utilizar Tablas Rápidas y guardarlas para que sean accesibles como cualquier tabla estándar.

■ Empezamos de nuevo creando una nueva Tabla Rápida (**Archivo>Nuevo> Tabla Rápida...**). Seleccionar el **Tipo de Dispositivo**. Seleccionamos nuestro **Dispositivo**. A continuación se muestran las **Cantidades** que podemos visualizar.

■ Clicamos **Aceptar**, y la tabla aparecerá. Pero, ¿cómo podremos utilizarla alguna otra vez en el futuro? Lo único que hemos de hacer es guardar la tabla con un nombre. Simplemente ir a **Archivo>Guardar como...**, y esto debería abrir la

ventana de **Guardar Tabla Rápida como...** Poner como nombre de archivo: **Verificación de Cableado**. Guardamos la tabla clicando en **Guardar** y le damos un nombre.

■ Abrimos la nueva tabla para verificar que se ha guardado. Para hacer esto, clicamos en el botón de visualizar tablas de la barra de herramientas , y seleccionamos nuestra nueva tabla.

■ El director de mantenimiento vuelve y nos comenta que quiere su tabla ¡también para mañana! Si no hemos cerrado esa tabla rápida, aún podemos guardarla como hicimos con la Tabla de Cableado. Volvemos a la tabla de la fase 2 de una de estas dos formas: primero, dejar pulsada la tecla de Control, y pulsar la de F6 –esto debería ir activando todas las ventanas abiertas–. Segundo, ir a la opción Ventana del menú –aquí la tabla que estamos buscando debería estar cerca del final del menú desplegable con un nombre como Tabla1.

■ Ahora únicamente seguimos los pasos que se siguieron con la Tabla de Cableado para guardar (**Archivo>Guardar como...**). Poner nombre de fichero: **Lecturas Fase 2**. Nombre de la tabla: **Lecturas Fase 2**.

■ Probamos ambas tablas. Cerramos todas las ventanas activas, y abrimos las dos nuevas tablas rápidas guardadas.

3.11.6. Restablecimientos de los equipos y configuración del registro de datos en el PC

Procedimiento:

PARTE 1. Resets:

■ Para poder ver lo efectos de los reseteos que vamos a realizar abriremos una tabla de datos en el SMS y colocaremos el panel frontal del equipo para poder ver los valores de Energía Acumulada. En el SMS abrir la tabla de Lecturas de Energías (**Visualizar>Tablas**) y asegurarse de que el programa está en muestreo automático.

■ Para comenzar, "resetearemos" las energías acumuladas y pondremos en hora el equipo. Para hacer esto abrir la ventana de Restablecimientos (**Control> Restablecimientos**), asegúrese de que en Tipo de Dispositivo ha seleccionado el equipo en cuestión. Seleccione su aparato y elija los siguientes dos reseteos: **Fecha/Hora Dispositivo** y **Energía**. Recuerde que para seleccionar algo hay que moverlo a la ventana de la derecha. NO presione el botón de **Reset**.

■ Activar la ventana de Restablecimientos de Dispositivo, de esta forma puede ver la tabla de Lecturas de Energía en el SMS y el botón de **Reset**. Encienda la carga para observar los consumos en el equipo. Presione **Reset** y fíjese como la lectura de kWh cambia a cero en el equipo.

PARTE 2. Históricos de Datos:

■ Un Histórico de Datos es un conjunto de valores grabados en la base de datos del SMS. Cada grabación consiste en un grupo predeterminado de valores que son leídos en los aparatos del sistema. El objetivo de esta práctica es aprender a programar el SMS para adquirir Valores de Históricos de Datos. Si todavía no ha hecho esto, abra el sistema Curso desde **Archivo>Abrir>Sistema**. En la barra de estado podrá leer: **EDITAR: Curso**.

NOTA: Si "Sistema" aparece en gris en el menú, significa que no ha entrado en el sistema como administrador. Necesita cerrar el SMS software, reabrirlo y entrar usando un usuario administrador.

■ Ahora queremos abrir el cuadro de diálogo **Registro** para poder configurar un archivo de históricos en el PC (**Configurar > Registro**). La primera pantalla es la asignación de plantillas (**Asignar Plantillas**) donde vemos todas las plantillas que han sido creadas. Como puede ver las plantillas son para tipos de aparatos específicos. Si mira dentro de plantillas del CM4000 verá las plantillas que ha creado anteriormente. Puede usar los mismos patrones tanto para históricos en el propio aparato como los creados en el PC. Para ver como configurar patrones vaya a la pestaña **Plantillas de Registro**. Dentro de **Plantillas de Registro**, haga clic en **Añadir** y seleccione el **tipo de dispositivo** oportuno y un **nombre** para su nueva plantilla.

■ Entonces, dependiendo del tipo de dispositivo, aparecerá a la izquierda un listado de parámetros disponibles. Deberá seleccionar aquellos que precise, llevándolos a la derecha. Configure también el **intervalo de adquisición**, las **fechas de inicio y fin** de toma de datos, el **intervalo** del día (o todo el día). Una vez hecho esto, haga clic en el botón **Actualizar**.

■ En el menú **Asignar Plantillas**, en la parte inferior de la pantalla, mueva su equipo o equipos a **Dispositivos Seleccionados** y asegúrese de que el botón **Habilitar** está marcado. Si está conectado a un equipo, intente crear un patrón de usuario para él y asígnelo a éste. Clicar en **Actualizar** y después **Cerrar**. SMS comenzará a recoger datos en la base de datos.

NOTA: Las plantillas no pueden ser modificadas cuando están habilitadas. Para modificar sus valores o sus intervalos es necesario primero deshabilitarlas del aparato asociado.

■ Deje que el histórico de datos acumule durante un periodo y cambie el dimmer (maleta de demostración) cada pocos minutos. Cuando tenga 10-12 entradas acumuladas, lea la siguiente nota y realice la siguiente práctica.

NOTA: Esta puede no ser la configuración ideal. Generalmente el almacenaje en el PC se utilizará con aquellos dispositivos que no tienen capacidad de almacenaje en su memoria, como los PM. Otra cosa importante a recordar es: no aplicar tablas de históricos con cantidades no deseadas; por ejemplo, si está interesado en las intensidades cada 15 min, entonces créese un registro para ello. Si también está interesado en las tensiones, pero cada hora, entonces créese un registro separado. De esta manera ahorrará memoria en el disco duro y velocidad en tiempo de muestreo.

PARTE 3. Administración de la Base de Datos:

■ Una vez que ha comenzado a archivar, necesitará determinar qué cantidad de datos quiere guardar en su base de datos antes de que comiencen a perderse los datos en la tabla FIFO. El registro de datos históricos del SMS, por defecto, no tiene restricciones, lo que significa que los datos continuarán acumulándose hasta que se borren. Si todavía no ha configurado su base de datos, abra su sistema en el programa: Curso (o el nombre que le haya dado a su sistema) (**Archivo>Abrir>Sistema**). En la barra de estado leerá: **EDITAR: PRUEBA**.

■ Ahora vamos a abrir el menú **Servicio de base de datos** (**Configurar> Administración> Servicio de base de datos**). Con esta utilidad podrá realizar copias de seguridad de la base de datos del sistema y de datos, configurar el perfil de archivado e importar datos archivados, y ver lo que ocupan los datos en el disco duro.

■ En el menú **Configurar>Administración>Registros Alarma/Actividad** se muestran las restricciones que están configuradas por defecto en el **Registro de Alarmas** y en el **Registro de Eventos** (en una tabla tipo FIFO aparecen 1.000 registros). Sus necesidades dependen del tamaño del sistema y del número de alarmas configuradas en el mismo. Si este número es demasiado pequeño, entonces los registros grabados en la tabla pueden borrarse antes de que tenga oportunidad de verlos. Si este número es grande, tardará más tiempo en consultar los datos.

3.11.7. Configuración de un Circuit Monitor para almacenar datos

Procedimiento:
Clicar en el menú **Configurar>Dispositivos/Ruta** y después en Configurar. Seguidamente seleccionamos **Archivos incorporados**. Observamos 3 zonas diferenciadas. En azul nos aparece el tamaño de nuestro registro de eventos (alarmas y máximos y mínimos que detecta el Circuit Monitor). En rojo tenemos los 14 registros disponibles para almacenar datos. En verde tenemos las capturas de onda que almacenará nuestro Circuit Monitor. Observar como abajo aparece la distribución de la memoria.

■ Fijamos el **Registro Evento** a 1.000 eventos y FIFO.

■ Vamos a configurar el registro número 1 para que almacene estas cantidades:
□ Intensidad media.
□ Tensión L/N.
□ Potencia activa total.
□ Factor de potencia total.
□ THD tensión 1/N.
□ THD tensión 2/N.
□ THD tensión 3/N.

■ Vamos a crear una plantilla que contenga los datos que nos interesan. Clicamos **Plantillas de Registro**, seguidamente **Añadir**. Damos un nombre a la plantilla y seleccionamos el tipo de dispositivo.

■ Introducimos las cantidades enumeradas en el punto 2 seleccionándolas haciendo doble clic sobre ellas.

■ Asignamos al registro 1 la nueva plantilla que acabamos de crear. También seleccionamos cada cuánto queremos que se realicen las medidas (Intervalo), cuántas medidas podremos acumular en este registro (Registros) y lo habilitamos. Podemos visualizar las cantidades de la plantilla en **Mirar Cantidades Registro.** Fijamos:
□ Intervalo: 1 minuto.
□ Registros: 100.
□ FIFO.

■ Seguidamente configuraremos una tarea automática que vuelque el registro 1 de la memoria del Circuit Monitor a nuestro PC para así poder crear históricos. Clicamos sobre el botón **Carga Automática** lo que nos abre la ventana de creación de tareas.

■ Seleccionamos el tipo de tarea (Carga de Registro de Datos o Forma de Onda del Dispositivo) y **Añadir**. Le damos un nombre (p.ej. Volcado_datos) y clicamos en **Continuar**. Seleccionamos los registros que nos interesan (Reg. 1, Onda Ext., Onda 4-Ciclos) y **Cerrar**. Nos aparece la ventana de Configuración de Tareas Planificadas y clicando en **Añadir** seleccionamos el Intervalo en el que queremos que se efectúe el volcado de datos. Seleccionamos **Otro** y lo fijamos a **10 minutos.** Finalmente **Cerrar**.

■ Fijamos las capturas de onda flexibles a 1 y las fijas a lo máximo que nos permita la memoria.

■ Clicamos **Actualizar** y **Cerrar**.

■ Podemos ir visualizando cómo se almacenan los datos en el Circuit Monitor en **Visualizar Datos Registrados en Dispositivo**.

3.11.8. Visualización de capturas de formas de onda

Procedimiento:

■ La información sobre los armónicos es accesible con las capturas de onda. Nosotros compararemos dos capturas de onda: la primera será a plena carga, y la siguiente será en 2/3 partes de la carga máxima posible. Poner la carga al máximo.

■ Capturar la forma de onda. Abrir la ventana del menú para captar una forma de onda (**Visualizar>Gráficas de Forma de Onda...**). Doble clic en **Todos los Dispositivos**. Doble clic en el nombre del dispositivo con que nosotros queremos hacer la captura de forma de onda. Entonces se nos abrirá una ventana de capturas de formas de onda. Vamos a hacer una forma de onda nueva en **Nueva Captura** y después en **Flexible**. Clicamos en **Aceptar**.

■ El programa nos mostrará una captura flexible, en todas las intensidades y tensiones de la red a partir de un mismo periodo de tiempo.

■ Hacer un doble clic en la pantalla de **Intensidad Fase 1 (I1)**. De esta forma podremos observar mejor la forma de onda. Esto se puede hacer si apretamos el botón I1 que se encuentra encima y a la izquierda de las formas de onda. Ahora clicamos con el botón derecho en el nombre de la forma de onda y seleccionamos Análisis, de esta forma veremos toda la información disponible sobre la forma de onda, con cada uno de los armónicos y los valores básicos de esta captura.

■ Copiar la información de los armónicos en el portapapeles del Windows. Esto se puede hacer con el botón derecho de ratón. Con un sólo clic seleccionamos **Análisis** y en la pantalla de información sobre armónicos elegimos la opción **Copiar al Portapapeles**. Minimizamos el programa System Manager Software.

■ Abrir el Microsoft Excel Software (**Inicio>Programas>Microsoft Excel**). Pegar la información de los armónicos en una hoja de cálculo en la celda **A1**. (**Edición>Pegar**). Minimizar el Excel.

■ Volver hacia el System Manager Software haciendo un doble clic sobre el símbolo minimizado.

■ Poner la carga a 2/3 partes de la escala. Adquirir una segunda forma de onda repitiendo el paso número 2.

■ Mostrar sólo la intensidad en la fase 1 **Intensidad Fase 1 (I1)**. Mirar la forma de onda y comprobar que ha cambiado respecto a la anterior forma de onda de I1. Doble clic en el nombre de **Intensidad Fase 1 (I1)** de forma de onda. De la misma forma que en el punto 4, obtenemos la información sobre los armónicos.

■ Copiar esta información en el portapapeles y minimizar el programa.

■ Volver al Microsoft Excel Software haciendo un doble clic en el icono. Pegar la información de los armónicos en la celda **F1** (**Edición>Pegar**).

■ Con toda esta información en formato Excel se pueden analizar los datos de manera estándar.

3.11.9. Configuración de alarmas en el Circuit Monitor

Procedimiento:

■ Verificar que hemos configurado la tabla de datos "Registro de datos 1" en una práctica anterior (práctica 5), esto lo comprobamos en la pantalla de configuración del dispositivo (**Configurar-Dispositivos/Ruta...**). Seleccionar el dispositivo, presionar la pestaña de Configurar..., y luego ir a la pestaña de Archivos incorporados.

■ Nosotros vamos a configurar 2 alarmas, una de las cuales se va a disparar por una alarma de sobrecorriente, y la otra que será una alarma de "perturbación" será un **Hueco de Tensión**. Para crear una alarma de perturbación, tenemos que ir a la configuración del dispositivo (**Configurar-Dispositivos/Ruta...**). Seleccionar el dispositivo y presionar en el botón de **Configurar**, y después tenemos que ir a la pestaña de **Alarmas/eventos incorporados**. Activaremos la alarma **Hueco de Tensión 1/N** con las siguientes características:

□ Prioridad de alarma 1.
□ Forzar la captura del dato en el registro número 1.
□ Activar una captura de onda de 12 ciclos con 3 ciclos antes del evento.
□ El punto de Activación (rebosamiento) en 5%.
□ El punto de Desactivación (límite inferior) en 5%.
□ Relativo a %.
□ El tiempo de retraso de los valores de Activación/Desactivación deben estar ambos a cero. Estos valores están en ciclos, no en segundos.
□ Activar la alarma.

■ Enviar las nuevas configuraciones hacia él presionando Actualizar. Pero **NO** clicar sobre el botón **Cerrar**.

■ Ahora crearemos una alarma normal. En la pestaña **Alarmas/Eventos incorporados** debemos activar la alarma **Over IA** con las siguientes configuraciones:

□ Prioridad de alarma 1.
□ Forzar la captura del dato en el registro número 1.
□ Activar una captura de onda de 12 ciclos con el número de ciclos antes de la alarma desactivado (valor a 0 ciclos).
□ El punto de Activación (rebosamiento) en 450 (A).
□ El punto de Desactivación (limite inferior) en 400 (A).
□ El tiempo de retraso de los valores del Pickup/Dropout deben estar ambos a cero. Estos valores están en segundos, no en ciclos.
□ Activar la alarma.

■ Clicar en el botón de actualizar para enviar la configuración de las configuraciones al Circuit Monitor. Provocamos un hueco de tensión en la maleta.

■ Comprobar que ha aparecido una alarma en el reconocimiento de alarmas del Circuit Monitor. Reconocer la alarma para que pase al histórico de alarmas.

■ Comprobar que en la memoria del dispositivo hay una captura de onda (onboard) (Visualizar>Gráficas de forma de onda) y comprobar el día/hora y la magnitud de este valor por el suceso de un Sag (hueco).

■ Comprobar la alarma de sobreintensidad variando la carga en la maleta del Circuit Monitor.

3.11.10. Visualizar alarmas

Procedimiento:

■ Abrimos en primer lugar la ventana de Alarmas Activas mediante el menú **Ventana>Alarmas Activas**. Nos aparecerá una pantalla similar a la siguiente:

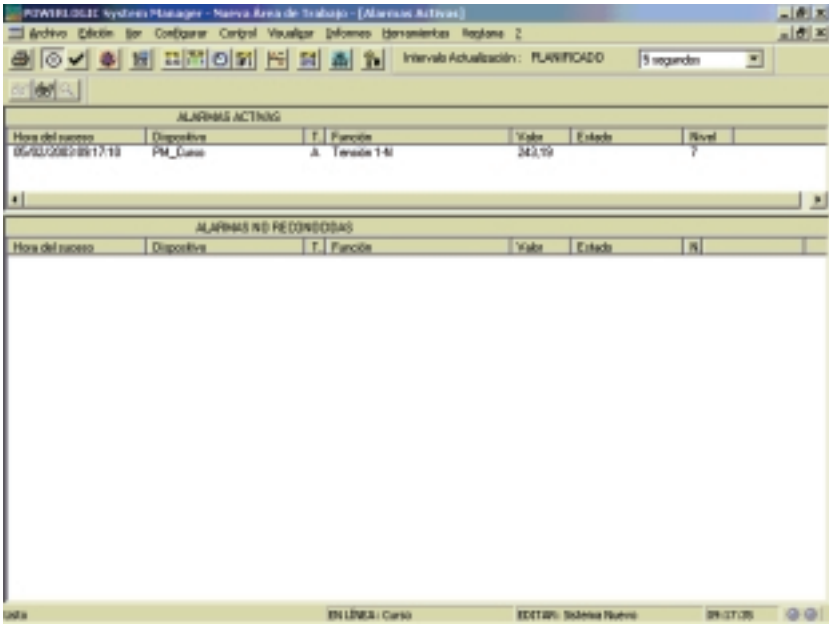


Fig. K3-120: *ventana de alarmas.*

En ella podemos ver las alarmas activas definidas por diferentes parámetros, como son la fecha y hora del suceso, el dispositivo al que está asociada la alarma, el tipo de alarma sucedido, la función a la que está asociada, el valor de dicha función que ha disparado la alrma, el estado de la misma y el nivel de gravedad de la alarma.

■ Con el icono "lupa" podremos ver los detalles de cada alarma activa que seleccionemos previamente con el cursor.

■ En función de la gravedad de la alarma podremos reconocerla con nuestro nivel de usuario. Para ello, marcaremos la alarma con el cursor y pulsaremos en el icono "gafas" . En caso de que no las reconozcamos (o no tengamos un password de nivel adecuado) y dejen de estar activas, pasarán a la ventana de "Alarmas no reconocidas").
Si reconocemos la alarma, esta pasará a formar parte del histórico de alarmas.

■ Podemos consultar el histórico de todas las alarmas ocurridas accediendo a la ventana del "Registro de Alarmas" mediante el menú **Ventana>Registro Alarma**. En esta ventana también podemos ver los detalles mediante el icono "lupa" que ya conocemos (ver punto 2). La ventana de registro tiene la apariencia siguiente:

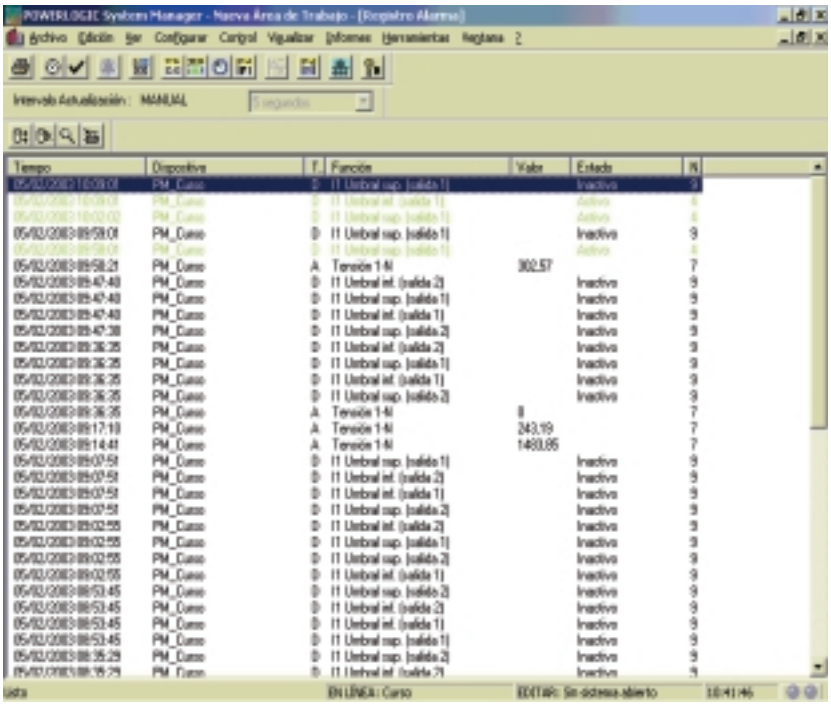
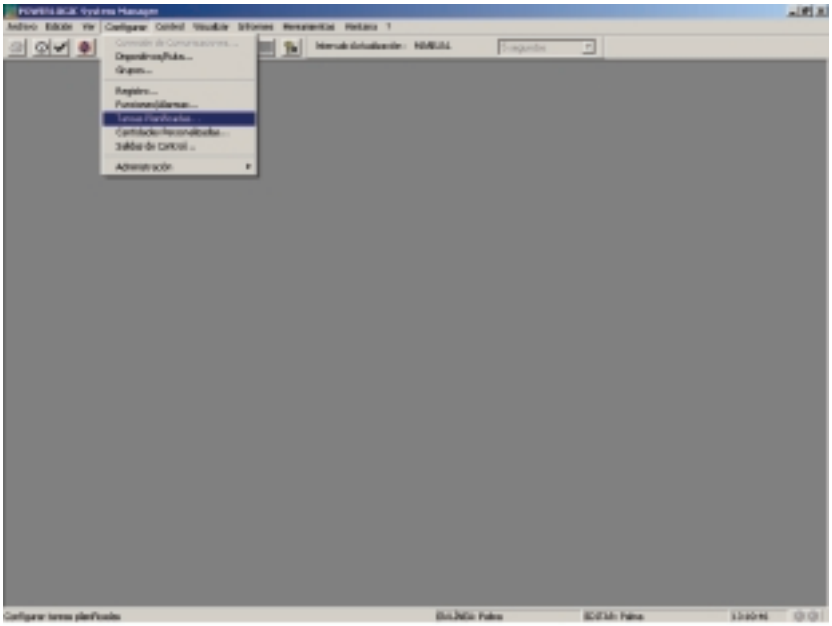


Fig. K3-121: *ventana de registro de alarmas.*

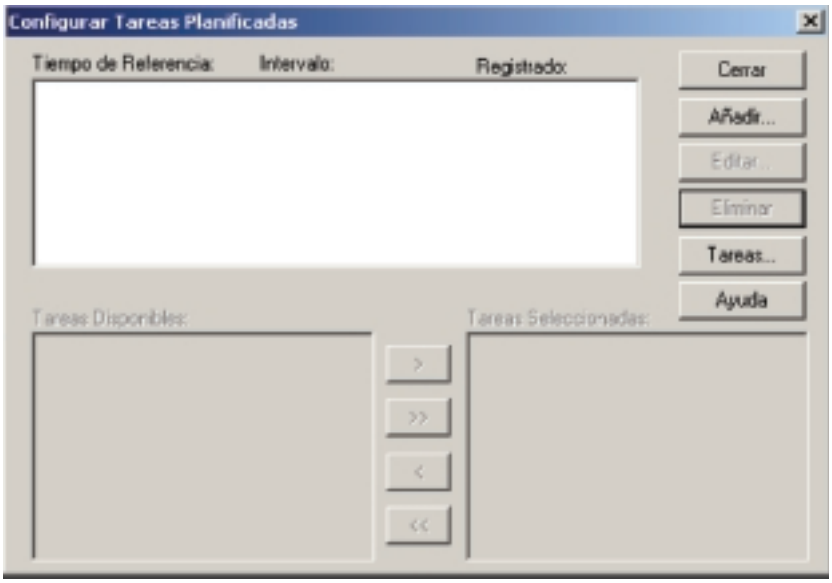
3.11.11. Creación de tareas automáticas

Procedimiento:

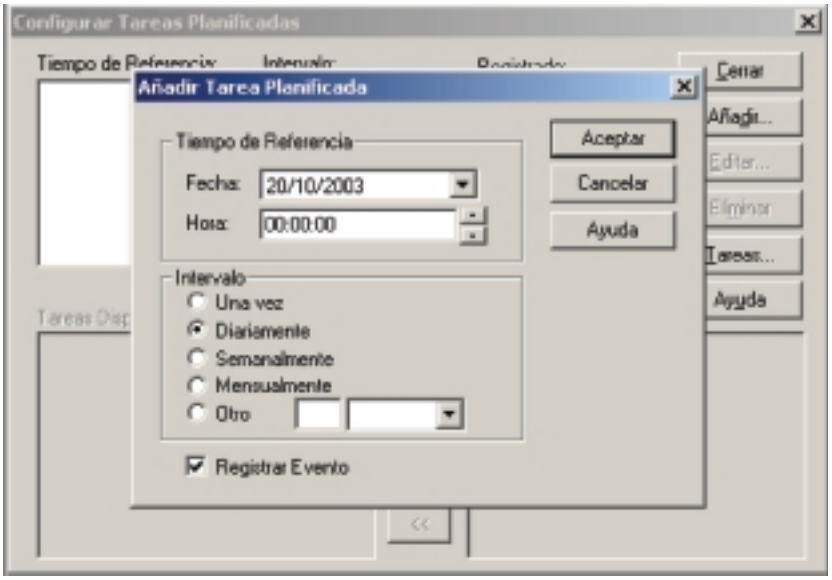
■ Desde el SMS, y con un sistema definido abierto y en línea con él, seleccionamos el menú **Configurar>Tareas Planificadas**.



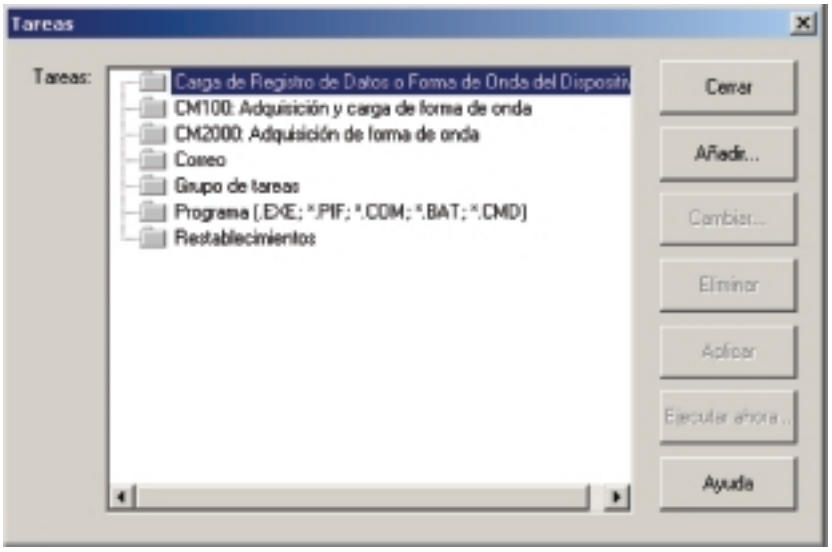
■ Nos aparece la pantalla diálogo del Configurador:



■ Lo primero que debemos hacer es definir un tiempo de referencia a partir del cual se va a ejecutar la tarea. Para ello clicamos en **Añadir...**, y nos aparece la siguiente pantalla:

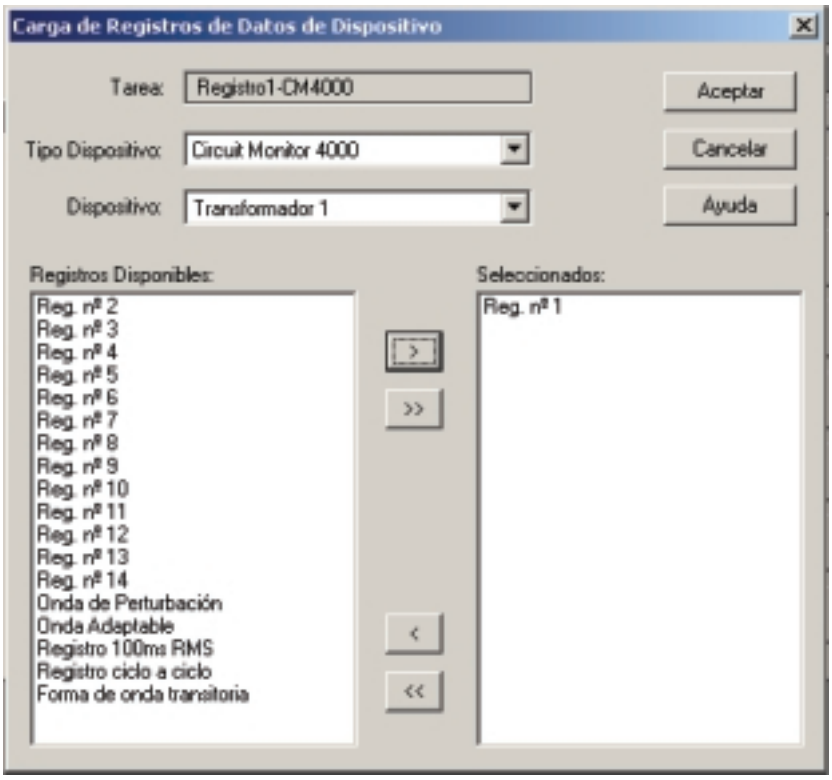


■ A continuación, seleccionamos **Tareas...** para visualizar los diferentes tipos de tareas. En nuestro ejemplo, seleccionamos la que se muestra a continuación:

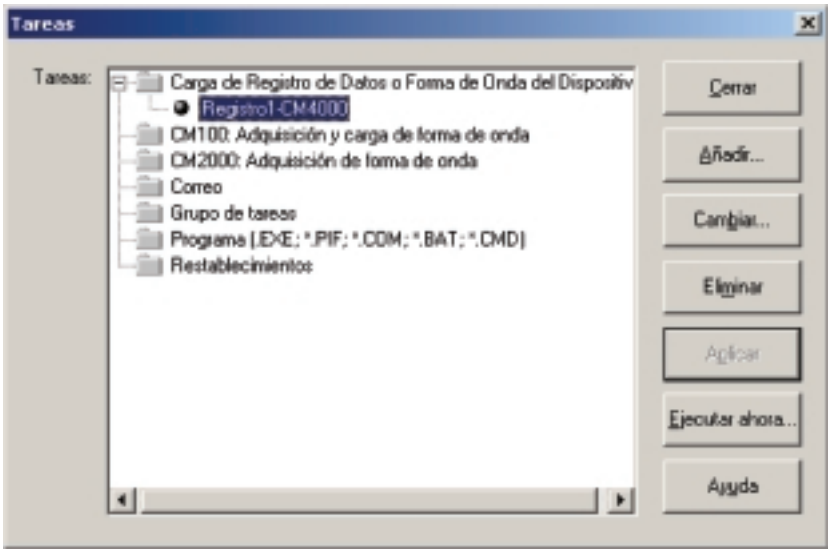


■ A continuación asignamos un nombre a la tarea de descarga de datos del Registro 1 de un Circuit Monitor:

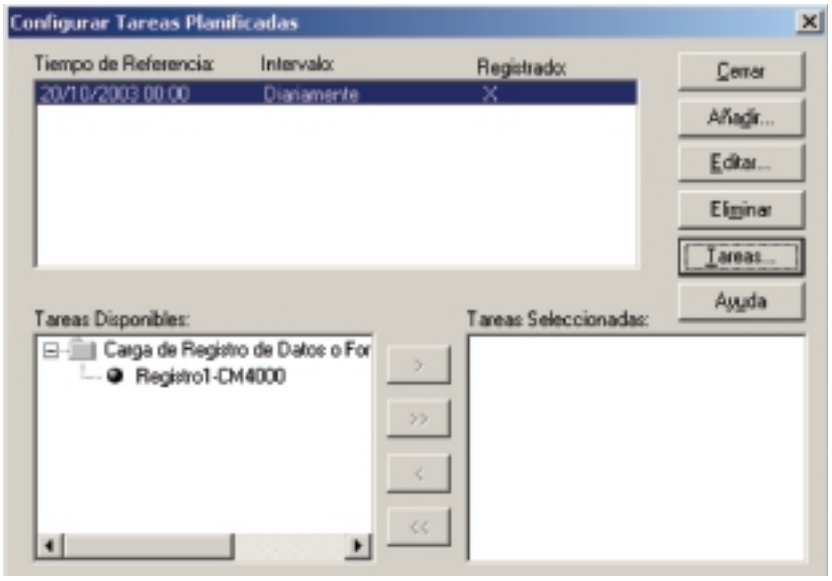
■ A continuación se nos muestra la estructura de la memoria interna del Circuit Monitor. Seleccionamos el Registro 1 para que nos aparezca en la ventana derecha:



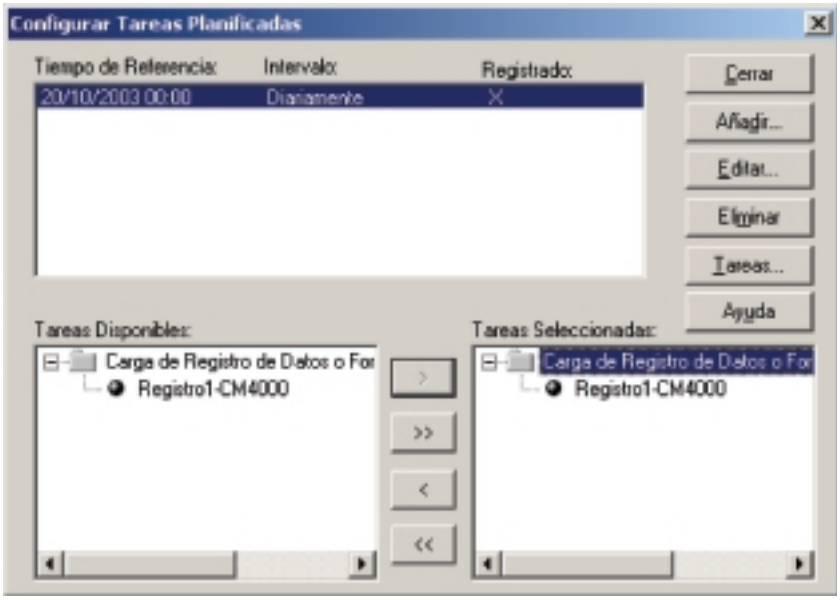
■ Después de **Aceptar** veremos como la tarea ha sido definida. Seleccionamos **Aplicar** y, si queremos, podemos seleccionar **Ejecutar ahora...**



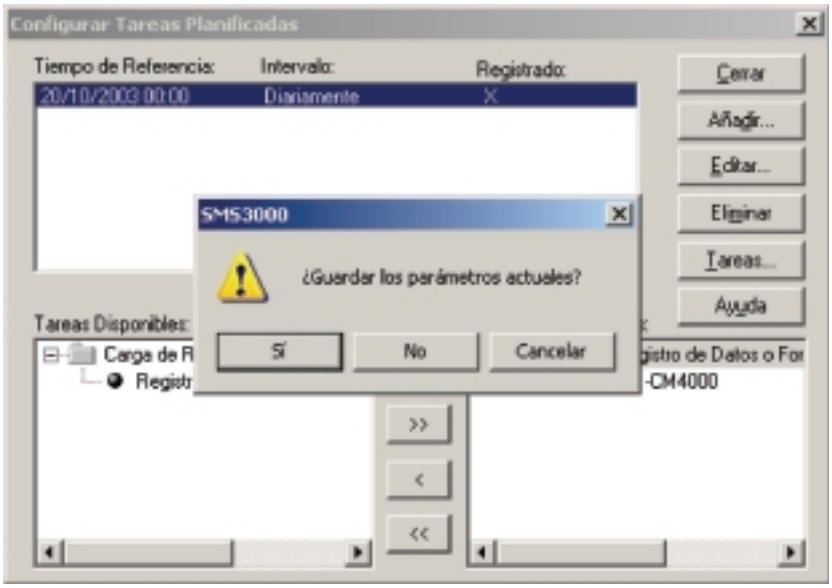
■ Si seleccionamos **Cerrar** volvemos a la pantalla original, pero ahora vemos que efectivamente tenemos disponible una tarea automática que está programada en el tiempo:



■ Una vez que ya está disponible la debemos seleccionar para que dicha tarea se ejecute automáticamente de manera programada:



■ Seleccionamos **Cerrar** y guardamos los cambios.



3.11.12. Impresión automática de informes

Procedimiento:
■ Primero, configuramos una impresión manual (**Informes>Planificar impresión de tabla/Registro**).

■ Clicar el botón de Añadir en la ventana de informes.

■ Introducimos un nombre para nuestro informe:
Ejemplo Informe Datos FP.

■ Clic: Añadir Vista.

■ Seleccionar **Tabla SMS** y clicamos el botón **Aceptar**.

■ Seleccionamos **Factor de Potencia, Lecturas** y un dispositivo; seguidamente **Aceptar**.

■ Nos aseguramos que la opción **Manual** está seleccionada y **Cerrar** este diálogo para guardar nuestro nuevo informe.

■ Seleccionamos nuestro nuevo informe y clicamos **Imprimir**.

■ Ahora imprimamos el Registro de Alarmas. Recordamos que el Registro de Alarmas contiene la alarmas del PC y alarmas en el dispositivo de los Circuit Monitor. Queremos una impresión del registro de alarmas cada mañana a las 8:00 am. Para hacer esto clicamos el botón Añadir de nuevo.

■ Introducimos el nombre del Informe: Registro de Alarmas.

■ Clicamos Añadir Vista y seleccionamos: Registro de Alarma y clic en el botón de Aceptar.

■ Debemos fijar el intervalo. Seleccionamos Diario y cambiamos la hora de inicio a las 8:00 am empezando con la fecha de hoy. Clicamos el botón de Cerrar.

■ Ahora debemos ver dos informes listados en la ventana de Informes. Uno tiene fijado a manual el intervalo de impresión y el otro está fijado a las 8:00 am.

■ Cerramos la ventana de informes clicando en Cerrar.

3.11.13. Impresión de pantallas

Procedimiento:

■ Imprimiremos una pantalla de medidores de uno de los dispositivos de la instalación. Para ello pulsaremos el icono medidores y escogeremos uno cualquiera de los dispositivos del árbol de la izquierda.

■ A continuación escogeremos, pulsando **dobles clics** sobre los medidores, los valores deseados. Por ejemplo: Tensión Fase 2-N, Intensidad Fase 1, kVA Aparentes y FP Fase 2.

■ En caso de que no estemos seguros de la configuración de la impresora pasaremos a configurarla. Para ello iremos al menú **Archivo>Configurar Impresión**. Nos aparecerá una pantalla similar a la siguiente:

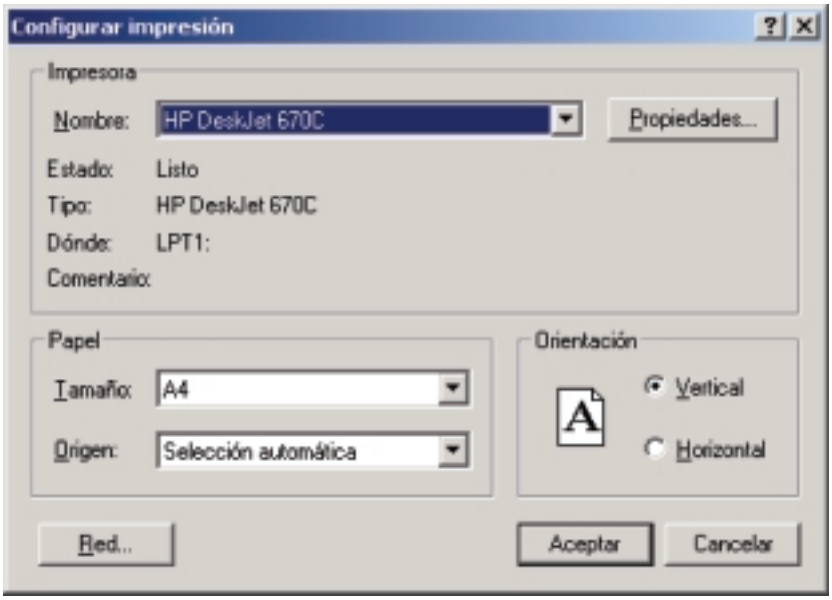


Fig. K3-122: *pantalla de configuración de la impresión.*

Mediante esta pantalla podremos escoger la impresora en la que deseamos imprimir el documento, la orientación y el tamaño del papel (este último debe ser DIN A4). Haciendo clic en Aceptar guardaremos la configuración.

■ Una vez configurada la impresión, nos disponemos a imprimir el documento. Lo podemos hacer de dos maneras: mediante el menú **Archivo>Imprimir** o pulsando el icono “impresora” . En ambos casos nos aparecerá la siguiente pantalla:

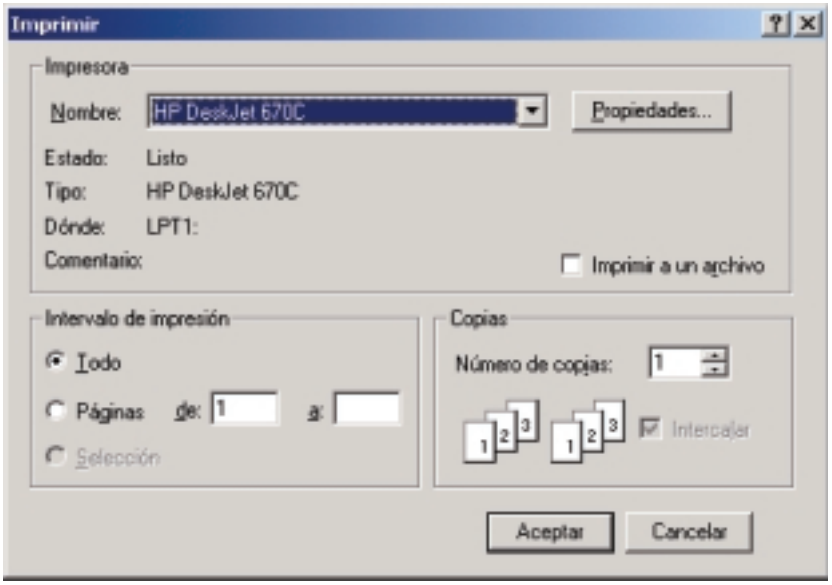


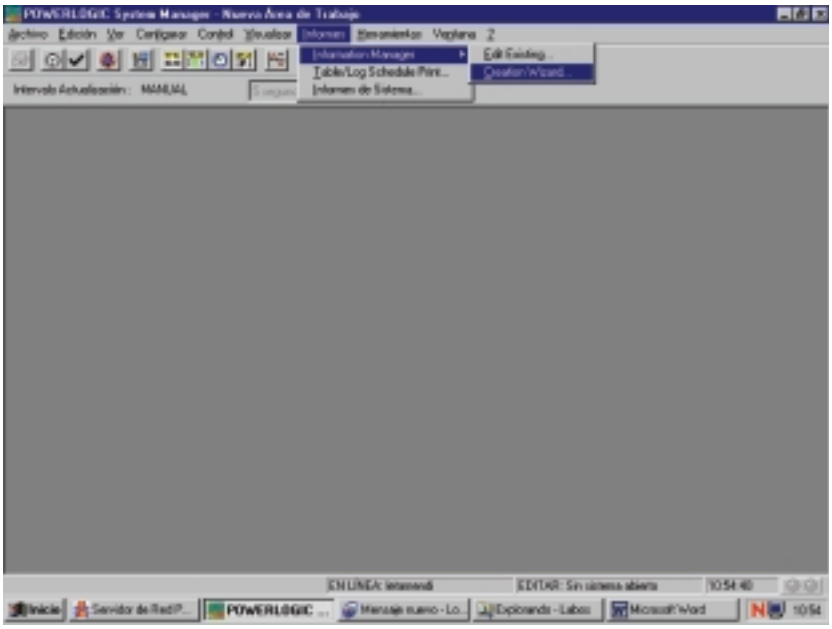
Fig. K3-123: *imprimir pantalla.*

En esta ventana podremos seleccionar la impresora donde deseamos imprimir y el número de copias del documento que deseamos. Pulsando en Aceptar enviaremos el documento a imprimir.
Cabe reseñar que el documento que se imprime es la tabla, informe o el grupo de medidores escogido, no la ventana tal como se ve en pantalla.

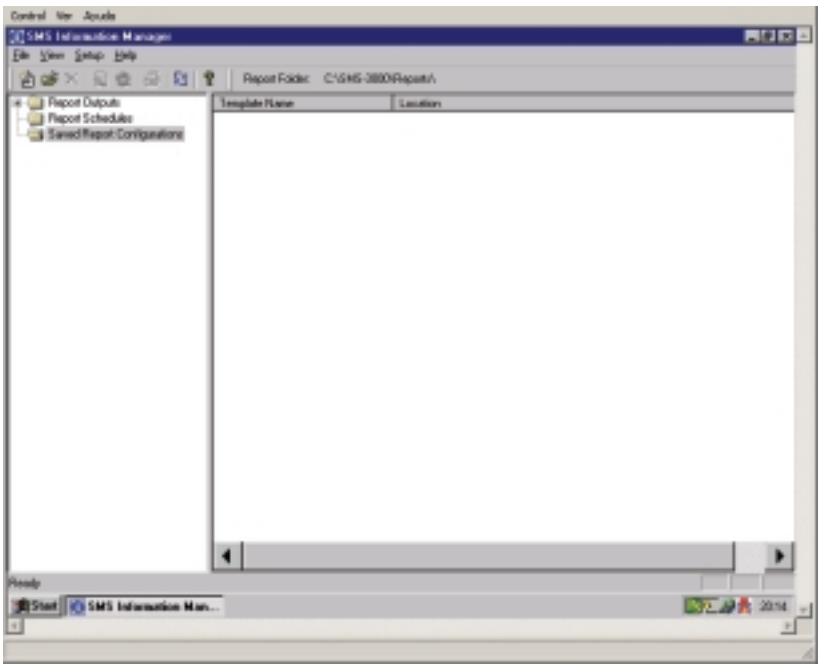
3.11.14. Creación de informes, tablas y gráficas

Procedimiento:

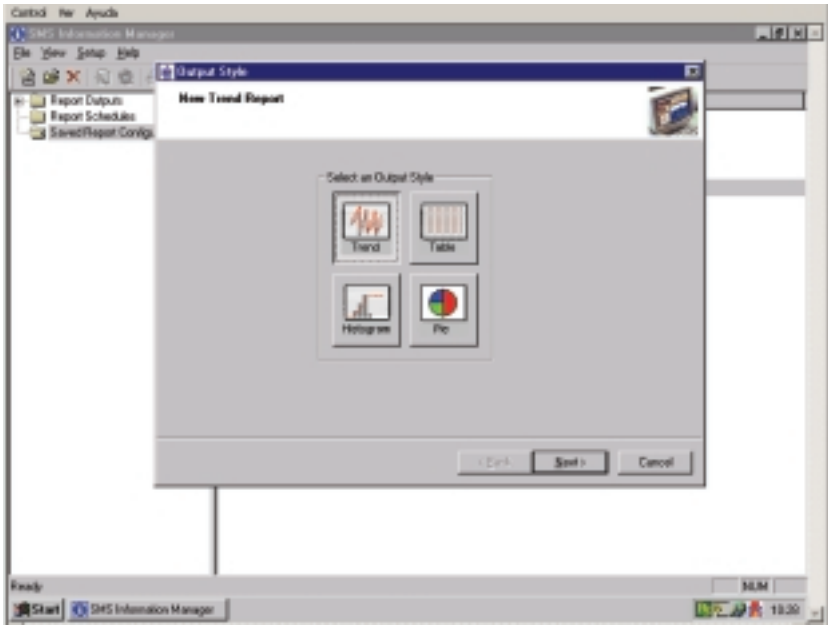
■ Para proceder a la visualización y ejecución de informes se debe ejecutar el software complementario **Information Manager**. Para crear un informe nuevo o una planificación nueva, seleccione “Asistente para la creación...” y para visualizar un informe ya existe seleccione “Editar existente”.



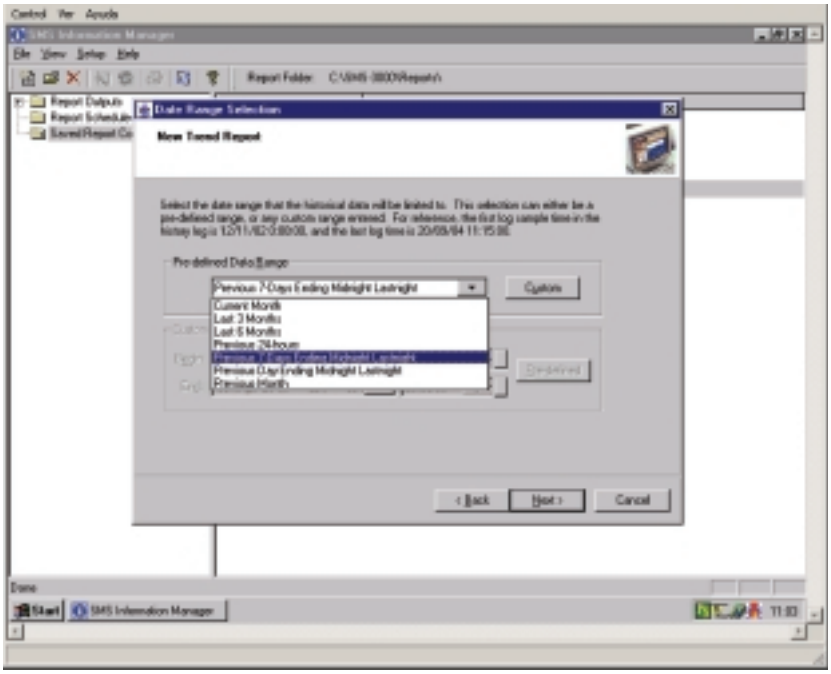
■ Nos aparece una pantalla como la siguiente:



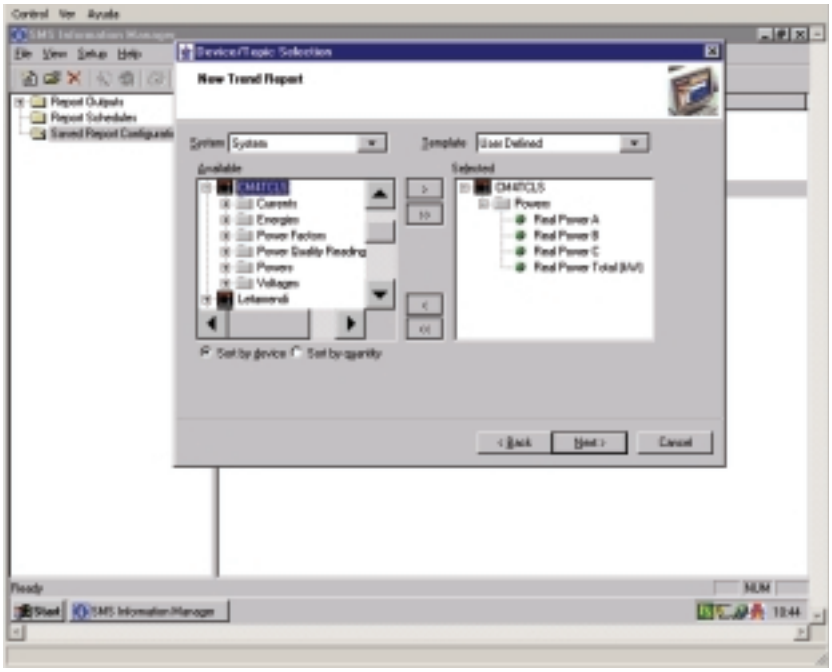
■ En el menú **Archivo**, seleccionamos **Nuevo**. Para elaborar un informe en formato de tendencia clicamos en el botón correspondiente.



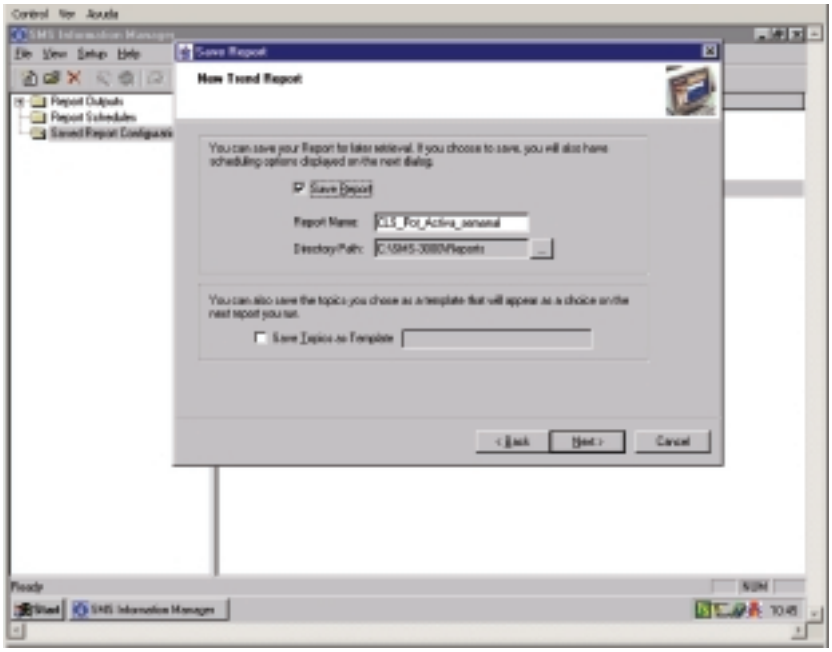
■ Se nos pide el periodo de tiempo que va a abarcar nuestra consta a la base de datos. En nuestro ejemplo “Últimos 7 días finalizando ayer a medianoche”.



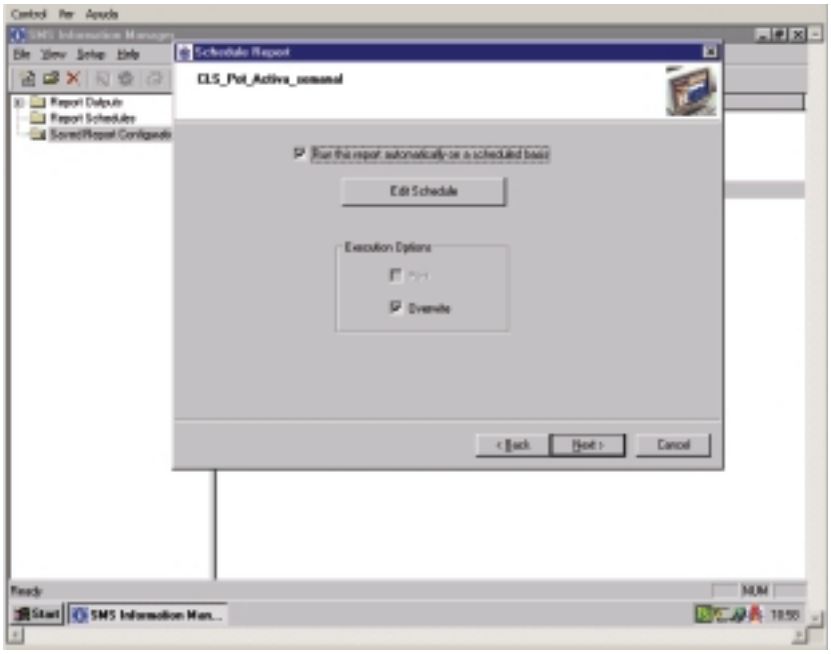
■ Seleccionamos el sistema del cual queremos extraer los datos, el equipo/s que queremos consultar y las variables a representar.



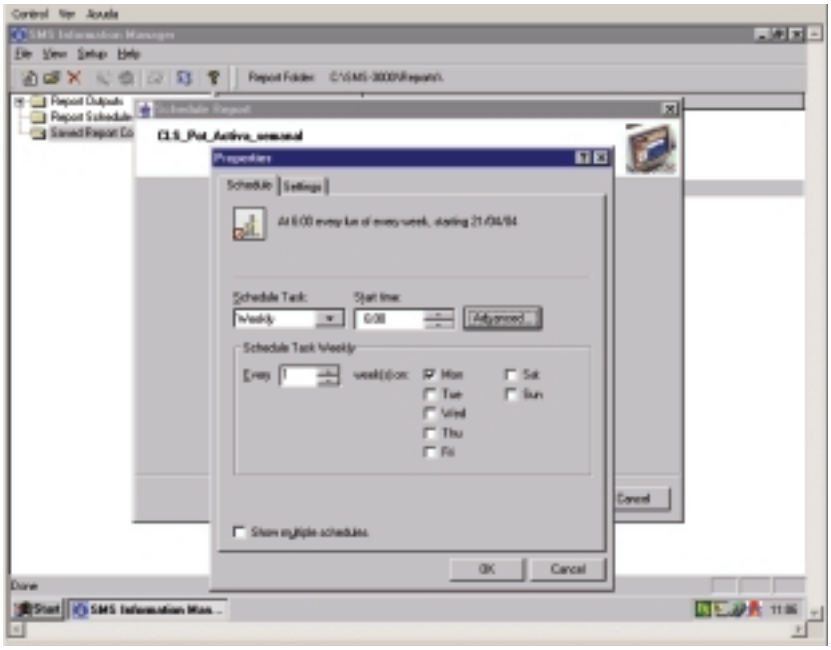
■ Introducimos un nombre para nuestro informe de potencia semanal, y seleccionamos la opción de **Guardar**.



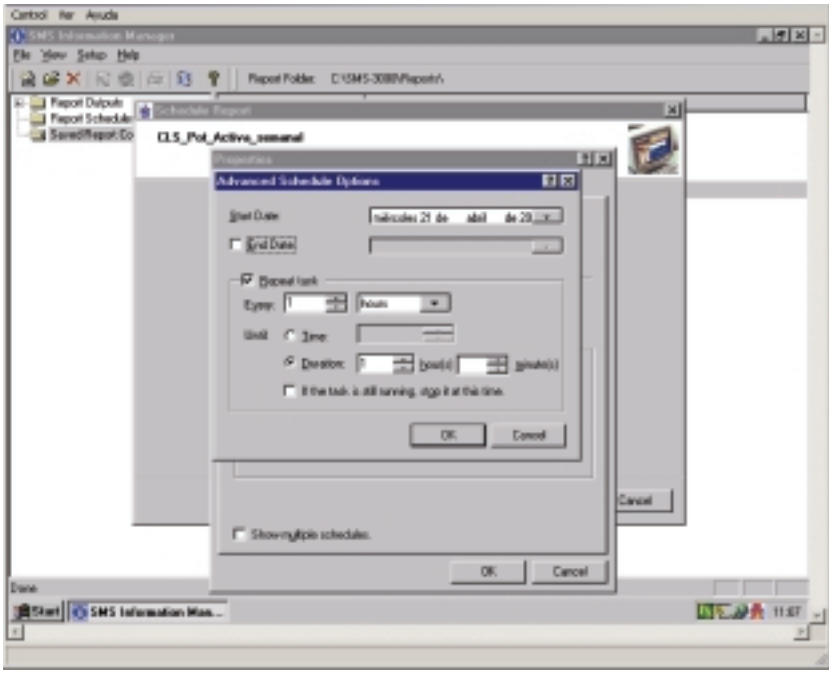
■ Seleccionamos que dicho informe se ejecute periódicamente y se sobreescriba.



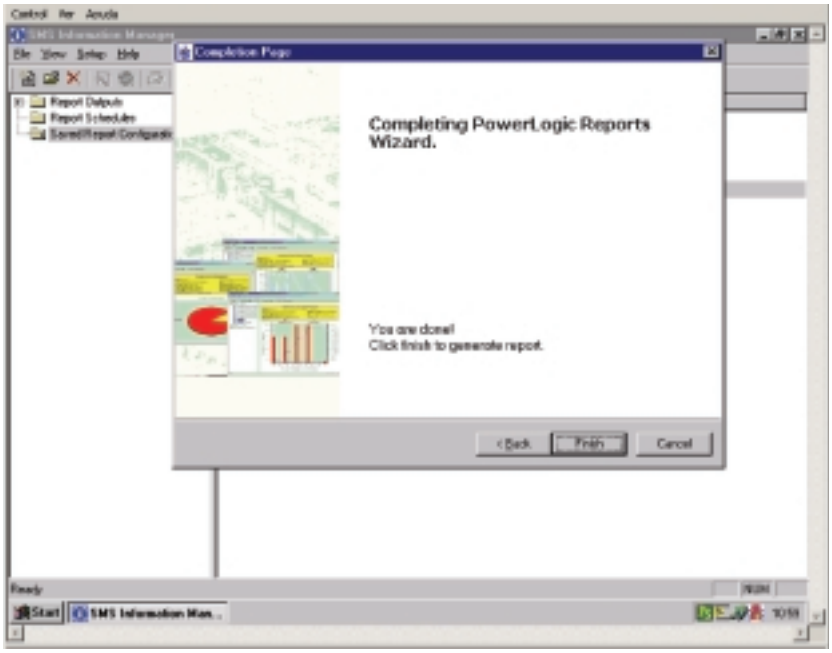
■ Aquí definimos las condiciones de la periodicidad de dicha automatización:



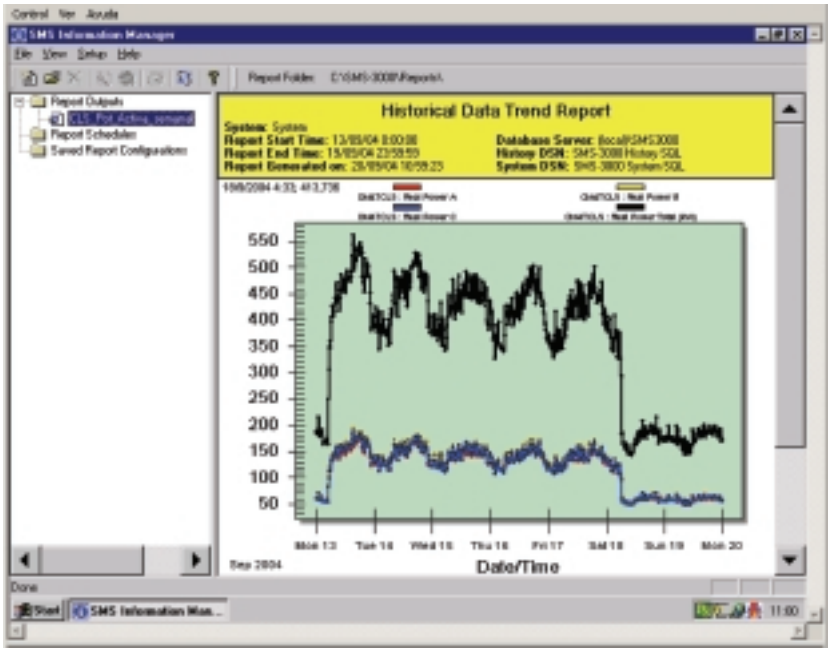
Y las condiciones de actualización de los datos contenidos en dicho informe:



■ Seleccionamos **Finalizar** para visualizar el informe solicitado.



■ Y aquí vemos el resultado para nuestra consulta de la Potencia Activa Semanal.



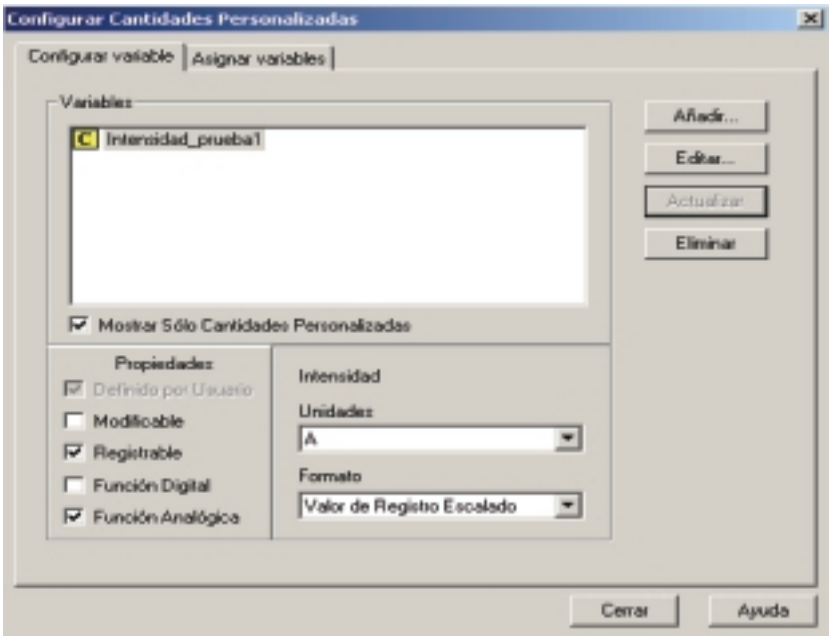
3.11.15. Creación de cantidades personalizadas

Procedimiento:

PARTE 1. Crear una variable de función analógica:

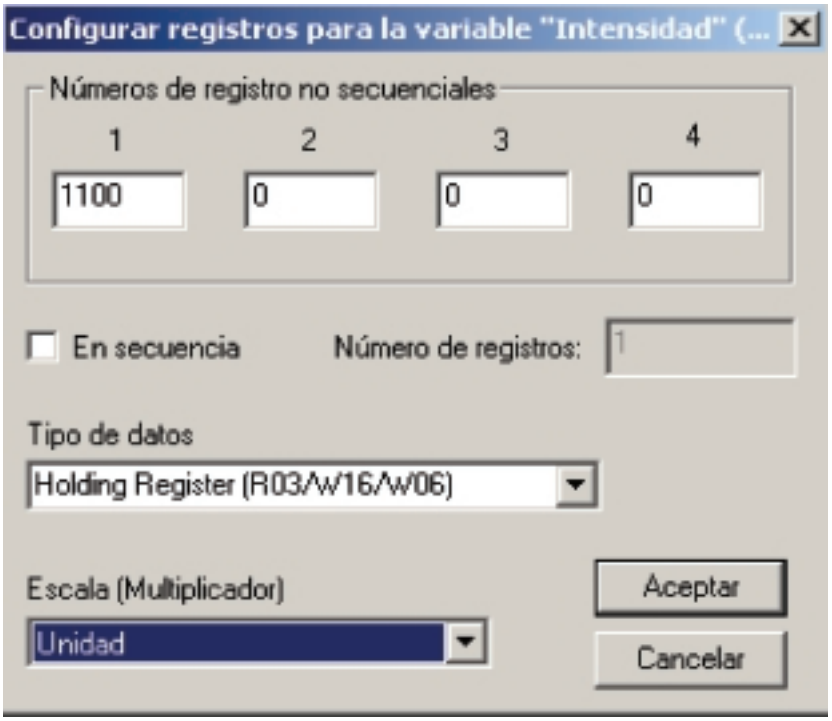
■ Ir a **Configurar-Cantidades personalizadas**. Clicar **Añadir**. En la ventana emergente introducir un nombre abreviado y otro normal para la variable. Introducimos “Intensidad 1” como nombre abreviado e “Intensidad prueba 1” como nombre completo. En la lista superior aparece la cantidad que acabamos de crear, el siguiente paso es definirla. Asegurarse que la variable en la lista aparece sombreada y en propiedades seleccionar **Registrable** y **Función analógica***. Seleccionar las unidades en amperios ‘A’ y el formato como valor de “registro escalado” y clicamos **Actualizar**. La pantalla tendrá el siguiente aspecto:

*Modificable: se usa para definir un registro del cual podemos cambiar el valor a voluntad. En el caso de no activar esta casilla protegemos la variable contra escritura.
Registrable: si se activa esta variable estará disponible para crear plantillas en el diálogo de históricos.
Función digital: si se trata de una función digital.
Función analógica: si se trata de una función analógica.



■ Clicar en la pestaña **Asignar variables**. En esta pantalla nos aparecen a la izquierda las variables creadas globalmente y a la derecha las que se encuentran disponibles en el dispositivo seleccionado. Seleccionar el equipo del que queremos crear la variable, Circuit Monitor 4000, seleccionar la variable a mapear y pasarla de izquierda a derecha. Aparece una ventana en la que podemos definir el número de registro que vamos a asignar a la variable y escribimos 1100. Seleccionar tipo de datos “registro de retención” y la escala en “unidad”**.

**Si seleccionamos la casilla en secuencia la variable tendrá tantos registros consecutivos como definamos en el n.º de registros.
En el tipo de datos definimos el formato de la variable, es decir si es una WORD (16 bits), una bobina de entrada, una bobina de salida o un registro de entrada de 4 bits.
Al haber seleccionado valor de registro escalado como formato en el paso anterior, podemos incluir la escala por la cual queremos multiplicar el valor leído.



PARTE 2. Crear una variable de función digital:

■ El primer paso es idéntico al del anterior apartado excepunto al seleccionar función digital.

■ Entonces, dependiendo del tipo de dispositivo, aparecerá a la izquierda un listado de parámetros disponibles. Deberá seleccionar aquellos que precise, llevándolos a la derecha. Configure también el intervalo de adquisición, las fechas de inicio y fin de toma de datos, el intervalo del día (o todo el día). Una vez hecho esto, haga clic en el botón **Actualizar**.

■ En el menú **Asignar Plantillas**, en la parte inferior de la pantalla, mueva su equipo o equipos a Dispositivos Seleccionados y asegúrese de que el botón Habilitar está marcado. Si está conectado a un equipo, intente crear un patrón de usuario para él y asígnelo a éste. Clic en **Actualizar** y después **Cerrar**. SMS comenzará a recoger datos en la base de datos.

Nota: Las plantillas no pueden ser modificadas cuando están habilitadas. Para modificar sus valores o sus intervalos es necesario primero deshabilitarlas del aparato asociado.

■ Deje que el histórico de datos acumule durante un periodo y cambie el dimmer (maleta de demostración) cada pocos minutos. Cuando tenga 10-12 entradas acumuladas, lea la siguiente nota y realice la siguiente práctica.

Nota: Esta puede no ser la configuración ideal. Generalmente el almacenaje en el PC se utilizará con aquellos dispositivos que no tienen capacidad de almacenaje en su memoria, como los PM. Otra cosa importante a recordar es: no aplicar tablas de históricos con cantidades no deseadas; por ejemplo, si está interesado en las intensidades cada 15 min, entonces créese un registro para ello. Si también está interesado en las tensiones, pero cada hora, entonces créese un registro separado. De esta manera ahorrará memoria en el disco duro y velocidad en tiempo de muestreo.

PARTE 3. Administración de la Base de Datos:

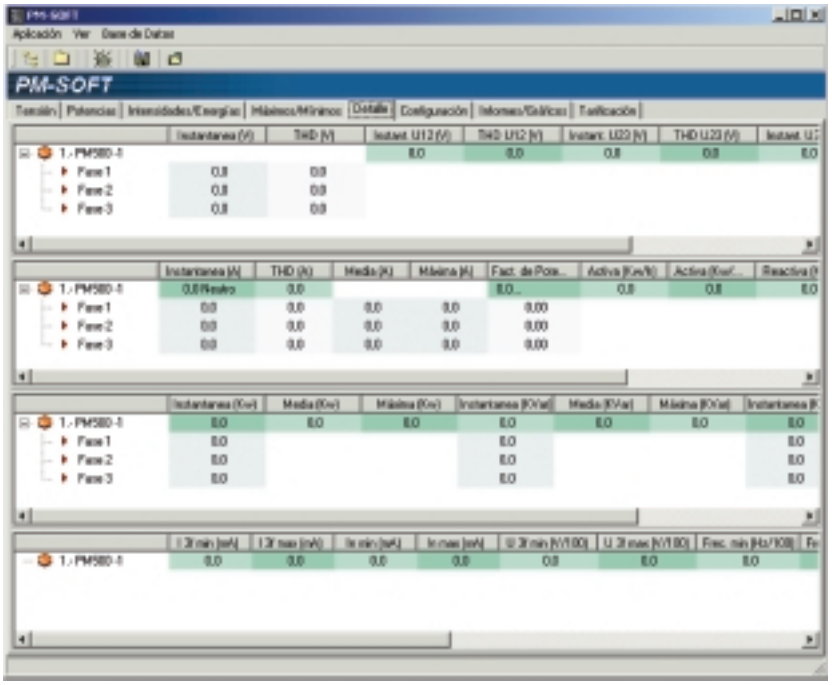
■ Una vez que ha comenzado a archivar, necesitará determinar qué cantidad de datos quiere guardar en su base de datos antes de que comiencen a perderse los datos en la tabla FIFO. El registro de datos históricos del SMS, por defecto, no tiene restricciones, lo que significa que los datos continuarán acumulándose hasta que se borren. Si todavía no ha configurado su base de datos, abra su sistema en el programa: Curso (o el nombre que le haya dado a su sistema) (**Archivo>Abrir>Sistema**). En la barra de estado leerá: **EDITAR: PRUEBA**.

■ Ahora vamos a abrir el menú **Servicio de base de datos (Configurar> Administración>Servicio de base de datos**). Con esta utilidad podrá realizar copias de seguridad de la base de datos del sistema y de datos, configurar el perfil de archivado e importar datos archivados, y ver lo que ocupan los datos en el disco duro.

■ En el menú **Configurar>Administración>Registros Alarma/Actividad** se muestran las restricciones que están configuradas por defecto en el **Registro de Alarmas** y en el **Registro de Eventos** (en una tabla tipo FIFO aparecen 1.000 registros). Sus necesidades dependen del tamaño del sistema y del número de alarmas configuradas en el mismo. Si este número es demasiado pequeño, entonces los registros grabados en la tabla pueden borrarse antes de que tenga oportunidad de verlos. Si este número es grande, tardará más tiempo en consultar los datos.

3.12. Pmsoft v2.1

El software Pmsoft v2.1 permite explotar gran parte de las variables de las centrales de medida PM500, PM710, PM800 y PM9C, tanto en tiempo real como en información de históricos. Su aspecto es el siguiente:



3.12.1. Instalación

IMPORTANTE:
Para instalar esta versión del Pmsoft es imprescindible haber desinstalado cualquier versión anterior del software.
La instalación del Pmsoft v2.1 se inicia con el archivo “install_pmsoft.exe”.
El Pmsoft necesita de‘“Interbase”, por lo que se lanza su instalación también de manera automática.

3.12.2. Barra de herramientas

La barra de herramientas dispone de las siguientes opciones:

Desplegar: despliega los nodos de todos los dispositivos. Sirve para ver las medidas de las 3 fases.

Contraer: contrae los nodos de todos los dispositivos.

Nuevo: añade un nuevo dispositivo de la clase seleccionada.

Exportar base de datos: genera una copia de seguridad (*.GDK) de la actual base de datos.

Importar base de datos: restaura la copia de base de datos seleccionada, para una posterior explotación a nivel de informes.

3.12.3. Solapa tensión

En esta solapa se muestran las medidas en tiempo real relacionadas con tensiones de todos los dispositivos. Su aspecto es el siguiente:

	Instantánea (V)	THD (V)	Instantánea U12 (V)	THD U12 (V)
1.- PM710 -1 (Oficinas)			0,0	0,0
Fase 1	225,9	1,7		
Fase 2	226,0	1,7		
Fase 3	225,9	1,6		
2.- PM710 -2 (Almacén 1)			0,0	0,0
Fase 1	225,8	1,7		
Fase 2	225,6	1,7		
Fase 3	225,6	1,7		

3.12.4. Solapa potencias

Esta solapa es del mismo estilo que la anterior, pero con medidas relacionadas con las potencias (activa, reactiva y aparente) de todos los dispositivos. Su aspecto es el siguiente:

	Instantánea (kW)	Demanda (kW)	Máxima Demanda (kW)
1.- PM710 -1 (Oficinas)	3,06	0,63	1,26
Fase 1	1,03		
Fase 2	0,99		
Fase 3	0,91		
2.- PM710 -2 (Almacén 1)	2,55	2,52	2,73
Fase 1	0,83		
Fase 2	0,78		
Fase 3	0,92		

Aclaración para la interpretación de las lecturas de potencia y máxima potencia de la PM9C desde el Pmsoft

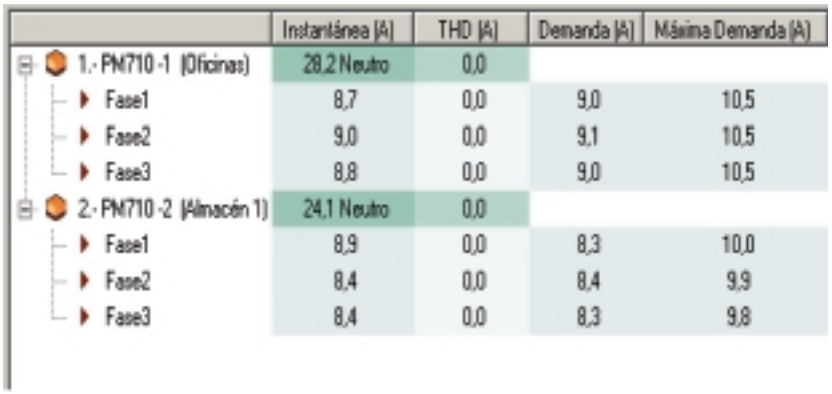
■ La central de medida PM9C es capaz de medir, entre otras variables, las demandas de potencia activa, reactiva y aparente, así como sus máximas demandas; aunque a efectos de visualización por su display únicamente nos mostrará una de las tres, la que desde su menú de configuración hayamos seleccionado.
Por defecto viene configurada con la visualización de la demanda de potencia activa, así como de su máxima demanda.

■ Como consecuencia de esta configuración por defecto de la PM9C, el Pmsoft nos mostrará estos valores de la demanda de potencia activa y de su máxima demanda correctamente en sus columnas respectivas.

■ Ahora bien, si se modifica la configuración original de la PM9C y se selecciona la visualización de la demanda de potencia reactiva y de su máxima demanda, o bien se selecciona la visualización de la demanda de potencia aparente y de su máxima demanda, el Pmsoft mostrará estos datos en las columnas de la potencia activa, y no lo hará en las columnas correspondientes de potencia reactiva o aparente porque no está habilitado para ello, con lo cual se podría pensar que la medición de la central de medida no es correcta.

3.12.5. Solapa intensidades/energías

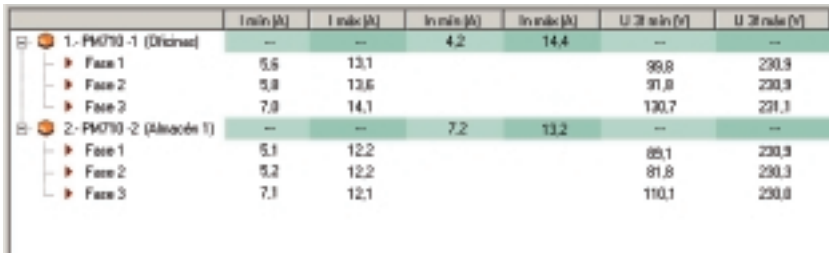
Como en las dos anteriores se muestra el estado de las variables relacionadas con intensidad, de todos los dispositivos. Su aspecto es el siguiente:



	Instantánea [A]	THD [A]	Demanda [A]	Máxima Demanda [A]
1.- PM710 -1 (Oficinas)	28,2 Neutro	0,0		
Fase1	8,7	0,0	9,0	10,5
Fase2	9,0	0,0	9,1	10,5
Fase3	8,8	0,0	9,0	10,5
2.- PM710 -2 (Almacén 1)	24,1 Neutro	0,0		
Fase1	8,9	0,0	8,3	10,0
Fase2	8,4	0,0	8,4	9,9
Fase3	8,4	0,0	8,3	9,8

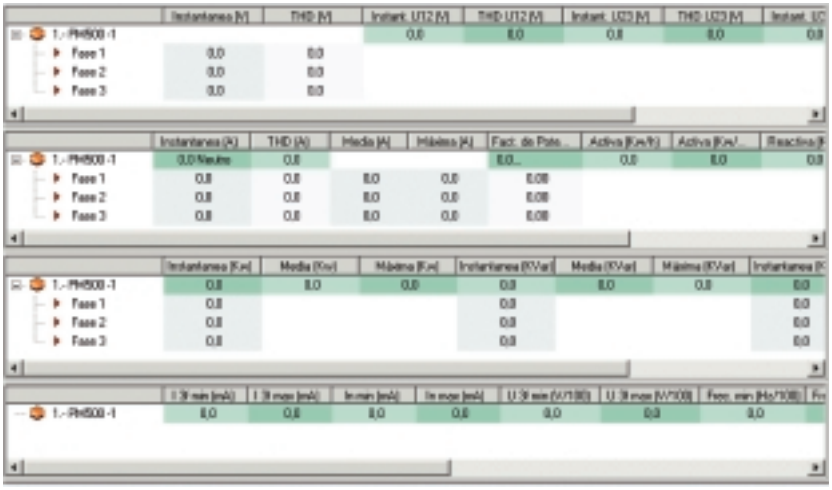
3.12.6. Solapa máximos/mínimos

En esta solapa se muestran una serie de máximos y mínimos de cada dispositivo. Su aspecto es el siguiente:



3.12.7. Solapa detalle

En esta solapa se muestra la información de todas las solapas anteriores, pero **únicamente** del dispositivo seleccionado. Su aspecto es el siguiente:



3.12.8. Solapa configuración

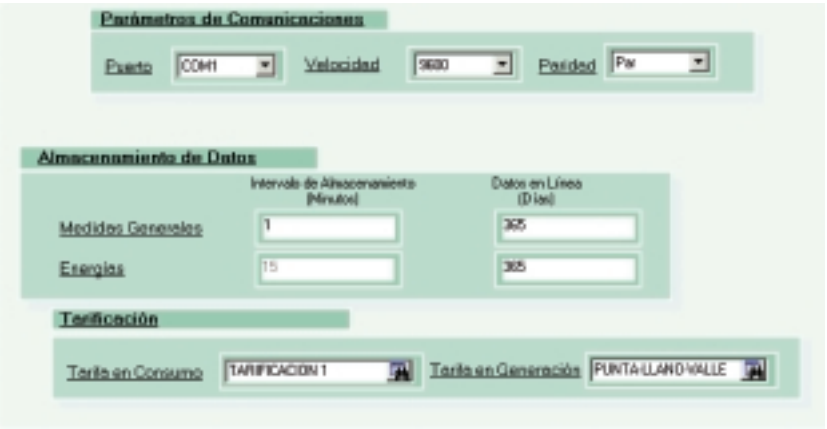
En esta solapa se indica información referente a tres cosas:

■ **Comunicaciones:** se indica el puerto serie por el que se comunica, su velocidad y el tipo de paridad.

■ **Almacenamiento de datos:** se indica el periodo de almacenamiento de las medidas generales, y el período de tiempo en el que mantienen los datos históricos de medidas generales y de energías.

■ **Tarificación:** tarifas seleccionadas para las energías de consumo y generación. La potencia aparente se ha incluido en la tarifa de consumo.

Su aspecto es el siguiente:



3.12.9. Solapa informes/gráficos

En esta solapa se permite obtener gráficos e informes de todos los dispositivos dados de alta. Su aspecto es el siguiente:

En esta solapa es en la que realmente se entiende la función de las copias de seguridad. Los datos en tiempo real siempre se almacenan en la base de datos predefinida en la carpeta **C:\PM_Soft\bd\pm_soft.gdb**, pero en los informes se tiene libertad para asignar otra base de datos. Por lo que se podrían generar gráficos e informes de datos muy antiguos, sin necesidad de tener un periodo en línea muy grande. Simplemente se debería, en un momento dado, generar un backup de la base de datos actual para una posterior explotación.
Una vez seleccionada la base de datos, aparecerán los dispositivos disponibles a la izquierda, y las variables de que dispone en la parte superior derecha. Estas variables variarán dependiendo del tipo de informe o gráfico que se quiera obtener.

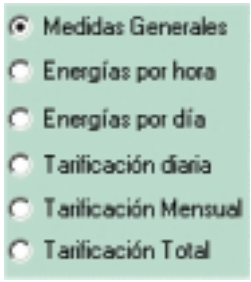
Los pasos a seguir para generar un informe o gráfico son los siguientes:

■ Elección de la base de datos:

■ Selección del rango de fechas a mostrar:

■ Elección entre gráfico e informe:

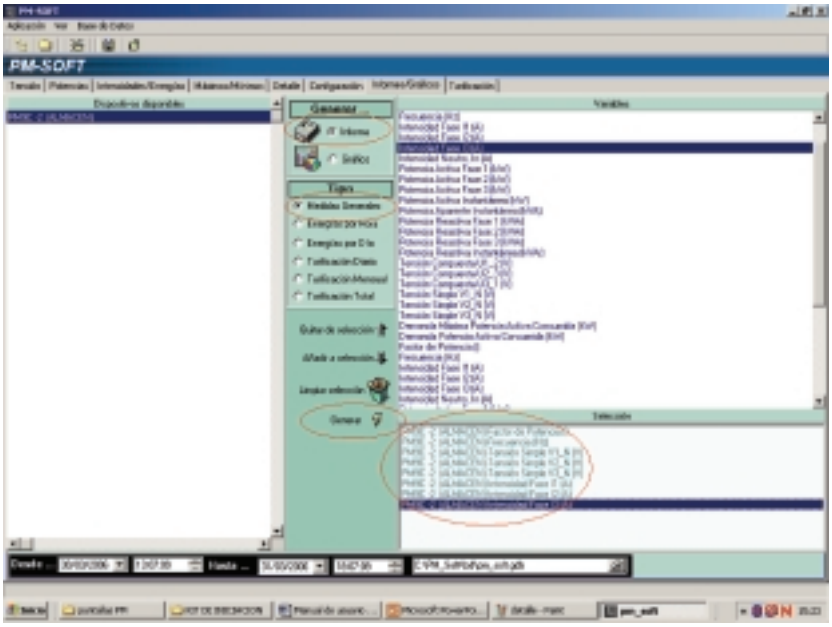
■ Elección del tipo de informe o gráfico a generar:

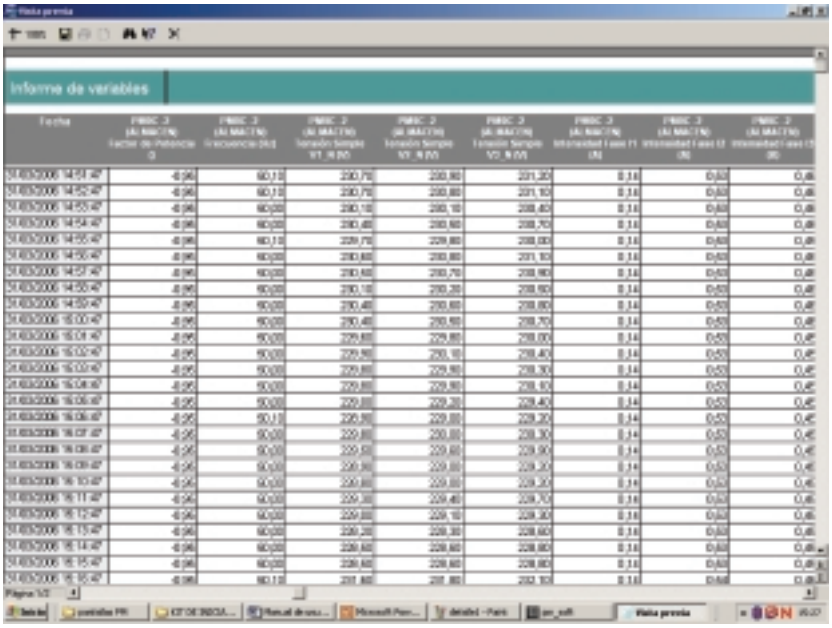


■ Selección de las variables deseadas de cada dispositivo con un máximo de 8 variables. Las variables seleccionadas aparecen en la parte inferior derecha.

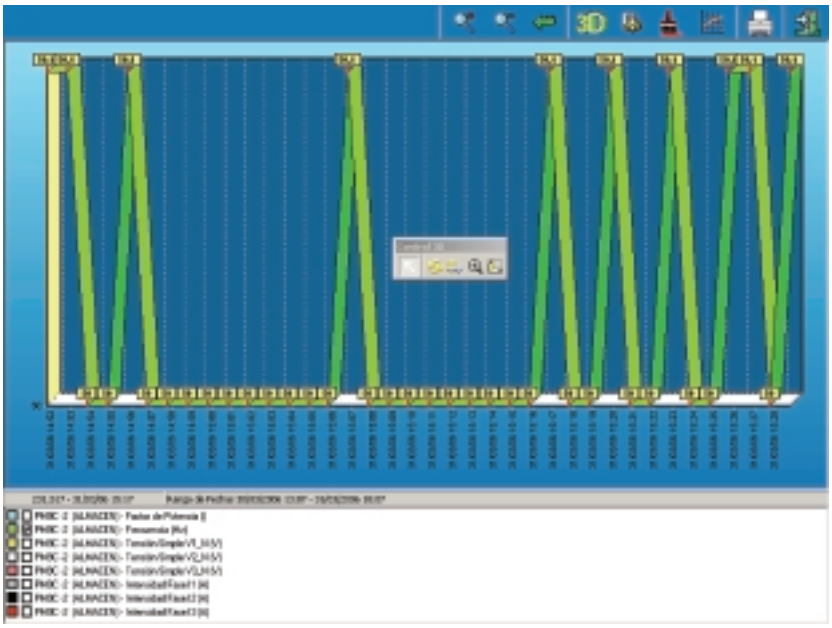
■ Finalmente, pulsamos en el siguiente botón:

Lo que obtenemos es lo siguiente:

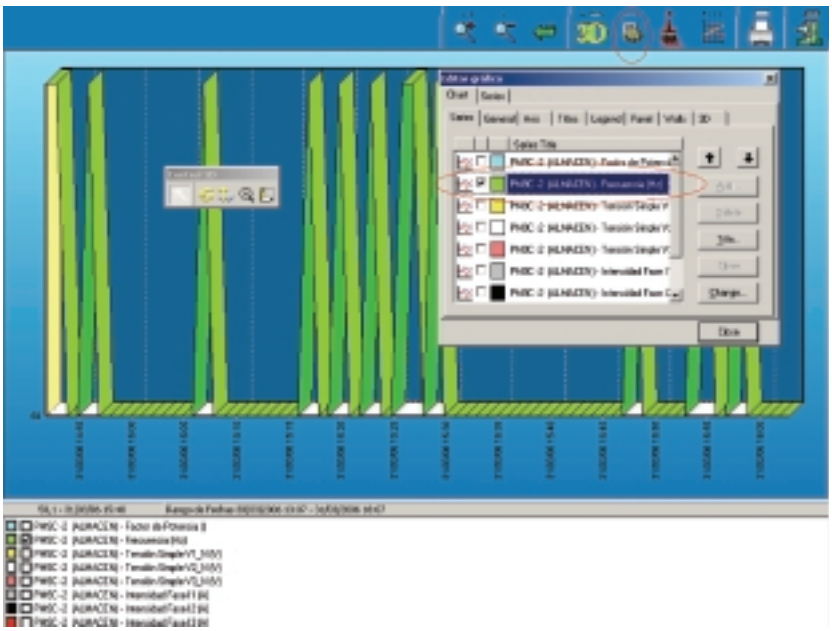


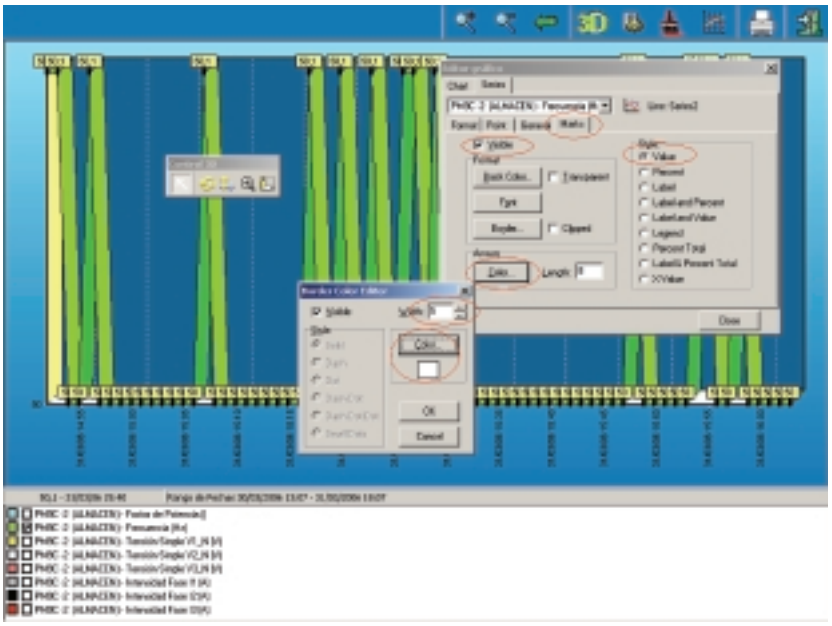


En el caso de que escojamos la opción GRÁFICO, procederíamos de la misma manera y al generar obtendríamos:



Podemos observar que se ha seleccionado solo la frecuencia para tener una visualización más exacta. En las opciones se ha escogido que nos muestre el valor en cada toma de datos, las cuales están marcadas por un punto rojo al lado de su valor numérico tal y como muestran las siguientes figuras:





La consulta en forma de gráfico o informe del tipo tarificación tiene una serie de limitaciones:

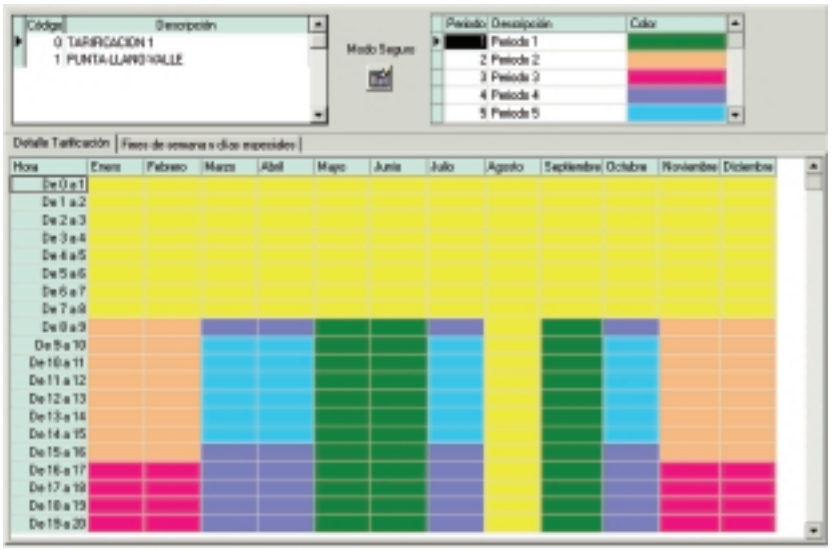
■ No se pueden generar gráficos, únicamente informes.

■ Sólo se pueden sacar informes de un único dispositivo, no se pueden mezclar energías de diferentes equipos.

■ No se pueden mezclar energías de consumo y de generación.

3.12.10. Solapa tarificación

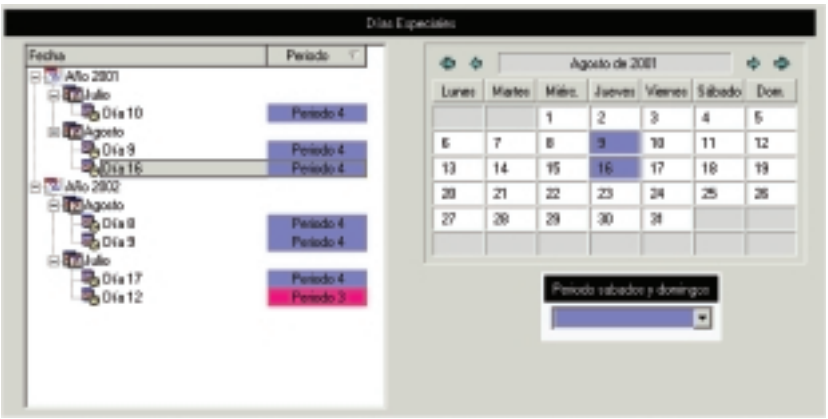
En la solapa de tarificación se pueden ver y modificar las características de cada tarifa. Su aspecto es el siguiente:



Para realizar cualquier modificación de la tarifa seleccionada, se deberá pulsar en el botón , cambiando al modo de edición. Mientras este modo permanezca activado, se podrán realizar modificaciones.
En la parte superior izquierda tenemos las tarifas disponibles, y en la derecha tenemos los períodos de que disponen. En la parte inferior hay dos solapas:

■ En la primera tenemos un calendario con los períodos asignados a cada hora para cada mes del año. Estos períodos no tienen validez en los días festivos y fines de semana.
Para modificar el período de tarificación asignado a cada hora hay que conmutar al modo edición y pinchar sobre el período deseado, y hacer doble clic sobre la hora a cambiar.
Otra forma para asignar períodos es la siguiente:
□ Pinchar sobre la cabecera de la columna de cada mes, con lo que aparecerá la siguiente ventana:
□ Seleccionar el período deseado,
□ Seleccionar la hora de inicio y fin sobre las que asignar el período seleccionado anteriormente.
□ Por último pulsar ENTER.

■ En la segunda solapa tenemos los períodos asignados a los días especiales y a los fines de semana. Su aspecto es el siguiente:



A la izquierda hay un árbol en el que se muestran todos los días especiales con su periodo tarifario. Este árbol es meramente indicativo, para modificar o borrar alguno de estos días se dispone a la derecha de un calendario. Los días especiales se borran haciendo doble clic sobre un día especial ya asignado. En el caso contrario, haciendo doble clic sobre un día no marcado éste quedará asignado como día especial, con el periodo que hubiera en ese momento seleccionado.
El periodo para los fines de semana se asigna en la siguiente lista desplegable:

3.12.11. Importar clases

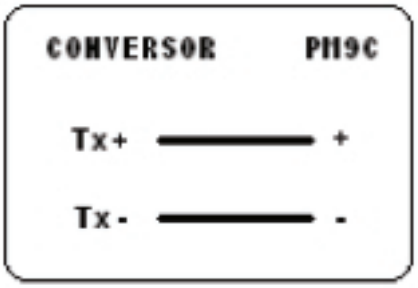
Por defecto, esta versión del Pmsoft permite comunicar con los siguientes dispositivos: PM500, PM710, PM800 y PM9C.

Haremos uso de esta utilidad cuando queramos añadir otro elemento a la lista de dispositivos compatibles con el Pmsoft y que Schneider Electric pueda desarrollar en un futuro. Para mantenerse informado de las últimas novedades, así como conseguir documentación y los dispositivos a añadir a la lista de dispositivos, puede visitar la web de Power**Logic**®: http://powerlogic.schneiderelectric.es. Para añadir un elemento a la lista de dispositivos deberemos importar la clase de ese dispositivo (descargada de la web de Power**Logic**®). Para importar una clase basta con ejecutar la utilidad "Import_Clases.exe" que se suministra en el CD de instalación, en el que se indica el fichero *.txt a ejecutar (la nueva clase), y la base de datos sobre la que ejecutarlo, normalmente será C:\PM_Soft\bd\PM_SOFT.GDB.

■ **Ejemplo PM9C.**

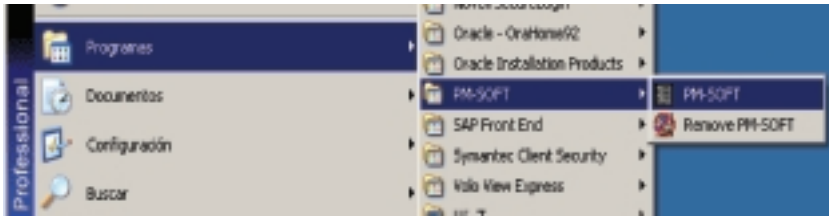
Realizaremos un ejemplo con una central de medida PM9C y el software Pmsoft V2.1.

La conexión entre la central de medida y el conversor CONV232A485 se detalla a continuación:



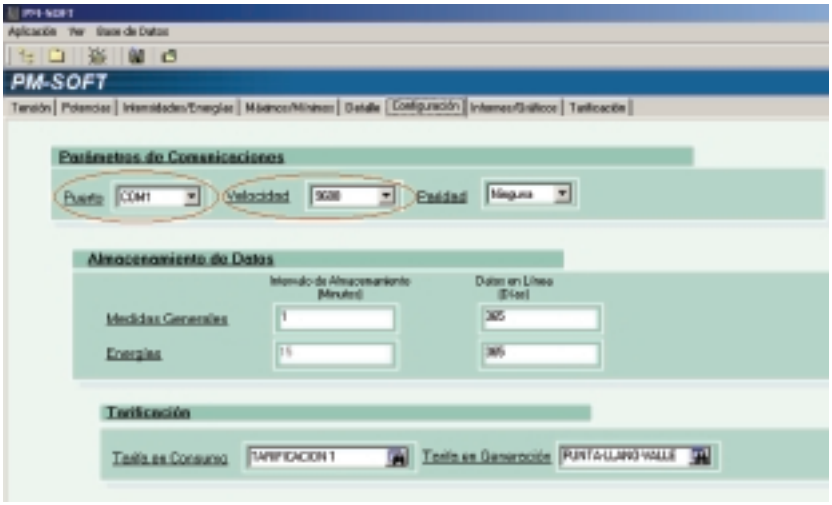
Una vez tenemos conectados entre sí el PC (puerto serie) con el conversor (puerto frontal RS232) procederemos a realizar la aplicación con el software Pmsoft.

Abriremos el software Pmsoft desde el acceso directo o desde INICIO/PROGRAMAS/PM-SOFT/PM-SOFT.

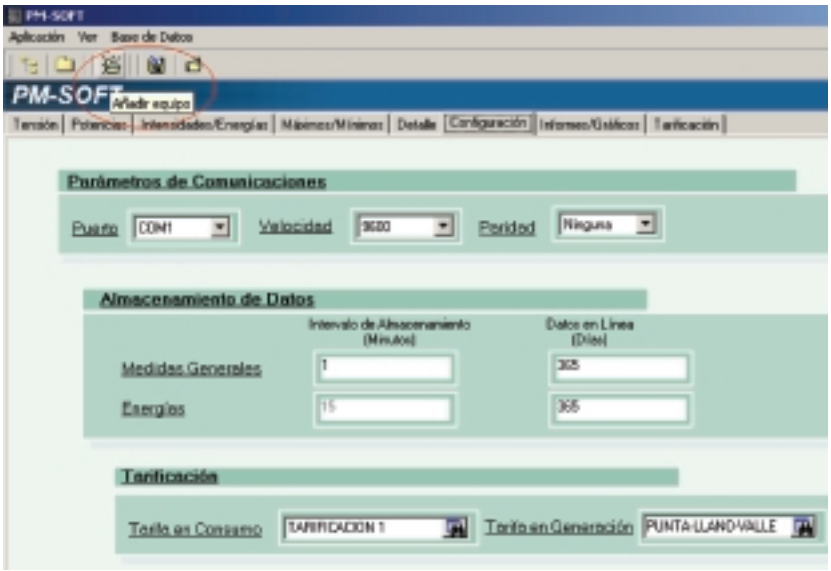


Al iniciarse el software nos pedirá contraseña: schneiderelectric.

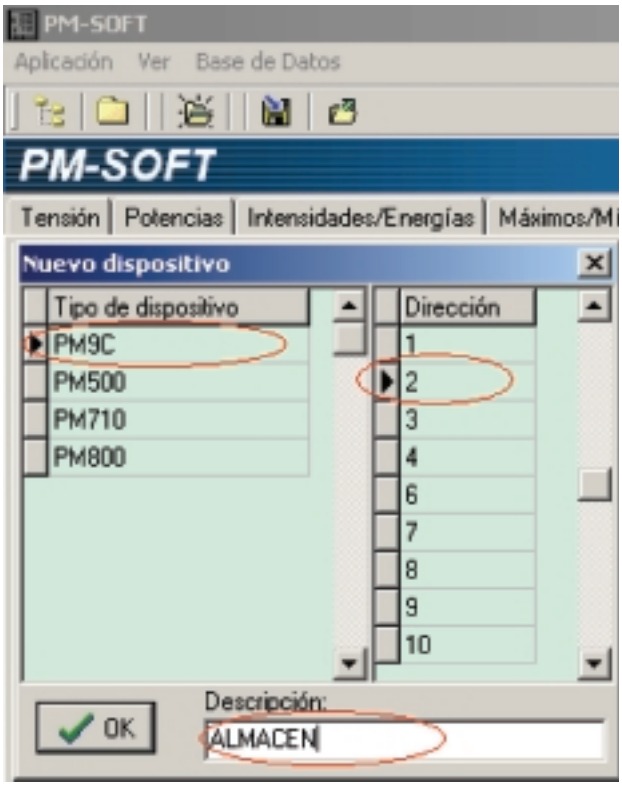
En primer lugar configuraremos los parámetros de comunicación, estos parámetros serán los que estén configurados en la central de medida PM9C, en nuestro caso puerto: COM1; velocidad: 9.600 baudios, y paridad: ninguna.



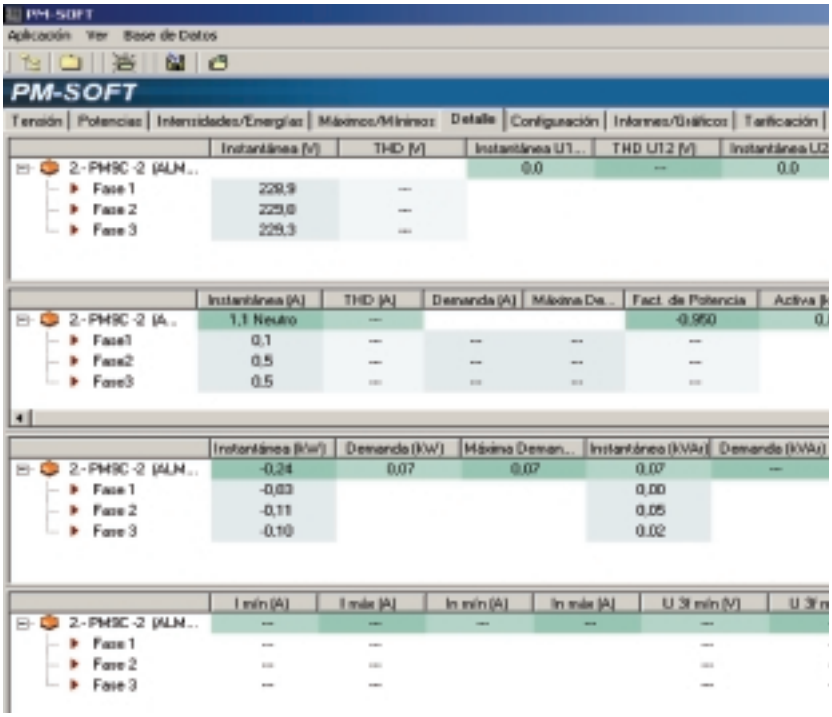
Añadiremos la central de medida con la que nos queremos comunicar, en este caso una PM9C.



Le asignaremos la misma dirección que tenga la central de medida PM9, en nuestro caso 2 y le pondremos una descripción, por ejemplo: ALMACEN.



Si seleccionamos la solapa DETALLE, veremos la siguiente pantalla:



En la solapa DETALLE podemos observar las diferentes variables de un solo dispositivo de los 31 que en total podemos dar de alta en el software.
De igual manera podemos navegar por las diferentes solapas, tales como tensión, potencias, intensidades/energías y máximos/mínimos observando el valor de las diferentes variables.

3.13. Alternativa Schneider Electric

Cómo controlar la calidad energética de una instalación para grandes edificios e industrias

El ejemplo de la Fig. K3-125 nos muestra esquemáticamente una instalación para un edificio o una industria con una doble alimentación en MT y BT. Debemos definir cada punto que deseamos controlar para mantener la calidad de la instalación, no solo por la calidad de energía suministrada sino por la polución que podemos introducir con nuestras cargas y buscar los puntos más rentables para desparasitar la red.

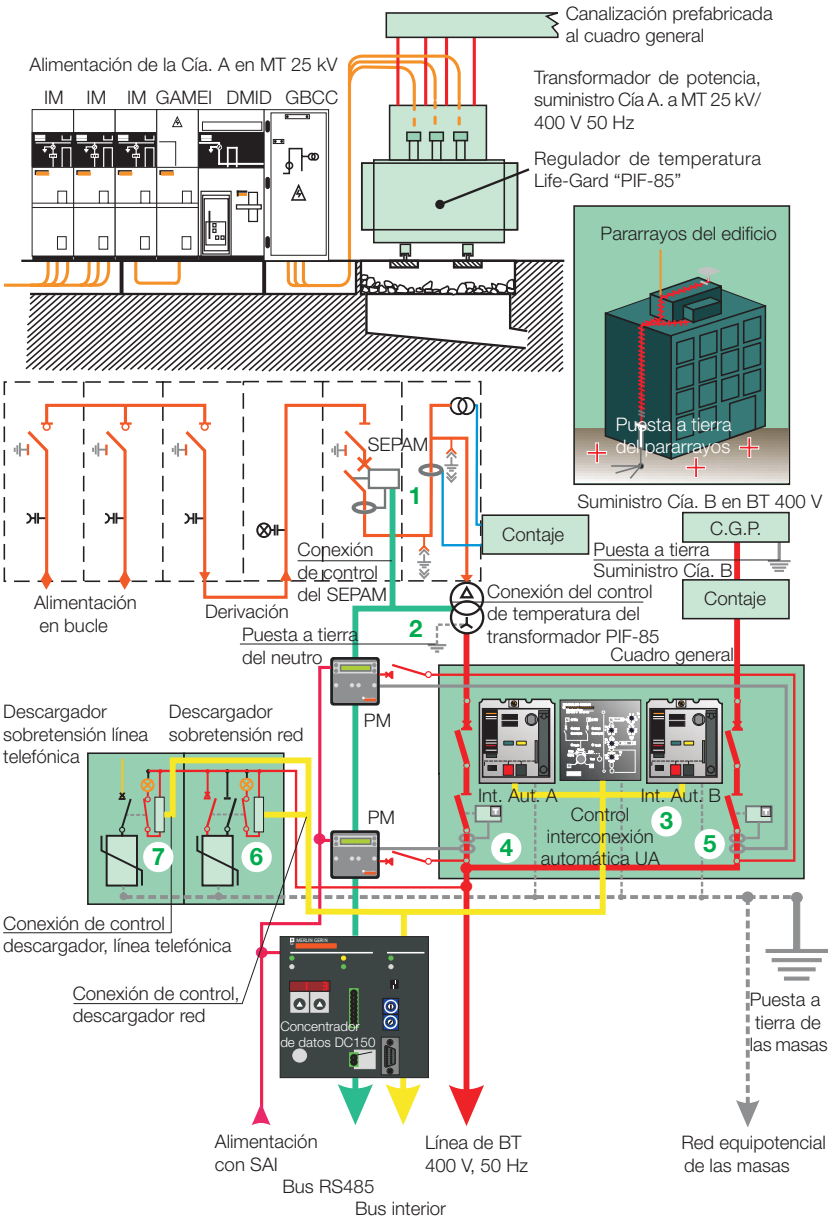


Fig. K3-125: *instalación para un edificio o una industria con una doble alimentación en MT y BT.*

En el punto **1**; desde el controlador del automático de MT "Sepam" y a través del comunicador (concentrador de datos DC150) podemos controlar:
■ La tensión, su fluctuación, los flickers, los cortes en número y tiempo, el desequilibrio de fases (global, por fase, del neutro y homopolar):
□ La fluctuación de la tensión: por ser una alimentación de MT, la norma UNE-EN 50160 especifica que los períodos de lectura son de una semana. Que el 95% de los valores deben quedar situados en una franja de +/– el 10% de la tensión nominal contratada. Las lecturas corresponden a los valores eficaces, promediados de muestreos de 10 minutos.
Las variaciones rápidas de tensión no deben sobrepasar el 6% de la tensión nominal contratada, algunas veces al día y que normalmente no sobrepasan el 4%.

Nota: El borrador del reglamento prevé una variación de tensión de +/– (7 · 0,8) para tensiones de 1 a 36 kV, pero indica que el Ministerio de Industria y Energía las puede modificar en función de la normativa vigente.

□ Las sobretensiones serán función del tipo de puesta a tierra de la red:
– Para redes con neutro a tierra 1,7 veces la tensión nominal.
– Para redes con neutro aislado o impedante 2 veces la tensión nominal.
□ La severidad del parpadeo (flicker) del factor Plt (ver apartado K4, a continuación) debe ser inferior o igual a 1 durante el 95% del tiempo.
□ Las interrupciones mayores de tres minutos se dan en poca frecuencia, el borrador del reglamento prevé cuatro zonas con unos máximos totales de tiempo de corte año y un máximo de número de cortes año (ver el borrador del reglamento adjunto en el apartado Reglamentación al final de este Volumen).
□ El desequilibrio de la tensión suministrada debe situarse, para cada período de una semana, entre el 0 y el 2% de la componente directa. Las lecturas a considerar serán: el 95% de los valores eficaces, calculados en tramos de 10 minutos, de la componente inversa de la tensión de alimentación.
■ La intensidad con sus máximos y mínimos, su distribución horaria.
■ El consumo y su distribución horaria, diaria, semanal y por temporada.
■ El factor de potencia, sus máximos y mínimos en función del tiempo, su retardo o avance.
■ La frecuencia y sus fluctuaciones, con relación de sus máximos y mínimos en el tiempo, no deberá sobrepasar:
□ Para redes acopladas por enlaces síncronos a un sistema interconectado:
– 50 Hz +/– 1%, durante el 95% de una semana.
– 50 Hz +/– 4%, durante el 100% de una semana.
□ Para redes sin conexión síncrona a un sistema interconectado:
– 50 Hz +/– 2%, durante el 95% de una semana.
– 50 Hz +/– 15%, durante el 100% de una semana.
■ Los armónicos, tasa THD global y por fase.
En las condiciones normales de explotación, durante cada período de una semana, el 95% de los valores eficaces de cada tensión armónica promediados en 10 minutos no deben sobrepasar los valores de la tabla K3-102. Además, la tasa de distorsión armónica total de la tensión suministrada (comprendidos todos los armónicos hasta el de orden 40) no debe sobrepasar el 8%.
■ Las perturbaciones por onda portadora.
■ Las perturbaciones por ondas hercianas.
En este punto podremos controlar estos parámetros durante el tiempo que estemos conectados a la red de MT y establecer las alarmas pertinentes.
En el punto **2**; desde la sonda de temperatura del transformador podremos controlar la temperatura del mismo y establecer las alarmas pertinentes.
En el punto **3**; podremos conocer la existencia de tensión en las dos fuentes de alimentación para poder determinar a través del conmutador de fuentes UA la disponibilidad de la energía.
En los puntos **4** y **5**; desde los captadores de señal y a través del comunicador de parámetros PM podremos controlar el tiempo de conexión de cada alimentación y relacionarlo con el calendario, así como la calidad de la energía, controlando:

Armónicos impares				Armónicos pares	
No múltiplos de 3		Múltipos de 3			
Orden h	U (relativa)	Orden h	U (relativa)	Orden h	U (relativa)
5	6,0%	3	5,0%	2	2,0%
7	5,0%	9	1,5%	4	1,0%
11	3,5%	15	0,5%	6...24	0,5%
13	3,0%	21	0,5%		
17	2,0%				
19	1,5%				
23	1,5%				
25	1,5%				

Tabla K3-102: *tabla de armónicos máximos tolerables en MT.*

■ La tensión, su fluctuación, los flickers, los cortes en número y tiempo, el desequilibrio de fases (global, por fase, del neutro y homopolar):
□ La fluctuación de la tensión: por ser una alimentación de BT la norma UNE-EN 50160, especifica que los períodos de lectura son de una semana. Que el 95% de los valores deben quedar situados en una franja de +/– el 10% de la tensión nominal contratada. Las lecturas corresponden a los valores eficaces, promediados de muestreos de 10 minutos.

Nota: Hasta el año 2003 según el documento HD 472 S1.

Las variaciones rápidas de tensión no deben sobrepasar el 10% de la tensión nominal contratada, algunas veces al día y que normalmente no sobrepasan el 5%. Una disminución del 90% de las tensión contratada se considera un hueco de tensión.

Nota: El borrador del reglamento prevé una variación de tensión de +/– 7, pero indica que el Ministerio de Industria y Energía las puede modificar en función de la Normativa vigente.

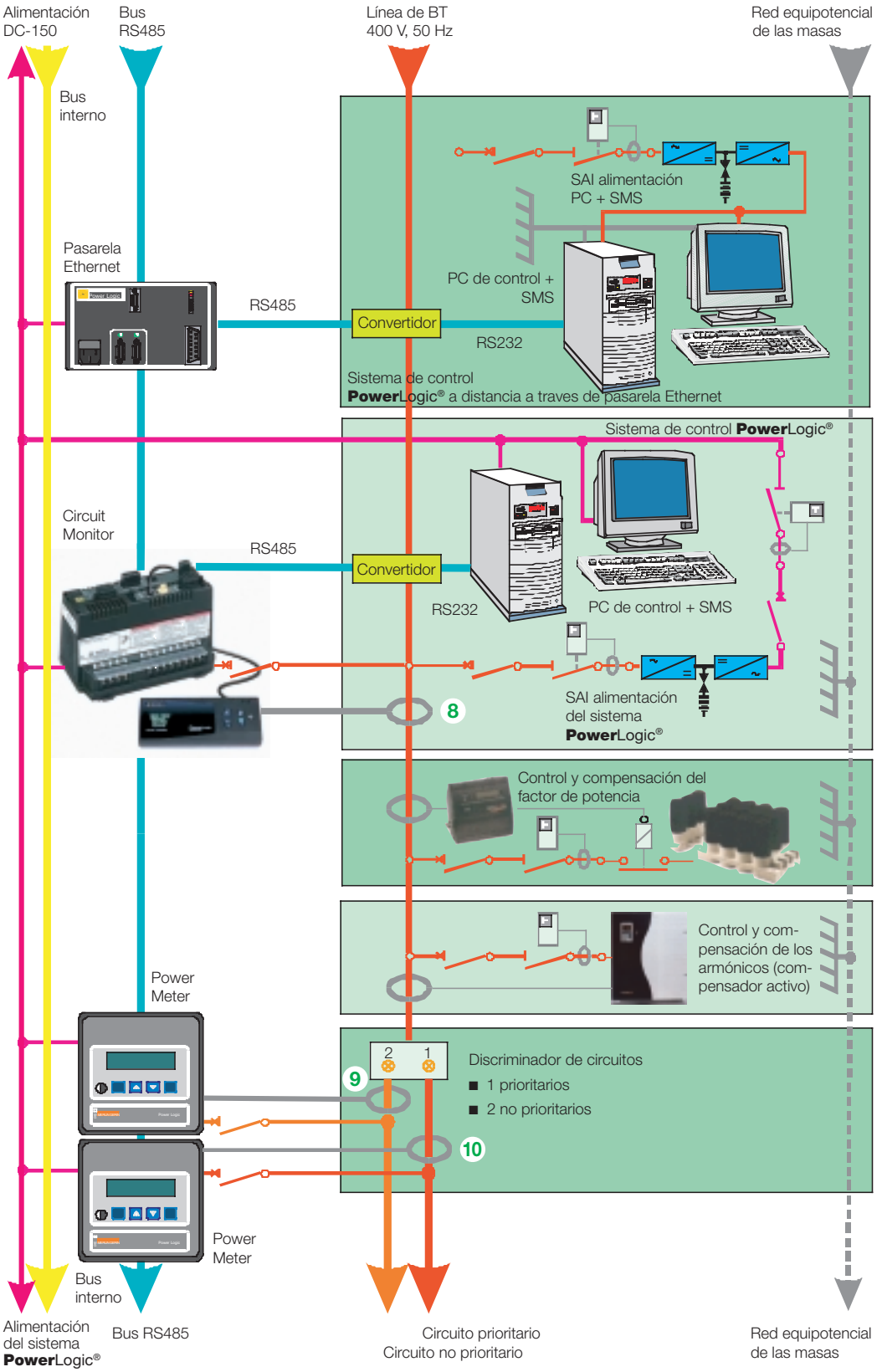
□ Las sobretensiones serán función del fenómeno que las genera:
– Atmosféricas mayor amplitud y menor duración.
– Maniobra menor amplitud y mayor duración.
□ La severidad del parpadeo (flicker) del factor Plt (ver apartado K4, a continuación) debe ser inferior o igual a 1 durante el 95% del tiempo.
□ Las interrupciones mayores de tres minutos se dan en poca frecuencia, el borrador del reglamento prevé cuatro zonas con unos máximos totales de tiempo de corte año y un máximo de número de cortes año (ver el borrador del reglamento adjunto en el apartado Reglamentación al final de este Volumen).
□ El desequilibrio de la tensión suministrada debe situarse, para cada período de una semana, entre el 0 y el 2% de la componente directa. Las lecturas a considerar serán: el 95% de los valores eficaces, calculados en tramos de 10 minutos, de la componente inversa de la tensión de alimentación.
■ La intensidad con sus máximos y mínimos, su distribución horaria.
■ El consumo y su distribución horaria, diaria, semanal y por temporada.
■ El factor de potencia, sus máximos y mínimos en función del tiempo, su retardo o avance.
■ La frecuencia y sus fluctuaciones, con relación de sus máximos y mínimos en el tiempo, no deben sobrepasar:
□ Para redes acopladas por enlaces síncronos a un sistema interconectado:
– 50 Hz +/– 1%, durante el 95% de una semana.
– 50 Hz +/– 4%, durante el 100% de una semana.
□ Para redes sin conexión síncrona a un sistema interconectado:
– 50 Hz +/– 2%, durante el 95% de una semana.
– 50 Hz +/– 15%, durante el 100% de una semana.
■ Los armónicos, tasa THD global, por fase.
En las condiciones normales de explotación, durante cada período de una semana, el 95% de los valores eficaces de cada tensión armónica promediados en 10 minutos no deben sobrepasar los valores de la tabla K3-103. Además, la tasa

de distorsión armónica total de la tensión suministrada (comprendidos todos los armónicos hasta el de orden 40) no debe sobrepasar el 8%.

Armónicos impares				Armónicos pares	
No múltiplos de 3		Múltipos de 3			
Orden h	U (relativa)	Orden h	U (relativa)	Orden h	U (relativa)
5	6,0%	3	5,0%	2	2,0%
7	5,0%	9	1,5%	4	1,0%
11	3,5%	15	0,5%	6...24	0,5%
13	3,0%	21	0,5%		
17	2,0%				
19	1,5%				
23	1,5%				
25	1,5%				

Tabla K3-103: *tabla de armónicos máximos tolerables en BT.*

En este punto podremos controlar estos parámetros durante el tiempo que estemos conectados a la respectiva red y establecer las alarmas pertinentes.
En este punto obtenemos la referencia de la calidad de la energía suministrada.
En los puntos **6** y **7**; desde un interface SC 150 de comunicación y el concentrador de datos CD 150 podemos controlar la señal de la situación de los descargadores de sobretensión de la red de BT, de la línea telefónica y mantener las alarmas pertinentes.
En el punto **8**; desde un captador de señales y el Circuit Monitor, podremos contrastar los parámetros generales de todas las cargas y comparar el descrestado de las sobretensiones, aguas abajo del descargador de sobretensión.
Será importante relacionar el consumo global con el reparto de los consumos de los circuitos prioritarios y discriminados, en el tiempo y calendario.
La relación del factor de potencia leído en el punto, con la suma vectorial de los circuitos prioritarios y discriminados, podremos determinar la eficiencia de la batería de compensación.
La relación de la tasa de armónicos TDH global, leída en el punto con relación a la suma de las tasas porcentuales (corregidos los porcentajes en relación al total) de las tasas de armónicos de los circuitos prioritario y discriminado, nos permite conocer la eficiencia del compensador activo.
■ La tensión, su fluctuación, los flickers, los cortes en número y tiempo, el desequilibrio de fases (global, por fase, del neutro y homopolar).
■ La intensidad con sus máximos y mínimos, su distribución horaria.
■ El consumo y su distribución horaria, diaria, semanal y por temporada.
■ El factor de potencia, sus máximos y mínimos en función del tiempo, su retardo o avance.
■ La frecuencia y sus fluctuaciones, con relación de sus máximos y mínimos en el tiempo.
■ Los armónicos, tasa THD global, por fase.
En este punto podremos controlar estos parámetros y establecer las alarmas pertinentes.
En los puntos **9** y **10**; desde dos captadores de señales y el Power Meter correspondiente, podremos contrastar los parámetros generales de los circuitos prioritarios y discriminado. Será conveniente controlar en cada circuito:
■ La tensión entre fases y fases-neutro.
■ La intensidad con sus máximos y mínimos, su distribución horaria.
■ El consumo y su distribución horaria, diaria, semanal y por temporada.
■ El factor de potencia, sus máximos y mínimos en función del tiempo, su retardo o avance.
■ Los armónicos, tasa THD global, por fase.

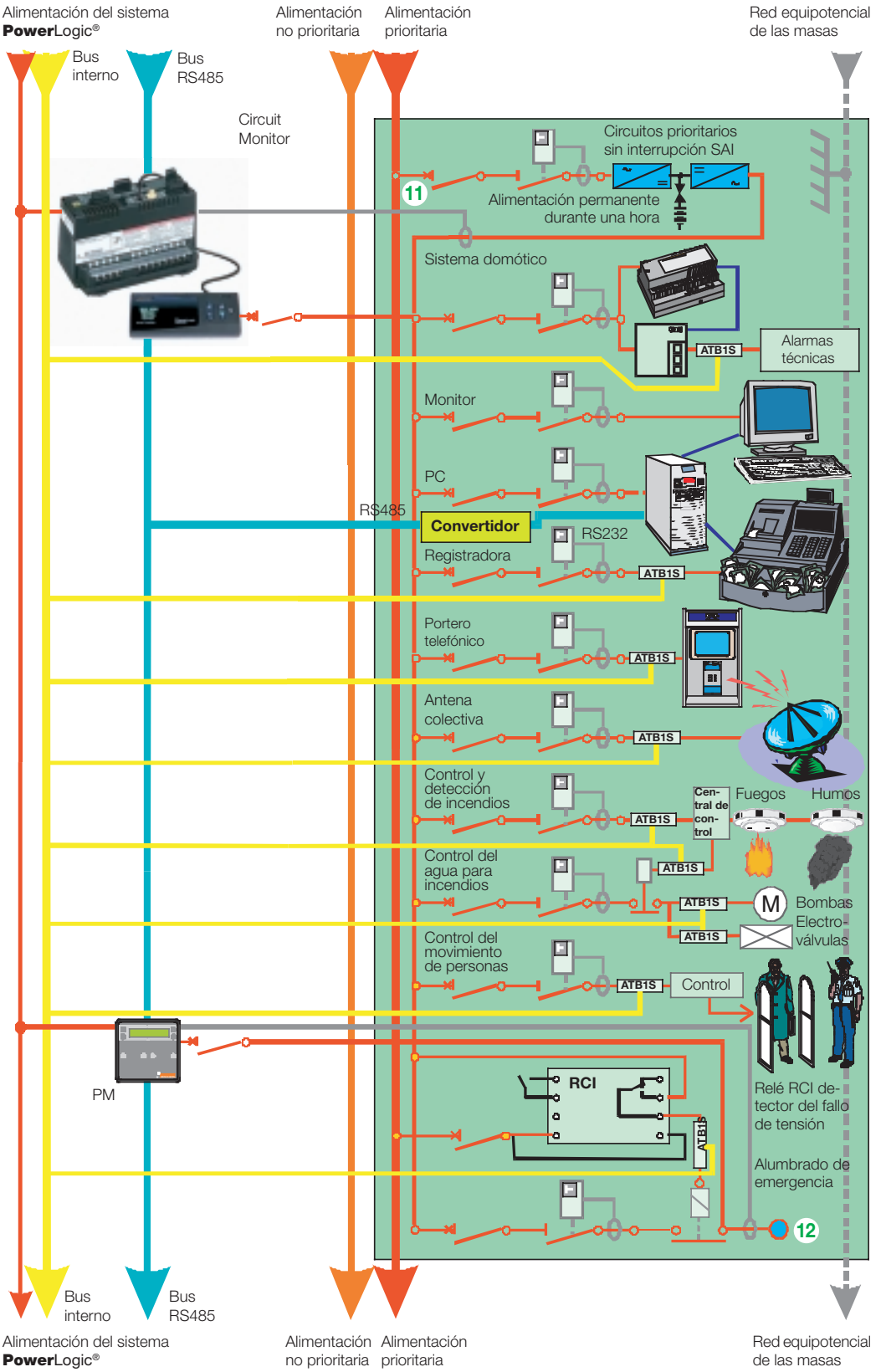

Alimentación
DC-150
Bus
RS485
Línea de BT
400 V, 50 Hz
Red equipotencial
de las masas
Bus
interno
SAI alimentación
PC + SMS
Pasarela
Ethernet
PC de control +
SMS
RS485
Convertidor
RS232
Sistema de control
PowerLogic® a distancia a traves de pasarela Ethernet
Sistema de control PowerLogic®
Circuit
Monitor
RS485
Convertidor
RS232
PC de control + SMS
8
SAI alimentación
del sistema
PowerLogic®
Control y compensación del
factor de potencia
Control y com-
pensación de los
armónicos (com-
pensador activo)
Power
Meter
2
1
9
Discriminador de circuitos
■ 1 prioritarios
■ 2 no prioritarios
10
Power
Meter
Bus
interno
Alimentación
del sistema
PowerLogic®
Bus RS485
Circuito prioritario
Circuito no prioritario
Red equipotencial
de las masas

La comparación de la suma de los dos circuitos con las lecturas del punto 8 se puede realizar por programa, con sumas vectoriales o aritméticas según los parámetros y establecer las alarmas pertinentes.
En el punto **11** podremos controlar la alimentación del circuito de alimentación permanente a través de una SAI, para todas las cargas que necesitan una alimentación permanente de un mínimo de una hora, incluso con un fallo de la alimentación del suministro energético.
Será conveniente controlar a través de un detector de señales y de un Circuit Monitor los siguientes parámetros del circuito:
- La tensión entre fases y fases – neutro.
- La intensidad con sus máximos y mínimos, su distribución horaria.
- El consumo y su distribución horaria, diaria, semanal y por temporada.
- El factor de potencia, sus máximos y mínimos en función del tiempo, su retardo o avance.
- Los armónicos, tasa THD global, por fase.

Podemos controlar el estado de los detectores de las alarmas de la red a través de un interface ATB 15, comunicado a un concentrador de datos CD 150 y establecer las alarmas pertinentes.
Pueden existir circuitos especiales propios para una función, con ordenador y programa propio, que de una forma directa o a través de un convertidor pueden comunicarse con el bus RS485 y establecer una aportación al programa general de control del edificio, independientemente del control energético, pero utilizando el mismo bus, por ejemplo: el control de caja, el control de incendios, el control de personal, el control de alguna alarma específica como la alarma médica..., pueden utilizar el bus general para comunicarse con el ordenador central.
En el punto **12**, el control de la energía para la alimentación del circuito de alumbrado de emergencia, debemos efectuar un control propio, a través de un Power Meter de:
- La tensión entre fases y fases-neutro.
- La intensidad con sus máximos y mínimos, su distribución horaria y en el calendario.

También es conveniente controlar la señal de salida del detector de fallo de tensión a través de un interface ATB 15 comparando la falta de tensión de suministro en el tiempo con su actuación, para poder dirimir los posibles fallos.
En este punto podremos controlar estos parámetros y establecer las alarmas pertinentes.
En los puntos **13** y **14** podemos controlar los ciruitos prioritarios y discriminados de confort y alumbrado por medio de captadores de señal y un Power Meter para cada circuito.
En ellos podremos controlar:
- La tensión, su fluctuación, los flickers, los cortes en número y tiempo, el desequilibrio de fases (global, por fase, del neutro y homopolar).
- La intensidad con sus máximos y mínimos, su distribución horaria.
- El consumo y su distribución horaria, diaria, semanal y por temporada.
- El factor de potencia, sus máximos y mínimos en función del tiempo, su retardo o avance.
- La frecuencia y sus fluctuaciones, con relación de sus máximos y mínimos en el tiempo.
- Los armónicos, tasa THD global y por fase.

Es importante mantener una buena calidad del alumbrado y controlar los flickers.
Podría ser adecuado efectuar una compensación de la tasa de armónicos THD, en este punto, para descargar el tercer armónico del neutro.
En este punto podremos controlar estos parámetros y establecer las alarmas pertinentes.


Alimentación del sistema PowerLogic®
Alimentación no prioritaria
Alimentación prioritaria
Red equipotencial de las masas
Bus interno
Bus RS485
Circuit Monitor
Circuitos prioritarios sin interrupción SAI
11
Alimentación permanente durante una hora
Sistema domótico
ATB1S
Alarmas técnicas
Monitor
PC
RS485
Convertidor
RS232
Registradora
Portero telefónico
Antena colectiva
Control y detección de incendios
Cen-tral de con-trol
Fuegos
Humos
Control del agua para incendios
M
Bombas
Electro-válvulas
Control del movimiento de personas
Control
PM
RCI
Relé RCI de-tector del fallo de tensión
Alumbrado de emergencia
12
Bus interno
Bus RS485
Alimentación del sistema PowerLogic®
Alimentación no prioritaria
Alimentación prioritaria
Red equipotencial de las masas

En los puntos **15** y **16** podemos controlar los ciruitos prioritarios y discriminados de la calefacción por medio de captadores de señal y un Power Meter para cada circuito.
En ellos podremos controlar:
- La tensión y su fluctuación.
- La intensidad con sus máximos y mínimos, su distribución horaria.
- El consumo y su distribución horaria, diaria, semanal y por temporada.
- El factor de potencia.

Es importante mantener una buena calidad de confort térmico y podría tener constancia de la tempertura interior y exterior en el tiempo, con termostatos electrónicos capaces de comunicar con el ordenador central.
En este punto podremos controlar estos parámetros y establecer las alarmas pertinentes.
En los puntos **17** y **18** podemos controlar los circuitos prioritarios y discriminados de alimentación de las cargas por medio de captadores de señal y un Power Meter para cada circuito.
En ellos podremos controlar:
- La tensión, su fluctuación, los flickers, los cortes en número y tiempo, el desequilibrio de fases (global, por fase, del neutro y homopolar).
- La intensidad con sus máximos y mínimos, su distribución horaria.
- El consumo y su distribución horaria, diaria, semanal y por temporada.
- El factor de potencia, sus máximos y mínimos en función del tiempo, su retardo o avance.
- La frecuencia y sus fluctuaciones, con relación de sus máximos y mínimos en el tiempo.
- Los armónicos, tasa THD global y por fase.

Es importante mantener una buena calidad de la energía y en función de las características de las cargas deberemos efectuar un tipo de control u otro.
En este punto podremos controlar estos parámetros y establecer las alarmas pertinentes.
En el punto **19** podremos controlar la energía de un circuito con régimen de neutro aislado o impedante:
- La tensión, su fluctuación, los flickers, los cortes en número y tiempo, el desequilibrio de fases (global, por fase, del neutro y homopolar).
- La intensidad con sus máximos y mínimos, su distribución horaria.
- El consumo y su distribución horaria, diaria, semanal y por temporada.
- El factor de potencia, sus máximos y mínimos en función del tiempo, su retardo o avance.
- La frecuencia y sus fluctuaciones, con relación de sus máximos y mínimos en el tiempo.
- Los armónicos, tasa THD global y por fase.

En este punto podremos controlar estos parámetros y establecer las alarmas pertinentes.
En el punto **20** podremos controlar el aislamiento de la red de régimen IT, a través del Vigilhom conectado directamente al Bus general RS485.
Es importante controlar el primer fallo de aislamiento para activar el plan de actuación en previsión de la aparición de un segundo fallo. En función de la aplicación real del circuito los planes de actuación pueden ser muy severos, por ejemplo los correspondientes a una sala de operaciones o UVI.
Las alarmas deben ser indicativas de actuación inmediata.
Es importante llevar estadísticas de fenómenos aparecidos en la red que puedan dañar el aislamiento de la misma y un control periódico de la rigidez, así como la estadística de estos controles.

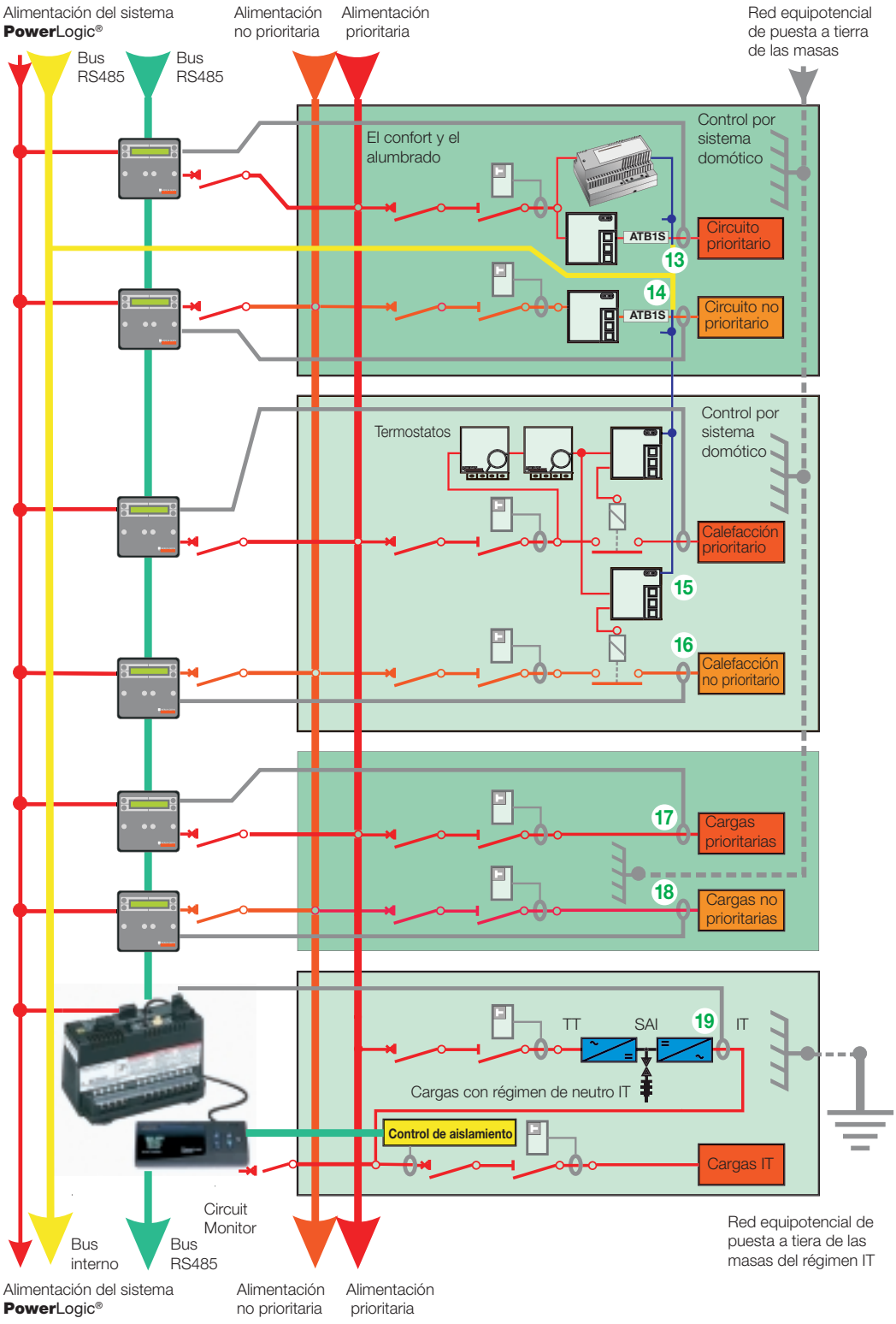


Fig. K3-128: *esquema de la alternativa Schneider Electric del conexionado de los controladores de calidad de un circuito de un gran edificio o una industria.*

Para la configuración de las alarmas y su posible ubicación en el programa podemos consultar el apartado 3.9. “Indicadores que podemos programar en un sistema de análisis, gestión y supervisión del sistema **Power**Logic®”, página K/148.
Para realizar los esquemas de conexionado, podemos consultar el apartado 3.10. “Conexionado del sistema **Power**Logic®”, página K/158.
Para la programación del controlador de aislamiento Vigilhom debe consultar el (capítulo G del Volumen 2).
Para la forma de obtención de los parámetros de control de las fluctuaciones de tensión, de los huecos de tensión (sags), los flickers, los armónicos y sus posibles compensaciones consultar el apartado K4, página K/237. También es conveniente atender las indicaciones de la norma UNE-EN 50160 y del borrador del reglamento de distribución.

Debido a la novedad de la mayor parte del contenido de este apartado, aunque sean temas relativamente conocidos desde hace años, su ordenamiento, control y dimensionado es muy reciente, por lo que se deberá tener en consideración la evolución que realizará en los años próximos, en los que algunos datos pueden quedar desfasados.

4. Qué debemos controlar para determinar la calidad de la energía eléctrica

Para cumplir la directiva de responsabilidad civil, 85\|374\|CEE de julio de 1985, y la Ley equivalente Ley 22\|1994, de 6 de julio, que considera explícitamente la electricidad como un producto, la norma UNE-EN 50160, características de la tensión suministrada por las redes generales de distribución, que indica los parámetros de calidad; y el Real decreto 1955\|2000 de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica y las futuras especificaciones técnicas de la misma... Se ha considerado oportuno exponer de forma resumida los parámetros a controlar y los efectos que los generan.

4.1. Las perturbaciones de amplitud, de forma de onda y de fase

Nos referimos a las fluctuaciones rápidas, de duración ⩽ 1 minuto, de los parámetros de amplitud, forma de onda y desequilibrio, en lo que se refiere a los sistemas polifásicos.

Perturbaciones en amplitud

Esencialmente, las perturbaciones de la red se producen por su explotación normal y, sobre todo, por fenómenos aleatorios, cuyo origen es accidental, por ejemplo los cortocircuitos.
La red de BT está sometida a estas dos causas de perturbaciones, cuyo origen está en la BT, en la MT o en la AT.
Las dos principales perturbaciones de amplitud son:
■ Los huecos de tensión y los cortes breves.
■ Las sobretensiones.

Los huecos de tensión y el corte breve

Se define generalmente el hueco de tensión como un descenso del 10% al entorno del 100% del valor nominal de la tensión, durante un tiempo comprendido entre 10 ms y algunas decenas de segundos. Cuando la tensión pasa por cero (bajada de tensión del 100%) se denomina corte breve.
Cuando la duración es ⩽ 10 ms, se está, generalmente, en presencia de "fenómenos transitorios":
■ Los de origen en la explotación en AT y MT:
□ Las modificaciones voluntarias de la geometría de la red provocan, cuando las redes de distribución no son malladas, cortes breves que pueden durar de algunos segundos a muchos minutos.

Potencia T	ne	Constante de (t) en segundos	Potencia T	ne	Constante de (t) en segundos
50	15	0,10	800	10	0,30
100	14	0,15	1000	10	0,35
160	12	0,20	1250	9	0,35
250	12	0,22	1600	9	0,40
400	12	0,25	2000	8	0,45
630	11	0,30			

"ne" es 2 veces mayor si se maniobra desde la parte de BT.

$$P_{(kVA)}(ne) = \frac{I_{conex.cresta}}{In_{transfo}}$$

Tabla K4-001: *valores de las corrientes de conexión en número de veces de la nominal y las constantes de tiempo en segundos.*

□ La conexión de grandes transformadores provoca huecos de tensión evolutivos, debidos a las corrientes de conexión.
Valores de las corrientes de conexión y constantes de tiempo de los transformadores de MT/BT, conectados por el lado de MT.
Igual sucede en la conexión de baterías de condensadores de MT, en los que la corriente de conexión puede alcanzar de 10 a 15 veces su corriente nominal, y en los grandes motores de MT: hasta 8 In durante varias decenas de segundos.
□ Los cortocircuitos por defecto de aislamiento.
Se pueden citar fenómenos tales como: defecto de aislamiento del material, caída de un rayo, avería en un cable subterráneo, derivación a tierra de un cable aéreo a través de las ramas de un árbol..., provocan cortocircuitos que generan caídas de tensión importantes, en una zona próxima más o menos extensa, antes de que las protecciones desconecten el elemento defectuoso.
Paralelamente, los usuarios directamente afectados por el elemento averiado, quedan definitiva o temporalmente privados de alimentación.
Estos fenómenos afectan a todos los niveles de tensión, pero particularmente a las redes de MT.
Para cada defecto el número y el tipo de huecos de tensión y cortes breves depende de las protecciones y del automatismo de reenganche utilizados.
En Europa y en términos generales se puede considerar (verificar las condiciones de cada país):
Para redes de MAT (400 a 225 kV) o AT (90 a 63 kV):
– Reenganches monofásicos lentos que funcionan en caso de defecto monofásico, con duraciones del corte de 1,5 a 2 segundos.
– Reenganches trifásicos lentos (defectos polifásicos) cuyo funcionamiento está sujeto al control de la sincronización de las tensiones: la duración del corte es de 5 segundos.
□ Para redes de MT aéreas (5 a 36 kV), en las cuales el neutro está conectado a tierra, a través de una impedancia que limita la corriente de defecto homopolar a 300 A, que se encuentra a nivel de los centros de transformación (fuente), con "interruptores automáticos shunt" que permiten la eliminación de defectos monofásicos pasajeros (provocados por ramas), se consideran prácticamente sin efectos para los usuarios de BT.

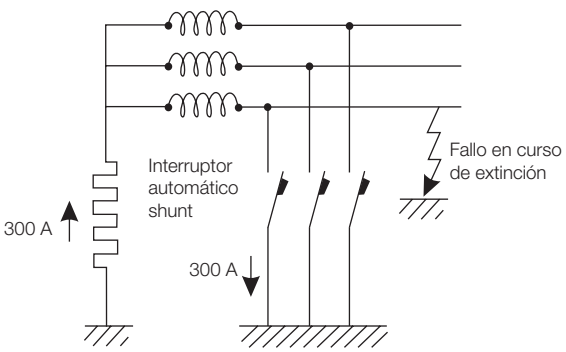


Fig. K4-002: *esquema de una red durante el shuntado de un fallo.*

Por el contrario, los defectos polifásicos son eliminados por reenganchadores rápidos y lentos que provocan huecos de tensión en la red de BT.
Aproximadamente el 75% de los defectos son eliminados después del reenganche rápido, que corresponde al clásico corte de 300 ms. Siendo transitorios la mayoría de los defectos.
El interruptor automático de cabeza de salida está equipado con un automatismo que intenta dos reenganches (algunas veces tres):

– El primer instante (duración apertura cierre ⩽ 0,3 s).
– El segundo a los 15 s, aproximadamente.

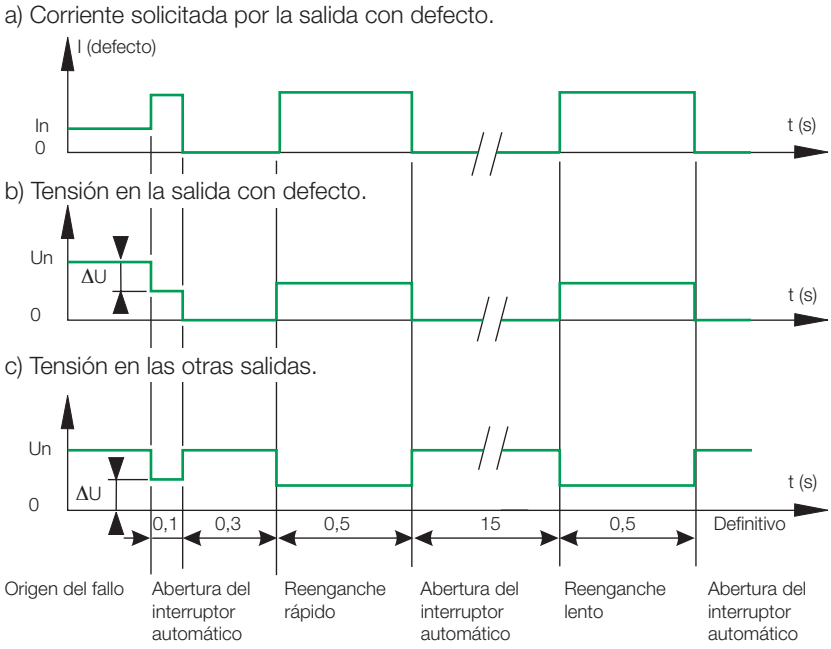


Fig. K4-003: *reenganches rápidos y lentos en redes de MT.*

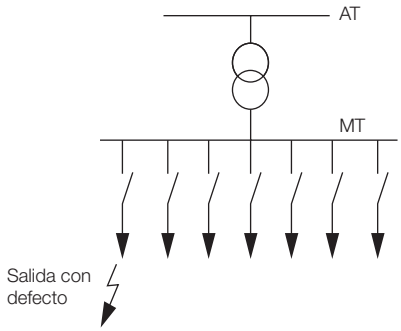


Fig. K4-004: *esquema de una salida con defecto en una red de distribución de MT.*

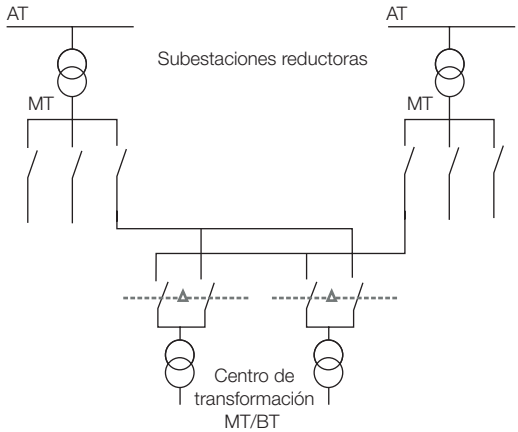


Fig. K4-005: *alimentación de MT en doble derivación.*

□ En las redes de MT subterráneas (5 a 36 kV).
En ellas no existen a priori defectos pasajeros, por lo que todo defecto implica la desconexión "definitiva" del sector de la red afectada.
Por estas circunstancias las redes subterráneas (urbanas) se estructuran con "doble derivación".
O en lo que es más frecuente, anillo abierto.

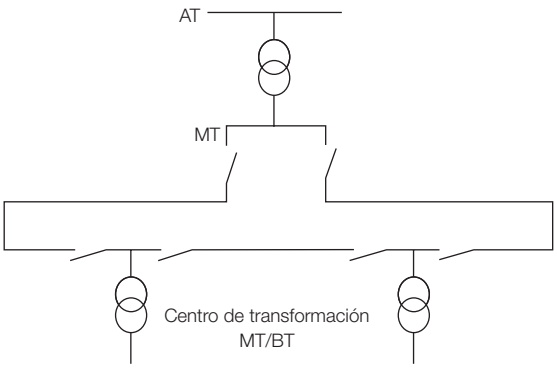


Fig. K4-006: *alimentación de MT en anillo abierto (corte de arteria).*

Los automatismos utilizados, por ejemplo RVH 213, RCV 420 de Merlin Gerin, permiten realimentar los centros de transformación MT/BT, exentos de defectos en menos de un minuto.
■ Origen en BT.
Los huecos de tensión y los cortes breves observados en la red BT son debidos a causas de la propia red:
□ Los condensadores normalmente situados en cabecera de la red, cuya conexión provocan, como en MT, un hueco de tensión muy breve, o sea, un fenómeno transitorio de tipo oscilante.
□ Los grandes motores directamente alimentados por la red BT, cuya "reposición en servicio" (realimentación después de un corte breve) provoca una punta de corriente que puede ser importante, hasta 2 veces las 8 o 10 In de un arranque directo.
□ Los cortocircuitos en la red principal de BT. Estos cortocircuitos, normalmente eliminados por los interruptores automáticos, selectivos o no, provocan un hueco de tensión tanto más "profundo" cuanto más importante es la potencia de la salida y que puede durar de 50 a 500 ms.
Hay que indicar que las redes BT auxiliadas por grupos electrógenos y dispositivos de conmutación de fuente (normal/socorro) pueden quedar sin alimentación durante varios segundos: T1 + Td + T:
– T1: temporización antes del arranque del grupo de socorro: 0,4 a 10 s.
– Td: tiempo de arranque del grupo: algunos segundos.
– T: tiempo de conmutación: < 0,4 s.
La tabla K4-007 da los valores de orden de magnitud de los huecos de tensión según los diferentes tipos de conmutación, y la fig. K4-008 de la página K/242 las formas de algunos cortes y huecos de tensión.
■ Conclusiones sobre el hueco de tensión y los cortes breves.
Estadísticamente se observan en la cabecera de la red de BT de una vez por mes a diez veces por día cortes o huecos de tensión:
□ Su origen es mayoritariamente a la MT y AT.
□ Su duración está comprendida, en el 80% de las veces, entre 25 y 350 ms.
La aparamenta electrotécnica es insensible, generalmente, a estos fenómenos, si descartamos los contactores y relés, en los que la caída y vuelta intempestiva de tensión puede crear problemas intempestivos en el proceso que se encuentran inmersos.
La aparamenta en la que se utiliza como base la electrónica, no debe dar ninguna

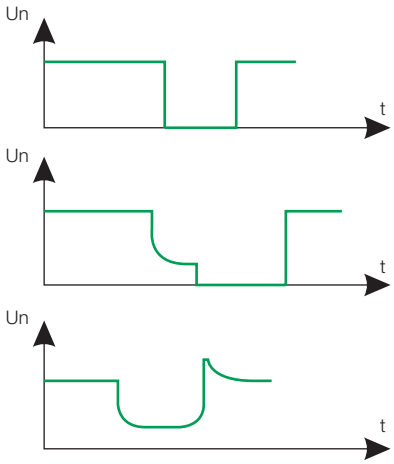
señalización o desorden intempestivo, pero es conveniente revisarla y controlarla sistemáticamente.

Con el desarrollo de la inteligencia repartida, microautómatas, captadores, preaccionadores inteligentes, es conveniente prestar una gran atención a la coordinación de la inmunidad a los huecos y cortes de alimentación.

Tipo de conmutación	Síncrona	Tiempo muerto BT	Tiempo muerto HT	Pseudosíncrona
Ejemplo de aplicación	■ Conmutación de juegos de barras ■ Sustitución de un generador por otro ■ Conmutación de un ondulador sobre el sector	Industria sector terciario ■ Alimentación de bombas ■ Alimentación de circuitos auxiliares del centro de transformación ■ Alimentación de almacenes grandes superficies ■ Etc.	■ Alimentación con 2 llegadas en AT permanentes ■ Alimentación con una fuente normal y otra de socorro	Realimentación en sevicio de motores asíncronos, en: plantas químicas petroquímicas auxiliares de centrales térmicas, etc.
Duración de la perturbación	Nula	0,5 a 10 s	1 a 30 s	0,06 a 0,3 s
Dispositivos empleados	■ Acoplador ■ Sincroacoplador ■ Conjunto ondulador contactor estático de Merlin Gerin (SAI)	■ Inversor de fuente automático con interruptor automático Merlin Gerin ■ Inversor de fuente automático, con Selpact y DA MG	■ Conjunto de celdas Vercos (24 kV) DDN con conmutador RVH de MG ■ Conjunto de celdas Vercos (24 kV) NSN con conmutador RVC o RNS de Merlin Gerin	Interruptor automático MT rápido Merlin Gerin tipo DSER asociado a un comparador de fases BBC
Obsevaciones	La conmutación debe ser realizada antes de la ausencia total de la tensión	Los ejemplos anteriores son de conjuntos completos montados, cableados y ajustados en fábrica. Éstos ofrecen el máximo de seguridad		Dificultades en la elaboración de la orden de conmutación (presencia de tensión residual)

Tabla K4-007: *valores de los tiempos de conmutación.*

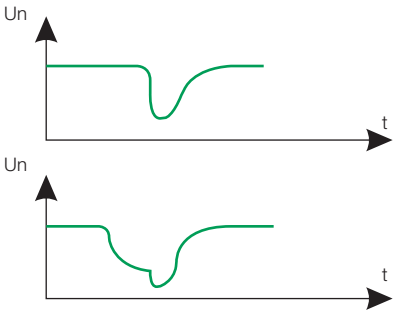
□ Principales tipos de ruptura y huecos de tensión.



Conmutación de la fuente voluntaria, duración: de cero a varios minutos.

Conmutación de la fuente automática a continuación de un defecto exterior, duración: de cero a 10 ms.

Cortocircuito externo, duración: de 10 ms a más de 100 ms.



Conexión de una gran unidad, duración: depende de la potencia de la red.

Cortes breves con grandes motores y reconexión inmediata.

Fig. K4-008: *principales tipos de ruptura y huecos de tensión.*

Las sobretensiones

Dejando a parte las sobretensiones accidentales, por ejemplo la conexión de un aparato de 230 V a una red de 400 V, las únicas elevaciones de tensión que pueden rebasar el campo nominal de variación Un + 10% se observan cuando la red de BT no está cargada.

La regulación en carga de las subestaciones, fuentes, permite normalmente al distribuidor mantener la MT en el campo de Un +/– 7%.

Los impulsos de sobretensión se deben, sobre todo, a maniobras en la red de MT, al rayo y a determinada aparamenta de BT. Poco peligrosas para la aparamenta tradicional de BT, pero se deben de tener necesariamente en cuenta, en el diseño y puesta en servicio de aparatos que conllevan elementos electrónicos.

■ Maniobras en la red de MT:

□ Conexión de baterías de condensadores sin self de bloqueado: el valor de cresta puede exceder los 2 Un.

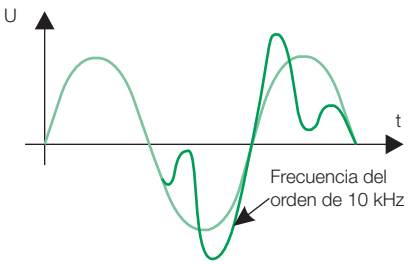


Fig. K4-009: *conexión de condensadores.*

□ Desconexión de transformadores de MT/BT.

El valor de cresta puede alcanzar 3 Un, y depende, sobre todo, de la corriente "cortada" por el órgano de ruptura MT.

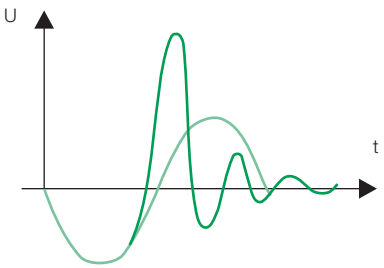


Fig. K4-010: *desconexión de transformadores.*

No hay que ignorar estas sobretensiones. Se transmiten a la BT a través del transformador MT/BT en función de las relaciones de transformación inductiva y capacitiva.

□ Transferencia magnética a través de los transformadores.
En un transformador MT/BT, en vacío o poco cargado, las sobretensiones de rayo o de maniobra se transmiten al secundario en función de la relación de transformación, afectado por un coeficiente corrector.
Este coeficiente es, en general, inferior a 1,3 para la onda del rayo (1,2/50 μs) y no rebasa, excepto alguna ocasión excepcional, el 1,8 para las sobretensiones de maniobra, según la onda (250/2.500 μs), especificada en la CEI 60-2.
Ejemplo: un transformador de 25 kV/400 V, tipo DIN 11, con una relación de transformación: $\frac{25.000\ V\sqrt{3}}{400\ V} = 108{,}125 \approx 109$.

– Para una onda de rayo de 1,2/50 μs de tensión de cresta de 125 kV aplicada al primario, nos dará en el secundario una onda de forma parecida y de una tensión de cresta $\frac{125\ kV \cdot 1{,}3}{109} = 1{,}49\ kV \approx 1{,}5\ kV$.

– Para una sobretensión de maniobra de 90 kV de cresta y de forma similar a (250/2500 μs) de $\frac{90\ kV \cdot 1{,}8}{109} = 1{,}487\ kV \approx 1{,}49\ kV$.

□ Transferencia capacitiva a través de los transformadores.
Depende de la disposición de los devanados primarios y secundarios.
Generalmente para cada "columna", el devanado de BT está próximo al núcleo y el devanado de MT, dispuesto alrededor del de BT, que resulta relativamente alejado.

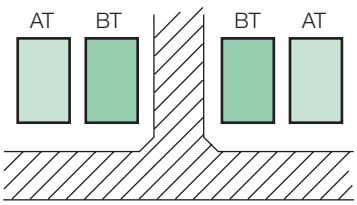


Fig. K4-011: *situación de los devanados en una columna de transformador.*

La transferencia capacitativa en función de las capacidades parásitas:

$$Us = Ue \frac{C_{AT}}{C_{AT} + C_{BT}}$$

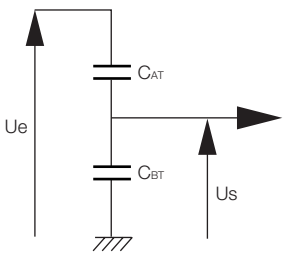


Fig. K4-012: *transferencia capacitativa por medio de las capacidades parásitas.*

En el peor de los casos, según la CEI 71-2, puede alcanzar 0,4 Ue.
En realidad, el coeficiente de transmisión es del orden de 0,1 a 0,04 para el transformador MT/BT cuando el interruptor general BT está abierto.
Recordemos que, para evitar las perforaciones, en la parte BT de los centros de transformación alimentados por "líneas aéreas", la aparamenta correspondiente debe tener el aislamiento reforzado (10 kV/50 Hz).
La puesta a tierra de los conductores activos, por medio de condensadores o pararrayos, disminuye o limita las sobretensiones transmitidas por efecto capacitativo.

Otro medio radical es la utilización de transformadores con pantalla electrostática entre los dos arrollamientos. Esta práctica es muy frecuente cuando se trata de alimentar los circuitos auxiliares de control de mando electrónicos de pequeña potencia.
El valor de cresta puede alcanzar 3 Un y depende, sobre todo, de la corriente "cortada" por el órgano de ruptura MT.
Son peligrosas para la aparamenta de BT particularmente cuando el circuito de BT es débilmente capacitativo; es decir, poco extenso..., lo que siempre se produce en la puesta en servicio.

■ El rayo.

El rayo afecta a las redes aéreas. Las normas de coordinación del aislamiento y la compatibilidad electromagnética, tiene mucho en cuenta este fenómeno natural que desarrolla una energía impulsional considerable, transmitida a la red BT por medio de los transformadores MT/BT.
El tema se desarrolló en el Volumen 2, apartado H2-6, "Las sobretensiones y sus protecciones", página H2/307, y una de las dificultades está en la transmisión de las sobretensiones a través de tierra, en función del régimen de neutro instalado.
El rayo hace actuar, con un cierto retraso, el explosor de las fases afectadas, el cual deja pasar una parte de la onda de choque.
Este cebado permite circular, acto seguido, una corriente de 50 Hz por la toma de tierra (Rp) (ver Fig. K4-013) hasta provocar la intervención de las protecciones de la subestación (fuente). Esta corriente limitada por las protecciones hasta 300 A por la impedancia Z provoca, al pasar por Rpn, la subida del potencial de toda la red de BT en relación a la tierra profunda, a la cual los equipamientos de la red de BT están unidos a través de su toma de tierra Ra.
Se observa entonces el riesgo de perforación "en retorno" del material de BT. Este fenómeno es una de las causas de la prescripción de ensayo de los materiales de BT, de soportar un ensayo de rigidez dieléctrica de una tensión de 2 Un + 1.000 V a 50 Hz durante 1 minuto.
Para que este riesgo se materialice es suficiente que el producto de los 300 A (máxima intensidad de fuga que permiten las protecciones del centro de transformación) por la Rpn (resistencia de puesta a tierra del centro de transformación) sea mayor que la tensión de aislamiento con respecto a masa de los equipos de BT: si Ua = 2500 V → Rpn ⩽ 8 Ω.
Pero, según la naturaleza del terreno y su humedad, este valor puede sobrepasarse.

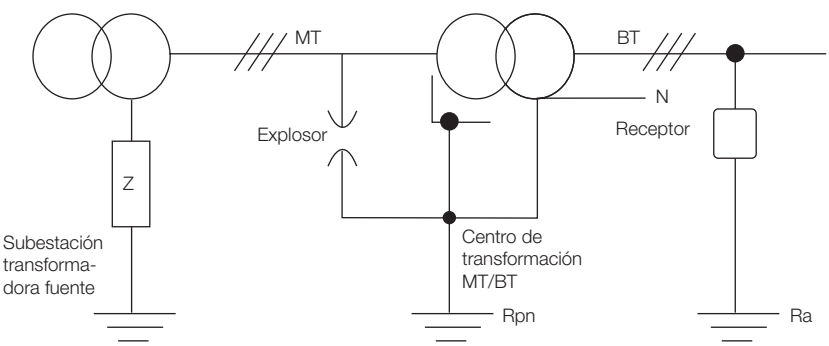


Fig. K4-013: *puesta a tierra común; explosor MT y neutro en BT.*

Observamos que el problema es el mismo en el caso de un defecto a masa de un elemento de MT del centro de transformación. En este caso el mayor riesgo se presenta en las redes de MT subterráneas; por esto, la corriente está limitada a un valor no superior: 1.000 A.

Los regímenes de neutro del centro de transformación juegan también un papel importante en lo que se refiere a la transmisión de la onda de choque a la BT. En efecto, aparte de la transmisión capacitativa a través del transformador, la onda de corriente del rayo desarrolla en la impedancia de la toma de tierra una tensión Uf, tanto más importante cuanto más autoinductiva sea la misma.

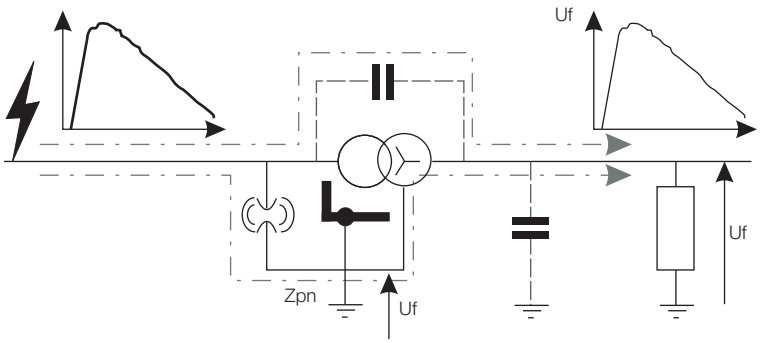


Fig. K4-014: *transmisión de la onda del rayo hacia la BT.*

Debemos tener en consideración las instalaciones con tierras separadas (TTS), como en los centros de transformación aéreos sobre poste.

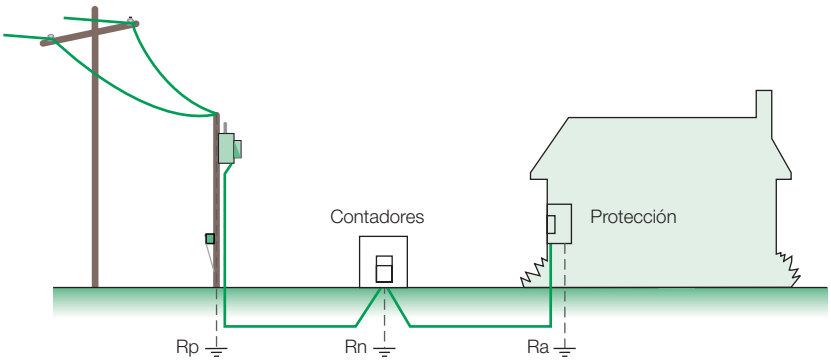


Fig. K4-015: *centro de transformación sobre poste con tomas de tierra separadas.*

Las tomas de tierra del centro de transformación, del neutro y de los receptores de BT están diferenciadas. Esta disposición está destinada en particular a evitar la subida de tensión de la instalación de BT, y, por tanto, el riesgo de perforación por el retorno de la aparamenta y receptores de BT.
Esquema TTS o ITS.
Rp ⩽ 300 pues el material del CT (transformador e interruptor automático sobre poste) está sobreaislada a 20 kV de choque.
Rn ⩽ 4 para cubrir el riesgo de un cebado de arco de retorno en el material BT del abonado seguido de un cebado de arco MT/BT: este valor resulta del cálculo siguiente:

$$Rn \leq \frac{2 \cdot U + 1.000 - U}{300\ A} = \frac{2 \cdot 240\ V + 1.000 - 240\ V}{300\ A} = 4{,}13\ \Omega$$

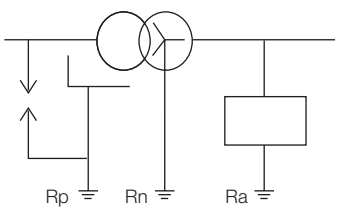


Fig. K4-016: *tomas de tierra (caso de un centro alimentado en el aire).*

Registros oscilográficos realizados en gran parte en Suiza, por Landis y Gyr, y publicados sobre todo por el IEEE, muestran que sobretensiones transitorias superiores al kilovoltio se producen varias veces por año en diversos puntos de una red de baja tensión.

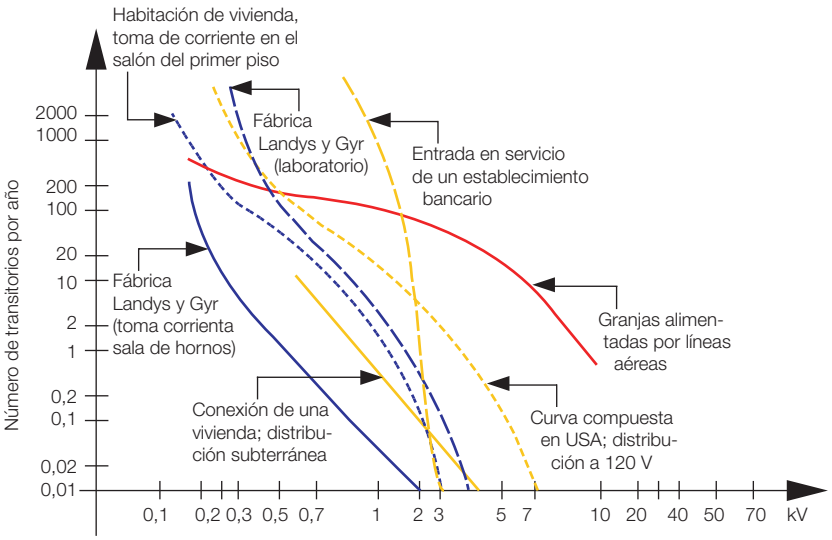


Fig. K4-017: *frecuencia y valor de cresta de las sobretensiones.*

Es relativamente raro detectar sobretensiones superiores a los 6 o 7 kV, dado que se producen a estos niveles fenómenos de cebado de arco en el aire o en el cableado, que actúa como explosores. Además, cuanto menos cuidadoso sea el cableado, el descrestado de las sobretensiones se produce a más baja tensión por las perforaciones del dieléctrico. Una perforación así no deja de ser ilusoria, pues perjudica la instalación y puede crear graves problemas de seguridad por perforación, contorneo o carbonización de los aislantes. Todas las regiones no están igualmente expuestas en función del nivel Ceráunico y todas las instalaciones no están sujetas al mismo riesgo, las que más las líneas aéreas de gran longitud. La Fig. K4-018 indica un gráfico estadístico de sobretensiones.

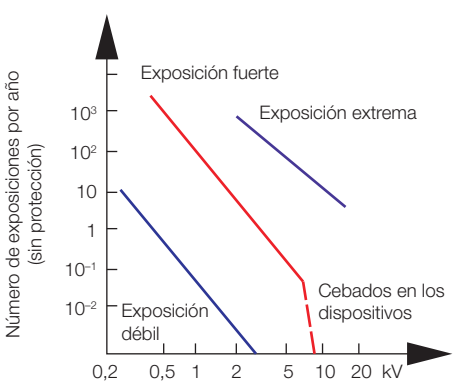


Fig. K4-018: *gráfico estadístico de sobretensiones.*

Se trata, bien entendido, de valores estadísticos y uno está siempre a merced de una caída directa del rayo, de valor muy superior.

■ Maniobras de la aparamenta y funcionamiento de las protecciones de BT:

□ Las bobinas de los relés, de los contactores, los transformadores BT/BT, las redes durante un cortocircuito tienen una impedancia de tipo autoinductiva.

Cortar una “corriente inductiva” provoca, casi siempre, sobretensiones importantes.
Consideremos el caso de un relé.

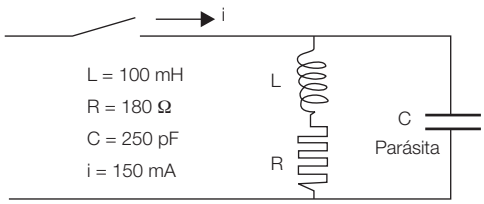


Fig. K4-019: *esquema equivalente de un relé.*

Si el interruptor corta bruscamente la corriente, la energía electromagnética $1/2\ Li^2$ se convierte en energía capacitativa $1/2\ CV^2$, dando origen a una sobretensión.

$$V = i\sqrt{\frac{L}{C}} = 0{,}15 \quad \sqrt{\frac{10^{-1}}{0{,}25 \cdot 10^{-9}}} = 3000\ V$$

Un circuito RC o una varistancia colocada en paralelo con la bobina permite descrestar eficazmente la sobretensión.
□ En las redes de NT y MT, en vacío o poco cargadas, interrumpir una pequeña corriente inductiva no es fácil y es origen de la creación de parásitos; veamos el porqué razonando sobre el circuito monofásico de la Fig. K4-020.

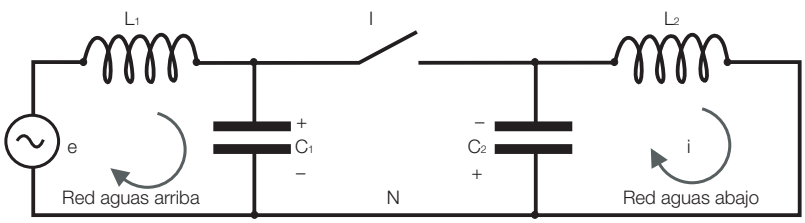


Fig. K4-020: *esquema equivalente de una corriente monofásica.*

Cuando se abre I, la corriente sigue circulando por L_2 y se observa en los bornes de C_2 una tensión; $V_{BN} = i\sqrt{\frac{L_2}{C_2}}\sin\omega_1 t$, lo mismo sucede en lo que se refiere a la red aguas arriba del interruptor, en la que se observa en los bornes de C_1 una tensión $V_{AN} = e + i\sqrt{\frac{L_1}{C_1}}\sin\omega_1 t$.

En este instante de la apertura, las tensiones V_{BN} y V_{AN} están en oposición y la tensión V_{AB} alcanza rápidamente un valor suficientemente importante como para haber reencendido del arco, o haberlo cebado en el aparato de corte I.
La corriente débil, la separación de los contactos y la pulsación entre las dos tensiones V_{BN} y V_{AN}, son los elementos que hacen que el arco se apague..., las tensiones vuelven a subir y el fenómeno se reproduce...
Se pueden tener así varios ciclos de cebado hasta que la energía disipada por el arco y la separación de los contactos, que van en aumento, detiene el fenómeno.
El resultado es la aparición de trenes de ondas de tensión y frecuencias elevadas $\left(\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}\right)$, verdaderos generadores de parásitos.

Este fenómeno no es muy raro (circuitos en vacío con autoinducción o transformadores, aparatos de corte con apertura lenta); lo mismo se observa en el corte

de corrientes de cortocircuito cuando la corriente se reduce, al final de la ruptura, suficientemente para ser "arrancada" (cortada de cuajo).

□ Cortar una corriente de cortocircuito no puede hacerse sin riesgo de un cierto nivel de sobretensiones.

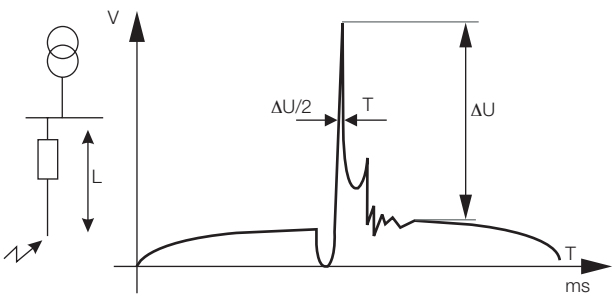
Es conveniente actuar a gran velocidad, antes de que la corriente alcance la intensidad de cortocircuito prevista, e "intercalar" en el circuito una tensión de arco no siempre fácil de dominar en función de las características del circuito. Esta tensión de arco puede constituir una sobretensión que alcance centenares de voltios para los interruptores automáticos y varios kV para las protecciones con fusibles.

Ejemplo de dos productos ensayados en el mismo circuito de pruebas.

	Int. aut. C 32L	Fusible gl 20 A
Icc presunta	11 kA	4 kA
Cos φ	0,25	0,3
U	380 V + 10%	380 V + 10%
Sobretensión U + ΔU	400 a 650 V	2100 a 2650 V

Tabla K4-021: *datos y resultados del ensayo comparativo.*

Cuando más cerca de los bornes aguas abajo del aparato de corte se produce el cortocircuito, mayor es la sobretensión y más corta.



$$L = 0\ \frac{\Delta U + \hat{U}}{\hat{U}} = \frac{1700 + 220\sqrt{2}}{220\sqrt{2}} = 6{,}40 \text{ y } T = 50\ \mu s$$

$$L = 20\ m\ \frac{\Delta U + \hat{U}}{\hat{U}} = 2 \text{ y } T = 200\ \mu s$$

Fig. K4-022: *sobretensión en función de la distancia de defecto-protección.*

Cuanto mayor es el calibre de la salida y del fusible, con relación a la potencia del "juego de barras", menor es la sobretensión, pero más larga.

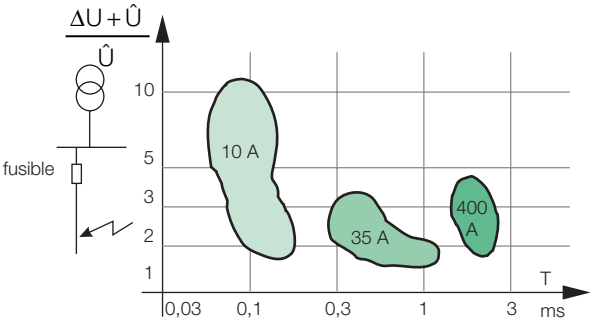


Fig. K4-023: *sobretensión en función del calibre de la protección.*

Si las sobretensiones generadas por ciertos aparatos de protección en los cortocircuitos son peligrosas, por ser fuertes y energéticas, las sobretensiones generadas por los relés, contactores y bobinas de disipadores a emisión de corriente son a menudo fuentes de disgustos, pues la ruptura de una carga muy inductiva se efectúa mal, con un simple contacto (mejor dos).
Las sobretensiones observadas pueden alcanzar cerca de 10 kV en un circuito de 220 V.
El constructor debería desparasitar estos auxiliares de mando.

Ferrorresonancia
Es un fenómeno detectado en las redes no cargadas que se ha observado sobretodo en AT, pero que puede también manifestarse detrás de pequeños transformadores o en los filtros.
Los diseñadores de aparatos electrónicos deben de vigilar que este fenómeno no pueda producirse.
■ En teoría: el fenómeno de resonancia serie (y paralelo) es bien conocido.

Cuando $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$, las tensiones desarrolladas por L y C son idénticas, opuestas y de valor absoluto mucho mayor que (e).

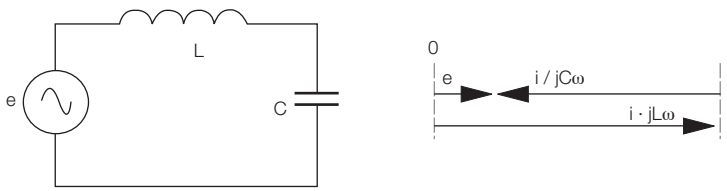


Fig. K4-024: *circuito resonante.*

El fenómeno de la ferrorresonancia serie (y paralelo) es un caso particular que aparece cuando la autoinducción es en hierro saturable.
Si trazamos las curvas de variación de los valores absolutos de las diversas tensiones, para una frecuencia dada en función de la corriente, se observa en las gráficas que existen dos puntos de funcionamiento estable A y B.
Para pasar de A a B es suficiente que un transitorio, un parásito, aumente temporalmente el valor de (e) y sobrepase la tensión límite E.

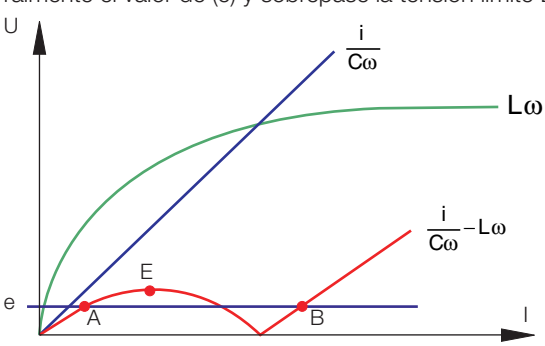


Fig. K4-025: *principio de la ferrorresonancia.*

■ En la práctica: las tensiones generadas por L y C son muy elevadas y se corre el riesgo de perforaciones dieléctricas y, si hay conectado en paralelo con C un receptor de pequeña potencia, es muy posible que se destruya.

Hay que indicar que, al cortar las curvas $\frac{i}{C\omega}$ y $L\omega$, se presenta el riesgo de ferrorresonancia, porque:

□ La ferrorresonancia puede producirse en un amplio margen de frecuencias, entre las que están los 50 Hz y sus armónicos; en este caso, por ejemplo, la onda de tensión de 50 Hz está sobremodulada por una tensión importante 150 Hz (tercer armónico H3).

□ Para tener la certeza de evitarlo es necesario que $\frac{i}{C\omega}$ sea superior a $L_o\omega$

Lo = L con pequeña inducción, o que el circuito esté siempre cargado (amortizado).

■ En conclusión, el diseñador del material BT debe tener en cuenta el riesgo de ferrorresonancia, que, en las "redes" en vacío, puede manifestarse en lo que se refiere a:

□ El nivel de aislamiento dieléctrico fase/masa de la aparamenta (≥ 8 a 10 Un).

□ La tensión de alimentación de los receptores de muy pequeña potencia (las protecciones electrónicas a la propia tensión, por ejemplo).

Las soluciones a las sobretensiones se han desarrollado en el apartado H2-6 del Volumen 2, página H2/307.

Perturbaciones de la onda senoidal

Las perturbaciones

Las tensiones (ondas) observadas en las redes no son nunca perfectamente sinusoidales, porque:

■ Los generadores (alternadores) son más o menos perfectos.

■ Los transformadores no son perfectos.

■ Los receptores generan o absorben armónicos.

■ Las redes se utilizan como soporte de determinadas señales (corrientes portadoras).

Generadores

Sólo los aparatos de bajo precio, generalmente de pequeña potencia, generan armónicos.

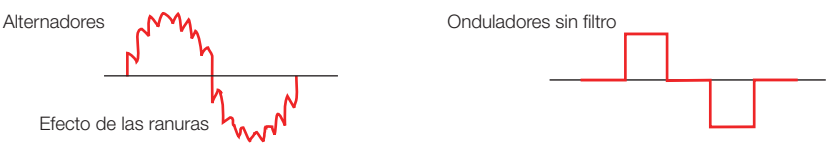


Fig. K4-026: *ejemplo de tensiones entregadas por generadores baratos.*

Transformadores

Cuando están calculados muy ajustados, empiezan a saturarse en cuanto la tensión excede del valor nominal.

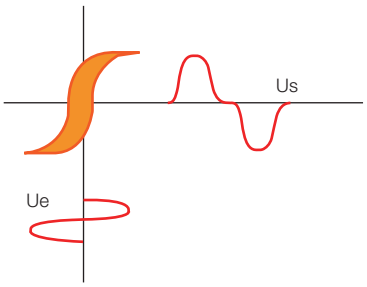


Fig. K4-027: *tensión de salida de un transformador calculado demasiado justo.*

Receptores:

■ Los condensadores: son los limpiadores de las redes; absorben tanto mejor los armónicos cuanto mayor es su frecuencia. La corriente absorbida por los condensadores es pues una reproducción de la tensión de la red en la que están colocados.

■ Los tubos fluorescentes: aún montándolos sobre fases diferentes y compensados absorben corrientes no sinusoidales especialmente cargadas de armónicos.
■ Los rectificadores con mando de fase: en la gran mayoría de casos alimentan un circuito inductivo y absorben sucesivamente sobre cada fase una corriente rectangular que, si su potencia es importante, deforma por caída de tensión la senoide de la red.

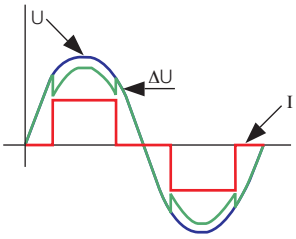


Fig. K4-028: *ondas "U" e "i", deformadas por un rectificador.*

Lo mismo se tiene con los reguladores continuos para calefacción.

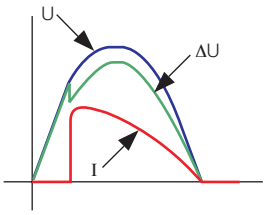


Fig. K4-029: *ondas "U" e "i" deformadas por un regulador de caldeo.*

En cuanto a los variadores de velocidad con recuperación de energía de frenado, inyectan en la red, en su funcionamiento como onduladores, impulsos de corriente.
■ Las alimentaciones conmutadas (switching - troceadores) son también polucionantes, pues absorben una corriente rectangular de frecuencia comprendida entre 10 y 30 kHz.
■ Los hornos industriales son auténticos polucionantes de las redes:
□ Los hornos de arco producen un verdadero ruido eléctrico que contiene todas las frecuencias, con una amplitud que decrece con la frecuencia.
□ Los hornos de inducción son generadores de parásitos de banda estrecha, centrada sobre algunas decenas de kHz.
□ Los hornos VHF (microondas de 13,5 0 27,1 MHz) inducen corrientes de HF en la red.

Corrientes portadoras

Se trata de señales adicionales voluntariamente inyectadas en la red por el distribuidor de energía eléctrica, por ejemplo para el cambio de tarifa Día/Noche. (Pulsadix: 175 Hz).
Se pueden oír estas señales al pasar con el coche por debajo de una línea de AT, a través de la radio.
Su frecuencia varia según los países..., se encuentran valores de 110 Hz - 175 Hz - 183 Hz - 217 Hz - 283 Hz - 317 Hz - 600 Hz - 1.050 Hz - 1.350 Hz.
Las señales están constituidas por trenes de impulsos de la frecuencia elegida inyectadas según un determinado código.
La tensión correspondiente a estas señales es del orden de los 10 V. Hay otras señales que vienen a perturbar la red en la zona del abonado de BT:
■ Emisión de los interfonos (algunas decenas de kHz).
■ Órdenes de telemandos (50 a 150 kHz).

Efectos de las perturbaciones

Toda señal alterna, cualquiera que sea su forma de onda, puede considerarse como la suma de señales alternas senoidales de frecuencias iguales a la de la señal fundamental y los múltiplos de esta señal, los armónicos (descomposición de una señal en series de Fourier).
Los armónicos y las frecuencias particulares inyectadas en la red producen efectos nefastos, incluso peligrosos (en este mismo apartado estudiaremos los armónicos más profundamente)

Perturbaciones propias de los sistemas polifásicos

Desequilibrio de corriente y de tensión

Las redes eléctricas son generalmente trifásicas, y alimentan receptores trifásicos, pero también muchos receptores monofásicos. Las corrientes absorbidas en las tres fases son de amplitud diferente y se observan desequilibrios de tensión. Estos desequilibrios de tensión generan componentes inversas de la corriente que provocan principalmente pares de frenado parásitos y calentamiento de motores de corriente alterna.

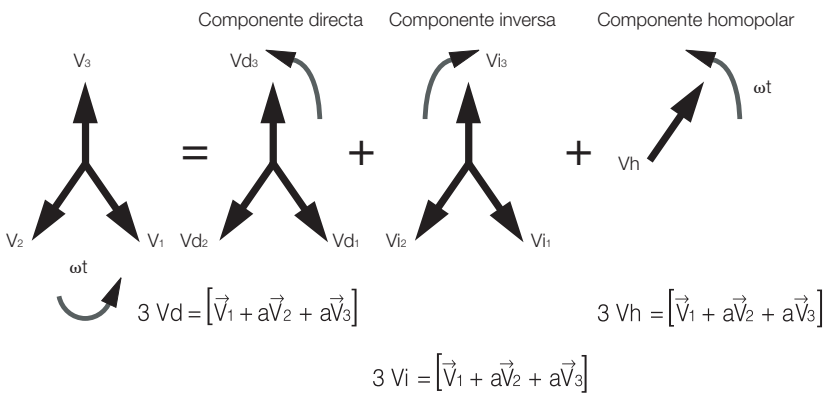


Fig. K4-030: *diagrama del comportamiento de las corrientes en sistemas polifásicos.*

Podemos estimar que, en las redes de BT, en casa del abonado, la tasa de desequilibrio $\left(\frac{Vi}{Vd}\right)$, es esencialmente variable entre un valor medio comprendido entre 0,5 y 2%.
Las tasas más elevadas se observan en las redes de BT alimentadas por un transformador de reducida potencia, con una mayoría de derivaciones monofásicas. Es el caso de los centros de transformación sobre poste que alimentan, en monofásico, unos pocos abonados de BT.
En casos difíciles, la conexión de las bobinas de BT en “zig-zag” permite atenuar el desequilibrio.

Desequilibrio de fases

Además de los efectos de las componentes asimétricas en los motores, el desequilibrio de las tensiones trifásicas produce un defasaje diferente de 120º entre las fases, lo que perturba el funcionamiento de los dispositivos con mando de fase por tiristores, ya perturbado por el desequilibrio de la tensión.

■ Ejemplo: puentes rectificadores semicontrolados.

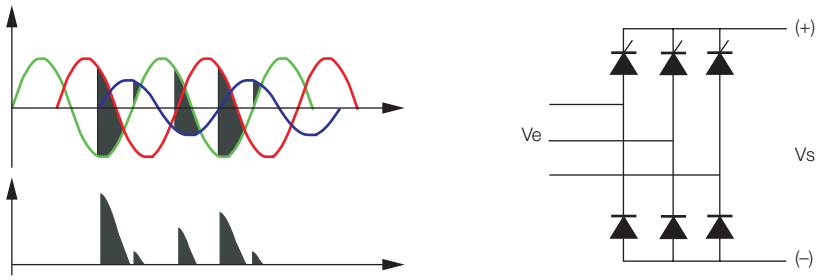


Fig. K4-031: *efecto de un desequilibrio de tensión sobre un rectificador controlado.*

Hay que observar también que, en los armónicos que modifican el paso por cero, las tensiones pueden perturbar la sincronización del encendido de los tiristores y que los desequilibrios de corriente limitan la utilización del montaje Nicholson, para la detección de las corrientes homopolares reales (fugas a tierra).

4.2. Perturbaciones electromagnéticas

Campos y radiaciones

Las perturbaciones de las redes de BT son esencialmente del tipo de conducción, es decir, transmitidas por los conductores, los transformadores, las capacidades parásitas.

El electricista sabe que un equipo situado en las proximidades de una corriente de 50 Hz importante va a recibir, por acoplamiento inductivo, una fuerza electromotriz parásita en todo circuito situado dentro del campo magnético.

$$\vec{H} = \frac{i}{2\pi r}\left(A/m\right)$$

$$\Phi_{(s)} = \iint_{(s)} \mu \cdot H \cdot n \cdot ds \ (\text{weber})$$

$$e = -\frac{d\Phi}{dt} \ (\text{voltios})$$

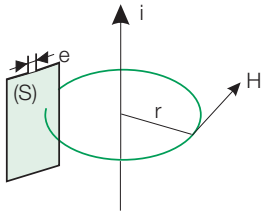


Fig. K4-032: *tensión inducida por una corriente.*

Sabemos también que un equipo situado en las proximidades de un potencial elevado va a recibir en todos los conductores situados en el campo eléctrico una inducción parásita.

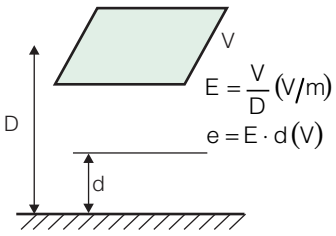
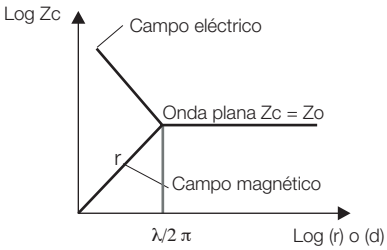


Fig. K4-033: *campo eléctrico.*

Se dice que una corriente importante “radia” un campo magnético de baja impedancia y que una tensión importante “radia” un campo eléctrico de alta impedancia; en efecto que se expresa por la razón: $Zc = \frac{E}{H}$.

De hecho, todo campo electromagnético está caracterizado por la presencia simultánea de campos, eléctricos y magnéticos, ligados por el llamado vector de Poingting: $\vec{J}_{W/m^2} = \vec{E}_{w/m} \wedge \vec{H}_{A/m}$.

La impedancia Zc es función de la distancia y de la frecuencia; ejemplo para un dipolo:



$$Zo = \frac{\mu_o}{\varepsilon_o} = 377\omega$$

Fig. K4-034: *impedancia de onda.*

Si para los 50 Hz se puede hablar de campos E o H, en alta y baja impedancia, es porque: $\lambda/2\pi = \frac{C}{2\pi f} = 1000$ km.

Alrededor de un conductor recorrido por una corriente importante el campo energético decrece con 1/r hasta $\lambda/2\pi$.
Alrededor de una antena (alta impedancia) es el campo E el que decrece con $1/r^3$.
Cuando la distancia excede de $\lambda/2\pi$, los dos campos disminuyen con 1/r y la impedancia es constante, siendo, en el aire, igual a 377 Ω.
Cuando la frecuencia de emisión de la señal parásita es, por ejemplo, la debida a la fusión de un fusible (ver CEI 801-4), el frente de subida de la onda es de 5 ms y la frecuencia equivalente de 10^8 Hz.
La distancia de transición es $\lambda/2\pi = \frac{C}{2\pi f} = 5$ cm, más allá, los campos E y H decrece con 1/r; se dice que se está en "onda plana".
Existe una gran diversidad de fuente de perturbaciones radiantes, que se agrupan, generalmente, en dos grandes familias:
■ De espectro estrecho: emisiones de radio, radares, hornos de inducción, microondas.
■ De espectro ancho: rayo, descarga electrostática, aparatos de corte, motores con colector de delgas, soldadores, hornos de arco, etc.
Hay que indicar que algunas fuentes, tales como los conmutadores estáticos o el rayo, son generadores de parásitos, conducidos y radiados.
Son los circuitos electrónicos las principales víctimas de las perturbaciones electromagnéticas, por el hecho de que tratan señales de tensión muy reducidas y que consumen cada vez menos (se trata de grandes impedancias).
Los montajes más sensibles son:
□ Los amplificadores BF (paso bajo).
□ Los circuitos de entrada (integradores).
□ Los circuitos lógicos (digitales).
Los parásitos llegan a la "víctima" esencialmente por el cableado que entra y que sale de la caja de bornes (y esto por acoplamiento a modo común - modo diferencial - impedancia común - diafonía). Además, el trazado de los circuitos impresos y sus componentes pueden y deben estar diseñados para obtener una susceptibilidad electromagnética mínima.
En un entorno de BT es conveniente, al menos, realizar unos ensayos de susceptibilidad:
■ A los fuertes campos magnéticos: por ejemplo, una corriente de 50 kA que pasa a 10 cm de un relé.
■ A los aparatos de corte que pueden encontrarse en las proximidades inmediatas.

■ A los emisores de radiodifusión y radioteléfonos (el diseñador, cuando un circuito impreso está previsto para realizar varias funciones, deberá vigilar que ninguna pista no utilizada pueda constituir una antena).
El material deberá ser ensayado para esto según la norma CEI 801-3; es decir, situar en un campo eléctrico de 10 V/m, por ejemplo, si se escoje la clase 3, con una frecuencia variable de 25 a 500 MHz.
En lo que se refiere a las soluciones que conducen a la inmunidad deseada, el constructor de la aparamenta eléctrica deberá tener (o consultar) un especialista de la compatibilidad electromagnética aplicada. Para más detalles ver el Cuaderno Técnico MG n.º 120 que tiene el interés de dar algunos consejos muy prácticos.

Descargas electrostáticas

No se trata de una “agresión” para la red sino para la aparamenta electrónica que utiliza cada vez más componentes de bajo nivel, pequeño consumo, alta impedancia. Esta aparamenta tiene siempre una parte accesible, como indicadores, potenciómetros, etc.
Una persona, según el tipo de suelo, humedad del aire, tipo de calzado, puede “cargarse electrostáticamente” a un potencial de 15 kV, y la corriente de descarga puede alcanzar varias decenas de amperios.
Es necesario ensayar e inmunizar la aparamenta electrónica contra este inconveniente.
Sin duda ninguna, debemos tomar precauciones muy importantes en el montaje de los componentes y la manipulación de las tarjetas electrónicas.
De este problema trata la norma CEI 801-2.
Diseño “electrostático” del hombre (de la indumentaria): la Fig. K4-035: esquematiza el fenómeno y la Fig. K4-036 da el aspecto de la corriente de descarga.

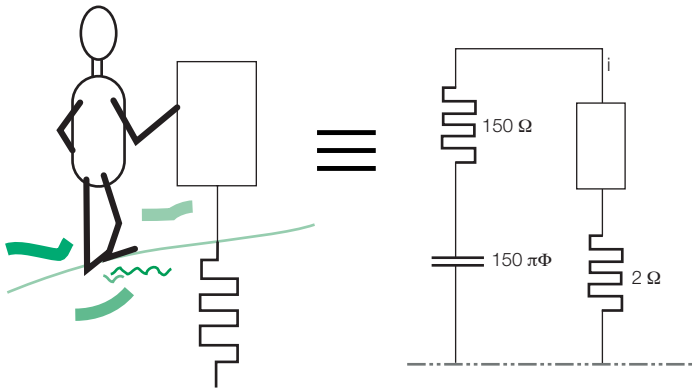


Fig. K4-035: *esquema equivalente: descarga electrostática.*

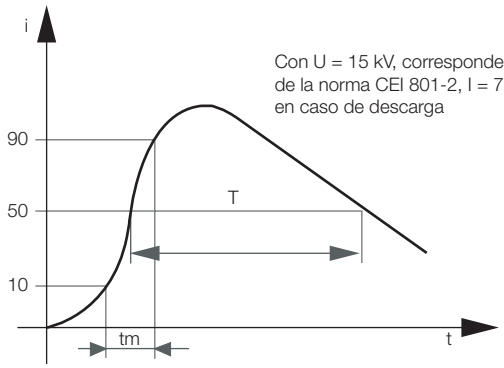


Fig. K4-036: *corriente de descarga electrostática.*

4.3. Las perturbaciones por fluctuación flicker

Descripción de las fluctuaciones de tensión originarias del fenómeno flicker:

Las variaciones de tensión periódicas y rápidas
Las variaciones periódicas o intermitentes dentro de una banda de 0,5 Hz a 25 Hz son conducidas a las cargas, las cuales sufren una fluctuación en su potencia.

Las variaciones de tensión a golpes
Consideramos bajo este concepto las fluctuaciones sistemáticas u ocasionales, con intervalos entre una secuencia y la siguiente, de unos segundos.
Acostumbran a ser consecuencia de la puesta en servicio de cargas muy importantes en función de la carga de la red (arranque de grandes motores, conexión de baterías de condensadores...).

Explicación matemática del origen de un flicker
El origen de estas fluctuaciones son los equipos eléctricos que necesitan importantes variaciones cíclicas de corriente, las cuales circulan bajo la impedancia y resistencia propia de la red, provocando diferentes caídas de tensión, de una forma más o menos cíclica.

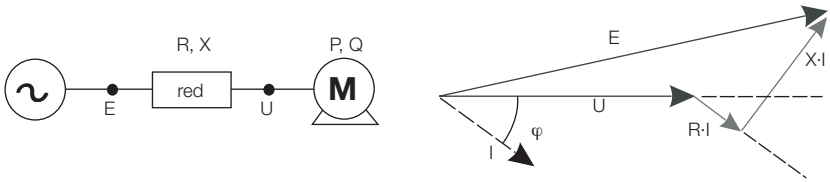


Fig. K4-037: *las variaciones de tensión originarias de un flicker son debidas a variaciones de la corriente que circula por la impedancia y resistencia de la red.*

Donde:
U = tensión nominal de la red (en carga).
E = tensión en vacío de la red.
ΔU = caída de tensión, igual: ΔU = E - U.
P = potencia activa de las cargas a la tensión nominal (U).
Q = potencia reactiva de la carga a la tensión nominal (U).
Cos φ = factor de potencia de la carga.
Scc = potencia de cortocircuito de la red aguas arriba.
R = resistencia total de la red aguas arriba.
X = reactancia total de la red aguas arriba.
Si consideramos que el desfase entre E y U es insignificante, tendremos:

$$\Delta U = E - U = R \cdot I \cdot \cos\varphi + X \cdot I \cdot \operatorname{sen}\varphi$$

de donde: $P = U \cdot I \cdot \cos\varphi$, $Q = U \cdot I \cdot \operatorname{sen}\varphi$, $\Delta U = \dfrac{R \cdot P + X \cdot Q}{U}$

y en valor relativo: $\dfrac{\Delta U}{U} = \dfrac{R \cdot P + X \cdot Q}{U^2}$.

Advertencias:
■ 1.º. En AT o MT, la resistencia R es despreciable en relación a la reactancia X, en este caso podemos transformar la ecuación en: $\dfrac{\Delta U}{U} = \dfrac{X \cdot Q}{U^2} = \dfrac{Q}{Scc}$ resulta que la potencia reactiva es la preponderante, la cual debemos controlar.
■ 2.º. En BT, la resistencia R no es despreciable y la relación que nos quedará será la de la potencia activa y reactiva P y Q.

Otros orígenes de los flickers

Una fluctuación del flujo luminoso puede ser causa de una mala calidad de la energía:

■ Los tubos fluorescentes con balasto (reactancia) ferromagnética tradicional, en el momento del parpadeo de su fin de vida, pueden ocasionar un flicker, puesto que están asociados a una degradación fluctuante. En efecto la ionización del gas es incierta puesto que el control de la fase amputa parte de la senoide.

■ Los tubos fluorescentes con balasto electrónico son generalmente insensibles a las variaciones de tensión de alimentación. Existen balastos preparados para la regulación de la fase. En estos casos se puede apreciar un parpadeo a causa de los armónicos o de las corrientes portadoras para el control de la fase.

Flicker provocado por los infraharmónicos y los interharmónicos

Está demostrado y contrastado que en ciertas condiciones, la presencia de interharmónicos en la tensión de alimentación es también una fuente de flicker. En particular, las lámparas de incandescencia son sensibles a la banda de frecuencias comprendida entre 20 Hz y 80 Hz, mientras que los tubos fluorescentes lo son por bandas superiores a 100 Hz.

Las lámparas con balastos inductivos son más sensibles a los flickers que las de balasto capacitativo.

Los perturbadores:

El horno de arco

El horno de arco es el principal generador de flickers. Las fluctuaciones de tensión, están en la base de su funcionamiento normal, son tanto más perceptibles cuanto mayor es la potencia del horno, en particular por relación a la potencia de cortocircuito de la red: que normalmente representa decenas de MVA.

Máquinas de cargas fluctuantes

Los motores de potencia o grupos de ellos, arrancan con cargas variables, tales como los que están destinados al transporte de chatarra, a los laminadores... o como los acoplados a máquinas con pares variables, pueden producir el efecto flicker.

Los reguladores de potencia a tiristores

Por huir de los inconvenientes del “control de fase” (armónicos y parásitos de HF), los reguladores a tiristores funcionan con “mando sincronizado” cada vez que su carga lo permite.

Los tiristores de mando sincronizado son activados mediante trenes de ondas enteros, pero los tiempos de conducción son muy breves, y repetitivos a una frecuencia de varios Hz. Son pues generadores de flickers.

Por ejemplo, para evitar este fenómeno en el campo de la calefacción eléctrica, las normas imponen a los constructores sistemas de regulación tales que la potencia no sea maniobrada más de una vez cada 20 segundos.

Las máquinas de soldar

Las soldadoras de arco de poca potencia son poco perturbadoras por el efecto flicker. Por el contrario los ciclos repetitivos de soldadura por resistencia, a frecuencias comprendidas entre 0,1 y 1 Hz, son motivo de perturbaciones a golpes de tensión.

Fuentes luminosas	Fluorescente	Incandescente	Vapor de sodio a baja presión	Vapor de sodio a alta presión	Vapor de mercurio a alta presión
Tipo de lámparas	Rectilínea, circular, monocasquillos, compacto miniatura o de sustitución	Estandar, fantasía halógena BT o TBT		Con diferentes casquillos	Balón fluorescente, luz mixta de ioduros metálicos con diferentes casquillos
Potencia eléctrica Eficiencia luminosa lm · W–1	De 4 a 65 W De 35 a 104	De 5 a 2.000 W De 8 a 25	De 18 a 180 W De 100 a 200	De 35 a 1.000 W De 37 a 150	De 35 a 3.500 W De 11 a 120
Comportamiento a puesta en tensión	El máximo de flujo luminoso se obtiene después del arranque. Una corriente de precaldeo de unos segundos que puede llegar a valores de 2 In	El máximo de flujo luminoso se obtiene al instante. La sobreintensidad puede llegar a 14 In	Retardo de 5 a 10 minutos, es necesario después de la puesta en tensión para obtener el máximo de flujo luminoso. La sobreintensidad puede llegar a valores poco notables	Retardo de 5 a 7 minutos, es necesario después de la puesta en tensión, para obtener el máximo de flujo luminoso. La sobreintensidad puede llegar valores de 1,2 a 1,3 In	Retardo de 1 a 4 minutos, es necesario después de la puesta en tensión, para obtener el máximo de flujo luminoso. La sobreintensidad puede llegar a valores de 1,5 a 1,7 In
Comportamiento frente a las fluctuaciones de la tensión de alimentación	Es perturbado por fluctuacioqueñas variaciones más fuerte que en la incandescencia, debido a la inercia luminosa del polvo fluorescentes	Particularmente sensible con peinecia térmica nes de tensión repetitivas en relación a la pequeña constante de tiempo de los filamentos de 10 a 200 ms	Muy sensible, puesto que su presión es la del plasma de la descarga luminosa	Igual que el vapor de sodio a baja presión	Igual que el vapor de sodio a baja presión

Tabla K4-038: *principales características y comportamiento a las variaciones de tensión de diferentes fuentes luminosas.*

Sensibilidad de las fuentes luminosas a los flickers

Las fluctuaciones de tensión, generalmente y debido a su poca amplitud, no son generadoras de perturbaciones que sobrepasen los límites de variación de la tensión. Pero para el alumbrado los flickers, pueden producir variaciones del flujo luminoso. La Tabla K4-038, reagrupa las principales características de las diferentes fuentes de alumbrado y su comportamiento en función de la tensión.
En resumen es posible afirmar que todas las fuentes luminosas son sensibles a las variaciones de tensión, y en orden decreciente de sensibilidad tendremos:
- Las lámparas de vapor de mercurio o de sodio, o se encienden o su parpadeo es poco molesto.
- Las lámpara de incandescencia.
- Los tubos fluorescentes.

Los monitores de TV y los de sistemas informáticos, tienen una cierta sensibilidad al fenómeno flicker, sus consecuencias son muy variables y dependen de la sensibilidad al tema del fabricante, actualmente no tenemos conocimiento de ningún estudio preciso sobre el tema.

Definición teórica de la sensación de malestar, cuantificación y medida de flicker

En condiciones normales las variaciones producidas por la explotación normal no sobrepasan el 4% de la tensión nominal y en casos más acusados llegan, normalmente, al 6%. Lo cual no representa una variación punible.

A veces y por causas adyacentes a la explotación se producen parpadeos durante períodos largos. Estas fluctuaciones pueden llegar a producir el efecto flicker (impresión de inestabilidad de la sensación visual debida a un estímulo luminoso, en el cual la luminosidad o la distribución espectral fluctúan) en el sistema de alumbrado.
Las fluctuaciones de tensión provocan variaciones de luminancia del alumbrado, lo que produce el fenómeno ocular llamado parpadeo. Por encima de un cierto umbral, el parpadeo se vuelve molesto. Esta molestia aumenta rápidamente en función de la amplitud de la fluctuación. Para ciertas tasas de repetición, amplitudes incluso débiles puede resultar molesto.

Cuantificación y medida del fenómeno flicker
La cuantificación y medida del fenómeno flicker es muy complejo, puesto que intervienen en el mismo tiempo factores técnicos, fisiológicos y psicológicos.
¿Cómo cuantificar y medir la sensación de molestia provocada sobre un ser humano?
Diversidad de estudios basados en parámetros tecnológicos y el análisis experimental de los efectos sobre los seres humanos han permitido a la CEI establecer una metodología: el método “UIE-CEI”.

Dosis de flicker, definición de la molestia, medida del flicker
La “dosis de flicker”, primer parámetro para la cuantificación del flicker, se ha establecido por métodos experimentales:
■ La sensación de malestar es función del cuadrado de la amplitud de la fluctuación de la tensión y de la duración de la misma.
■ La sensibilidad del observador medio a las fluctuaciones máximas del alumbrado está en torno de 10 Hz (8,8 Hz).
■ El umbral mínimo de percepción para esta frecuencia de 8,8 Hz es igual al 0,25%, y el umbral mínimo de malestar es de 0,5%.

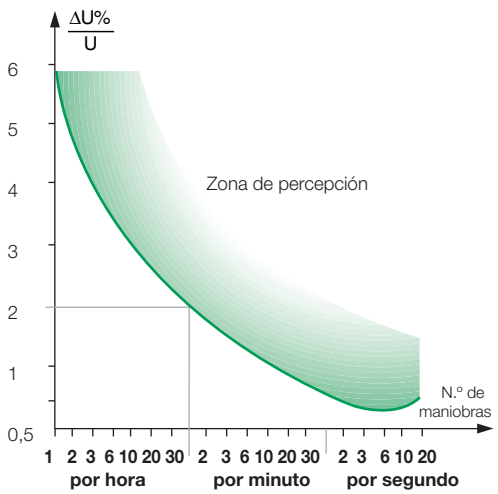


Fig. K4-039: *umbral de sensibilidad del ojo humano a las variaciones de alumbrado de lámparas incandescentes a consecuencia de fluctuaciones de tensión.*

■ Dos principios están *subjúdice*:
□ El malestar percibido por una fluctuación de la tensión a una frecuencia (f) (diferente de 8,8 Hz) con una amplitud a_f, es igual al malestar percibido por una fluctuación de la tensión a 8,8 Hz con una amplitud equivalente a $_{8,8} = g_f \cdot a_f$.
El coeficiente (g_f) depende de la frecuencia de fluctuación en función de la frecuencia base ($g_f \leqslant 1$; $g_{8,8} = 1$).
Toda fluctuación puede ser expresada en función de los efectos de la fluctuación de tensión equivalente a la frecuencia de 8,8 Hz.

□ Una superposición de fluctuaciones de tensión a frecuencia f_i de amplitudes a_i diferentes, equivale a una fluctuación de amplitud a 8,8, equivalente a la de una frecuencia de 8,8 Hz en función de:

$$a_{8,8}(t) = \sqrt{\sum_i a_{8,8i}^2(t)} = \sqrt{\sum_i a_i^2(t) \cdot g_{fi}^2}$$

■ El parámetro $a_{8,8}(t)$ es una función en el tiempo, la llamamos flicker instantáneo. Esta sensación de malestar ha sido obtenida a una fluctuación de tensión, a una frecuencia, a una amplitud y a una duración de tiempo determinada. La misma sensación de malestar se ha obtenido por una misma fluctuación de tensión a la misma frecuencia, pero de amplitud doble y a una cuarta parte de tiempo.
Estos resultados permiten definir un parámetro de cualificación del malestar (G) percibido durante un período de observación (t) dado (normalmente un minuto) según la ecuación: $G = \int_{t0}^{10+T} a_{8,8}(t)^2 \cdot dt$.
Llamado dosis de flicker, expresado en tanto por ciento al cuadrado minuto $(\%^2)\cdot$minuto.
La dosis de flicker da una evaluación de la cantidad de malestar en función de un tiempo de duración determinado. Este parámetro es muy variable en una carga perturbadora, con un ciclo de funcionamiento mas largo que el período de integración.
No expresa perfectamente el concepto de malestar total percibido.
En la preocupación de poder analizar de forma satisfactoria, tanto las fluctuaciones de tensión como los golpes de tensión, se ha desarrollado un método basado en la estadística.

Notas:
– La definición de la dosis de flicker se basa en experiencias experimentales con una lámpara de incandescencia de 60 W, 50 Hz, 220 V.
– En Europa actualmente se utiliza las expresiones de la EN 50160. Pst y Plt para determinar la severidad de un flicker.

La severidad se aprecia por la comparación de la dosis de flicker medida y la curva límite de la dosis de flicker.

La curva de "Función de la Probabilidad Acumulada" FPC

Esta curva se establece a partir de valores de flicker instantáneos $a_{8,8^2}(t)$, que pueden ser consideradas como el valor "diferencial instantáneo de la dosis de flicker".
De los sucesivos flicker instantáneos $a_{8,8^2}(t)$, en función del tiempo, se sacan las muestras.
Estas medidas muestreadas se agrupan en clases según su valor.

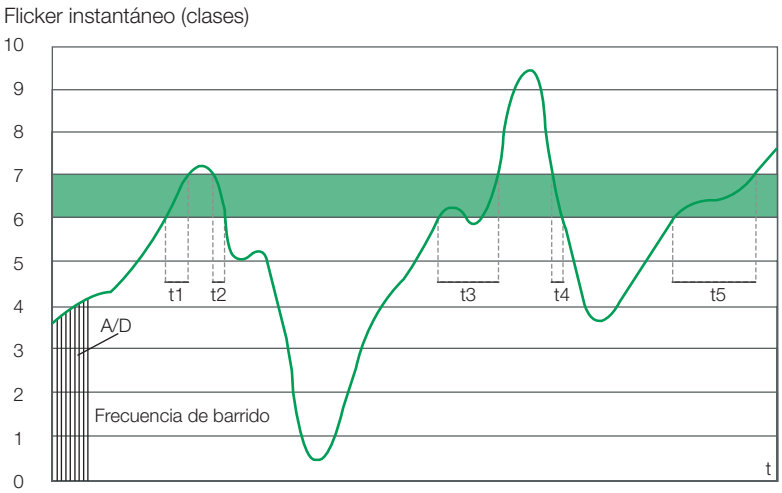


Fig. K4-040: *representación esquemática de un muestreo de flicker instantáneo mostrando el nivel de flicker en función del tiempo por un número de clases limitado a 10 (según CEI 868).*

Permite trazar la función de densidad de probabilidad y la "Función de Probabilidad Acumulada" FPC.

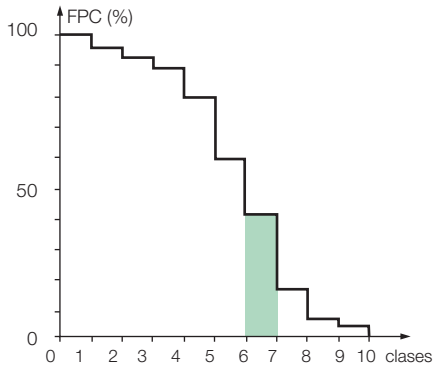


Fig. K4-041: *curva de la Función de Probabilidad Acumulada de la presencia de la señal en una de las diez clases (según CEI 868).*

Los parámetros Pst y Plt

La evaluación final de la severidad de un flicker, según la CEI 868, se expresa por dos parámetros: el Pst (tiempo corto) y el Plt (tiempo largo).

Pst y Plt son las "unidades de medida" del flicker; valores sin dimensión física, denominados parámetros.

Mientras que el Pst es determinado a partir de un algoritmo de múltiples puntos utilizando 5 puntos $P_{0,1}$, P_1, P_3, P_{10} y P_{50} sobre la FPC, el Plt se calcula a partir de varios valores de Pst.

Así, el Pst se calcula sobre un período de 10 minutos y el Plt a partir de 12 valores de Pst sobre un período de 2 horas, teniendo en cuenta las diferentes formas de FPC.

Este método de cuantificación de flicker tiene la ventaja de ser "universal": independiente del tipo de fluctuación (periódica, a golpes, sinusoidal o de otra forma, etc.) e independiente del tipo de perturbación.

Estos parámetros son calculados para todo el período de la lectura. Por ejemplo, para un cálculo de Pst sobre 10 minutos y de 2 horas para el Plt: después de un período de lecturas de una jornada, disponemos de 144 valores de Plt.

■ Definición Pst:

El Pst se define por la ecuación:

$$Pst = [(K_{0,1} \cdot P_{0,1}) + (K_1 \cdot P_1) + (K_3 \cdot P_3) + (K_{10} \cdot P_{10}) + K_{50} \cdot P_{50})]^{1/2}$$

Con:

Pn = nivel sobre la curva FPC, existiendo una probabilidad de n% de ser sobrepasada.

Kn = coeficientes de ponderación dados por la norma y que permiten a la curva límite de la CEI correspondiente, a un Pst = constante = 1.

El Pst representa así la curva CEI.

La severidad de un flicker de corta duración Pst, definida por la norma CEI 868-0 es así expresada por la ecuación:

$$Pst = [(0{,}0314 \cdot P_{0,1}) + (0{,}0525 \cdot P_1) + (0{,}0657 \cdot P_3) + (0{,}28 \cdot P_{10}) + (0{,}08 \cdot P_{50})]^{1/2}$$

Con:

$P_{0,1}$ = nivel que sobrepasa solamente un 0,1% el período de observación.

P_1 = nivel que sobrepasa solamente un 1% el período de observación...

■ Definición Plt:

La severidad de un flicker de larga duración Plt es deducida de Pst por la fórmula:

$$Plt = \sqrt[3]{\frac{\sum_{i=1}^{N} Pst_i^3}{N}}$$ donde Psti (i = 1, 2, 3...) son los valores consecutivos de severidad de Pst obtenidos.

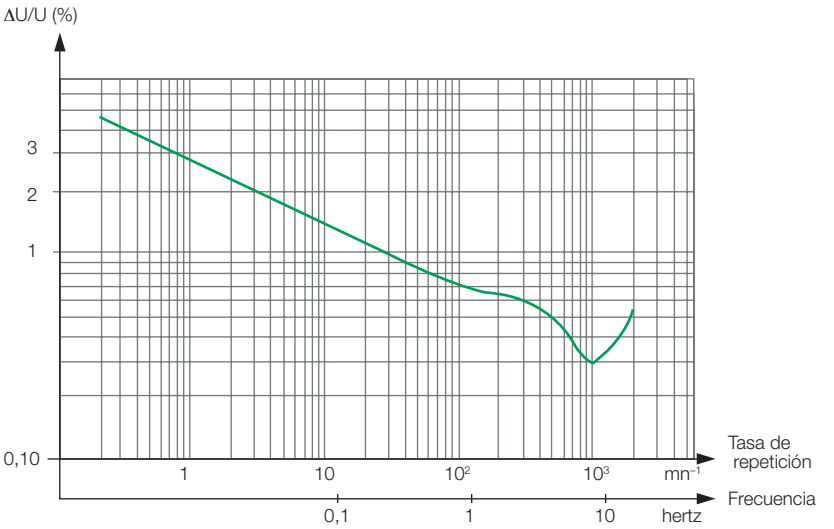


Fig. K4-042: *curva límite de las molestias de un flicker en función de la amplitud de las fluctuaciones de tensión y en función de la frecuencia de repetición para una severidad de flicker Pst = 1 (según CEI 868). Anotar que la frecuencia corresponde a dos fluctuaciones.*

La Plt debe ser deducido de los valores Pst sobre una duración apropiada, unida al funcionamiento de la carga, o sobre un período en el que un observador puede ser sensible a un flicker, por ejemplo algunas horas (normalmente 2 horas).
El valor del límite tolerable es de Plt = 0,74.
El parámetro Pst global se calcula según la regla sumadora siguiente:

$$Pst = \sqrt[m]{\sum_i (Pst)_i^m}$$

Habitualmente m = 3, pero se puede utilizar cualquier otro valor.

El flickermeter

Las fluctuaciones de tensión, a las cuales nos hemos referido, son medibles con un aparato flickermeter.
La norma CEI describe las especificaciones funcionales de este aparato.

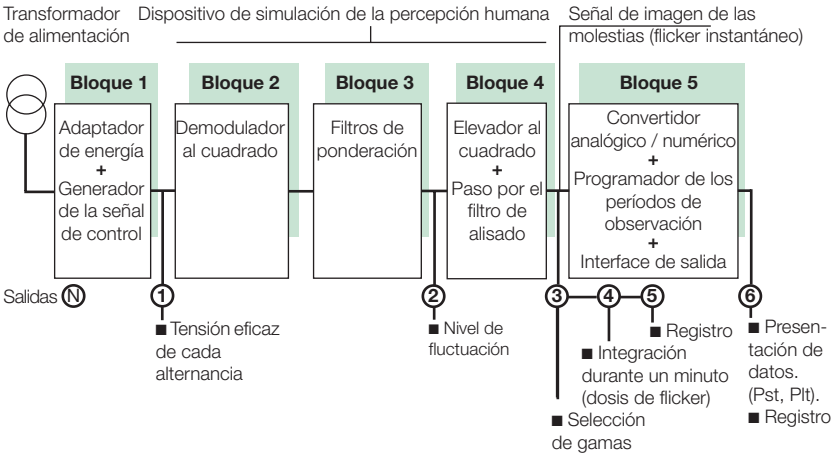


Fig. K4-043: *diagrama de funcionamiento de un flickermeter.*

Qué son:
■ Adaptación de la tensión de entrada (bloque 1).
■ Simulación de la lámpara –ojo, cerebro–, cálculo del flicker instantáneo (tensión de salida en el bloque 4).
■ Cálculo de la dosis de flicker (salida 4).
■ Evaluación opcional estadística del nivel de flicker, cálculo de FPC, Pst y Plt.
Un primer flickermeter numérico totalmente estático se realizó en 1971 por P Duvea. Los flickermeters actuales generan un gran número de parámetros diferentes de medida o de análisis de valores, tales como: eficacia de la señal, sensación de flicker instantáneo, dosis de flicker por minuto, FPC, análisis estadístico, calculo de valores Pst y Plt, etc.

Duración de la medida	una semana	
Período de análisis	una jornada	
Características disponibles después de las medidas con un flicker:		
Período	Tamaño	Expresión simbólica
Instantáneo	Flicker instantáneo	$a_{8,8}(t)$
Todos los minutos	Dosis de flicker (en $\%^2$. min/min)	$G = \int_{10}^{10+1} a_{8.8}(t)^2 \cdot dt$
Durante los 10 minutos	Parámetro corto tiempo	Pst
Durante 2 horas	Parámetro largo tiempo	Plt
Cada día	Valor máximo diario de Pst	$Pst_{máx.}$
	3.er tamaño de valor máximo, diario de Pst	$Pst_{3máx.}$
	Valor máximo diario de Plt	$Plt_{máx.}$
	Otros parámetros estadísticos calculados	
Fin de semana	Valor máximo de 7 Plt máx. diario (Pltmáx. = valor más grande de Plt medido)	
	Valor máximo de 7 Plt 3 máx. diario (Pst3máx. = tercer valor máximo de Pst)	
	Otros parámetros estadísticos calculados	

Tabla K4-044: *ejemplo de análisis de flicker con un flickermeter.*

Ie ΔV10

El parámetro ΔV10 está basado en la utilización de lámparas a incandescencia alimentadas a 110 V. Es muy utilizado en los países del Extremo Oriente, habitualmente en Japón.
El ΔV10 es el valor de la amplitud de una fluctuación de tensión equivalente a frecuencia de 10 Hz, que produce la misma sensación de molestia que la fluctuación real. Se expresa en % de la tensión nominal.
Para una fluctuación de tensión idéntica, el flicker producido por lámparas a 110 V es ligeramente inferior al producido por las alimentaciones a 220 V. En efecto una lámpara de la misma potencia, a menor tensión mayor intensidad, por tanto el filamento tendrá mayor espesor y consecuentemente una mayor inercia térmica del filamento.
La relación: ΔV10/Pst está al entorno de 1/3. Este índice depende mucho de los tipos de perturbación y de las hipótesis de cálculo. Para los hornos de arco a corriente continua este índice oscila entre 1/3,3 y 1/4,4.

Otros valores de medida

A lo largo de los esfuerzos y estudios de una decena de años la CEI ha logrado establecer unos parámetros para determinar el flicker el Pst y el Plt, pero existen otros parámetros utilizados de forma más específica, por ejemplo en EE.UU.
Han existido otros, por ejemplo el “FGH-meter” en Alemania, el “Gauge point” en el Reino Unido, o el “Dose de flicker” en Francia.

Límites de aceptación del flicker

Cada distribuidor de energía eléctrica vigila la calidad de la energía que suministra. Para cada tipo de perturbación deberá exigirse y exigir un nivel máximo de perturbación, con el fin de asegurar una calidad de la energía, por una responsabilidad personal de la calidad de su producto y por una responsabilidad civil derivada de la directiva 85/374/CEE de 25 de julio de 1985, en España Ley 22/1994 de 6 de Julio.

Los textos 1000-3-3, 1000-3-5 de la CEI fijan los límites del flicker; la norma EN 50160 de CENELEC y la CEI 1000-2-2 fijan los límites de la compatibilidad.

Nivel de compatibilidad de Pst, Plt

Un nivel de compatibilidad, o límite tolerable teórico, se especifica para cada uno de los parámetros y por cada nivel de tensión AT, MT y BT.

	Límites aceptables de flicker	Niveles de compatibilidad, planificación	
	BT	AT	MT
Pst	1,00	1,00	0,79
Plt	0,74	0,74	0,58

Tabla K4-045: *límites aceptables y niveles de compatibilidad teórica de Pst y Plt para diferentes niveles de tensión según publicación de IUE (International Union for Electroheart).*

Estos valores expresan los niveles que no debemos sobrepasar para evitar un flicker molesto.

Estos valores no son unos límites legales, son unos parámetros indicativos para empezar a planificar las instalaciones de forma que un posible flicker no moleste.

Cualquier distribuidor puede determinar unos límites para poder determinar la calidad de su producto:

■ En BT, los valores límite aceptables se basan sobre la sensación de molestia aceptada por un observador medio (Pst = 1).

El límite para la larga duración (Plt) es lógicamente inferior en consecuencia del tiempo de duración de la molestia.

■ En AT y MT deben ser correspondientes a sus efectos en BT. Es obvio que a AT y MT no conectaremos ningún alumbrado, pero sí que sus fluctuaciones interfieren en BT y en ésta no deben sobrepasar sus límites.

■ En teoría se considera que la tasa de flicker de un nivel superior de tensión en relación a BT es igual a uno.

■ En la práctica, un flicker es a menudo atenuado por el efecto estabilizador de las cargas conectadas aguas abajo de las redes de AT consideradas.

El factor de atenuación varía entre 0,5 y 0,8, según la potencia de las cargas y los generadores instalados.

En función de esta atenuación una tasa de Pst >1 en AT es posible aceptarla (por ejemplo un Pst = 1,25).

En la norma europea EN 50160 los límites de Plt indicados son menos severos que los de la tabla (ver Reglamentación al final del Volumen).

Límites individuales de Pst, Plt

Cuando un consumidor solicita conectar una carga perturbadora a la red, el distribuidor le fijará unos límites que no pueda contaminar la red de distribución y perjudicar los demás consumidores.

Las características a tomar en consideración serán:

■ La potencia del perturbador.
■ La potencia de cortocircuito en el punto de conexión.
■ La presencia de otros perturbadores.
■ El número de abonados que pueden ser molestados.
■ El tipo de funcionamiento de los perturbadores, temporal o permanente.
■ La evolución futura de la red.

Una práctica simple puede ser la aceptación de un nivel de perturbación en el contrato de suministro, proporcional a la potencia contratada.
Unos niveles aceptables podrían ser Pst = 0,35 y Plt = 0,25, no obstante en España tenemos un borrador de condiciones técnicas adjuntas al Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica, que debería especificar las tasa de flicker en concordancia a la norma UNE EN 50160 (ambos en la Reglamentación al final del Volumen).
El distribuidor debe velar para que la suma de las tasas de flicker de todos los abonados a la red no sobrepase los umbrales de flicker compatibles.
Si se imponen unos límites de Pst y Plt, éstos deben ser controlables, por tanto debemos definir un conjunto de parámetros para poder homologar resultados con el mismo método de medición.
Una proposición válida hoy puede ser la propuesta por CIGRE y CIRED que coincide con los parámetros de la UNE-EN 50160:
- Duración de las medidas: 1 semana.
- Valor de Pst: el calculado durante 10 minutos.
- Valor de Plt: el calculado durante 2 horas.
- Valor considerado para el Pst, el mayor del tercer valor máximo ($Pst_{3máx}$) de siete lecturas de una jornada.
- Valor considerado para el Plt, el mayor de los valores máximos resultante de las siete lecturas de una jornada. ($Plt_{máx}$ = el mayor de los valores medidos).

Límites de ΔV10

El valor eficaz de ΔV10, medido durante 1 minuto se define como el ΔV10 s (tiempo corto = corta duración), con los límites siguientes:
- Umbral de percepción: ΔV10 s = 0,32 %.
- Umbral de molestias: ΔV10 s = 0,45 % (= 1 p.u. ΔV10).

El cuarto valor más grande de ΔV10 se compara con el límite de tiempo corto exigido.
La medida de los resultados de las lecturas de una hora, se compara con el límite de tiempo largo exigido.

Determinación de flickers en una instalación

Al realizar la conexión de un elemento perturbador a una red, debemos analizar el elemento perturbador y la perturbación de la red en el punto de conexión.

Método cualitativo

Es el primero y el más simple, se trata de calcular la relación entre la potencia de la carga perturbadora y la potencia de cortocircuito de la red en el punto de conexión de la carga.
- Por regla general, los flickers no provocan molestias cuando la potencia aparente de la carga generadora no supera el 1% de la potencia de cortocircuito de la red en el punto de conexión de la carga.
- Entre el 1 y 2 % existe una zona de incertidumbre, donde la molestia admisible depende a menudo del tipo de carga, de proximidad con respecto a la línea de alumbrado, etc.
- A partir de un 2% se deben tomar medidas para reducir el flicker a niveles admisibles.

En la zona de incertidumbre y en la de superación del 2%, debemos conocer la tasa de flicker de la carga a instalar a fin de evaluar la necesidad de reducción del flicker.
Varios métodos son propuestos, pero todos se basan en la comparación con los resultados de otras cargas con equivalente distorsión o sobre el método analítico

de cálculo del parámetro Pst, a partir de las características de variación de tensión.

Método utilizando la "curva referencia Pst = 1"

Este método se basa sobre el principio que el nivel de flicker es proporcional a la variación de la amplitud de tensión. La curva límite de severidad de un flicker de la CEI 868 (Fig. K4-041, página K/261) expresa la amplitud límite de la fluctuación de la tensión en función de la frecuencia de la fluctuación. Esta curva corresponde a Pst = 1.

■ Ejemplo: un perturbador crea un gradiente de tensión con una amplitud de 0,9% a una frecuencia de 10 veces por minuto. El gradiente de tensión máximo que da unas molestias aceptables derivadas de un flicker es ΔU_{lim} = 1,35 %.

La fluctuación de ΔU = 0,9% da un nivel de flicker de $Pst = 1 \cdot \left(\frac{0,9}{1,35}\right) = 0,67$.

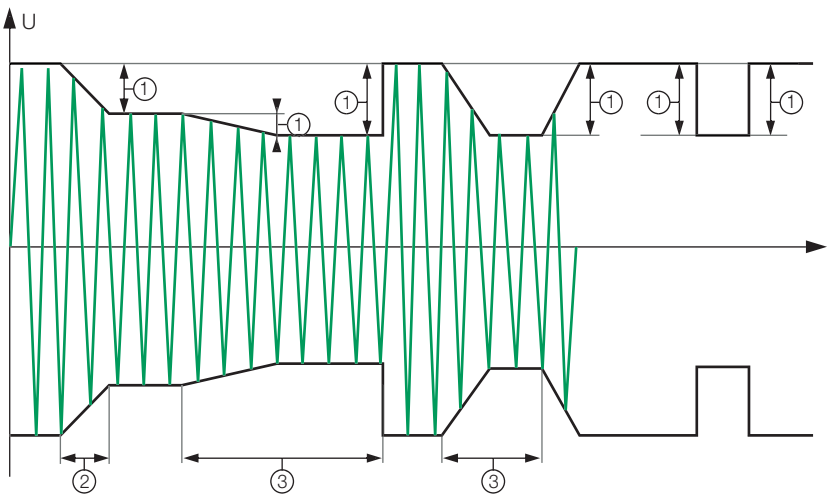
Método analítico

Este método puede utilizarse de forma global para las perturbaciones repetitivas. Es fundamental la introducción del coeficiente en función de la forma de la variación de la tensión. El Pst puede ser estimado por la fórmula:

$Pst = 0,365 \cdot \Delta \cdot F \cdot r^{0,31} \cdot R$.

Con:

Δ = variación relativa de la tensión en % (Fig. K4-046).



1: Variación de la tensión (DU).
2: Duración de la variación de tensión.
3: Intervalo entre dos variaciones.

Fig. K4-046: *definiciones de la variación de tensión según CEI 555-3.*

r = tasa de repetición de la variación de la tensión en (minutos^{-1}).

R = coeficiente dependiente de la tasa de repetición (R = 1 para r ⩽ 1.000 y una caída brutal para r > 1.000).

F = factor de equivalencia, dependiente de la forma de fluctuación de la tensión (F ≈ 1 para las fluctuaciones bruscas: por peldaños, escaleras, y 0,0 < F < 1 por fluctuaciones suaves: sinusoidales, rampas).

■ Ejemplo: con los datos del ejemplo precedente:

Amplitud: Δ = 0,9 %.

Repetición: r = 10 veces/minuto.

Coeficiente: R ≈ 1,05.

Factor de equivalencia: F ≈ 0,98.

$Pst = 0{,}365 \cdot 0{,}9 \cdot 0{,}98 \cdot 10^{0{,}31} \cdot 1{,}05 = 0{,}69$

Método para los hornos de arco

Una estimación del valor de Pst, para un horno de arco a corriente alterna, puede realizarse bajo la fórmula experimental: $Pst = Kst \cdot \frac{S_{ccf}}{S_{ccn}} \cdot \frac{1}{R_{svc}} \cdot C_{MT/BT}$.

Con:

Kst = coeficiente experimental (comprendido entre 48 y 85, un valor medio puede ser 65 y un valor aconsejable 75).

S_{ccf} = potencia de cortocircuito del horno, electrodos en el baño.

S_{ccn} = potencia de cortocircuito de la red en el punto de conexión PCC.

R_{svc} = factor de reducción aportado por una instalación de compensación estática.

$C_{MT/BT}$ = coeficiente de atenuación para la transmisión del flicker de la MT a BT (entre 0,5 y 1).

El nivel de flicker engendrado por un horno de arco a corriente continua, es aproximadamente la mitad del correspondiente a un horno equivalente a corriente alterna.

Método para las máquinas de soldar:

■ Soldadura a resistencia.

Los golpes de tensión característicos de estas máquinas pueden ser determinados a partir de mediciones o de registros por ordenador. Los valores de amplitud y frecuencia obtenidos comparados con la curva de la Fig. K4-041, página K/261, o tratados con el método analítico expuesto precedentemente.

El nivel de perturbación considerado como aceptable se fija a: $\Delta U \leqslant 5\%$, por una frecuencia, $r \leqslant 8{,}7$ golpes/hora (sea $r \leqslant 0{,}15$ / minuto).

Las caídas de tensión aproximadas pueden ser calculadas con las formulas siguientes.

□ Máquinas trifásicas: $\frac{\Delta U}{Un} = \left(\frac{S_{máx}}{U^2}\right) \cdot (R \cdot \cos\varphi + X) \cdot \operatorname{sen}\varphi)$.

□ Máquinas bifásicas: $\frac{\Delta U}{Un} = \left(\frac{S_{máx}}{U^2}\right) \cdot (R \cdot \cos(\varphi \pm 30^\circ) + X \cdot \operatorname{sen}(\varphi \pm 30^\circ))$.

□ Máquinas monofásicas: $\frac{\Delta U}{Un} = \left(\frac{3 \cdot S_{máx}}{U^2}\right) \cdot (R \cdot \cos\varphi + X \cdot \operatorname{sen}\varphi)$.

Con:

ΔU = caída de tensión en el punto de conexión PCC.

Un = tensión nominal.

$S_{máx}$ = potencia máxima de soldadura.

R + jX = impedancia de la red en el punto de conexión.

cos φ = factor de potencia de la máquina de soldar.

■ Soldadura a arco.

Los golpes de tensión son, generalmente inferiores a 3 Hz, por tanto no podemos considerar un efecto flicker, la amplitud de estos golpes no debe sobrepasar 0,6% de Un en la red de alimentación de las máquinas de soldar y la de alimentación de alumbrado.

Posibles soluciones a la reducción de creación del fenómeno flicker

Presentaremos una serie de alternativas empezando por las de más fácil instalación en las redes existentes.

Elección de un modelo de alumbrado
Puesto que existen fuentes luminosas con diferentes sensibilidades al fenómeno flicker (ver Tabla K4-038, página K/258), la primera opción será una elección de la fuente luminosa menos sensible. Las características expuestas en la tabla indican: que los tubos fluorescentes son de dos a tres veces menos sensibles a los flicker que las lámparas incandescentes. Por tanto los tubos fluorescentes pueden ser una buena elección.
Los tubos fluorescentes o las lámparas flucompactas, con balasto electrónico o de AF (>20 kHz), han mejorado su eficacia con respecto a los flickers:
■ La eficacia a mejorado un 10 %.
■ El consumo se ha reducido del orden del 20%.
Su actitud frente a los flickers ha mejorado (por su inercia). Pero no sólo debemos tener en consideración su actitud con respecto a los parámetros que han mejorado sino el comportamiento global, y éste en algunos aspectos se ha empeorado:
■ El factor de potencia se ha reducido al 0,5.
■ La creación de corrientes armónicas se han incrementado (H3 = 30% de H1).
■ Para adaptarse al nivel de alumbrado deben estar asociadas a reguladores especiales.

Onduladores
Es posible de limpiar los efectos de malestar de una parte de la instalación, por ejemplo la red de alumbrado, colocando reguladores de tensión u onduladores.
La inversión para esta solución es pequeña pero tenemos que tener en consideración que es una alternativa local.

Modificación del generador de perturbaciones
El flicker puede ser atenuado modificando la frecuencia de actuación de la carga generadora de flickers: ritmo de soldadura, velocidad de relleno de los hornos, la reducción de la intensidad de arranque de los motores de potencia con rampas de arranque...

Instalación de un volante de inercia
Ciertas máquinas giratorias pueden provocar fluctuaciones de tensión. Por ejemplo un compresor volumétrico, pero si le acoplamos un volante al árbol motor las fluctuaciones se reducen.

Convertidor rotativo
Un grupo motor-generador reservado a la alimentación de la carga fluctuante, es una solución válida si la carga activa de esta carga es relativamente constante, pero el coste de inversión es elevado.

Modificación de la red
En función de la estructura de la red dos métodos son adecuados:
■ Alejar o bien aislar la carga perturbadora de los circuitos de alumbrado.
■ Aumentar la potencia de cortocircuito en el punto de conexión (PCC), reduciendo la impedancia del circuito.
Estas alternativas son preferentes a otras por su simplicidad en la explotación. Para ellas diferentes esquemas son adecuados:
■ Conexionado de los circuitos de alumbrado inmediatamente después de la fuente de alimentación (transformador).
■ Incremento de la potencia del transformador a Ucc constante.
■ Disminución de la tensión de cortocircuito Ucc% del transformador a potencia constante.
■ Puesta en paralelo de los transformadores suplementarios.
■ En BT reforzar la sección de los conductores.
■ Conexionado de la carga perturbadora a una salida de mayor tensión.

■ Alimentación de la carga perturbadora por medio de un transformador independiente.

La capacidad serie

La introducción de capacidades en serie en la red (Fig. K4-047), aguas arriba de la carga perturbadora y a los circuitos sensibles a los flickers, puede reducir a la mitad las fluctuaciones de tensión.

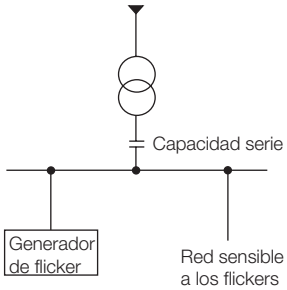


Fig. K4-047: *modificaciones que permiten reducir los flickers, capacidad en serie.*

Esta solución presenta una ventaja suplementaria y un inconveniente:
■ La ventaja es que tenemos una aportación suplementaria de energía reactiva.
■ El inconveniente es la protección de los condensadores contra los cortocircuitos aguas abajo.

La reactancia serie

Se utiliza en combinación con los hornos de arco, esta solución puede reducir un 30% la tasa de flickers. La reactancia se conecta en serie con la alimentación de MT del horno aguas abajo del punto de conexión.

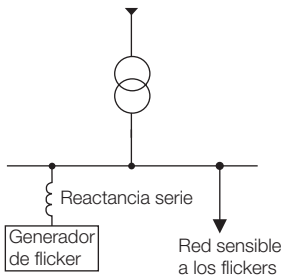


Fig. K4-048: *modificaciones que permiten reducir los flickers, reactancia en serie.*

Puede estar incluida dentro del transformador del horno. A menudo llevan unas tomas de regulación (sin tensión) y una posibilidad de cortocircuitarla.
Su principal efecto positivo sobre las variaciones de tensión es la reducción de la potencia de cortocircuito del horno y además estabiliza el arco del horno. Así las fluctuaciones de tensión son menos bruscas (inercia electromagnética) y el funcionamiento aleatorio del arco se reduce.
La influencia de la reactancia sobre la emisión de flickers del horno puede estimarse por la modificación de la reactancia Xf con respecto a Sccf (ver el apartado anterior).
Su inconveniente deriva del consumo de energía reactiva de la reactancia al ser recorrida por la intensidad de carga.

La reactancia shunt saturada

Una reactancia conectada cerca y aguas arriba de la carga generadora, permite reducir un 10% las fluctuaciones de sobretensión.

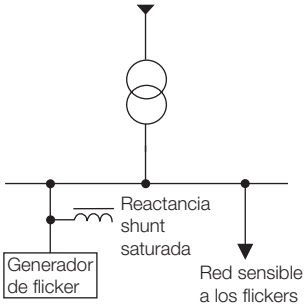


Fig. K4-049: *modificaciones que permiten reducir los flickers, reactancia shunt saturada.*

Pero es inoperante para las fluctuaciones de tensión inferiores a la tensión nominal puesto que la reactancia no se satura.
Estas reactancias presentan dos inconvenientes:
■ Consumen corriente reactiva.
■ Producen armónicos y su precio es elevado.

La reactancia de desacoplamiento
Este procedimiento es muy eficaz, puesto que puede reducir las fluctuaciones un 10%, pero exige una configuración apropiada de la red: una impedancia se inserta en la alimentación de la carga perturbadora y en el circuito de alumbrado aguas abajo del punto de conexión.

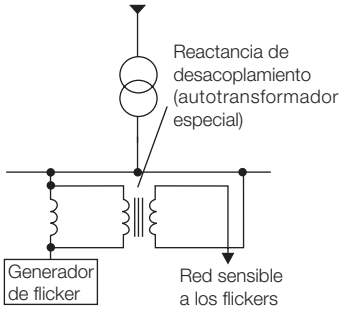


Fig. K4-050: *modificaciones que permiten reducir los flickers, reactancia de desacoplamiento.*

La caída de tensión a los bornes de este “balasto” es inversa y se suma a la alimentación de la carga perturbada. En la práctica es un autotransformador especial.
En realidad no existe atenuación del flicker aguas arriba de la conexión.

El compensador síncrono
Esta solución llega a reducir de un 2 a un 10% las fluctuaciones y hasta un 30% los modernos equipos electrónicos.
El compensador es a veces completado con reactancias lineales de amortiguamiento instalados sobre la alimentación.

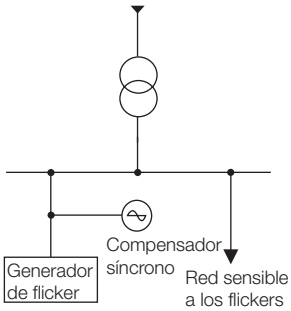


Fig. K4-051: *modificaciones que permiten reducir los flickers, compensador síncrono complementado con reactancias de amortiguamiento.*

Actualmente los compensadores síncronos se sustituyen por compensadores estáticos. Pero si ya están instalados se pueden utilizar y retardar su sustitución.

El compensador de fase

Las caídas de tensión producidas por las cargas fluctuantes monofásicas son fuertemente reducidas por los convertidores de fase, grupos rotativos, transformadores de acoplamiento especial o puente de Steinmetz. Este último permite el reequilibrio de una carga resistiva monofásica.

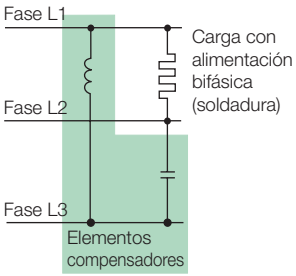


Fig. K4-052: *montaje en puente de Steinmetz por la compensación de una carga bifásica, esquema de principio.*

Así una carga monofásica (Sm = Pm + jQm), puede ser compensada por una carga (–jQ) sobre la misma fase. Resulta una carga monofásica puramente resistiva (Pm) que puede ser compensada con la ayuda de admitancias sélficas y capacitivas sobre los otros dos ramales.
Este montaje equivale a una cara trifásica equilibrada puramente resistiva Pm/3.
Cuando la carga monofásica Sm es muy fluctuante, un dispositivo electrónico de potencia puede permitir una compensación dinámica, prácticamente en tiempo real.
Igual para trifásico desequilibrado. En este caso, el puente de Steinmetz se convierte en un “compensador estático”.

El compensador estático (SVC)

Este equipo SVC (Static Var Compensator) se destina a realizar una compensación automática de la potencia reactiva.

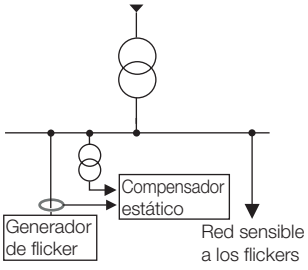


Fig. K4-053: *esquema de instalación de un compensador estático.*

Su empleo permite igualmente una reducción de los flickers de 25 al 50%.
Una fórmula da un valor estimativo del coeficiente de reducción del flicker con un SVC.

$$R_{svc} \approx 1 + 0{,}75 \frac{S_{svc}}{S_f}$$

Con:
Rsvc = factor de reducción de Pst.
Ssvc = potencia del compensador (en VAr).
S_f = potencia del horno (en VA).

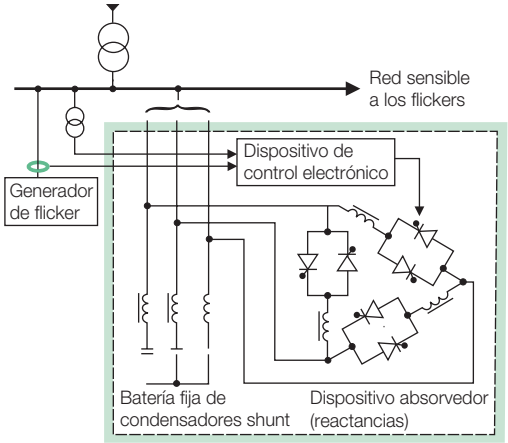


Fig. K4-054: *esquema de principio de un compensador activo.*

Comporta las inductancias de compensación, una batería fija de condensadores shunt montada en filtro y un dispositivo electrónico a base de tiristores o de un IGBT. El dispositivo electrónico tiene por objeto variar el consumo de la energía reactiva de las inductancias para mantener prácticamente constante la potencia reactiva absorbida por la conexión del generador flicker, batería fija de condensadores e inductancias de compensación.
Esta compensación fase a fase es un interés evidente con los hornos de arco, donde los regímenes de funcionamiento son particularmente con desequilibrios de fases.
Las características de un compensador son importantes y pueden ser similares a las de referencia:

Tensión nominal de la red controlada... 30 kV
Potencia del SVC..... 50 MVAr
Factor de potencia..... $\cos \varphi \leqslant 0{,}93$
Tasa de distorsión en tensión..... THD ⩽ 1,5%
Fluctuaciones de tensión..... $\Delta U / U_N \leqslant 2\%$
Desequilibrio de tensión..... $U / U_N \leqslant 1{,}5\%$
Pst (en 30 kV)..... 1.1

Síntesis
En el cuadro adjunto resumimos en función del tipo de carga originaria de flickers, las alternativas para paliar el problema:

Alternativas	Cargas fluctuantes							
	Arranque motores fluctuantes		Motores con cargas		Hornos de arco		Soldadoras	
Modificación del perturbador	+	c	–		+	b	+	b
Volante de inercia	–		+	a	–		–	
Convertidor rotativo	+	c	+	c	+	b	+	c
Modificación de la red	+	b	+	b	+	c	+	b
Capacidad serie	–		–		+	a	–	
Reactancia shunt saturada	–		–		+	c	+	c
Reactancia de acoplamiento	c	+	c	+	c	+	b	+
Compensador síncrono	+	c	+	c	+	a	+	b
Convertidor de fase	–		–		+	c	+	b
Compensador estático	+	b	+	b	+	a	+	b

–: técnicamente inadaptado.
+: técnicamente posible.
a: a menudo es una solución económica.
b: a veces rentable.
c: raramente rentable.

Tabla K4-055: *las alternativas aplicables para reducir o suprimir los flickers.*

4.4. Los armónicos: convertidores y compensadores activos

Con el analizador de redes del sistema PowerLogic®, se pueden determinar los armónicos de una instalación y optimizar las soluciones, para obtener una mayor calidad de energía y unos menores costes de producción. Falta conocer las posibles soluciones para la neutralización, total o parcial, de los armónicos. Este será el apartado en el que se expondrá los posibles tratamientos para los armónicos que en estas fechas se conocen.
Antes de la introducción en las posibles soluciones se efectuará un breve recordatorio sobre armónicos.

4.4.1. Repaso de la problemática de los armónicos

Definiciones, magnitudes y características

José Fourier demostró que toda función periódica no senoidal puede representarse por la adición de una serie de términos senoidales cuyo primer sumando, a la frecuencia de repetición de la función, se llama fundamental y los otros, a frecuencias múltiples de la fundamental, se llaman armónicos.
A estos términos puramente senoidales puede unírseles una componente continua, dándose así a conocer la fórmula de Fourier:

$$Y(t) = Y_0 + \sum_{n=1}^{n\to\infty} Y_n \cdot \sqrt{2} \cdot \text{sen}\ (n \cdot \omega \cdot t - \varphi_n)$$

Siendo:
- Y_0 = valor de la componente continua, generalmente nula y considerada así para el resto de la exposición.
- Y_n = al valor eficaz del armónico de rango n.
- ω = pulsación de la frecuencia fundamental.
- φ_n = defasaje de la componente armónica n.

Esta noción de armónico se aplica al conjunto de fenómenos periódicos, cualquiera que sea su naturaleza, pero especialmente a la corriente alterna.

Valor eficaz de una magnitud alterna no senoidal

Hay una identidad entre la expresión usual de este valor eficaz, calculado a partir de la evolución en el tiempo de la magnitud alterna [y(t)] y la expresión calculada a partir de su contenido de armónicos:

$$Y_{ef} = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T y^2 \cdot (t) \cdot dt} = \sqrt{\sum_{n=1}^{n\to\infty} Y_n^2}$$

Destaquemos que, si hay armónicos, los aparatos de medida deben tener una amplia banda pasante (>1 kHz).

Tasa de distorsión

La tasa de distorsión es un parámetro que define globalmente la deformación de la magnitud alterna.

En castellano (TDA) Tasa de Distorsión Armónicos, pero la mayoría de tratados utilizan las siglas del Ingles (TDH), para no crear confusión en este tratado se utilizarán las siglas más divulgadas (TDH) e incluso en algunas ocasiones se usarán las dos sin pretender crearles confusiones.

$$TDH(\%) = 100\ \frac{\sqrt{\sum_{n=1}^{n\to\infty} Y_n^2}}{Y_1}$$

Hay también otra definición que sustituye la fundamental Y_1 por el valor eficaz total $Y_{ef.}$ Ciertos aparatos de medida la utilizan.

Tasa individual de armónicos
Esta magnitud representa la razón del valor eficaz de la fundamental (Y_1), según la definición usual, o bien respecto al valor eficaz de la magnitud alterna (Y_{ef}):

$$A_n(\%) = 100\ \frac{Y_n}{Y_1}$$

Espectro (de frecuencia)
Es la representación de la amplitud de los armónicos en función de su orden o rango; el valor de los armónicos se suele expresar en porcentaje de la fundamental.

Factor de potencia y cos φ_1
Cuando hay armónicos, es importante no confundir estos dos términos, que son iguales solamente cuando las corrientes y tensión son perfectamente senoidales:
■ El factor de potencia (λ) es la relación entre la potencia activa P y la aparente S.

$$\lambda = \frac{P}{S}$$

■ El factor de defasaje ($\cos \varphi_1$) se refiere a las magnitudes fundamentales, por tanto:

$\cos \varphi_1 = \frac{P_1}{S_1}$. En régimen senoidal puro: $\cos \varphi_1 = \cos \varphi = \lambda$

Factor de deformación
Según CEI 146-1-1, es la relación entre el factor de potencia y el $\cos \varphi_1$:

$$v = \frac{\lambda}{\cos \varphi_1}$$

Siempre es menor o igual a 1.

Factor de cresta
Es la relación del valor de pico respecto al valor eficaz de una magnitud periódica:

$$F_c = \frac{Y_{pico}}{Y_{eficaz}}$$

Origen y transmisión

Cargas lineales y no lineales
Se dice que una carga es lineal cuando hay una relación lineal (ecuación diferencial lineal con coeficiente constante) entre la corriente y la tensión o, dicho de otra forma mas simple, una carga lineal absorbe una corriente senoidal cuando se alimenta con una tensión senoidal, pudiendo estar la corriente defasada un ángulo φ respecto a la tensión.
Cuando esta relación lineal no se cumple se habla de carga no lineal.
Esta absorbe una corriente no senoidal, por tanto corrientes armónicas, a pesar de estar alimentada por una tensión senoidal.

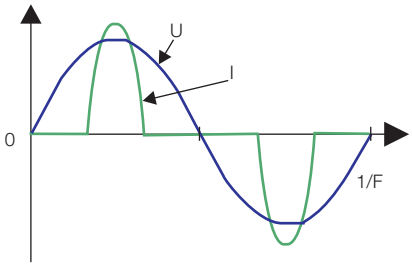


Fig. K4-056: *corriente absorbida por una carga no lineal.*

Distorsión de la tensión y distorsión de la corriente

Un receptor no lineal provoca caídas de tensión armónicas en los circuitos que alimentan. Hay que tenerlo presente para todas las impedancias aguas arriba hasta llegar a la fuente de tensión senoidal.

Por tanto, un receptor que absorbe corrientes armónicas tiene siempre una tensión no senoidal en sus bornes. La tasa global de distorsión armónica en tensión es la magnitud que caracteriza este fenómeno:

$$TDH(\%) = 100\,\frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{n=\infty}(Z_n \cdot I_n)^2}}{U_1}$$

Donde:

- Zn = la impedancia total de la fuente a la frecuencia del armónico n.
- In = valor eficaz del armónico n.

La deformación de la tensión es mayor cuando la carga es “deformante” y absorbe corrientes armónicas de orden elevado (impedancia de la fuente inductiva $2\pi \cdot f_1 \cdot n \cdot L$).

Recordemos que la tasa global de distorsión de la corriente es:

$$100\,\frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{n=\infty} I_n^2}}{I_1}$$

Para jerarquizar el comportamiento de los principales tipos de fuentes, la Fig. K4-57, muestra la variación de sus impedancias en función de la frecuencia.

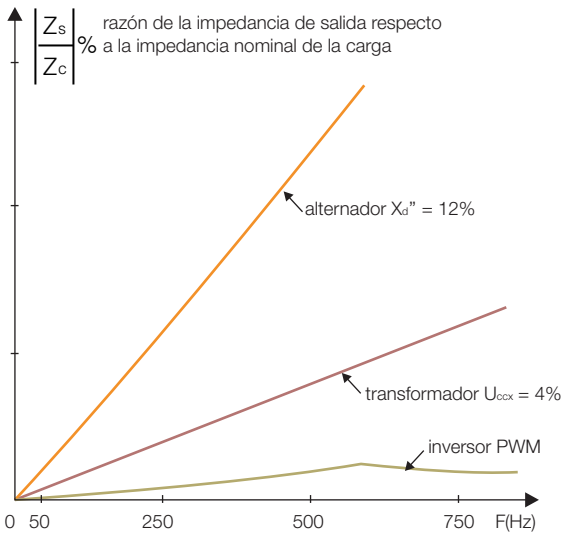


Fig. K4-057: *impedancia de salida de las diversas fuentes de tensión en función de la frecuencia.*

Las cargas deformantes

La mayor parte de cargas deformantes son convertidores estáticos.

Pueden ser pocos y de gran potencia o abundantes y de poca potencia, por ejemplo:

■ Las lámparas fluorescentes, los reguladores de luz.

■ Los ordenadores.

■ Los aparatos electrodomésticos (televisores, microondas, encimeras de inducción...).

Actualmente, la causa principal del aumento de la distorsión de la tensión de las redes, es la proliferación de aparatos de poca potencia.

A título informativo, la Fig. K4-058 muestra la forma de onda de la corriente absorbida por algunas cargas; la Tabla K4-059 da los valores de los espectros de los armónicos correspondientes (valores típicos).

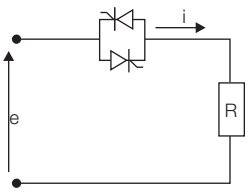
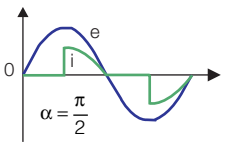
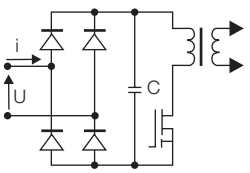
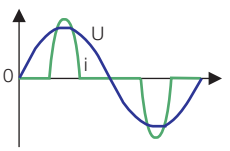
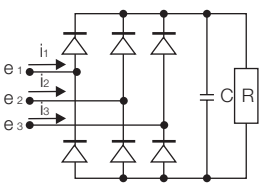
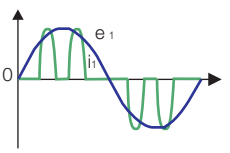
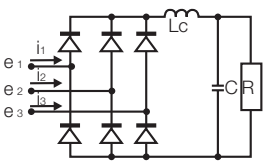
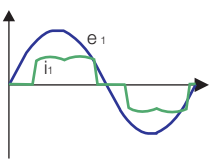
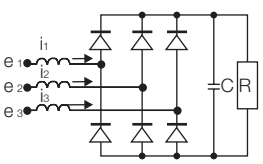
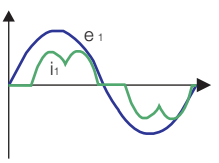
Convertidor	Esquema	Gráfica de corriente
1. Regulador de luz o de temperatura.		
2. Rectificador de una fuente de alimentación conmutada, por ejemplo: – De un ordenador – De un electrodoméstico		
3. Rectificador trifásico con entrada a condensador en la parte de corriente continua, por ejemplo, de un variador de velocidad para motores asíncronos		
4. Rectificador trifásico con autoinducción en el filtro en corriente continua, por ejemplo, de un cargador de batería.		
5. Rectificador trifásico con autoinducción de alisado en la entrada de la alimentación de corriente alterna de red, por ejemplo, de un SAI de gran potencia.		

Fig. K4-058: *curva de la corriente absorbida por diversas cargas no lineales.*

N.º	H_3	H_5	H_7	H_9	H_{11}	H_{13}	H_{15}	H_{17}	H_{19}
1	54	18	18	11	11	8	8	6	6
2	75	45	15	7	6	3	3	3	2
3	0	80	75	0	40	35	0	10	5
4	0	25	7	0	9	4	0	5	3
5	0	33	3	0	7	2	0	3	2

Tabla K4-59: *ejemplo del espectro de armónicos de las corrientes absorbidas por las cargas de la Fig. K4-058.*

Efectos perjudiciales de los armónicos

Efectos de los aparatos y sistemas de poca corriente:

■ La distorsión armónica puede provocar:

□ El mal funcionamiento de ciertos aparatos, que utilizan la tensión como referencia para el control de los semiconductores, o como base de tiempos para la sincronización de ciertos equipos.

□ Perturbaciones al crearse campos electromagnéticos. Así cuando los conductores de "baja intensidad" o de "transmisión de datos" están muy próximos a cables de gran potencia, recorridos por corrientes armónicas, pueden, por inducción, ser receptores de corrientes que pueden provocar fallos en el funcionamiento de los elementos conectados a ellos.

□ Por último la circulación de corrientes armónicas por el neutro provocan una caída de tensión en el conductor; así, si el sistema de puesta a tierra del neutro es el TN-C, las masas de los diversos equipos no quedan a la misma tensión, lo que por su propia naturaleza provoca perturbaciones en los intercambios de información entre receptores "inteligentes", y provoca la circulación de corrientes por las estructuras metálicas de los edificios y, por tanto, creación de campos electromagnéticos perturbadores.

Efectos en los condensadores

La impedancia de los condensadores disminuye al aumentar la frecuencia. Por tanto, si la tensión está deformada, por los condensadores que se usan para la corrección del cos φ circulan corrientes armónicas relativamente importantes.

Por otra parte, la existencia de inductancias en algún punto de la instalación tiene el riesgo de que se produzcan resonancias con los condensadores, lo que puede provocar aumentos de amplitud de los armónicos en los mismos.

En la práctica, hay que ir con mucho cuidado en no conectar nunca condensadores en instalaciones que tengan una tasa de distorsión armónica superior al 8%.

Efectos en los transformadores

Los armónicos producen pérdidas adicionales en los transformadores:

■ Pérdidas por efecto Joule en los bobinados, incrementadas por el efecto pelicular.

■ Pérdidas por histéresis y corrientes de Foucoult en los circuitos magnéticos.

Para valorar de alguna forma todas estas pérdidas, hay una fórmula empírica normalizada (NFC 52-114), que permite calcular el coeficiente de cambio de clase k, que hay que aplicar a un transformador:

$$k = \frac{1}{\sqrt{1 + 0{,}1 \sum_{n=2}^{n=\infty} H_n^2 \cdot n^{1{,}6}}} \quad ; \quad \text{siendo:} \quad H_n = \frac{I_n}{I_1}$$

■ Por ejemplo:

Si H5 = 25 %, H7 = 14 %, H11 = 9 %, H13 = 8%, el factor k es de 0,91.

Efectos en los alternadores

Como en los transformadores, los armónicos producen pérdidas adicionales en los bobinados y en el circuito magnético.

Los armónicos producen también acoplamientos pulsantes que provocan vibraciones y calentamientos adicionales en los amortiguadores.

Por último, siendo la reactancia subtransitoria relativamente importante, la tasa de distorsión armónica en tensión aumenta rapidísimamente cuando aumentan las corrientes armónicas.

En la práctica, se admite limitar la tasa de distorsión armónica en corriente a un valor inferior al 20%, con un límite del 5% para cada orden de armónico.

Para valores mayores hay que consultar con los fabricantes viendo el espectro de corriente que realmente absorbe cada carga.

Efecto en los cables y en especial, en el conductor neutro

Las corrientes armónicas provocan pérdidas adicionales en los conductores, incrementadas además por el efecto pelicular.

Cuando las cargas monofásicas absorben corrientes del 3.er armónico y sus múltiplos, es peor todavía, sus corrientes están en fase y se suman en el conductor del neutro.

Por ejemplo, con un 75% de armónicos de 3.er orden, la corriente que circula por el neutro es 2,25 veces la fundamental. En cambio, la corriente en cada fase es solamente, $\sqrt{1 + 0{,}75^2} = 1{,}25$ veces la fundamental.

Por tanto, cuando hay cargas no lineales, se debe de prestar una atención especial al dimensionamiento del conductor del neutro. En este caso, el régimen de neutro TN-C está absolutamente desaconsejado.

Las normas y recomendaciones

La electricidad se considera un producto y especialmente en Europa con la directiva del 25 de julio de 1985.

La norma EN 50160 define sus características principales en el punto de entrega de la energía al cliente de una red pública de BT, en concreto en cuanto a los valores de las tensiones armónicas (corresponde a la clase 2 de la Tabla K4-060).

Armónico de orden	Clase 1 (materiales y sistemas sensibles)	Clase 2 (redes públicas e industriales)	Clase 3 (para conexionado de grandes perturbadores)
2.º	2	2	3
3.º	3	5	6
4.º	1	1	1,5
5.º	3	6	8
6.º	0,5	0,5	1
7.º	3	5	7
8.º	0,5	0,5	1
9.º	1,5	1,5	2,5
10.º	0,5	0,5	1
11.º	3	3,5	5
12.º	0,2	0,2	1
13.º	3	3	4,5
TDH	5 %	8 %	10 %

Tabla K4-060: *tasa (en %) de las tensiones armónicas aceptables (compatibilidad).*

Se trata del nivel o grado de compatibilidad en términos de compatibilidad electromagnética (Tabla K4-061).

Niveles de perturbación	
Nivel de susceptibilidad	nivel a partir del cual se produce un mal funcionamiento de un material o un sistema.
Nivel de inmunidad	nivel de una perturbación soportada por un material o sistema.
Nivel de compatibilidad	nivel máximo especificado de perturbación que se puede alcanzar en un entorno o ambiente dados.
Nivel de emisión	nivel máximo permitido para un usuario en la red pública o para un aparato.

Tabla K4-061: *diversos niveles de perturbación para la coexistencia de equipos perturbadores (no lineales) y cargas sensibles.*

Además de esta norma europea, la norma CEI 1000 define los niveles máximos de los diversos órdenes de armónicos.

Para las redes públicas de BT: CEI 1000-2-2 y las recomendaciones CIGRE (Conferencia Internacional de Grandes Redes Eléctricas).

Para redes públicas de media y alta tensión: proyecto de norma CEI para media tensión y recomendaciones de la CIGRE

Para las instalaciones industriales de baja y media tensión: CEI 1000-2-4.
A título ilustrativo, la tabla extraída de esta norma indica los niveles de compatibilidad armónica, en tres tipos de situaciones diferentes (clases) Fig. K4-060.
Para evitar alcanzar estos niveles, hay que fijar los límites a las perturbaciones emitidas (niveles de emisión) para cada uno de los aparatos o bien para un conjunto de elementos respecto a su punto de conexión a la red eléctrica.
En BT y para los aparatos que absorben una corriente inferior a 16 A, está la norma CEI 1000-3-2 y, para los aparatos que absorben una corriente superior a 16 A, el proyecto de guía CEI 1000-3-4.
Para aplicaciones industriales no hay norma, pero sí que hay una especie de consenso sobre las etapas de la autorización de la conexión a la red pública:
■ La primera, la aceptación automática, para potencias bajas respecto a la potencia contratada.
■ La segunda, la aceptación con reservas (el que un único usuario no sobrepase los niveles del orden de la mitad de los niveles de compatibilidad).
■ La tercera, la aceptación, excepcional y provisional cuando el nivel anterior se sobrepasa.
Por último, para garantizar un buen funcionamiento de los aparatos, es necesario que éstos puedan soportar niveles de compatibilidad indicados en la Tabla K-061, en el caso de que estos niveles puedan sobrepasarse, lo que se admite de modo transitorio; es su nivel de inmunidad.

4.4.2. Las soluciones tradicionales

Las soluciones que abordamos se presentan en función del objetivo deseado, ya sea para el tratamiento de elementos perturbadores o sensibles.
Estas soluciones consisten en la utilización de elementos pasivos: inductancias, condensadores, transformadores... y/o una transformación en el circuito de la instalación.

En la mayoría de los casos, la tendencia es, pretender una disminución de la tasa de distorsión (TDH) en la tensión, para quedar a un nivel tolerable por los elementos sensibles.

Reducir las corrientes armónicas de las cargas perturbadoras

Independientemente de la solución ideal, la de no utilizar elementos perturbadores, es posible limitar las corrientes armónicas de ciertos convertidores intercalando entre el punto de conexión y su entrada una inductancia, llamada de alisado. Esta disposición se utiliza frecuentemente con rectificadores que disponen de condensadores a la entrada; esta inductancia puede estar entre las opciones propuestas por el fabricante.
Pero esta solución disminuye la tasa global de distorsión en tensión, aguas arriba de la inductancia, pero la aumenta en los bornes de la carga no lineal.

Disminuir la impedancia armónica de la fuente

En la práctica se reduce en conectar el elemento perturbador directamente a un transformador de la mayor potencia posible, o escoger un generador con baja impedancia armónica (ver Fig. K4-062).

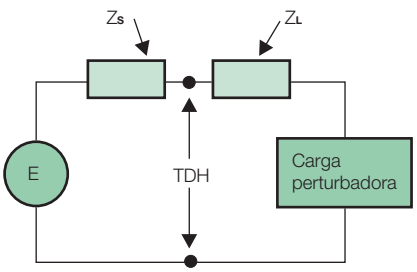


Fig. K4-062: *añadir una inductancia aguas abajo o disminuir la impedancia de la fuente aguas arriba implica una disminución de la TDH de la tensión en el punto considerado.*

Actuar en la estructura de la instalación

Hay que evitar conectar un receptor sensible en paralelo con cargas no lineales o perturbadoras.

a) Solución a evitar.

b) Solución preferible.

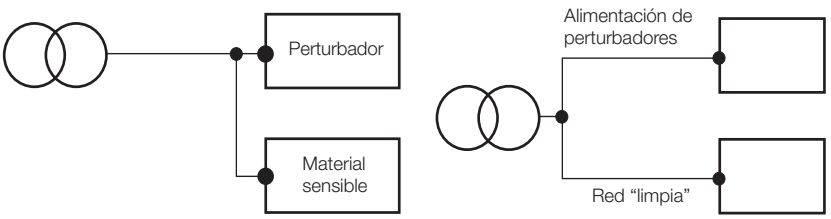


Fig. K4-063: *una disminución en “Y” permite el desacoplamiento por las impedancias naturales y/o adicionales.*

Cuando se tiene un equipo de gran potencia fuertemente perturbador es aconsejable alimentarlo directamente desde un transformador de MT/BT independiente.

“Acorralar” los armónicos

Consiste en limitar la circulación de los armónicos a la parte más pequeña posible de la instalación, con la ayuda de transformadores de acoplamiento adecuados. Una solución interesante es la utilización de transformadores con el primario en

estrella (sin neutro) y el secundario en zigzag. Este acoplamiento permite tener el mínimo de distorsión en el secundario. En efecto, en este caso, las corrientes armónicas de 3.er orden no circulan por el primario del transformador y la impedancia Zs depende sólo de los arrollamientos del secundario. La inductancia es muy baja: Uccx = 1 % y la resistencia se reduce poco más o menos a la mitad, comparada con la de un transformador DY de la misma potencia.
La Fig. K4-064 y el cálculo adjunto permiten entender por qué las corrientes de pulsación 3 k no se encuentran en el primario del transformador (corriente homopolar nula).
Por ejemplo, la corriente que circula por el arrollamiento primario (N_1), vale:

$$\frac{N_2}{N_1}(i_1 - i_3) \text{ con } i_1 = I_1\,(3k) = I \cdot \text{sen}\,(3k \cdot \omega t)$$

$$i_3 = I_3\,(3k) = I \cdot \text{sen}\,3k\left(\omega t - \frac{4\pi}{3}\right) = I \cdot \text{sen}k\left(3\omega t - 3\,\frac{4\pi}{3}\right) =$$

$$= I \cdot \text{sen}\,(3k \cdot \omega t) = i_1$$

$$\text{de donde: } \frac{N_2}{N_1}(i_1 - i_3) = 0$$

$$\frac{N_2}{N_1}(i_1 - i_3)$$

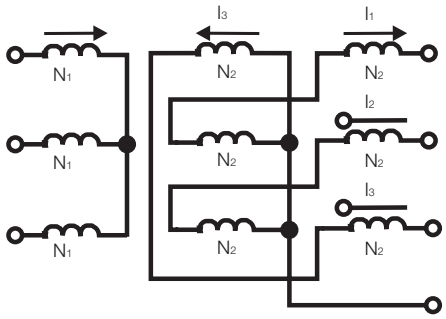


Fig. K4-064: *Transformador con el secundario en zigzag y atenuación del 3.er orden.*

En el caso de cargas trifásicas es posible eliminar ciertos rangos de armónicos utilizando transformadores o autotransformadores con varios secundarios desfasados; esta disposición se usa, sobre todo, en el caso de rectificadores de potencia.
El más conocido de estos montajes es el rectificador constituido por dos puentes en serie o en paralelo, alimentados por un transformador con dos secundarios, uno en estrella y otro en triángulo. Esta disposición produce un desfasaje de 30 grados entre las tensiones de los secundarios. El cálculo muestra que los armónicos de rango 6 k+/–1, con k impar, se eliminan en el primario del transformador. Los primeros armónicos eliminados, que son precisamente los más importantes por su amplitud, son para k = 1, los armónicos 5.º y 7.º. Los primeros armónicos que se encuentran son entonces el 11.º y el 13.º.
Es posible generalizar esta propiedad aumentando el número de diodos y el número de secundarios del transformador o del número de transformadores, escogiendo correctamente los desfasajes relativos de cada uno de los secundarios.
Esta solución se usa mucho en el caso de rectificadores de muy alta potencia, consiguiendo fácilmente el reparto de corrientes entre las diversas ramas del puente. Se usa normalmente en los rectificadores para electrólisis (hasta 72 fases).
Un caso especialmente interesante es el de los SAI, conectados en paralelo.
En efecto, en este caso, los onduladores se reparten las corrientes de salida y los rectificadores que los alimentan absorben corrientes idénticas.

Utilización de inductancias antiarmónicos

Esta disposición consiste en proteger los condensadores destinados a mejorar el factor de potencia, colocándoles una inductancia en serie.
Esta inductancia se calcula para que la frecuencia de resonancia no corresponda con ninguno de los armónicos presentes. Las frecuencias típicas de resonancia, para una fundamental de 50 Hz son: 135 Hz (armónicos 2.º y 7.º), 190 Hz (armónicos 3.º y 8.º) y 225 Hz (armónicos 4.º y 5.º).
Así, para la fundamental, la batería de condensadores puede asegurar su función de mejora del cos φ, mientras que la gran impedancia de la inductancia limita la amplitud de las corrientes armónicas.
Los escalones de los condensadores deben tener en cuenta ciertas frecuencias de resonancia para priorizarlas.

Las baterías automáticas Rectimat 2 clase SAH 400 V incorporan inductancias antiarmónicos sintonizados a 215 Hz (ver capítulo E del Volumen 1).
La inductancia antiarmónica permite proteger una batería de condensadores contra las sobrecargas armónicas.
El esquema de la Fig. K4-065, es el esquema de referencia.

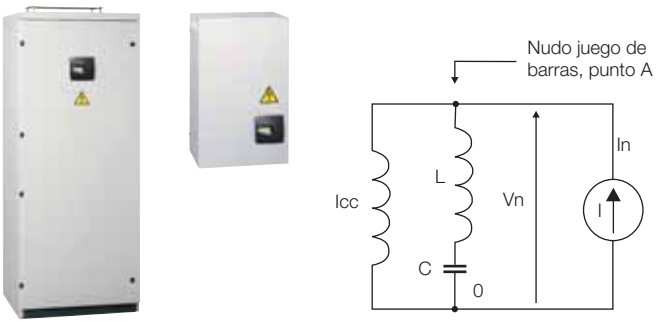


Fig. K4-065: *esquema (base) simplificado del circuito.*

En este montaje la elección de la inductancia (L) es tal que la rama L-C tiene el carácter inductivo en la gama de frecuencias armónicas.
■ L = inductancia antiarmónica.
■ C = condensador de compensación de reactiva.
Así por principio, la frecuencia de resonancia fr de esta rama se situará por debajo de la gama de frecuencias del espectro (los armónicos de circulación por la red) de las fuentes perturbadoras, y las corrientes armónicas inyectadas por esta última se reparten en proporción inversa a las impedancias. Hay pues pocas corrientes armónicas circulando por la rama L-C, lo cual protege los condensadores, y la mayor parte de las corrientes armónicas circulan por el resto de la red, sobre todo a través de la impedancia de cortocircuito.
La impedancia de la red vista desde el juego de barras de conexión de la rama L-C se comporta según muestra la curva de la Fig. K4-066.

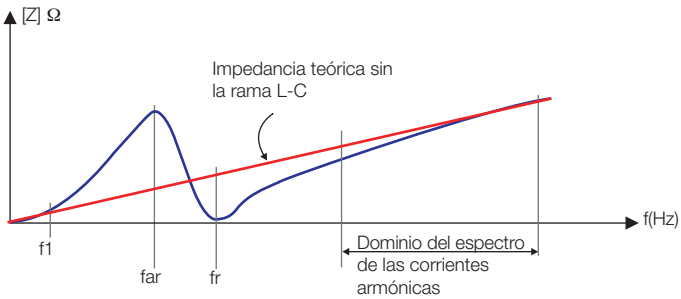


Fig. K4-066: *comportamiento característico de las inductancias antiarmónicos.*

El empleo de una inductancia antiarmónica presenta dos ventajas:
■ Suprime el riesgo de fuertes corrientes armónicas en los condensadores.
■ Suprime correlativamente las fuertes distorsiones de la tensión de la red, bajándolas a umbrales bajos especificados.
Sin embargo hemos de tomar precauciones:
■ No pueden situarse otras baterías de condensadores en proximidad, que puedan dar, por antirresonancia, un carácter capacitativo a la red, en el espectro de las frecuencias de los armónicos.
■ Se ha de vigilar no colocar la antirresonancia a una frecuencia próxima a la de telemando del distribuidor de energía.
Son habituales frecuencias de telemando de 175 a 188 Hz y existe un acuerdo de utilizar las inductancias antiarmónicos en rangos de 4,5 a 4,8, que para una red de 50 Hz corresponden frecuencias de: fr = 225 a 240 Hz.
■ A causa del espectro continuo, la inductancia antiarmónicos no se debe utilizar, de forma generalizada con hornos de arco. En algunos casos particulares se han utilizado pero con muchas precauciones.

Filtros pasivos de armónicos

Al revés que en el caso anterior, se trata aquí de utilizar un condensador en serie con una inductancia a la entrada para obtener la resonancia con un armónico de una frecuencia dada.
Este montaje, puesto en derivación sobre la instalación, presenta una inductancia muy baja a la frecuencia de resonancia, y se comporta como un cortocircuito para el armónico considerado.
Es posible utilizar simultáneamente varios conjuntos sintonizados a frecuencias diferentes para eliminar varios rangos de armónicos.
Los filtros pasivos contribuyen además a compensar la energía reactiva de la instalación.
Aunque aparentemente simple, este principio exige un cuidadoso estudio de la instalación, porque si el filtro se comporta perfectamente como un cortocircuito para la frecuencia deseada, puede tener el riesgo de resonancia con las otras inductancias de la red a otras frecuencias y correr el riesgo de que la instalación aumente los niveles de armónicos que antes no eran perjudiciales.

4.4.3. Convertidores “limpios” y compensadores activos

Introducción

En el apartado 4.2, página K/253, hemos recordado las técnicas y los sistemas pasivos utilizados para reducir las perturbaciones producidas por los armónicos. Todos estos sistemas se basan en la modificación de las impedancias, que en ciertos dimensionados se oponen a algunos ratios de armónicos.
Hay otros caminos para controlar la impedancia que pasan por la utilización de convertidores estáticos. Cada vez con mejores prestaciones, al ir incorporando las mayores prestaciones de los semiconductores de potencia que su optimización nos ofrece.

Tecnología	V	A	F (kHz)
Transistor			
MOS	500	50	50
Bipolar	1.200	600	2
IGBT	1.200	600	10
Tiristor			
GTO	4.500	2.500	1

Tabla K4-067: *características típicas del uso de semiconductores de potencia en los convertidores estáticos.*

Los IGBT han permitido el desarrollo industrial de convertidores de potencia, con muestreo senoidal, capaces de garantizar la no producción de perturbaciones en el punto de conexión, y además facilitan el desparasitaje de las redes (con filtros compensadores activos):

■ El muestreo senoidal es una técnica que permite a los convertidores estáticos, absorber una corriente muy próxima a una senoide y, además, con un cos φ próximo a la unidad. Es una técnica muy interesante que cada día va creciendo su aplicación.

■ El filtro activo es un dispositivo que utiliza, al menos, un convertidor estático para satisfacer la función de "compensación activa de armónicos".

Este término genérico agrupa por tanto una multitud de sistemas que se diferencian por:

□ El número de convertidores utilizados y su forma de asociación.

□ Su tipo (fuente de tensión, fuente de corriente).

□ Las leyes generales de regulación aplicadas (compensación en corriente o en tensión).

□ La adición eventual de componentes pasivos (incluso los filtros pasivos).

Todos estos sistemas activos tienen un común, todos generan tensiones o corrientes que se oponen a los armónicos creados por las cargas no lineales.

La realización más típica es la que muestra la Fig. K4-068, que se suelen clasificar como de topología "shunt" o "paralelo" (su estudio lo realizaremos en el apartado 4.4.4., página K/295).

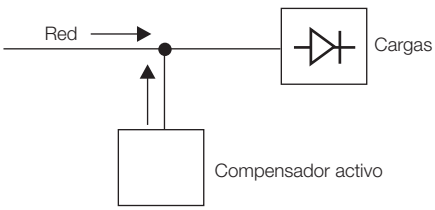


Fig. K4-068: *compensador activo tipo "shunt" produce una corriente armónica que anula los armónicos de la corriente del lado de la red.*

■ El compensador activo "serie", Fig. K4-069, sólo se citará como recordatorio testimonial, porque se usa muy poco. Su misión es la de permitir la conexión de una carga sensible a una red perturbada, para bloquear las tensiones armónicas que proceden de las fuentes aguas arriba. Pero, de hecho, esta solución tiene poco interés para anular las perturbaciones aguas arriba, porque:

□ La "calidad" de la energía en el punto de conexión es, en la mayoría de los casos, satisfactoria.

□ No es fácil la inserción de un módulo "en serie", por ejemplo, porque tendría que soportar las corrientes de cortocircuito.

□ En una red es más eficaz actuar sobre las mismas causas de la distorsión de la tensión (las fuentes de corrientes armónicas).

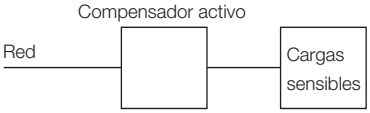


Fig. K4-069: *el compensador activo tipo "serie" produce una tensión armónica que garantiza una tensión senoidal en los bornes de la carga.*

Entre las numerosas variantes llamadas "híbridas", nos interesaremos por el tipo de "serie/paralelo" añadiéndole compensadores activos y pasivos, Fig. K4-070,

que tiene un gran interés en la depuración de armónicos, al colocarlos lo más cerca posible de los convertidores de gran potencia.

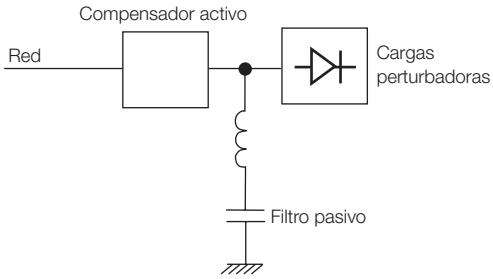


Fig. K4-070: *compensador híbrido tipo "serie/paralelo".*

En este manual práctico no se pretende realizar un tratado de armónicos, simplemente orientar en las soluciones más genéricas por su utilidad; por tanto solamente se expondrán las alternativas más utilizadas convencionalmente para cumplir la UNE-EN 50160.

Antes de profundizar en detalles sobre los convertidores "limpios" y los "compensadores activos", es importante destacar que existe una cierta identidad tecnológica entre estos dos dispositivos. En efecto:

■ Cuando el sistema de control del puente rectificador (que forma parte, por ejemplo, de una etapa elevadora BOOST), hace circular una pequeña corriente, simplemente para crear la fundamental, hablamos de un muestreo senoidal, y el rectificador se califica como "limpio".

■ Cuando la referencia de corriente aplicada a este mismo control es, por ejemplo, igual al contenido de armónicos de la corriente absorbida por la carga no lineal, entonces el rectificador consigue la anulación total de los armónicos en el punto de conexión: se trata de un compensador activo.

Así una misma configuración de potencia puede cumplir dos tipos de necesidades distintas que son la de no producir perturbaciones y la de eliminarlas; sólo se diferencian por la forma de plantear el sistema de control.

a) Convertidor "limpio". b) Compensador activo.

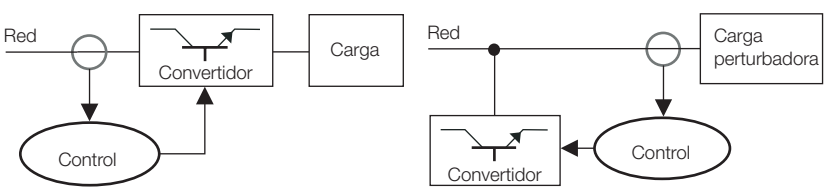


Fig. K4-071: *convertidor "limpio" y "compensador activo".*

Convertidores "limpios"

Se trata de rectificadores, de cargadores de baterías, de variadores de velocidad para motores de corriente continua o de convertidores de frecuencia...; en todos ellos, el elemento directamente conectado a la red es siempre un puente rectificador.

Es éste, el mismo componente y, de forma general, la etapa de entrada (potencia y su control), es el que determina el comportamiento en cuanto a armónicos del sistema completo.

Principio de muestreo senoidal (en monofásica)

Consiste en forzar que la corriente absorbida sea senoidal.

Los convertidores limpios utilizan normalmente técnicas de modulación de ancho de impulso, reconocida ordinariamente como PWM (Pulse Width Modulación).

Se pueden distinguir dos grandes familias, según que el rectificador actúe como una fuente de tensión, que es lo más frecuente, o como una fuente de corriente:

■ Convertidor con fuente de tensión.

En este caso, el convertidor se comporta, con respecto a la red, como una fuerza contraelectromotriz, un "generador de tensión senoidal" (Fig. K4-072), y la corriente senoidal se obtiene intercalando una inductancia entre la red y la fuente de tensión.

La modulación de la tensión se obtiene por medio de un seguimiento encaminado a mantener la corriente lo más próxima posible a la senoide que se quiere conseguir.

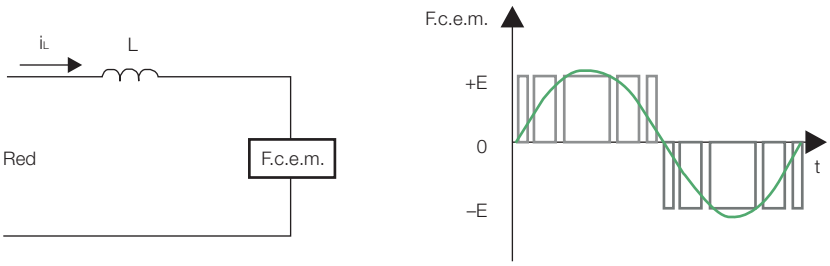


Fig. K4-072: *esquema monofásico equivalente a un convertidor de tensión por modulación de ancho de impulso (PWM).*

Incluso si otras cargas no lineales aumentan la tasa de distorsión de la tensión de red, la regulación puede actuar para proporcionar una corriente senoidal.

La frecuencia de las pequeñas corrientes armónicas residuales es la frecuencia de modulación y sus múltiplos.

Esta frecuencia depende de las prestaciones de los semiconductores que se utilizan (Tabla K4-067, página K/283).

■ Convertidor fuente de corriente.

El convertidor se comporta como un "generador" de corriente troceada.

Para restituir, al lado de red, una corriente senoidal, es indispensable un filtro pasivo relativamente grande.

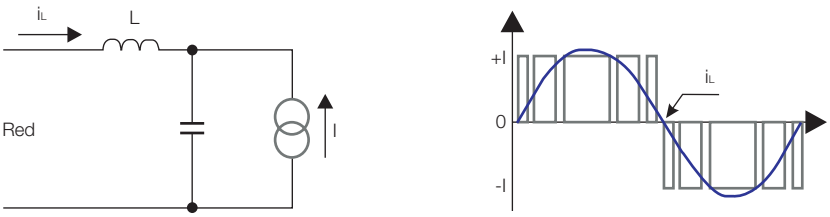
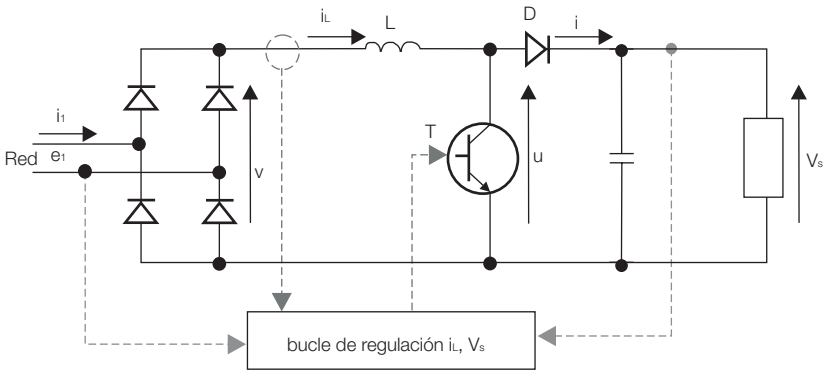


Fig. K4-073: *esquema monofásico equivalente a un rectificador de corriente por modulación de ancho de pulso (PWM).*

Este tipo de convertidor se utiliza en aplicaciones específicas, por ejemplo, para proporcionar corriente continua perfectamente regulada.

Principio de instalación de un "convertidor de tensión"

Debido a su simplicidad de construcción, el esquema de la Fig. K4-074 es el más frecuentemente utilizado. Por ejemplo: algunos SAI de Merlin Gerin utilizan el principio de generador de tensión.



Visto desde la fuente, el convertidor se debe comportar como una resistencia: i_1 senoidal en fase con e_1 (cos $\varphi = 1$).
Mediante el mando del transistor T, la regulación fuerza i_L para que siga una referencia de corriente del tipo senoidal rectificada, con un rectificador de doble onda. Por este motivo, necesariamente, la forma de i_1 es senoidal y está en fase con e_1. Además, para mantener en la salida la tensión V_s a su valor nominal, la regulación actúa sobre el valor medio de i_L.

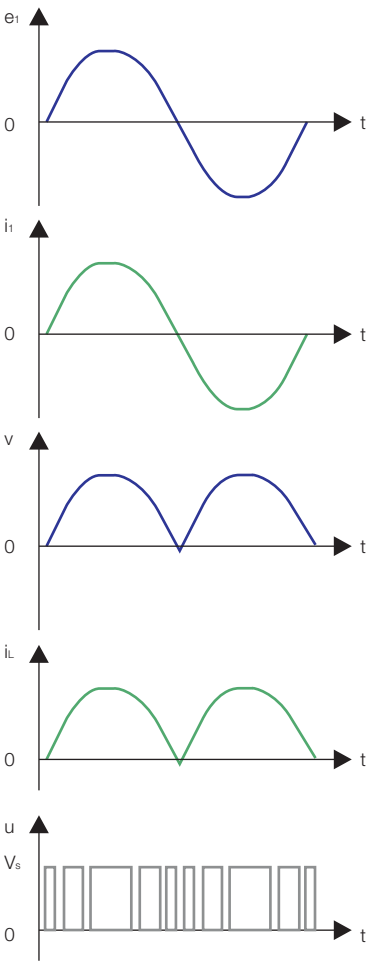


Fig. K4-074: *esquema de principio del rectificador monofásico con muestreo senoidal.*

El transistor T (que normalmente es de tecnología MOS) y el diodo D forman el modulador de tensión. La tensión (u) pasa así de 0 a V_S, segun el estado de conducción o bloqueo del transistor T.
Cuando el transistor T conduce, la corriente en la inductancia L no puede más que aumentar, puesto que la tensión v es positiva, y u = 0.

Se tiene entonces: $\frac{di}{dt} = \frac{e}{L} > 0.$

Cuando el transistor T está bloqueado, la corriente en L disminuye, con la condición de que V_S sea mayor que v, sucediendo que: $\frac{di}{dt} = \frac{e - V_S}{L} < 0.$

Esta condición necesita que la tensión V_S sea mayor que la tensión de pico de v, es decir, el valor eficaz de la tensión alterna multiplicado por $\sqrt{2}$.
Si se cumple esta condición, es posible en todo momento hacer aumentar o disminuir la corriente en L. Controlando respectivamente los tiempos de conducción y bloqueo del transistor T, es también posible forzar la variación en el tiempo de la corriente en L.
La Fig. K4-075, muestra como varía la corriente i_L respecto al valor de la referencia.

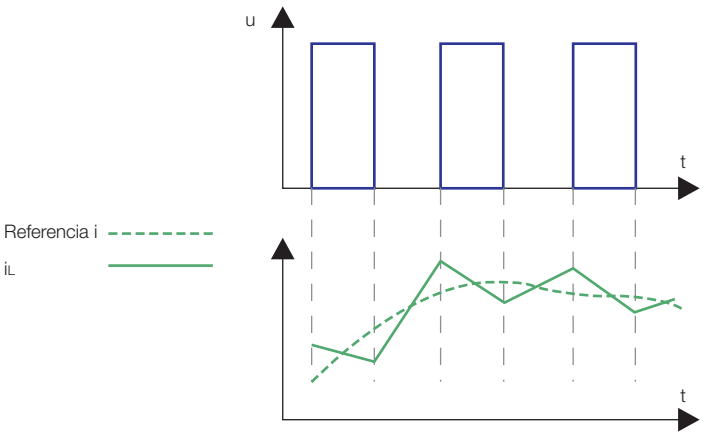


Fig. K4-075: *variación de la corriente i_L respecto a la referencia.*

Las diferencias de i_L respecto a la senoide son tanto menores cuanto más cortos son los tiempos de conmutación de T, es decir, que la frecuencia de corte es mayor. En este caso, la corriente i_L es muy próxima a la corriente senoidal rectificada, y la corriente de línea i_1 es entonces necesariamente senoidal.
La Fig. K4-076, representa la variación en el tiempo y el espectro de armónicos de la corriente generada por una unidad rectificadora "limpia" de un SAI de 2,5 kVA. El transistor es un MOS, y la frecuencia de corte es de 20 kHz.

a) Gráfica corriente tiempo:

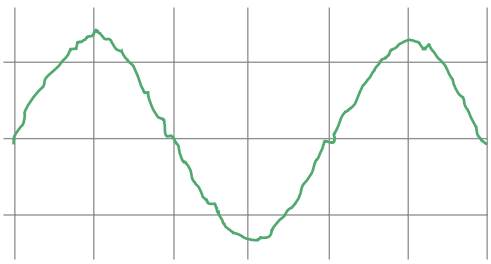


Fig. K4-076: *corriente aguas arriba de un rectificador monofásico "limpio" (SAI de 2,5 kVA - tipo PULSAR-PSX).*

b) Descomposición del espectro:

Rango	Porcentaje máx. en % de I, según CEI 1000-3-2	Valores típicos sin muestreo senoidal (U_{ccx} = 1%)	Valor medio
3	14,65%	81%	8,03%
5	7,26%	52%	2,94%
7	4,90%	24%	3,15%
9	2,55%	6%	1,65%
11	2,10%	7%	1,09%
13	1,34%	6%	1,07%

Los armónicos de la corriente absorbida están muy atenuados respecto a una alimentación conmutada que no utilice el sistema de control por “muestreo senoidal” y su nivel es mejor que el exigido por la norma.
El filtrado de los rangos ⩾ 20 kHz es sencillo y no es caro.

Montajes trifásicos

El esquema básico es el de la Fig. K4-077.

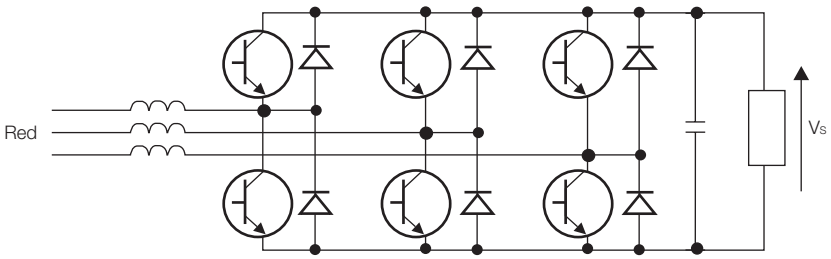


Fig. K4-077: *rectificador trifásico con muestreo senoidal.*

Encontramos también aquí el montaje de la Fig. K4-073, en el que la autoinducción está antes que el rectificador: el principio de funcionamiento es el mismo.
El sistema de control gobierna cada rama de potencia, y fuerza la corriente absorbida de cada fase a seguir la muestra senoidal.
Hoy en día no hay en el mercado convertidores trifásicos de este tipo, porque su coste adicional es importante. La evolución de la normalización puede obligar a utilizarlos.

El compensador activo “shunt”

Principio de funcionamiento

Podemos ilustrar el concepto de compensador activo “shunt” mediante una analogía electroacústica.

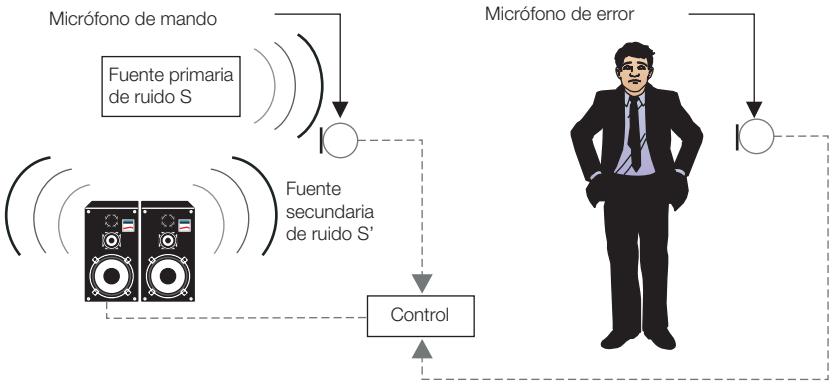


Fig. K4-078: *principio de contrarruido acústico.*

El observador no oye la fuente de ruido S si una fuente secundaria S' genera un contrarruido.
Las ondas de presión generadas por el altavoz son de la misma amplitud y en oposición de fase respecto a las de la fuente: es el fenómeno de las interferencias destructivas.
Esta comparación permite aclarar el concepto mismo del compensador activo "shunt": el objetivo es minimizar, o incluso anular, en el punto de conexión los armónicos de la corriente, o tensión, inyectando una corriente o una tensión, adecuadas.

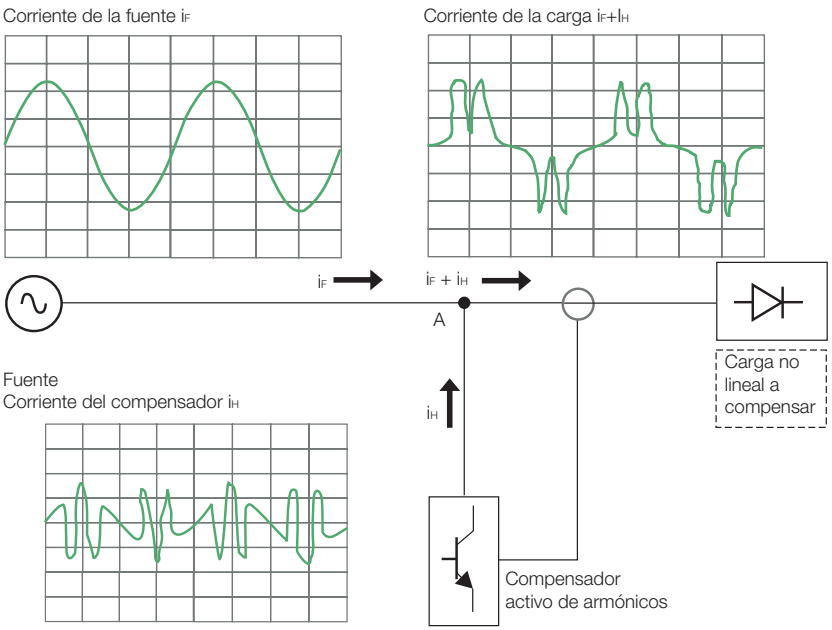


Fig. K4-079: *principio de compensación de las componentes armónicas por medio de un compensador "shunt".*

Con la condición que el dispositivo sea capaz de inyectar en cada instante una corriente, cuya componente armónica sea de la misma amplitud que la de la carga y en oposición de fase, entonces la suma algebraica de la corriente en A garantiza que la corriente entregada por la fuente es una senoide pura.
La combinación de "carga perturbadora + compensador activo" constituye una carga lineal, en que la corriente y la tensión están relacionadas por un coeficiente k.
Este tipo de dispositivo resulta especialmente válido para la depuración de las redes de BT, sea el que sea el punto de conexión escogido y el tipo de carga, porque este dispositivo se autoadapta.
Conseguimos así, según el nivel de inserción:
■ Una compensación local: si el compensador está asociado a una carga no lineal.
■ Una compensación general: si la conexión se realiza, por ejemplo, a nivel del Cuadro General de BT de la instalación.
El compensador activo "shunt" constituye por tanto una fuente de corriente independiente de la impedancia de la red, y tiene las características intrínsecas siguientes:
■ Su banda pasante es suficiente para garantizar la supresión de las componentes armónicas mayoritarias, estadísticamente hablando, de la corriente de carga. Típicamente, consideramos que el margen H2-H23 es válido, porque cuanto más elevado es el orden, menor es la amplitud de los armónicos.
■ Su tiempo de respuesta es tal que la compensación de armónicos es efectiva

no sólo en régimen estable, sino incluso en régimen transitorio “lento”, algunas decenas de ms.

■ Su potencia permite atender los objetivos de compensación fijos, lo que no garantiza necesariamente la compensación total y permanente de los armónicos generados por las cargas.

Supuesto que se cumplan simultáneamente estos tres objetivos, entonces el compensador activo “shunt” constituye un excelente compensador, porque se autoadapta y no tiene riesgo alguno de interacción con la impedancia de la red.

Hay que destacar también que la misión de este dispositivo no es poner en fase las componentes fundamentales de U y de I: la inserción de un compensador activo no tiene ninguna influencia sobre el factor de potencia. Sin embargo, si la carga a compensar es un “rectificador polifásico”, sí que consigue mejorar realmente de forma apreciable el factor de potencia general, puesto que el factor de deformación se acerca a la unidad y el cos φ de un rectificador, no controlado, es también próximo a la unidad. Pero se trata más de un efecto secundario, que el objetivo fundamental.

Estructura del compensador activo tipo “shunt”

El compensador “shunt” se descompone en dos subconjuntos (Fig. K4-080):

■ El de potencia: filtro de entrada, ondulador reversible y elementos de almacenamiento.

■ El de control: generación de las referencias, regulación de tensión y de corriente, control del seguimiento del convertidor.

Respecto al convertidor con referencia senoidal, citado en el apartado anterior, la diferencia esencial está en el control y la toma de muestras para la referencia, porque la muestra ya no es una senoide de 50 Hz. Si el elemento de almacenamiento es un condensador o una batería, la estructura del convertidor es similar a la etapa de entrada del convertidor con muestra senoidal (Fig. K4-081).

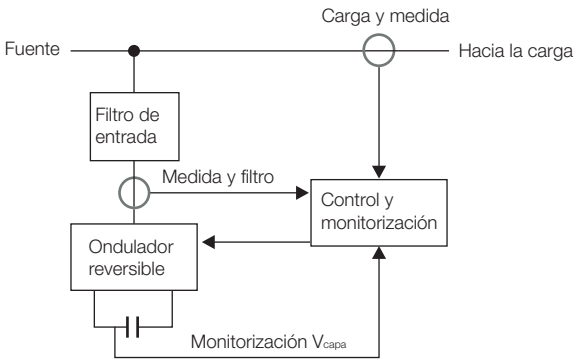


Fig. K-080: *diagrama de bloques del funcionamiento de un compensador activo “shunt”.*

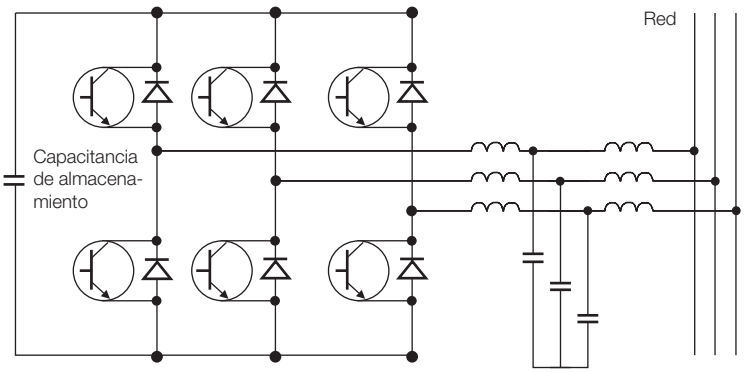


Fig. K4-081: *esquema del compensador activo “shunt” con almacenamiento capacitativo.*

También puede usarse una inductancia.

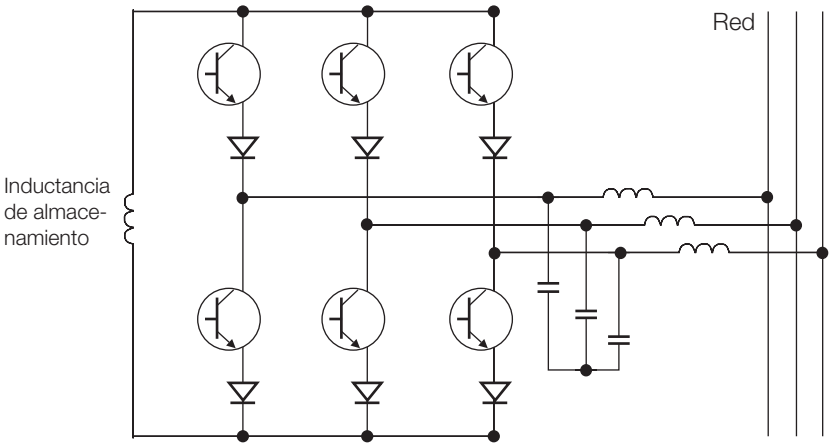


Fig. K4-082: *esquema del compensador activo "shunt" con almacenamiento inductivo.*

En el marco de la gama SINEWAVE, Merlin Gerin ha escogido el almacenamiento capacitativo porque tiene mayor interés en aspectos técnicos y económicos: banda pasante más ancha, filtro de entrada más sencillo.
Además, la estructura capacitativa está técnicamente muy próxima a los onduladores o inversores.

La electrónica de control y monitorización
Tiene la misión principal de gobernar los semiconductores de potencia y para esto debe de:
■ Controlar la carga de los condensadores (c) cuando se les aplica la tensión.
■ Regular la tensión de los bornes de c.
■ Generar y dar las órdenes de conducción y bloqueo del rectificador cuando funciona como inversor, de tal forma que, en cada momento, el compensador activo produzca una corriente que compense las corrientes armónicas perturbadoras (Fig. K4-079, página K/290).
Existen dos formas de tratar la señal:
■ La primera se califica como de tiempo real, y se adapta especialmente a cargas con variaciones muy rápidas de su espectro de armónicos. Puede utilizar el método llamado de "detección síncrona" o usar las transformaciones de Clark.
■ La segunda se califica de tiempo diferido o tiempo no real, y se adapta a las cargas en las que la composición de las corrientes armónicas absorbidas varía poco 0,1 s. Utiliza el principio de análisis de frecuencias y se basa en la transformación de Fourier.
Este método permite dar un tratamiento global o selectivo de los armónicos de diversos órdenes.

Ejemplo de prestaciones conseguidas con receptores no lineales
En estos ejemplos los receptores no funcionan a plena carga, porque la tasa de TDH es mínima a plena carga.
En el ejemplo que sigue, TDH es del 30% a plena carga, en cambio, es del 80% con una carga del 20%.
■ Caso de un SAI.
Un compensador activo tipo "shunt" se conecta en paralelo sobre un SAI trifásico de 120 kVA. Las formas de la corriente (gráfica corriente-tiempo) son:

a) Corriente de la carga.
(TDH = 80%, I_{eff} = 44 A)

b) Corriente de la fuente.
(TDH = 4,6%, I_{eff} = 35 A)

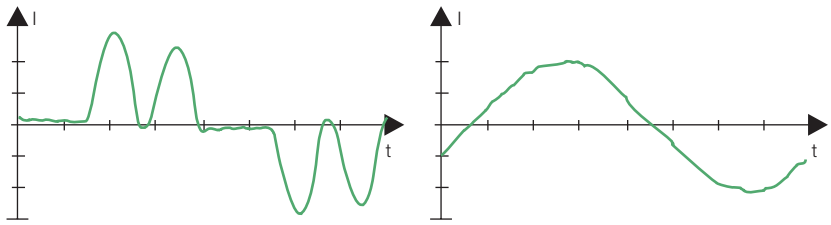


Fig. K4-083: *compensador activo "shunt" asociado a un SAI. Formas de onda de las corrientes en función del tiempo (carga 20%).*

El espectro de la corriente absorbida por la carga se ve en la Fig. K4-084, que corresponde a una distorsión armónica del 80,8%.

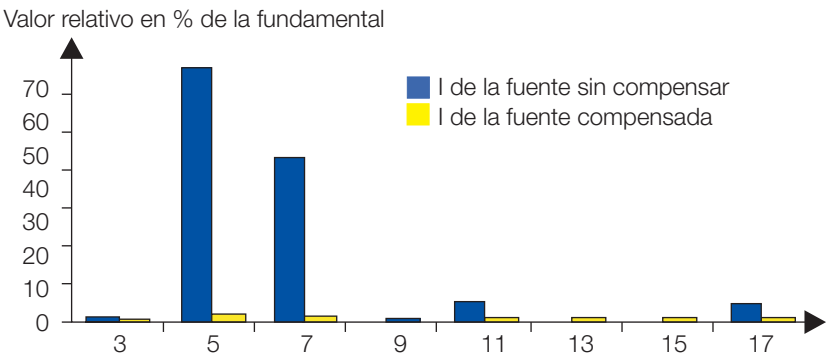


Fig. K4-084: *espectro de la corriente de la fuente.*

La utilización del compensador activo "shunt" produce una gran atenuación de la TDH (I), reduciendo del 80,8% al 4,6%.
La corriente eficaz baja casi el 20%, y el factor de potencia aumenta en un 30%.

Características de la corriente	Sin compensador activo	Con compensador activo
Ieff (A)	44,1	35,2
Factor de cresta	1,96	1,52
TDH (I) en %	80,6	4,6
Factor de potencia	0,65	0,86
Cos φ_1	0,84	0,86
Ieff armónica (A)	27,7	1,6

Tabla K4-085: *compensador activo "shunt" con un SAI: valores medios.*

■ Caso de un convertidor de frecuencia.
Se conecta un convertidor activo en paralelo con un variador de velocidad de un motor asíncrono de 37 kW de potencia funcionando a media carga.
Las formas de onda en función del tiempo son las de la Fig. K4-086, que corresponde a una distorsión armónica del 162% para esa corriente de carga.

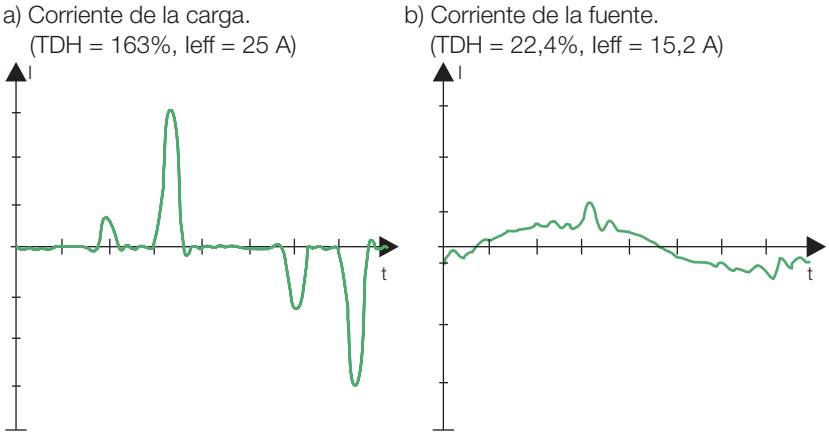


Fig. K4-086: *compensador activo "shunt" con un variador de velocidad. Formas de onda corriente/ tiempo, a media carga.*

La Fig. K4-087 muestra el espectro de armónicos de las corrientes de la fuente y de la carga.

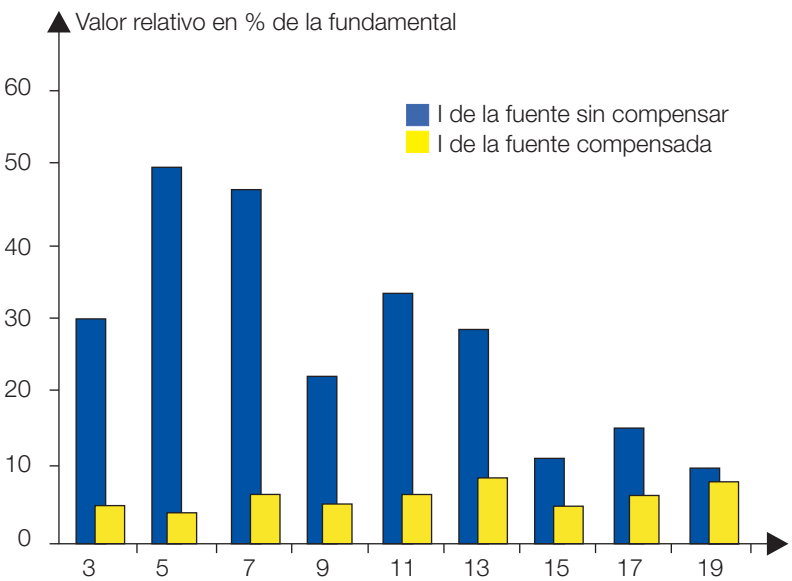


Fig. K4-087: *compensador activo "shunt" con un variador de velocidad. Espectro de armónicos de la corriente de la fuente.*

La instalación de un compensador activo "shunt" produce una gran atenuación de la TDH (I), reduciéndola en un 22,4%. La corriente eficaz baja en un 40%. (Fig. K4-087 y Tabla K4-088).

Características de la corriente a media carga	Sin compensador activo	Con compensador activo
Ieff (A)	44,1	35,2
Ieff (A)	25,9	15,2
Factor de cresta	3,78	1,95
TDH (I) en %	163	22,4
Ieff armónica (A)	21,7	3,3

Tabla K4-088: *compensador activo "shunt" asociado a un variador de velocidad: características de la corriente.*

Las prestaciones son menores que en el caso anterior (SAI) porque las fluctuaciones de la corriente de línea son mucho más rápidas. En este caso particular, ha sido conveniente añadir en la línea una autoinducción 0,3 mH. La Tabla K4-089 refleja bien un aumento de la eficacia.

Características de la corriente a plena carga	Con compensador activo y autoinducción en la línea
Ieff (A)	57,6
Factor de cresta	1,46
TDH (I) en %	3,4
Ieff armónica (A)	2

Tabla K4-089: *compensador activo "shunt" asociado a un variador de velocidad con una autoinducción en la línea: características de la corriente.*

En resumen: el compensador "shunt" es excelente para depurar de armónicos una alimentación o una carga no lineal. De todos modos, hay que aclarar:

■ Que la compensación total, supuesto que fuera posible, no es necesariamente un objetivo.

■ Que se adapta mal a redes superiores a 500 V.

■ Que no tiene ningún efecto para depurar las interferencias que puedan existir aguas arriba del captador de corriente.

■ Que consideraciones técnico-económicas pueden inducir a utilizarlos junto a componentes pasivos; por ejemplo, junto a una autoinducción o a un filtro pasivo cargado de los que se usan para eliminar los armónicos 3.º o 5.º, consiguiéndose una disminución significativa de la potencia del compensador "shunt".

4.4.4. Compensadores con estructura híbrida

Las necesidades, en términos de depuración de armónicos son múltiples, hoy en día podemos garantizar:

■ Que una carga perturbadora no contamine una red "limpia".

■ El correcto funcionamiento de una carga sensible (o una red sensible) en un entorno perturbado.

■ Los dos objetivos citados de forma simultánea.

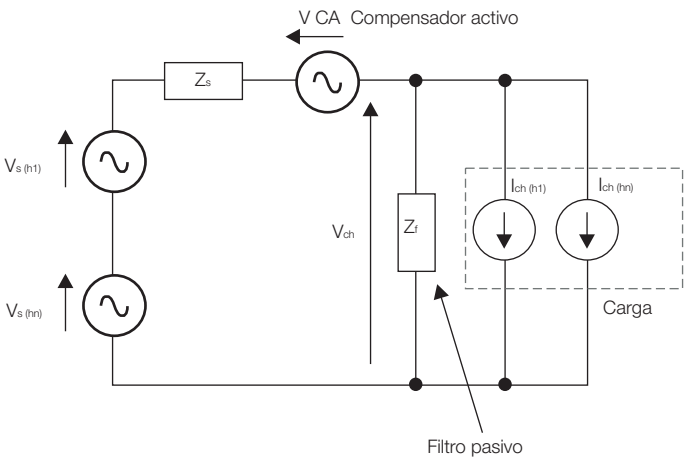


Fig. K4-090: *ejemplo de compensadores híbridos activos/pasivos.*

La compensación de los armónicos puede tratarse desde dos niveles (de forma exclusiva o complementaria):
■ Compensación “shunt” mediante una fuente de corriente situada aguas abajo del punto considerado: es la solución “shunt” descrita en el apartado anterior.
■ Compensación “serie” con la instalación de una fuente de tensión situada aguas arriba del punto considerado.
Las estructuras que en la siguiente parte de este estudio llamaremos “híbridas” son las que combinan las dos soluciones.
Utilizan simultáneamente los filtros pasivos y los compensadores activos.
Hay varias combinaciones posibles; en este manual presentaremos tres.
■ La estructura híbrida “serie”.
■ La estructura híbrida “serie/paralelo”.
■ La asociación en “paralelo” de filtros pasivos y compensador activo.

La estructura híbrida “serie”
En la Fig. K4-091 se representan los principales subconjuntos de esta estructura.

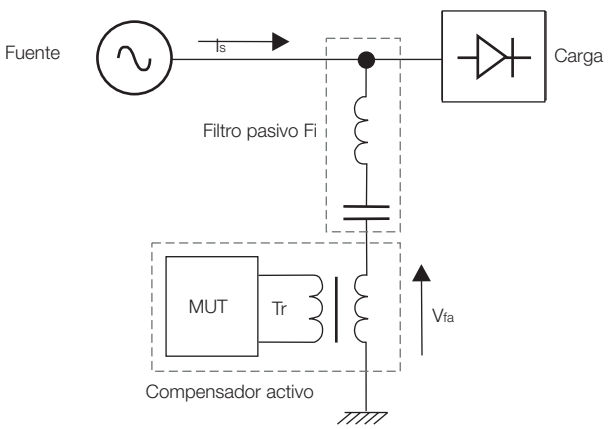


Fig. K4-091: *esquema unifilar compensador híbrido llamado “serie/serie”.*

A saber:
■ Uno o varios conjuntos de filtros pasivos resonantes (Fi) conectados en paralelo con las cargas perturbadoras.
■ Un compensador activo, constituido por:
□ Un acoplador magnético (Tr), cuyo primario se conecta en serie con los filtros pasivos.
□ Un inversor (MUT), conectado en el secundario magnético.
■ El compensador activo se hace trabajar de forma que:

$$V_{fa} = K \cdot I_{SH}$$

Donde:
□ V_{fa} = tensión en bornes del acoplador magnético.
□ K valor en “ohm”, fijado para cada armónico.
□ I_{SH} corriente armónica procedente de la fuente.
■ En esta configuración, el compensador sólo trabaja sobre las corrientes armónicas y mejora la eficacia de los filtros pasivos:
□ Evita la amplificación de tensiones armónicas aguas arriba a frecuencias de antirresonancia de los filtros pasivos.
□ Atenúa mucho las corrientes armónicas entre la carga y la fuente al bajar la impedancia del conjunto (con filtro pasivo y compensador activo).

Puesto que no es la totalidad de la corriente de red la que atraviesa el compensador activo, sus dimensiones, y en especial las del acoplador, pueden reducirse.
Por tanto esta estructura se adapta bien para trabajar en redes de tensión y potencia elevadas, al asegurar la puesta en fase de las componentes fundamentales.
Su principal inconveniente es que los filtros pasivos se diseñan en función de la naturaleza de la carga, lo que obliga a hacer un estudio previo o un análisis con el sistema **Power**Logic®.
En fin, casi la totalidad de las tensiones armónicas preexistentes (en la fuente), están presentes en el lado de la carga. En este sentido, esta configuración puede asemejarse a un compensador activo del tipo “shunt”.

La estructura híbrida “serie/paralelo”
El esquema de la Fig. K4-092 nos refleja los principales subconjuntos de la estructura anterior, con la única diferencia del punto en que se conecta el primario del acoplador, en serie entre la fuente y la carga.

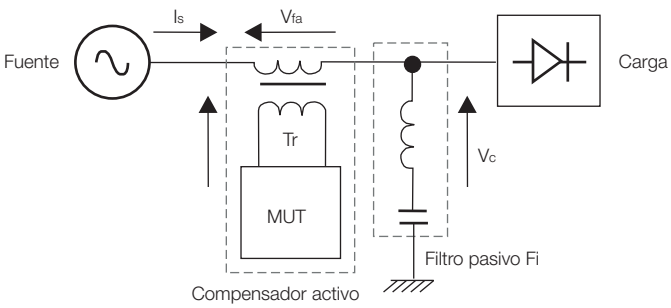


Fig. K4-092: *compensador híbrido “serie/paralelo”.*

La ley de mando del compensador activo no ha cambiado, es decir, que el compensador activo genera una tensión que se opone a la circulación de las corrientes armónicas hacia la fuente. Por tanto se comporta como una impedancia, para las frecuencias armónicas, cuyo valor K lo fija cada rango.
De lo que se deduce que el filtraje pasivo es mucho más eficaz, porque la presencia de esta “impedancia serie” fuerza la circulación de las corrientes armónicas, desde la carga hacia los filtros pasivos. Además, el filtro serie permite aislar la carga de las componentes armónicas preexistentes en la fuente e impedir cualquier sobrecarga de los filtros pasivos.
Por todo ello, esta topología es de hecho, la que más frecuentemente se califica como de “aislador armónico”, porque aísla, en cierta forma, la fuente de una carga perturbadora e inversamente permite evitar la sobrecarga de un filtro pasivo por una perturbación aguas arriba.
Es conveniente destacar que esta topología crea problemas de dimensionamiento y de protección del acoplador magnético, porque:
■ Por este último circula toda la corriente de la carga.
■ Porque en caso de cortocircuito, lo somete a una onda de corriente de valores muy elevados.
Una solución para estos problemas puede ser la utilización de un transformador con arrollamiento secundario adicional.
La compensación se efectúa entonces por vía “magnética” por la acción directa del flujo.

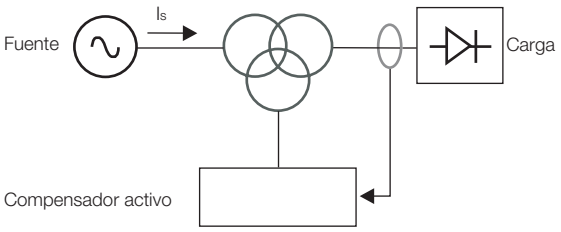


Fig. K4-093: *compensador híbrido con inyección por transformador.*

La asociación en "paralelo" de filtros pasivos y compensador activo
Su principio consiste en conectar en "paralelo" uno o varios filtros pasivos sintonizados y un compensador activo "shunt".

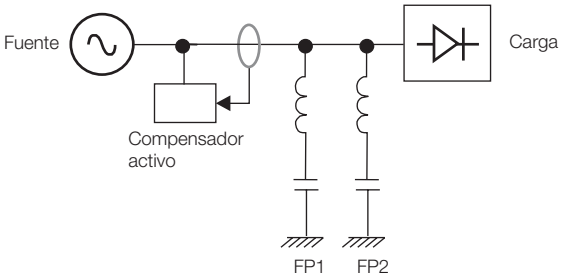


Fig. K4-094: *principios de la asociación en "paralelo" del compensador activo y los filtros pasivos.*

Además, en esta configuración, las acciones del compensador activo y del filtro pasivo se complementan.
Puede ser interesante limitar, mediante la técnica FFT, la acción del compensador activo, solamente, a los rangos sobre los que no actúan los filtros pasivos.
Esta estructura permite, según los casos:
■ Mejorar la compensación conseguida sólo con filtros pasivos.
■ Limitar el número de rangos de los filtros pasivos.
■ Mejorar las prestaciones sólo del compensador activo, para una misma potencia eficaz del compensador activo.
Sin embargo, esta combinación no permite evitar las sobrecargas de los filtros pasivos ni los efectos de la antirresonancia con la impedancia de la red.

Resumen

Estas estructuras híbridas no tienen el carácter "universal" del compensador activo "shunt", porque es necesario seleccionar los filtros pasivos (en términos de tipo, número de rango y frecuencia de resonancia), en función de la naturaleza de las corrientes armónicas producidas por la carga. Al poner un compensador activo se reduce el dimensionamiento de los filtros pasivos y se completan sus efectos, y a la inversa, al añadir, en una instalación existente, un compensador activo de poca potencia, permite mejorar la eficacia de los filtros pasivos existentes.
Los analizadores de redes del sistema **Power**Logic® con su capacidad de análisis permiten adecuar las soluciones a las necesidades propias de la instalación.

Las prestaciones de las estructuras híbridas

Los prototipos han sido diseñados, realizados y probados en colaboración con Electricité de France. Llevan dos baterías de filtros pasivos resonantes sintonizados con los rangos 5.º y 11.º (depuración de una carga del tipo SAI) o 5.º y 7.º (carga del tipo variador).
Los resultados de los ensayos que siguen se refieren a la asociación de dos compensadores híbridos con un convertidor de frecuencia (variador de velocidad para un motor asíncrono):

Configuración "serie" (ver Fig. K4-091, página K/296)
Las características del circuito de ensayo:

Fuente	400 V, trifásica
	600 kVA, 5%
	TDH (Vs) < 1,5%
Carga	130 kW, utilización 70%
	Autoinducción de línea: 0,15 mH
TDH (Ich)	35%
TDH (Is)	9%
TDH (Vch)	2%

Tabla K4-095: *características y resultados del análisis de un compensador "serie".*

■ Comentarios:
Esta configuración no es adecuada para tratar una red con una gran tasa de perturbación de la tensión aguas arriba; sin embargo sus prestaciones "de corriente" son dignas de consideración (el TDH (I) se reduce del 35% al 9%).

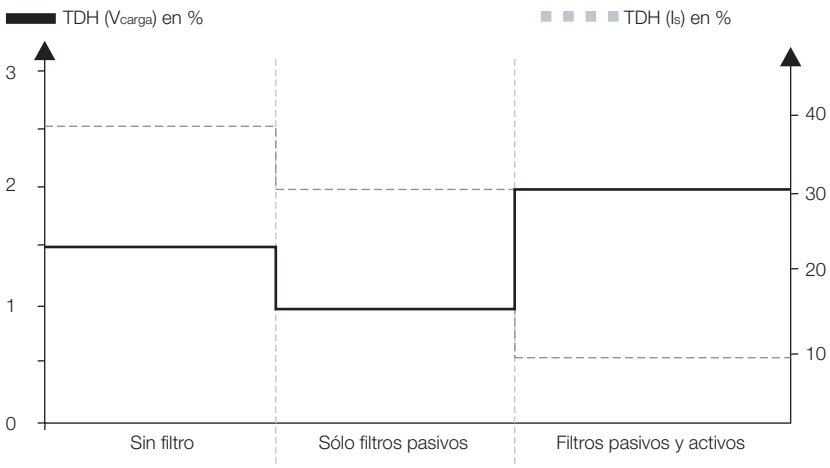


Fig. K4-096: *compensador híbrido llamado "serie" asociado a un variador de velocidad - variación de la TDH (Vcarga) y de la TDH (Is).*

Por tanto, es especialmente válida para tratar redes con bajo nivel de perturbación armónica aguas arriba o para los casos en los que es especialmente difícil insertar un elemento serie.

Configuración "serie/paralelo" (ver Fig. K4-092, página K/297).

Fuente	400 V, trifásica
	600 kVA, 5%
	TDH (Vs) < 1,5%
Carga	130 kW, utilización 70%
	Autoinducción de línea: 0,15 mH
TDH (Ich)	35%
TDH (Is)	11%
TDH (Vch)	2,1%

Tabla K4-097: *características y resultados del análisis de un compensador "serie/paralelo".*

■ Comentarios:
Las prestaciones son también completamente satisfactorias, incluso si la calidad de la tensión de la fuente (TDH (u) muy débil) no permite apreciar las prestaciones en términos de aislamiento. Sin embargo, el TDH de la corriente de la fuente se mejora del 35 % al 11 %.

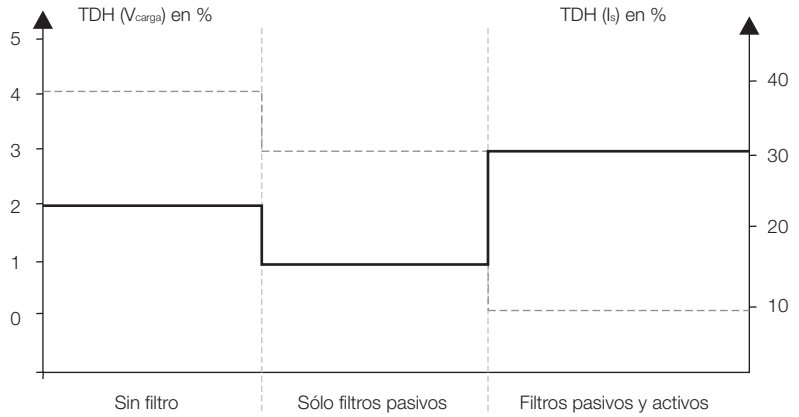


Fig. K4-098: *compensador híbrido llamado "serie/paralelo" asociado a un variador de velocidad - variación de la TDH (V_{carga}) y de la TDH (I_s).*

La corriente en los filtros pasivos permanece constante, lo que demuestra el aislamiento respecto a la fuente. Los ensayos complementarios han demostrado que en caso de que haya una gran distorsión aguas arriba (TDH (U) = 11%), la calidad de la tensión en bornes de la carga permanece buena /TDH (carga) = 4,7%).

Características de las soluciones activas
Hasta este punto hemos hablado de los filtros activos en serie y paralelo y de las estructuras híbridas...
Para cerrar este capítulo, es interesante hacer una síntesis de las cualidades de las diversas "soluciones activas" para la lucha contra las perturbaciones debidas a los armónicos.
La tabla K4-099, permite constatar que, salvo en caso especial, el compensador activo "shunt" y el conectado en paralelo son las mejores soluciones en baja tensión.

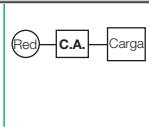
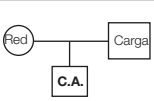
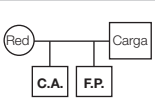
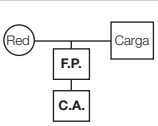
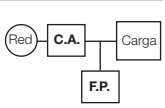
Tipo de compensador	"serie"	"shunt"	Híbrido "paralelo"	"serie"	"serie/paralelo"
Criterio					
Diagrama de bloques (C.A. = Compensador activo)					
Actúa sobre	Uarmónica/fuente	Iarmónica/carga	Iarmónica/carga	Iarmónica/fuente	Iarmónica/carga Uarmónica/fuente
Prestaciones	+++	+++	+++	++	++
Dimensiones del C.A.	Fondo. + arm.	Arm.	Arm.	Arm.	Fondo. + arm.
Impacto del cortocircuito	Fuerte	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Fuerte
Inserción	Difícil	Sencilla	Sencilla	Sencilla	Difícil
Mejora del cos φ_1	No	Posible	Sí	Sí	Sí
Capacidad de evolución	No	Sí	Sí	No	No
Riesgo de resonancia	Sin sentido	Sin sentido	Sí	Sí	No

Tabla K4-099: *síntesis de las diversas soluciones activas para luchar contra las perturbaciones armónicas.*

4.4.5. Instalación de un compensador activo de armónicos tipo “shunt”

Dejemos muy claro que nuestro primer objetivo no es, en modo alguno, hacer una guía de selección de los diferentes tipos de compensadores de armónicos, tanto activos como pasivos, sino más bien, pretendemos dar unos criterios de dimensionamiento e inserción.
Además, una guía de elección debería presuponer que las diversas soluciones descritas están disponibles en el mercado en forma de producto.
Actualmente, tanto las soluciones “tradicionales” como las híbridas necesitan serios estudios y soluciones adaptadas a cada caso de instalación. Es el analizador del sistema **Power**Logic® el que realmente hace simples los estudios y facilita soluciones óptimas.
En la actualidad solo se comercializan los compensadores activos “shunt”, que se pueden dimensionar con un estudio simplificado.
En función de lo expuesto, nos centraremos concretamente en identificar los principales parámetros que el posible usuario de compensadores activos debe de conocer y de tener en consideración, para poder llevar a cabo, por sí mismo, una elección correcta.

Objetivo y contexto

Conocer los mecanismos
La mayor dificultad de los fenómenos armónicos es, sin duda, lo poco que se ven. En efecto, si resulta normalmente fácil constatar una degradación de la calidad de la onda, de tensión y/o de corriente, en uno o varios puntos, no es nada fácil resolver la función combinatoria entre las diversas fuentes (autónomas o no), cargas y la topología de la red de distribución.
Además, no es suficiente la intuición para realizar la asociación entre los fenómenos armónicos (frecuentemente muy ignorados) y el funcionamiento inadecuado, frecuentemente aleatorio, que se observa en las redes.

Conocer la red y su topología
El requisito preliminar se refiere, por tanto, al entorno de la red: la instalación de un compensador requiere el conocimiento del conjunto de la red (fuentes, cargas, líneas, condensadores), y no sólo una visión fragmentada y limitada únicamente a la zona afectada. Este esquema unifilar es, en cualquier caso, el primer elemento de nuestra “caja de herramientas”.

No inventar los datos del estado de la instalación
En esta misma “caja de herramientas” habremos tenido el cuidado de insertar un analizador de red del sistema **Power**Logic®, que resulta indispensable para cuantificar la distorsión armónica en todos y cada uno de los puntos de la instalación ya existente. Hoy en día el analizador de red lo debemos incorporar en nuestras herramientas, como cualquier elemento de medida, voltímetro, amperímetro, neón...

Identificar y definir las características de los elementos perturbadores
Es indispensable identificar el (o los) perturbadores mayoritarios y sus respectivos espectros. Estos últimos pueden obtenerse midiendo o leyendo las especificaciones técnicas proporcionadas por cada fabricante.

Definir el objetivo de la depuración
El segundo prerrequisito se refiere al objetivo mismo de la acción que se pretende. Hay que saber si se trata de poner remedio a las disfunciones que han aparecido o si lo que se pretende es adecuarse a las especificaciones de la empresa sumi-

nistradora o incluso a los requerimientos de un fabricante de un receptor lineal. Este estudio debe también de tener presentes los cambios que puedan producirse en la red a corto plazo.

Por ejemplo, en esta fase hay que poder identificar (por lo menos):

- El tipo de compensación global o local.
- El nivel de potencia en el nudo considerado.
- El tipo de corrección necesaria, sobre las distorsiones de tensión y/o de corriente.
- La necesidad de compensación de la energía reactiva.

Hechos estos análisis, falta escoger qué solución se presenta como la mejor desde los puntos de vista técnico y económico: suelen presentarse varias alternativas técnicas para un mismo objetivo y lo más normal es que el problema sea escoger en función de las exigencias, puesto que cada instalación eléctrica es un caso particular.

Por ejemplo, el aislamiento o el desacoplamiento por impedancia de las cargas perturbadoras es una acción simple en una instalación nueva, cuando se prevé en la fase de diseño.

En una red que ya funciona provoca frecuentemente dificultades inasumibles.

Por tanto es evidente que la elección de una solución “activa”, sea la que sea, no puede realizarse a priori, sino que es el resultado de un proceso de análisis en el que el precio del compensador no es, necesariamente, el componente más importante.

Los compensadores activos tienen grandes ventajas respecto a los filtros pasivos. Pero no es necesariamente así en instalaciones existentes ya equipadas con filtros pasivos.

Después de un minucioso estudio, con un buen analizador de redes (sistema **Power**Logic®), puede ser una buena solución incorporar un compensador activo serie o paralelo.

Aprovechando los consejos expuestos hasta este punto, intentaremos profundizar en la instalación de un compensador activo “shunt” que es la solución más simple.

El punto de inserción de un compensador “shunt”

La Fig. K4-100 representa el principio de conexión de un compensador activo “shunt”.

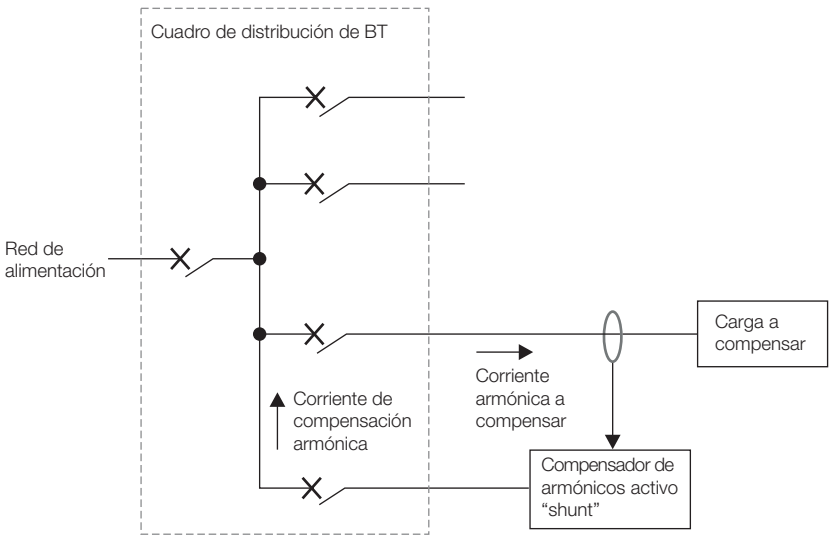


Fig. K4-100: *principio de conexión de un compensador activo tipo “shunt”.*

Su inserción en paralelo se hace, en este caso, en el cuadro BT de la instalación y la única interacción con la red a compensar es la inserción de los captadores de corriente.
En cuanto a la inserción del compensador activo de armónicos, la depuración puede realizarse en cada uno de los niveles que representa el árbol de la Fig. K4-101.

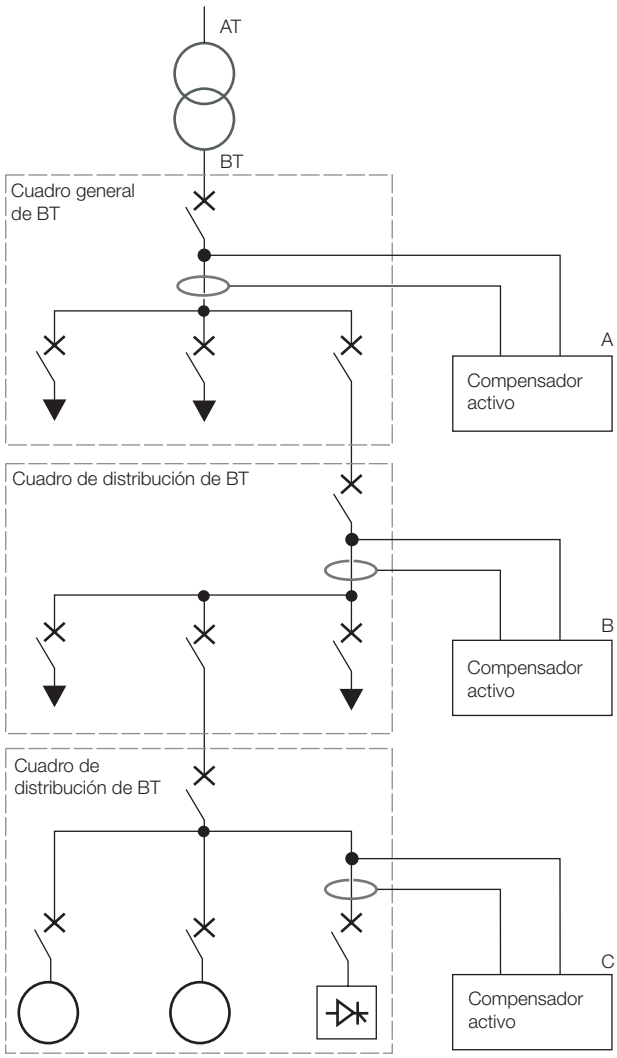


Fig. K4-101: *los diversos puntos de intersección de un compensador activo "shunt".*

El modo de compensación puede clasificarse en función del punto de actuación elegido de:
- Global en posición A.
- Semiglobal en posición B.
- Local en posición C.

Aunque es muy difícil dar reglas absolutas, es evidente que si la distorsión proviene de varios pequeños receptores, el "modo" será preferentemente el global; por el contrario, si hay un gran generador de armónicos, la eficacia máxima se logrará con el "modo" local.

La depuración local
El compensador activo "shunt" se conecta directamente en bornes de la carga. Este sistema es el más eficaz si el número de cargas es limitado y cada carga tiene una potencia significativa respecto a la potencia global del conjunto. En otras palabras, es necesario que las cargas tratadas sean las que más distorsión armónica produzcan en la instalación.
Así evitamos la circulación de las corrientes armónicas por la red lo que reduce las pérdidas por efecto joule en los cables y componentes aguas arriba, evitándose el sobredimensionamiento de cables y transformadores, y por otra parte, se evita la perturbación de las cargas sensibles. Con todo hay que hacer notar que el compensador activo "shunt" provoca un descenso de la impedancia de la fuente en el punto de conexión y por eso mismo un ligero aumento de la tasa de distorsión de corriente entre el punto de conexión y la carga.

La compensación semiglobal
Conectado en el cuadro de distribución de BT, el compensador activo actúa sobre varios grupos de cargas. Las corrientes armónicas circulan entonces entre el cuadro de distribución de BT y las cargas de cada salida o toma.
Esta forma de compensación es adecuada en los casos de varias cargas perturbadoras de poca potencia cada una. Es el caso, por ejemplo, de una planta de un edificio de servicios (con equipo de oficina y alumbrado).
Permite también sacar provecho de la compensación no algebraica entre cargas, a costa de un ligero aumento de las pérdidas por efecto Joule en cada una de las líneas de distribución a las cargas.

Nota: Este tipo de compensación puede también aplicarse a una sola toma, limitando entonces la compensación a un único tipo de cargas (Fig. K4-100, página K/302).

La compensación global
Este tipo de compensación contribuye más a que el punto de conexión o de acometida cumpla con las exigencias normativas del suministrador de energía que a reducir las perturbaciones internas de la red del cliente. Solamente el transformador se beneficia directamente de la compensación; sin embargo esta forma tiene una gran importancia en el caso de plantas de energía autónoma debido a las múltiples interacciones entre cargas perturbadoras y grupos generadores con gran impedancia armónica. Comparando con la compensación local, esta forma trae consigo una reducción en potencia del compensador puesto que se beneficia del aumento de la compensación no algebraica entre las diversas cargas perturbadoras que hay en el conjunto de la red.

4.4.6. El dimensionamiento de un compensador activo tipo "shunt"

El factor principal para el dimensionamiento de un compensador activo tipo "shunt" es su potencia (su corriente eficaz).
La corriente eficaz $I_{ca.\,rms}$ es la corriente que el compensador es capaz de generar por sí mismo de forma permanente. Otros factores característicos del compensador son su banda pasante y su capacidad dinámica:
■ La banda pasante del compensador se define por $n_{mín}$ y $n_{máx}$ que son las órdenes o rangos máximos y mínimo de acción del compensador activo.

Así se tiene: $I_{ca.rms}\,(A) = \sqrt{\sum_{n=nmín.}^{n=nmáx.} (I_{can}{}^2)}$

■ La capacidad dinámica de rastreo en corriente del compensador activo (que se expresa en $\frac{di}{dt}$) es la capacidad del compensador de seguir a una referencia que cambia muy rápidamente.

Nota: Estos dos últimos factores no afectan a las dimensiones, puesto que son características intrínsecas del compensador y no un parámetro ajustable.

Elección del calibre nominal

Desde el momento que se conoce el espectro de la corriente a depurar ICH, es posible determinar la corriente nominal del compensador activo:

$$I_{n.ca.rms}\ (A) \geq \sqrt{\sum_{n=n\,mín.}^{n=n\,máx.} (I_{CH(n)}{}^2)}$$

Cumpliendo esta condición, ya es posible calcular la "nueva" tasa de distorsión en corriente (aguas arriba) después de la conexión del compensador:

$$TDH - I(\%) = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{n=n\,máx.} (I_{CH(n)}{}^2) + \sum_{n=n\,máx+1}^{n\to\infty} (I_{CH(n)}{}^2)}}{I_{CH(1)}}$$

Esta fórmula se usa para determinar si el alcance teórico máximo del compensador es compatible con el objetivo fijado. Además, este cálculo puede simplificarse si se considera el caso particular de los productos de Merlin Gerin, en los que:

$$n_{mín} = 2 \text{ y } n_{máx} = 23\text{: } TDH - I(\%) = \frac{\sqrt{\sum_{n=24}^{n\to\infty} (I_{CH(n)}{}^2)}}{I_{CH(1)}}$$

Además, el criterio de elección del calibre nominal enunciado antes debe de ponderarse teniendo en cuenta los siguientes hechos prácticos:

- El espectro de armónicos de la mayor parte de las cargas sólo es significativo entre los órdenes 3.º y 13.º.
- El objetivo de la inserción de un compensador activo no es anular la TDH (I), sino simplemente reducirla para que sea menor del 8%.
- Un compensador activo puede escogerse de un calibre inferior a $I_{n.ca.rms}$, y funcionar entonces permanentemente en saturación, limitando continua y automáticamente su corriente eficaz.

Finalmente, el instalar en paralelo en un mismo punto de conexión varios compensadores activos es técnicamente posible y esta solución puede ser interesante en caso de variación de una red ya preequipada.

Ejemplos de aplicación

Reducción de las distorsiones de las líneas de distribución

En el caso de cuadros de distribución de edificios de gran altura o de gran superficie, el problema principal se debe a la longitud de las líneas de las canalizaciones entre el punto de acometida (transformador AT/BT) y las cargas. En efecto, sea la que sea la calidad de la onda de tensión en el origen de la instalación, y sean las que sean las precauciones que se hayan tomado en las canalizaciones (sección de los cables, formas de hacer las derivaciones...), la distorsión armónica de la tensión va aumentando con la altura y/o con la distancia.

Por tanto, hay un punto a partir del cual la distorsión de la tensión, de forma permanente, se puede considerar como no admisible y la compensación activa tipo "shunt" constituye una alternativa interesante para las soluciones tradicionales. Por ejemplo, el aislamiento con un acoplamiento de un transformador BT/BT.

A título de ejemplo consideremos el caso de un SAI trifásico que alimenta un conjunto de cargas "informáticas" en el extremo de una línea de 60 m. Se tiene, a nivel de la carga, una distorsión en tensión del 10,44% (entre fases), y del 15,84% (entre fase y neutro). Esta degradación la producen combinadamente dos factores:

- La sensibilidad del SAI (con una regulación que no es del tipo "modulación del ancho del impulso" PWM), a la característica no lineal de la corriente aguas abajo.
- La característica principalmente autoinductiva de la línea, que amplifica las distorsiones.

La solución propuesta se representa en la Fig. K4-102.
Se basa en la inserción de un compensador activo tipo “shunt” lo más cerca posible de las cargas. Las prestaciones son entonces plenamente satisfactorias respecto al objetivo propuesto: la TDH (U) pasa a ser del 4,9% entre fases y del 7,2% entre fase y neutro.

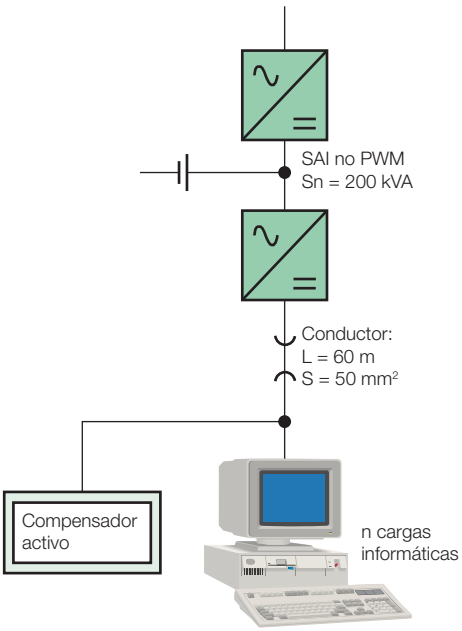


Fig. K4-102: *tratamiento por medio de un compensador activo de la distorsión de tensión en el extremo de un conductor de 60 m.*

Asociación de un compensador activo “shunt” y componentes pasivos: efecto en las tarifas

Una estación de bombeo permite asegurar una presión de agua constante en una red de distribución de agua potable.

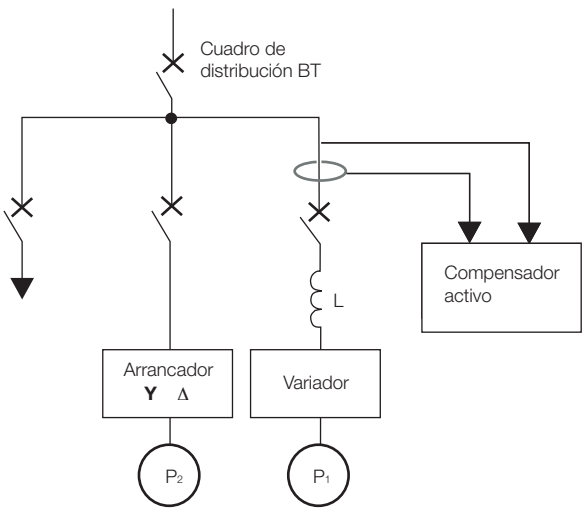


Fig. K4-103: *esquema de una estación de bombeo.*

Para conseguirlo, se ha instalado una motobomba P1 con un regulador de velocidad con convertidor de frecuencia.
En este caso concreto, el objetivo principal era la adecuación del espectro de corriente de la fuente respecto a las prestaciones del suministrador de la energía.
Sin unidad de filtro, el nivel de emisión de armónicos autorizado:
- Se sobrepasaba mucho en el armónico de rango 5.º.
- Se alcanzaban los límites en los armónicos de rango 7.º y 11.º.

La solución escogida fue la combinación de la inserción de una autoinducción en la línea y la conexión de un compensador activo "shunt".

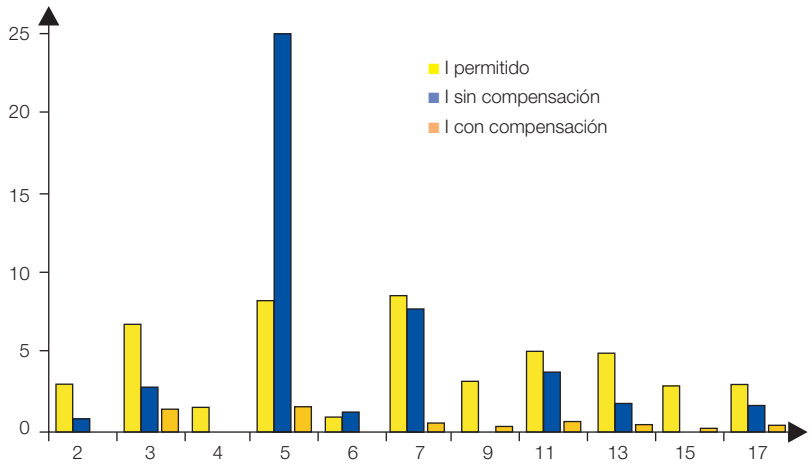


Fig. K4-104: *se aprecian los niveles de compensación conseguidos.*

La Fig. K4-104 es una representación del espectro de corrientes armónicas de la estación de bombeo:
- Todos los rangos de armónicos están muy por debajo de los límites de emisión permitidos.
- La tasa global de distorsión en corriente se reduce un 89%.

Una ventaja especialmente valorada por el cliente es la reducción de potencia contratada.
Este ejemplo demuestra claramente que la asociación de un compensador activo y una autoinducción de alisado es especialmente idónea ante un alto nivel de distorsión.

4.4.7. Equipos deformantes

De forma resumida presentaremos algunos de los equipos deformantes, habituales en las intalaciones eléctricas. Su forma de onda y su espectro de armónicos más comúnmente encontrados.
Debemos tener en consideración que cada equipo tiene sus propias particularidades y los valores que expondremos los podemos considerar como medias características de cada elemento.

Rectificador cargador

Equipos formados por un puente de Graëtz, bien sea de diodos (no controlado), diodos y tiristores (semicontrolado) o de tiristores (totalmente controlado), con una representación importante de los armónicos 5.º y 7.º.
Las cargas tienen una forma típica de consumo, en particular los rectificadores cargadores totalmente controlados, tiene esta forma característica de doble ojiva.
En este caso la ojiva es poco pronunciada, gracias a las inductancias serie que se utilizan para la atenuación armónica y que podemos obsevar en el esquema adjunto.

■ Rectificador/cargador:
□ Trifásico.
□ Tipo puente de Graëtz controlado.
□ Generador de armónicos de rango 5, 7, 11, 13...

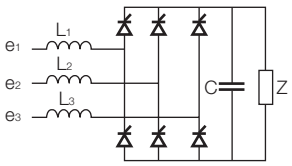


Fig. K4-105: *esquema de principio de un rectificador cargador con inductancias de allanamiento en serie incorporadas.*

■ Corriente absorbida.
S = 122 kVA
Fc = 1,5
TDH I = 30%

■ Espectro armónicos.
H5 = 28%
H7 = 5%
H11 = 6%

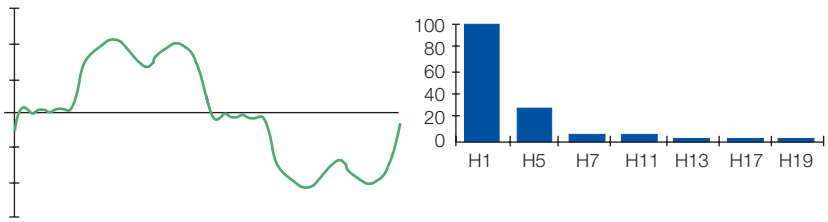


Fig. K4-106: *característica de la corriente y espectro armónico de un rectificador cargador totalmente controlado con inductancia serie incorporada.*

Si esta inductancia no estuviera, el punto de unión de las ojivas podría llegar prácticamente a cero y su tasa de distorsión de corriente podría llegar a valores próximos al 60%.
Este rectificador presenta una tasa de distorsión de corriente del 30% donde los armónicos más representantivos son el 5.º con una tasa individual del 28%, siendo de baja magnitud las tasas del 7.º y 11.º, situándose en el 5% y 6% respectivamente.

Variador de velocidad

El variador de velocidad es una carga muy deformante con un alto contenido armónico, que alcanza valores de distorsión de corriente superiores al 100%, lo cual quiere decir que superan los armónicos a la corriente fundamental.
■ Variador de velocidad:
□ Trifásico.
□ Generador de armónicos de rango 5, 7, 11, 13...
□ La corriente es inestable.

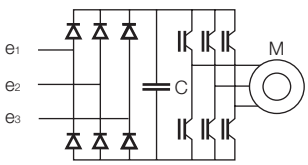
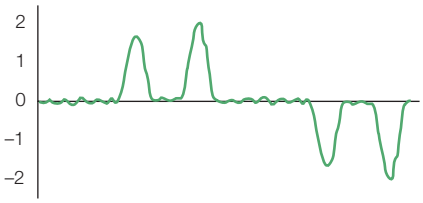


Fig. K4-107: *esquema de principio de un variador de velocidad trifásico.*

■ Corriente absorbida.
S = 23 kVA
Fc = 2,8
TDH I = 124%



■ Espectro armónicos.
H5 = 81%
H7 = 74%
H11 = 42%

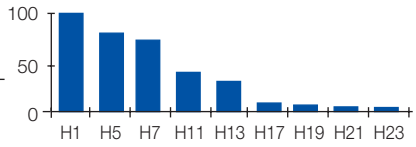


Fig. K4-108: *característica de la corriente y espectro armónico de un variador de velocidad trifásico.*

Como podemos obsevar en la gráfica, la tasa de distorsión global se sitúa en el 124%, lo que nos da una idea de lo altamente contaminante que es esta carga, que en ocasiones llega a perturbar a su propia electrónica de control.
Sus armónicos individuales son de una magnitud elevada empezando por el 5.º, que se sitúa en el 81% de la corriente fundamental, seguido del 7.º con un 74%, el 11.º con un 42% y el 13.º, como se puede observar en la gráfica, tiene un valor importante. En el espectro se precisa hasta el 23.º.
Tambien debemos destacar el elevado factor de cresta que provoca una corriente de pico muy elevada e inestable debido a los constantes arranques y paradas.

K
4

Fuente de alimentación monofásica

Es la base de alimentación de la mayoría de los modernos equipos electrónicos, ordenadores, faxes, fotocopiadoras, impresoras, centrales telefónicas, etc., todas ellas con un alto contenido de armónicos, que produce una reinyección aguas arriba que afecta a todos los usuarios.
El armónico 3.º en particular tiene la particularidad de ser el que empeora más la calidad de la tensión de la fuente y, como consecuencia de ello, las cargas alimentadas con una mala calidad de tensión se convierten en cargas todavía más deformantes.
■ Fuentes de alimentación tipo RCD:
□ Monofásicas.
□ Generador de armónicos de rango impar (del H3 al H15...).

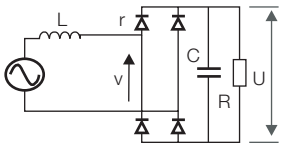
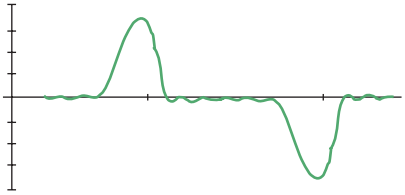


Fig. K4-109: *esquema de principio de una fuente de alimentación monofásica tipo RCD.*

■ Corriente absorbida.
S = 8,5 kVA
Fc = 2,4
TDH I = 93%



■ Espectro armónicos.
H3 = 78%
H5 = 44%
H7 = 17%

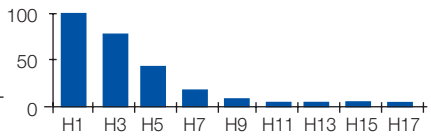


Fig. K4-110: *característica de la corriente y espectro armónico de un variador de velocidad trifásico.*

Hay que destacar la tasa de distorsión global que alcanza el 93%, sin menospreciar el elevado factor de cresta que, en este caso, es del 2,4 y en ocasiones, alcanza el 2,8.
Su espectro es muy amplio, el armónico 3.º es el más importante con un 78%, siendo éste y los múltiplos de tres los principales causantes de la deformación de la calidad de la tensión y de la circulación de corriente por el neutro.

Alumbrado fluorescente

Aunque su tasa global de distorsión no es demasiado elevada, su principal amenaza es el enorme número de puntos luz que están presentes en los edificios, en general y en las oficinas en particular.
Otra particularidad es su comportamiento capacitativo frente a los armónicos, que afectan a los condensadores de compensación de su factor de potencia, pudiendo llegar a destruirlos con facilidad.
Los condensadores que llevan estas luminarias sirven para mejorar, de forma individual, el cos φ y compensar así la reactiva de su propia reactancia serie.

■ Tubos fluorescentes:
□ Monofásico.
□ Impedancia capacitiva frente a los armónicos.
□ Generador de armónicos de rango 3, 5, 7...

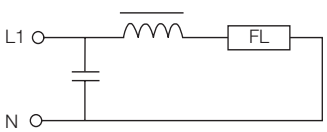
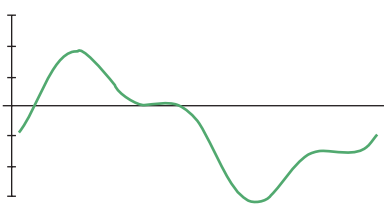


Fig. K4-111: *esquema de principio de un punto luz con tubo fluorescente, monofásico.*

■ Corriente absorbida
S = 180 VA
Fc = 1,7
TDH I = 37%



■ Espectro armónicos
H3 = 36%
H5 = 3%

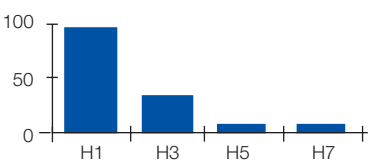


Fig. K4-112: *característica de la corriente y espectro armónico de un punto de luz con tubo fluorescente, monofásico.*

La tasa total de distorsión armónica de corriente se sitúa en el 37%, siendo los armónicos 3.º y 5.º sus rangos más representativos.
El 3.er armónico se presenta con mayor relevancia, teniendo él solo el 36% del valor de la corriente fundamental.
En el alumbrado puede llegar a manifestarse otro fenómeno, relativo a las subfrecuencias (<50 Hz) que se ha denominado efecto flicker, que consiste en un parpadeo constante que es percibido por el ojo humano, y cuya exposición prolongada resulta molesta.

Soldadura eléctrica

Estamos analizando otra carga monofásica que tiene la particularidad de consumir a espacios cortos, intervalos de entre 20 y 50 períodos.

Por lo tanto, estamos hablando de una carga que tiene consumo inestable y sobre una sola de las fases, ya que depende de la continuidad que pueda llevar el propio soldador al realizar los cordones o puntos de soldadura.
Como podemos apreciar, su forma de corriente tiene una cierta similitud con la forma de consumo de las fuentes de alimentación, pero su tiempo de consumo es mayor o dicho de otra forma su paso por cero es de menor duración.
Si una fuente de alimentación tiene pasos por cero de siete milésimas de segundo, y consume durante tres milésimas de segundo, en cada semiperíodo, el grupo de soldadura consume y pasa por cero durante cinco milésimas de segundo cada semiperíodo.
La tasa de distorsión global es del 58% con un factor de cresta del 1,92.

■ Equipos de soldadura por arco:
□ Monofásico.
□ Consumos pulsantes entre 20 y 50 períodos.
□ Generador de armónicos de rango 3, 5, 7...

■ Corriente absorbida.
Ie = 341 A
Fc = 1,92
TDH I = 58%

■ Espectro armónicos.
H3 = 56%
H5 = 9%
H7 = 9%

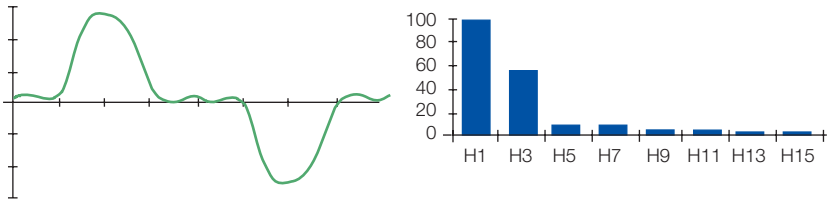


Fig. K4-113: *característica de la corriente y espectro armónico de un equipo de soldadura monofásico.*

Como uno de los datos más relevantes a destacar es que aparece el armónico 3.º con un 56% de la tasa individual, el más representativo de este tipo de cargas, junto con el 5.º y el 7.º, puesto que en este caso ambos tienen una tasa del 9% cada uno.

4.4.8. Resumen

Dada la existencia de gran abundancia de cargas no lineales, la distorsión armónica en las redes es un fenómeno que va en aumento. Sus efectos no pueden pasar inadvertidos, al incidir directamente en los costes de producción y se ven afectados casi la totalidad de los elementos de la red.
La solución más comúnmente utilizada hasta la fecha ha sido el filtrado pasivo. Actualmente, a esta solución, pesada y no exenta de riesgos, se le presenta una alternativa muy interesante: la utilización de compensadores activos.
Estos dispositivos tienen una estructura del tipo convertidor estático de potencia. Así, gracias a la evolución de los semiconductores de potencia, los convertidores, que normalmente eran productores de perturbaciones, se han convertido en unas unidades capaces de compensarlas con eficacia adaptándose automáticamente al régimen de armónicos.
El compensador activo tipo “shunt” flexible en su empleo, que se adapta por sí sólo y que prácticamente no necesita estudios previos a su instalación, es la solución ideal para la compensación junto a una carga no lineal o en el cuadro de distribución de BT. Por otra parte, no se opone necesariamente a los filtros pasivos, con los que puede asociarse ventajosamente.

4.4.9. El compensador activo SineWave™

Generalidades

Los compensadores activos SineWave™ se utilizan para compensar total o parcialmente la tasa de distorsión armónica de la tensión TDH U, en suministros eléctricos de 50 o 60 Hz.
Para determinar con precisión el porcentaje a compensar se debe conocer la tasa de distorsión existente y la que los equipos sensibles son capaces de soportar para funcionar sin problemas, o bien el límite de tolerancia de la compañía suministradora del fluido.
En el momento de la concepción de una instalación, puesto que la elección de los equipos no está aún definida, debemos tener en consideración los valores máximos de distorsión aceptable:

Fig. K4-114: *compensador activo SineWave™.*

- Instalaciones informáticas < 5%.
- Instalaciones de telecomunicación < 5%.
- Estudios de televisión < 5%.
- Distribución en general < 8%.
- Equipamientos industriales < 8%.
- Punto de conexión a la red pública < 5 a 8% según instrucciones de la compañía suministradora.

El compensador activo SineWave™ debe ser instalado en paralelo con la red de suministro, siempre que sea necesaria una reducción de la TDH.
El compensador se instalará, preferentemente, al lado de las cargas generadoras de armónicos, con el fin de evitar la circulación de los mismos por el circuito de la instalación.

Descripción del compensador

Principio de funcionamiento

Es un compensador del tipo “shunt” y por tanto debe instalarse en paralelo.
Su función consiste en analizar las corrientes armónicas, de forma permanente, en el punto donde está instalado e inyectar una corriente igual a las armónicas pero en fase opuesta para que la suma de las dos sea o tienda a cero. En consecuencia solamente circulará la corriente senoidal propia de la alimentación.

El compensador activo SineWave™ es compatible con todo tipo de cargas, por tanto ofrece la misma garantía de funcionamiento aunque modifiquemos las cargas de la instalación.

Tecnología
Utiliza un puente IGBT (Isolant Gate Bipolar Transistor) para inyectar la corriente de armónicos apropiada al punto de la red.
El puente está mandado por un sistema con microprocesador, y utiliza un microcontrolador de tratamiento numérico de señal (DSP) para controlar las corrientes armónicas.

Funciones y funcionalidad
Los compensadores activos SineWave™, como mínimo, comprenden las siguientes funciones:
- Compensación de las corrientes armónicas.
- Compensación del factor de defasaje (cos φ).
- Compensación del factor de potencia.

Con el fin de garantizar la eficacia de la compensación, el compensador está equipado con las siguientes posibilidades de parametraje:
- Compensación global o selectiva (rango por rango) de los armónicos.
- Compensación del factor de defasaje (cos φ).
- Selección del tipo de carga: carga monofásica, carga trifásica, mezcla de cargas monofásicas y trifásicas.

Condiciones de funcionamiento:

- El compensador puede suministrar una corriente armónica igual a su corriente nominal, en el punto de conexión, independientemente de las cargas de la red.

La intensidad suministrada por el compensador se da en amperios (valor eficaz) por fase.
- El compensador activo es capaz de compensar en el neutro una corriente armónica de valor triple a la de la fase, cuando el sistema es equilibrado.

Cada vez que es utilizado a corriente nominal (es decir: que el valor de las corrientes armónicas consumidas por las cargas es igual al valor eficaz de la corriente suministrada por el compensador), el compensador activo reducirá la tasa de distorsión global en corriente (TDH I), como mínimo por el factor 10.
- El paro y la puesta en marcha del compensador se puede realizar manualmente por medio de pulsadores, en el mismo equipo o a distancia.

Después de un corte en la red, la puesta en marcha del compensador puede programarse de forma automática.

Condiciones de sobrecarga

Si, a consecuencia del funcionamiento de ciertas cargas (por ejemplo: el arranque de un motor...), el compensador soporta las sobrecargas de tipo temporal sin afectar su fiabilidad.
El compensador solamente tiene un límite, su intensidad nominal efectiva, que suministrará de forma intermitente o permanente según la necesidad.
El compensador activo es compatible con otros sistemas de reducción de armónicos, como los filtros LC, los filtros de doble puente, etc.).
Es igualmente compatible con otros compensadores conectados en paralelo hasta un número de 4 para aumentar su capacidad de compensación o por reforzar su fiabilidad (funcionamiento redundante).

Conexión en paralelo y configuraciones múltiples

Para aumentar la capacidad de compensación en un punto determinado del circuito eléctrico, es posible asociar varios compensadores en diferentes configuraciones.

Conexión en paralelo activo
Para aumentar la capacidad de compensación o la seguridad de funcionamiento, es posible conectar hasta 4 compensadores activos, con un solo transformador de corriente para los 4 compensadores. Ellos se repartirán la corriente a inyectar.

Conexión en cascada
Para compensar las corrientes armónicas en diferentes puntos del circuito eléctrico, es posible conectar dos compensadores activos en serie, o "modo cascada". El compensador de aguas abajo depurará una carga específica mientras que el compensador aguas arriba ejecutará una depuración global.

Configuración "multipuntos"
Es posible compensar en tres puntos, con tres transformadores de intensidad, conectados a un solo compensador activo.

Estado del sistema e interface operador

Estados del sistema
El compensador activo de armónicos dispone de los siguientes indicadores de estado:
- Piloto verde que indica el funcionamiento normal.
- Piloto naranja que indica el funcionamiento en modo de limitación de corriente.
- Piloto rojo que indica el paro del compensador o una anomalía.

Mando del equipo
Dos pulsadores permiten la puesta en marcha y el paro.

Display
El compensador está equipado de un display de información, que ayuda al utilizador en la explotación, facilitando datos de funcionamiento de mantenimiento y diagnóstico, tales como:
- Distorsión total en corriente.
- Corriente total eficaz (carga y fuente).
- Distorsión en corriente por rango, hasta el rango 13.

La información está en cinco idiomas a escoger.

Características y situación

Punto de conexión
Para la obtención de los mejores resultados, la compensación debe realizarse al lado de la carga polucionante. No obstante en función de los objetivos de calidad de la energía fijados (TDH U), los compensadores activos pueden ser conectados en cualquier punto del circuito eléctrico, y asociado en las configuraciones descritas anteriormente, para la obtención de un máximo de eficacia y rentabilidad.

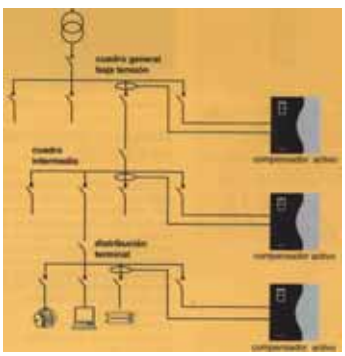
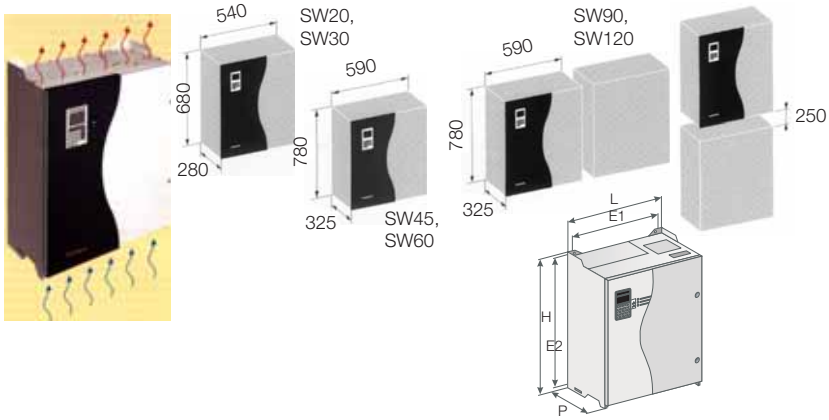


Fig. K4-115: *instalación de los compensadores activos SineWave™.*

Dimensiones

El compensador activo es de dimensiones reducidas para facilitar su instalación.
Permite integrarlo en los armarios de los cuadros de distribución, de máquina o el cuadro general.
Permite fijarlo en los muros de las salas de control eléctrico.
Procurar facilitar la circulación de aire en sentido ascendente.



Dimensiones (mm)			Entre ejes de fijación (mm)		Diámetro de los tornillos de fijación (mm)	Masa (kg)
Altura H	Anchura L	Profundidad P	Anchura E1	Altura E2		
Compensadores 20 A y 30 A						
680	540	280	475	660	8	65
Compensadores 45 A y 60 A						
780	590	325	525	760	8	110
Compensadores de 90 A y 120 A						
Están constituidos de 2 celdas de dimensiones idénticas a los compensadores de 45 y 60 A. Estas celdas pueden colocarse al lado una de la otra o superpuestas (bajo reserva de restricciones de instalación vinculadas con la ventilación).						

Tabla K4-116: *dimensiones de los compensadores activos.*

Normas de seguridad

El SineWave™ es conforme:
- Norma de construcción: EN 50091-1.
- Concepción: CEI 146.
- CEM, emisiones conducidas y radiadas: EN 55011 nivel A.
- CEM, inmunidad a descargas electrostáticas: CEI 1000-4-2 nivel 3.
- CEM, inmunidad a los campos radiantes: CEI 1000-4-3 nivel 3.
- CEM, inmunidad a las ondas de baja energía: CEI 1000-4-4 nivel 4.
- CEM, inmunidad a ondas de gran energía: CEI 1000-4-5 nivel 4.

Es conforme a la Directiva Europea sobre la compatibilidad electromagnética y se beneficia del marcaje CE.
Posee un grado de protección IP30 según CEI 529.

Condiciones del entorno

El compensador activo SineWave™ funciona sin pérdida de potencia bajo las siguientes condiciones:
- Temperatura ambiente entre 0 y 40 ºC en régimen permanente.
- Humedad relativa del 95% sin condensación.

■ Altitud sobre el nivel del mar de 1.000 m máximo.
■ Ruido, independientemente de los armónicos a compensar de 55 a 65 dBA en función de su potencia. Según ISO 3746.

Modelo	SW20	SW30	SW45	SW60	SW90	SW120
Capacidad de compensación por fase (A_{eff})	20	30	45	60	90	120
Capacidad de compensación en el N (1) (A_{eff})	60	90	135	180	270	360
Alimentación						
Tensión de empleo Ue	400 V (de –20% a +15%)					
Frecuencia nominal	50 o 60 Hz +/– 8%					
Número de fases	Mono, trifásicas 3 o 4 hilos					
Pinza amperimétrica o trafos de intensidad	Calibres de 300/1 a 4.000/1					
Armónicos compensados	Del rango 2 al 25					
Tasa de atenuación TDH I	TDH I red/TDH I carga > 10					
Compensación cos φ	Hasta 1					
Tiempo de respuesta	< 40 ms					
Corriente de arranque	2 $\sqrt{2}$ Ie = 3,5 Ie					
Pérdidas (W)	1.000					
Temperatura de funcionamiento	0 a 30 ºC permanente					
Humedad relativa	0 a 95% sin condensación					
Altitud de funcionamiento menor a (m)	1.000	1.300	2.100	2.600	4.200	5.200
Ruido (dBA)	55	55	60	60	65	65

Tabla K4-117: *características de los compensadores activos SineWave™.*

Condiciones de instalación

El compensador activo SineWave™, deberá estar montado necesariamente en posición vertical, lejos de cualquier fuente de calor (sistema de calefacción, transformador, motor, etc.), condiciones de la electrónica de potencia.
Se puede instalar en un armario o fijarse contra un muro.
En todos los casos de instalación, se deberá disponer de una zona libre de 600 mm como mínimo frente a la parte delantera del compensador SineWave™ para permitir la abertura completa de la puerta.

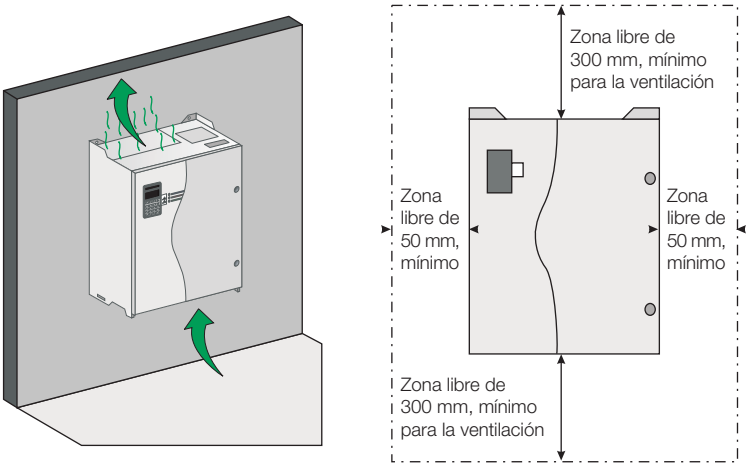


Fig. K4-118: *instalación de un solo compensador SineWave™.*

Instalación de un solo compensador SineWave™:

■ Se deberán acondicionar zonas libres para permitir la circulación de un flujo de aire:

□ 1.000 m^3 por hora para los calibres de 20 a 60 A.

□ 2.000 m^3 por hora para los calibres de 90 a 120 A.

El aire es aspirado por la parte inferior del compensador y después expulsado hacia arriba.

■ La temperatura del aire a la entrada de cada compensador no deberá exceder 40 grados (se recomienda a 25 ºC).

■ Los cables de potencia y los hilos finos llegan por la parte inferior del compensador.

Para la instalación de un compensador de calibre 90 o 120 A, consultar la instalación de 2 compensadores superpuestos o consecutivos.

Instalación en armario de 2 compensadores SineWave™ sobrepuestos

La superposición de 2 compensadores SineWave™ sólo deberá efectuarse en armario:

■ Se deberán acondicionar aberturas en la parte superior e inferior del armario para favorecer el enfriamiento de los compensadores.

■ Se deberá utilizar un deflector de ventilación con el fin de respetar las características térmicas de los 2 compensadores. De su altura depende la distancia entre las 2 celdas; cada uno de los 2 compensadores aspira el aire y luego lo expulsa:

□ Hacia arriba en el caso del compensador superior.

□ Hacia atrás del armario en el caso del compensador inferior.

■ El caudal de aire necesario para el enfriamiento del armario es de 2.000 m^3 por hora.

■ La temperatura del aire a la entrada de cada compensador no deberá exceder los 40 ºC, se recomienda 25 ºC.

Los cables de potencia y los conductores de maniobra, llegan por la parte inferior del compensador.

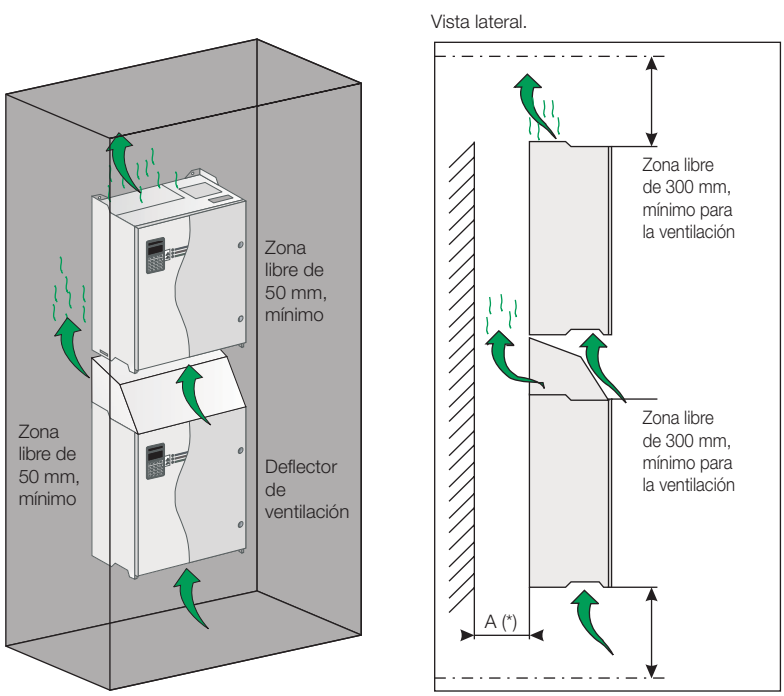


Fig. K4-119: *instalación de 2 compensadores SineWave™ en un armario.*

Instalación de 2 compensadores SineWave™ de forma lateral:

■ Se deberán acondicionar zonas libres para permitir la circulación de un flujo de aire de 1.000 m^3 por hora por celda. Cada compensador aspira el aire por la parte inferior y luego lo expulsa hacia arriba.

■ La temperatura del aire a la entrada de cada compensador no deberá exceder los 40 ºC, se recomienda 25 ºC.

Los cables de potencia y los conductores de maniobra, llegan por la parte inferior del compensador.

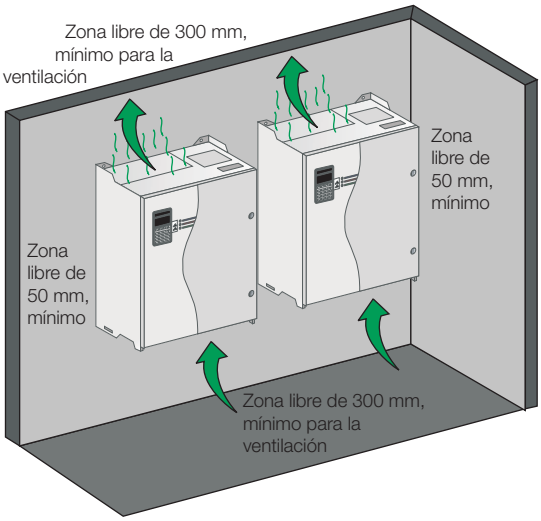


Fig. K4-120: *instalación de 2 compensadores SineWave™ de forma lateral.*

Conexión

Es posible conectarlo a redes tales como:

■ Trifásicas con o sin neutro distribuido.

■ Todo tipo de regímenes de neutro.

■ Con tensiones de 400 V (de –20% a +15%).

■ Con frecuencias de 50 o 60 Hz (+/– 8%).

■ Determinación del cableado de potencia: la determinación de las secciones de cables se hará de conformidad a las normas vigentes (ver capítulo H1 del Volumen 2), utilizando la información del cuadro adjunto y de los cuadros de protección, según calibres:

□ La determinación de la sección mínima de los cables se basará en la corriente de dimensionamiento (Id) indicada en los cuadros a continuación.

□ Se recomienda conectar el neutro en el momento de distribuirse.

Calibre Sine Wave™ (A)	Secciones recomendadas (mm^2) Fases	Neutro	Capacidad de conexión de la caja de bornes (mm^2)	Diámetro de los guardacabos (mm)	Longitud máxima de los conductores de potencia (m)
20	2,5	16	35	6	20
30	4	25	35	6	20
45	10	50	70	8	20
60	16	70	70	8	20
90	10 por celda	50 por celda	70	8	20
120	16 por celda	50 por celda	70	8	20

Tabla K4-121: *secciones de los conductores de potencia para los SineWave™.*

Protección de los compensadores activos

Un interruptor automático tri o tetrapolar se debe instalar en la proximidad de la toma de corriente para proteger los conductores y el equipo.

El interruptor automático debe cubrir la intensidad nominal de consumo interno y la característica de desconexión instantánea debe poder soportar 4 veces la intensidad de empleo Ie.

Además el compensador activo lleva unas protecciones internas para:

- Una sobrecarga térmica.
- Un cortocircuito interno.
- Un puente inversor para un funcionamiento anormal.

Orientación en la determinación de las protecciones:

- Régimen IT:

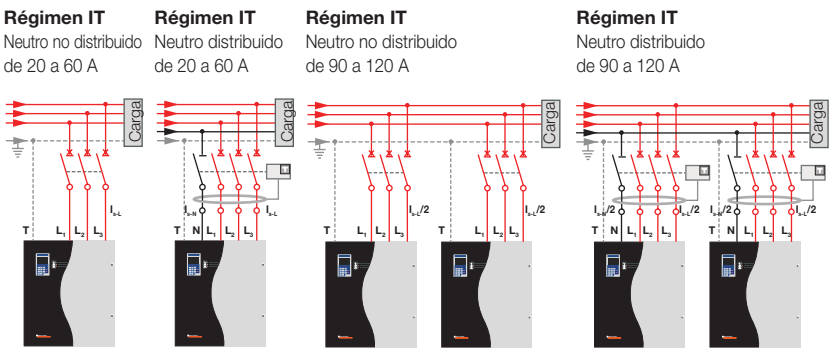


Fig. K4-122: *esquema instalación SineWave™, en régimen IT.*

Intensidad nominal Is (A)		Régimen IT, neutro no distribuido				Régimen IT, neutro distribuido					
		Interruptor automático				Interruptor automático					
Fase	N	N.º unid.	Calibre	(A)	Curva	N.º unid.	Calibre	(A)	Relé	Polos	Ajuste
25	65	1	C60	32	Z	1	NS100	100	STR22SE	4p/3d	2 Ir
35	100	1	C60	40	Z	1	NS100	100	STR22SE	4p/3d	2 Ir
50	150	1	C60	63	B	1	NS160	160	STR22SE	4p/3d	2 Ir
65	200	1	NC100	80	B	1	NS250	250	STR22SE	4p/3d	2 Ir
90	300	2	C60	63	B	2	NS160	160	STR22SE	4p/3d	2 Ir
120	400	2	NC100	80	B	2	NS250	250	STR22SE	4p/3d	2 Ir

Tabla K4-123: *valores y modelos de los equipos de protección para los compensadores activos SineWawe™, en régimen IT.*

- Régimen TT:

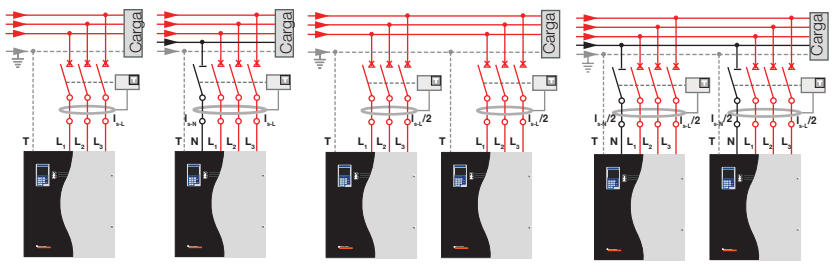


Fig. K4-124: *esquema instalación SineWave™, en régimen TT.*

Intensidad nominal Is (A)		Régimen TT, neutro no distribuido					Régimen TT, neutro distribuido						
		Interruptor automático				DDR (Vigi)	Interruptor automático						DDR (Vigi)
Fase	N	N.º unid.	Calibre	(A)	Curva relé	Bloque Vigi para	N.º unid.	Calibre	(A)	Relé	Polos	Ajuste	Bloque Vigi para
25	65	1	C60	32	Z	C60	1	NS100	100	STR22E	4p/3d	2 Ir	NS100
35	100	1	C60	40	Z	C60	1	NS100	100	STR22E	4p/3d	2 Ir	NS100
50	150	1	C60	63	B	C60	1	NS160	160	STR22E	4p/3d	2 Ir	NS160
65	200	1	NC100	80	B	NC100	1	NS250	250	STR22E	4p/3d	2 Ir	NS250
90	300	2	C60	63	B	C60	2	NS160	160	STR22E	4p/3d	2 Ir	NS160
120	400	2	NC100	80	B	NC100	2	NS250	250	STR22E	4p/3d	2 Ir	NS250

Tabla K4-125: *valores y modelos de los equipos de protección para los compensadores activos SineWave™, en régimen IT.*

Nota: La sensibilidad de los diferenciales y la potencia de cortocircuito de la aparamenta, deben ser las correspondientes al punto de conexión del equipo en el circuito.

■ Régimen TNC y TNS:

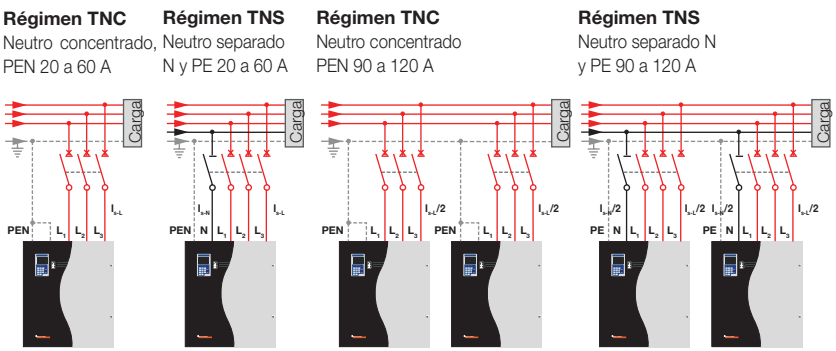


Fig. K4-126: *esquema instalación SineWave™, en régimen TN.*

Intensidad nominal Is (A)		Régimen TN, neutro concentrado				Régimen TN, neutro separado					
		Interruptor automático				Interruptor automático					
Fase	N	N.º unid.	Calibre	(A)	Curva	N.º unid.	Calibre	(A)	Relé	Polos	Ajuste
25	65	1	C60	32	Z	1	NS100	100	STR22SE	4p/3d	2 Ir
35	100	1	C60	40	Z	1	NS100	100	STR22SE	4p/3d	2 Ir
50	150	1	C60	63	B	1	NS160	160	STR22SE	4p/3d	2 Ir
65	200	1	NC100	80	B	1	NS250	250	STR22SE	4p/3d	2 Ir
90	300	2	C60	63	B	2	NS160	160	STR22SE	4p/3d	2 Ir
120	400	2	NC100	80	B	2	NS250	250	STR22SE	4p/3d	2 Ir

Tabla K4-127: *valores y modelos de los equipos de protección para los compensadores activos SineWave™, en régimen TN.*

Nota: La protección contra contactos indirectos será función de la velocidad de desconexión del interruptor automático y de la impedancia del bucle hasta el punto de conexión. La potencia de cortocircuito de la aparamenta debe ser la correspondiente al punto de conexión del equipo en el circuito.

Operaciones de conexión

Las operaciones de conexión deberán realizarse sin tensión.
Comprobar que el interruptor automático de alimentación del SineWave™, situado en el armario, corresponde con las características del punto de conexión.
Para la protección de las personas, se recuerda que siempre debe conectarse primero el conductor de protección PE o PEN (T).

Las conexiones se realizan por la parte inferior delantera.
La placa de protección inferior de la caja de bornes de potencia deberá estar equipada con pasamuros aislantes. Si se perforan varios orificios, para el paso de los cables, deberá formarse una ventana rectangular para evitar la generación de corrientes de Foucault.
Conectar los conductores respetando el sentido de rotación de las fases, según indicación.

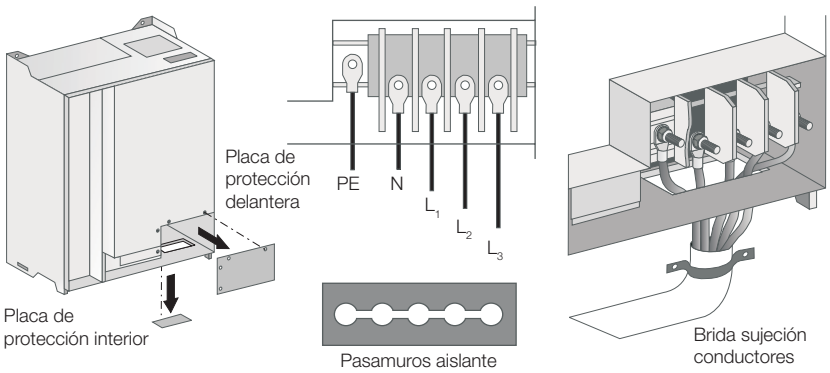


Fig. K4-128: *situación de las conexiones.*

Conexión de los contactos secos y del puerto de comunicación opcional:
■ Los conductores:

Conector	Sección (mm^2)	Naturaleza del conductor recomendado	Observaciones
Caja de bornes contactos secos	0,5 mínimo 2,5 máximo	Hilos multirramales	Caja de bornes de tornillo desenchufable
Sub-D 9 puntos	Enlace blindado		Conector macho de contactos Hembra en SineWave™, el blindaje deberá estar unido en los dos extremos (CEM)

Tabla K4-129: *conexiones para los contactos secos y el puerto.*

Los enlaces de hilos finos deberán sujetarse, mecánicamente, cerca de los conectores para poder soportar los esfuerzos electrodinámicos.
■ Conexión de los contactos secos:
□ 2 × contactos inversores, libres de potencial; marcha/paro compensador.
□ 1 × contacto inversor, libre de potencial; funcionamiento en limitación.
Estas conexiones se pueden efectuar con el SineWave™ en funcionamiento.
Estos contactos cumplen las exigencias de aislamiento TBTS.
El poder de corte de los contactos es: P = 2 VA, U = 30 V máx., I = 1 A máx.

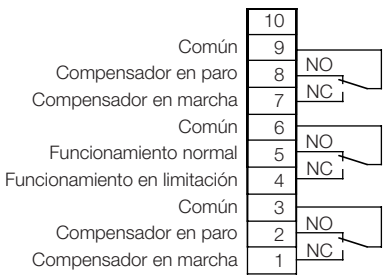


Fig. K4-130: *conexiones contactos secos.*

Base del conector Sub-D 9 puntos para el enlace de comunicación RS422/485 (opcional). La conexión puede realizarse con el Sine Wave™ en funcionamiento. Este interfaz cumple las exigencias de aislamiento TBTS.

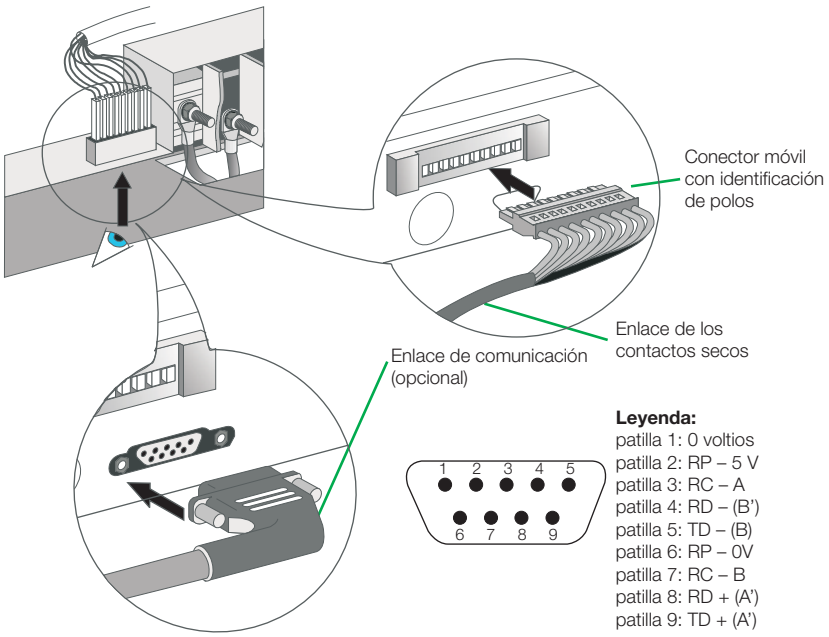


Fig. K4-131: *conexiones para los contactos secos y el puerto.*

■ Conexiones multicable para los equipos dobles en paralelo de 90 y 120 A.

Conector	Naturaleza de los conductores	Observaciones
Conector de enlace interceldas Sine-Wave™ 90 o 120 A	Conductor apantallado (3 m)	Enlace entre las dos celdas que constituyen el SineWave™ 90 o 120 A
Conector de puesta en paralelo de los SineWave™	Conductor apantallado (5 m)	El enlace en circuito permite que los SineWave™ funcionen en paralelo, incluso si éste es interrumpido para modificar el número de aparatos

Las operaciones de conexión deberán realizarse sin tensión.
El apantallado de los conductores deberá conectarse a masa según las instrucciones de la figura:

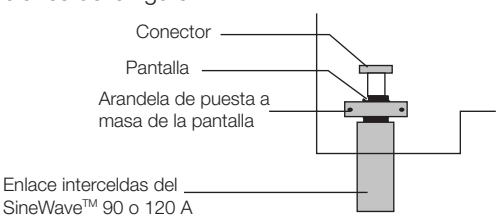


Fig. K4-132: *conexion de las pantallas de los conductores a masa.*

Los enlaces con conductores delgados deben sujetarse, de forma mecánica, cerca de los conectores, para superar los esfuerzos electrodinámicos de los conductores.

Configurar la tarjeta de puesta en paralelo

Debe realizarse según el cuadro adjunto.

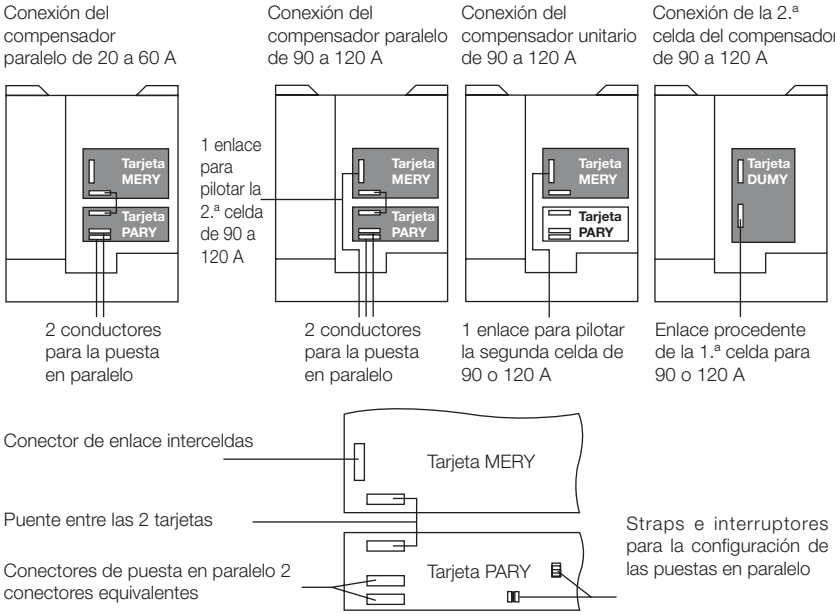


Fig. K4-133: *conexiones para los equipos de 90 a 120 A, con unidades en paralelo.*

Configuración de los straps de cada compensador en paralelo

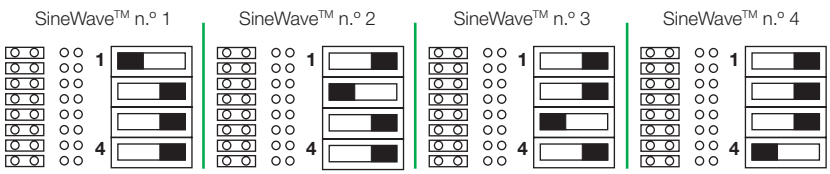


Fig. K4-134: *posiciones para la configuración de los straps.*

Desplazamiento del terminal gráfico

El terminal gráfico del compensador de armónicos SineWave™ se puede desplazar en la frontal del armario de distribución que integre el compensador.

Para ello, utilizar el kit opcional con la referencia n.º 51 027 16400 compuesto de:

■ Una placa obturadora en reemplazo del terminal colocado en la puerta del compensador SineWave™.

■ Un cable prolongador de una longitud de 2,5 m (distancia máxima para su correcto funcionamiento).

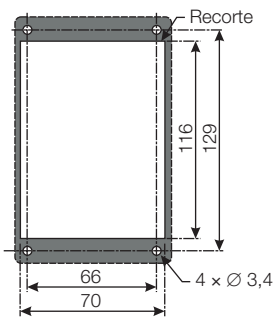


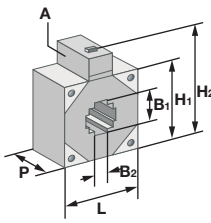
Fig. K4-135: *pantalla de recorte y fijación del terminal desplazado.*

Los captadores de la señal (transformadores de intensidad)

A partir de su instalación y hasta que no estén conectados al compensador activo, los secundarios de los transformadores deben estar cortocircuitados.

Características mecánicas y eléctricas de los captadores.

■ Captadores cerrados:



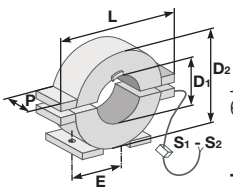
Calibre	Dimensiones exteriores H_1/H_2 y L/P (mm)	Primario B_1/B_2 (mm)	Primario Diámetro máximo del cable	Secundario Diámetro de los guardacabos, ref./ (A)	Secundario Sección de los hilos, 2 conductores trenzados (mm^2)	Secundario Longitud máxima hilos (m)
300/1 500/1	76/106 76/44	31/11	23 mm	3 o 5 según el proveedor	mín. 0,75, recomendado 0,75, máx. 2,5	20
1000/1	90/106 77/44	41/11	31 mm	3 o 5 según el proveedor	mín. 0,75, recomendado 0,75, máx. 2,5	20
1500/1	165/194 95/40	103/22	Pletina	3 o 5 según el proveedor	mín. 0,75, recomendado 0,75, máx. 2,5	20
2000/1	165/194 95/40	103/22	Pletina	3 o 5 según el proveedor	mín. 0,75, recomendado 0,75, máx. 2,5	20
3000/1	180/209 115/45	103/22	Pletina	3 o 5 según el proveedor	mín. 0,75, recomendado 0,75, máx. 2,5	20
4000/1	180/209 115/45	103/22	Pletina	3 o 5 según el proveedor	mín. 0,75, recomendado 0,75, máx. 2,5	20

Tabla K4-136: *características de los transformadores cerrados.*

■ Captadores abiertos.

En el kit de conductores suministrados, los transformadores deben estar cerrados y atornillados de los dos lados.

Se recomienda fijar el captador al cable. Se han previsto patillas de fijación para este efecto.



Calibre	Dimensiones Exteriores en (mm)	Dimensiones Entre ejes de fijación E (mm)	Dimensiones Diámetro de los tornillos (mm)	Primario Diámetro máximo del conductor D1	Secundario Conexión conductor delgado	Secundario Sección de los conductores (cable de 2 hilos)	Secundario Longitud máx. de los conductores (m)
600/1	D_2 = 96,5 L = 128 P = 35	60	6	48	5 m	mín. 0,75, recomendado 0,75, máx. 2,5	20

Tabla K4-137: *características de los transformadores abiertos.*

Situación y orientación de los transformadores de intensidad o captadores de señal

Los captadores de señal deberán estar montados en cada una de las fases que alimentan la carga.

Cerciorarse de que su orientación esté conforme a las indicaciones dadas en la figura.

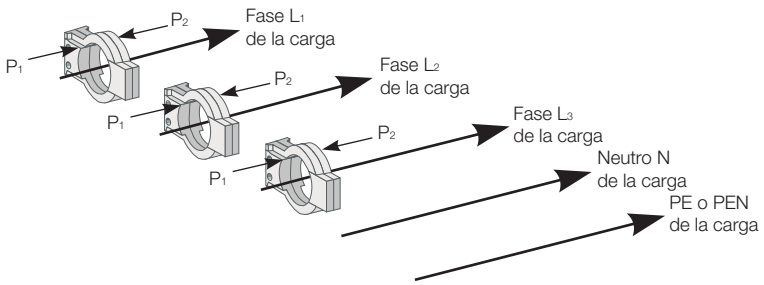


Fig. K4-138: *situación y sentido de los captadores de señal.*

Se instalará una caja de bornes intermedia para los 3 captadores de señal.
Los bornes deberán permitir cortocircuitar los secundarios de los transformadores hasta que estén conectados al compensador activo.
El compensador SineWave™ vendrá a conectarse a la caja de bornes.

Esquema para aparatos de 20 a 60 A

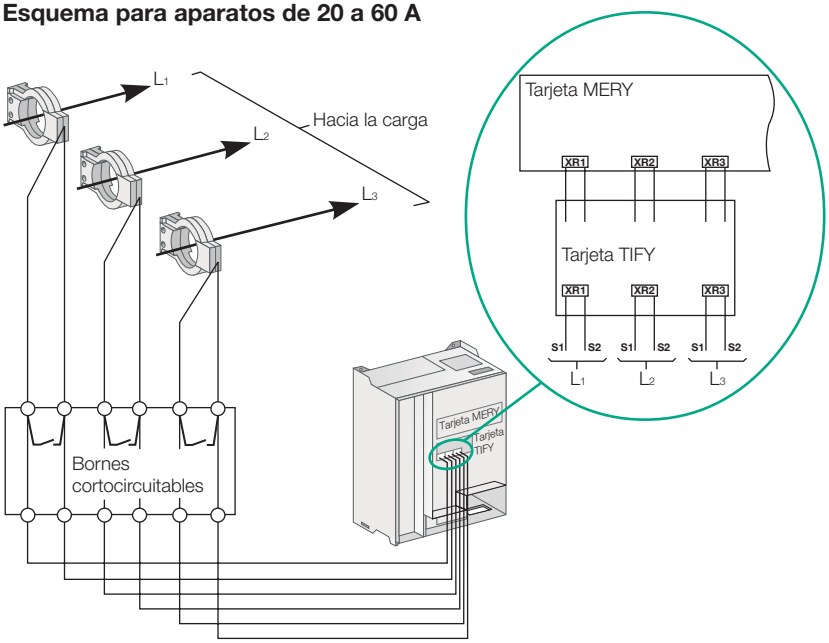


Fig. K4-139: *instalación de equipos unitarios de 20 a 60 A.*

Esquema para aparatos de 90 a 120 A

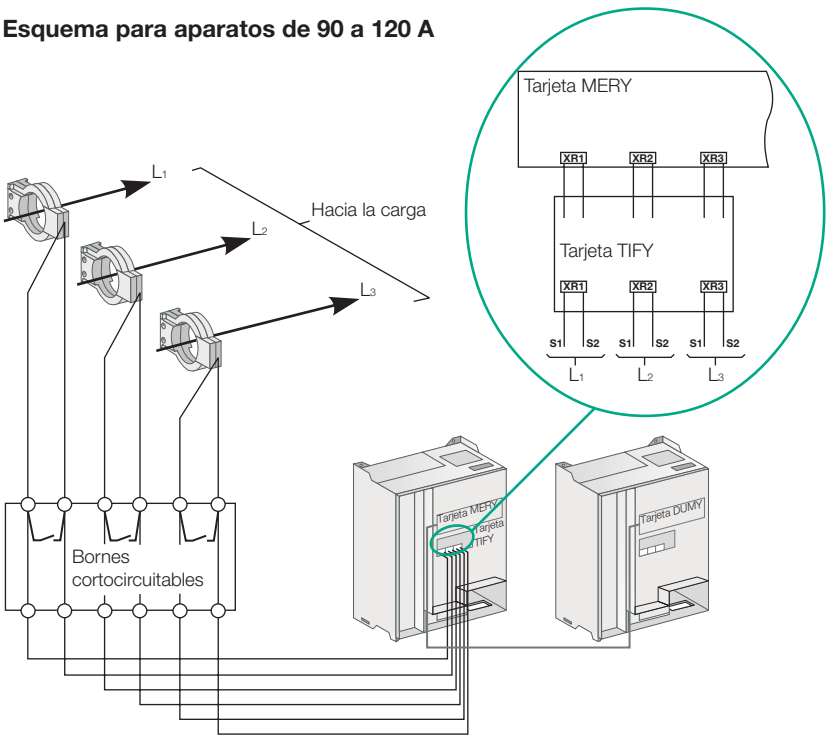


Fig. K4-140: *instalación de equipos unitarios de 90 a 120 A.*

Esquema de instalación de equipos en paralelo, para aparatos de 20 a 60 A

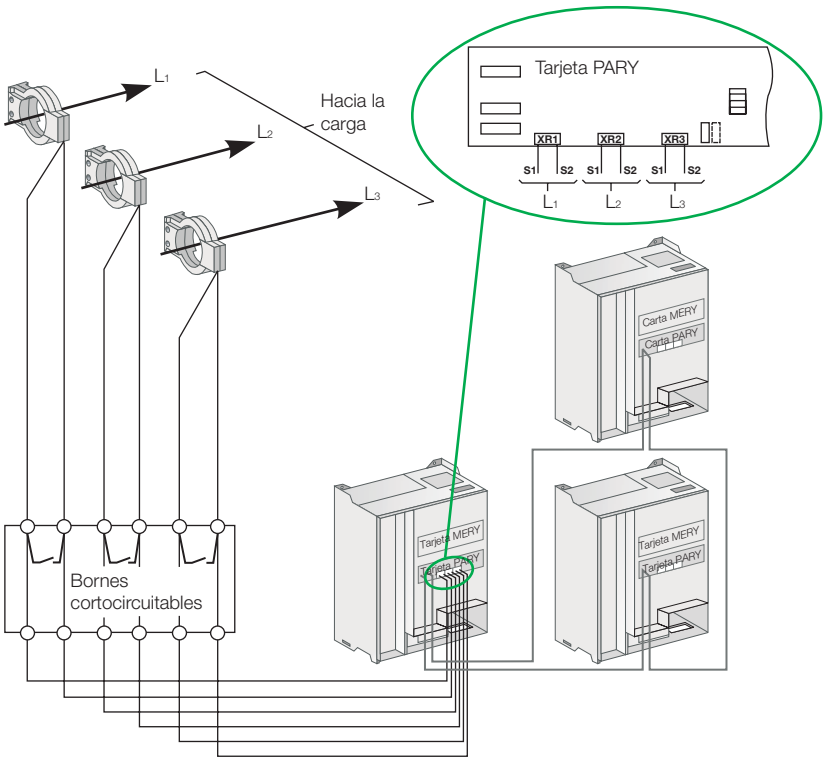


Fig. K4-141: *instalación de equipos en paralelo de 20 a 60 A.*

Esquema de instalación de equipos en paralelo, para aparatos de 90 a 120 A

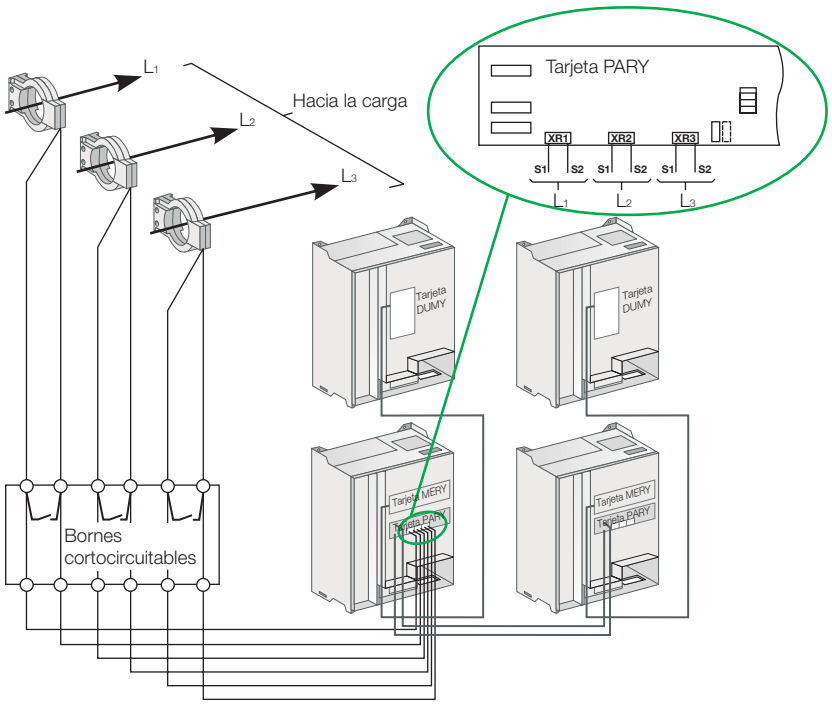


Fig. K4-142: *instalación de equipos en paralelo de 90 a 120 A.*

Puesta en servicio y fuera de servicio

La primera puesta en servicio deberá ser realizada por personal habilitado MGE UPS SYSTEMS que efectuará las verificaciones necesarias para el óptimo funcionamiento de la instalación.

Puesta bajo tensión:

■ Cerrar el interruptor automático de alimentación del compensador en el tablero de alimentación de baja tensión:
□ El indicador luminoso rojo “compensador parado” se enciende.
□ La pantalla del terminal se ilumina.
□ Después de unos cuantos segundos, se visualiza el menú general en la pantalla del terminal.

Generalidades:

■ Si la corriente armónica de la carga es superior a la capacidad de compensación del SineWave™, el indicador luminoso anaranjado parpadeará tanto con el compensador en marcha como en paro.
■ Para acceder a las teclas RUN y STOP, retirar la tapa de protección situada en la parte inferior del terminal.
■ El arranque y paro del compensador SineWave™ pueden ser ordenados manualmente por el teclado del terminal o a través del enlace de comunicación.
■ En caso de una puesta en paralelo, cada compensador SineWave™ puede ponerse en posición de marcha o de paro independientemente de los otros compensadores.

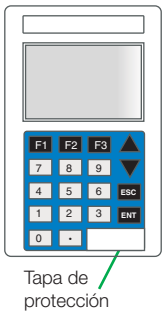


Fig. K4-143: *terminal de mando control y programación del SineWave™.*

Arranque del compensador SineWave™:

■ La puesta en funcionamiento del compensador SineWave™ se efectúa mediante un simple impulso en la tecla RUN del terminal, luego respondiendo con la tecla ENT a la demanda de confirmación visualizada en el terminal.
■ El compensador SineWave™ arranca, siendo entonces operacional.
El indicador luminoso rojo se apaga y el indicador luminoso verde se enciende.
El compensador SineWave™ arranca automáticamente a la puesta bajo tensión si la parada es consecuencia de un corte de tensión de red, mientras el compensador SineWave™ está en marcha. En caso contrario, el compensador de armónicos SineWave™ permanecerá en posición de parada, tal como se encontraba antes del corte de tensión.

Paro del compensador SineWave™:

■ Para parar manualmente el compensador SineWave™, basta con pulsar la tecla STOP y responder a la demanda de confirmación visualizada en el terminal mediante la tecla ENT.
■ El compensador SineWave™ se para y deja de efectuar su función de compensación, el indicador luminoso verde se apaga y el indicador luminoso rojo se enciende.

Puesta fuera de servicio

El compensador SineWave™ puede ponerse fuera de tensión en cualquier estado: en marcha o paro.

La significación de los indicadores luminosos

Las señalizaciones más comunes permiten conocer el estado de funcionamiento del compensador.

Indican claramente:

■ El funcionamiento normal; indicador luminoso verde encendido.

El compensador SineWave™ asegura la compensación de armónicos de la red, en el estado normal de funcionamiento.

■ La parada del compensador; indicador luminoso rojo encendido.

El compensador está en posición de parada como resultado de una parada manual o de una anomalía de funcionamiento. Consultar el interface usuario para conocer el origen del defecto y la acción que se deberá emprender para corregir la anomalía.

■ El funcionamiento en limitación de corriente: indicador luminoso verde encendido y el anaranjado en intermitente.

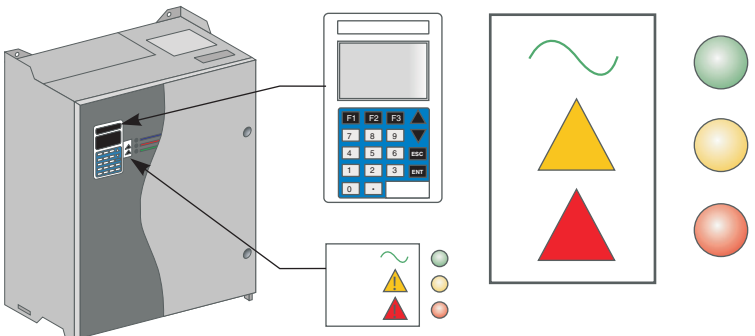
La corriente eficaz armónica absorbida por la carga excede la corriente nominal del compensador SineWave™, así pues este último funciona en modo de limitación de corriente:

□ El compensador limita su corriente de compensación al valor nominal de su calibre (por ejemplo 30 A eficaces para un compensador SineWave™ de 30 A).

□ La carga ha dejado de estar totalmente compensada.

□ La diferencia de las corrientes armónicas (I armónico carga – I compensación) subsiste en la red.

□ Consultar el apartado “acciones en caso de alarma”.



Indicador luminoso verde: compensador en marcha.

Indicador luminoso anaranjado: compensador en limitación de corriente.

Indicador luminoso en rojo: compensador en posición de parada.

Fig. K4-144: *indicadores luminosos del terminal del SineWave™.*

La interface de control/mando

El compensador activo de armónicos SineWave™ comprende en la carátula un terminal gráfico de fácil manipulación, que permite una explotación sencilla del producto.

Este terminal permite:

■ Seleccionar el idioma de los mensajes visualizados, cuenta con una selección de 7 idiomas.

■ Visualizar la identificación del compensador y los parámetros de explotación.

■ Modificar la configuración del SineWave™ para responder mejor a las aplicaciones específicas.
■ Ordenar el funcionamiento del compensador:
□ 1. Visualizador gráfico de cristal líquido retroiluminado (128 · 64 puntos, es decir, 6 líneas de 21 caracteres) que permite la visualización de la información.
□ 2. Teclado de 20 unidades:
– 1 tecla ENT (enter).
– 1 tecla ESC (escape).
– 2 teclas de dirección: ▲ o ▼.
– 11 teclas numéricas: 0 a 9 y el punto decimal.
– 3 teclas de función: F1, F2, F3.
– 2 teclas de mando: RUN (marcha) y STOP (parada) protegidas por un elemento movible.
□ 3. Conector sub-D 9 puntos para la conexión del terminal al compensador SineWave™.

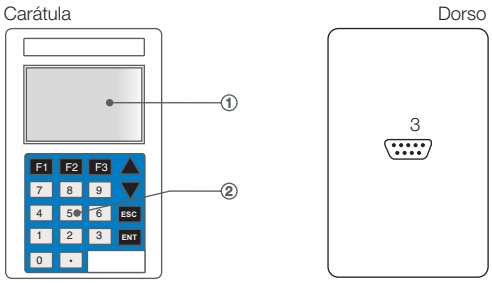


Fig. K4-145: *zonas de maniobra y conexión del terminal del SineWave™.*

Utilización:

■ Tecla ENT:
□ Paso al siguiente menú.
□ Confirmación de una elección.
■ Tecla ESC:
□ Retorno al menú precedente.
□ Abandono de un parametraje en curso y retorno a su valor original.
■ Teclas ▲ o ▼:
□ Desplazamiento y selección en el menú.
□ Selección de un parámetro.
□ Ajuste a un valor (utilización en + o –)
■ Teclas numéricas 0 a 9 y punto decimal:
□ Entrada en las contraseñas.
□ Entrada de un valor numérico.
■ Teclas de función F1, F2, F3:
□ F1 permite el acceso a un menú de ayuda.
□ La asignación de las teclas F2 y F3 está relacionada al menú visualizado
■ Teclas RUN, STOP:
□ RUN: mando local de marcha del compensador.
□ STOP: mando local de parada del compensador.

Menú general

Un menú es una pantalla que propone una lista de opciones o de posibles selecciones:
■ Para seleccionar el menú:
□ Pulsar las flechas ▲ o ▼ para poner en inverso vídeo la opción deseada.
□ Pulsar la tecla ENT para aceptar la opción seleccionada.
Cuando un menú propone más de 4 opciones, la presencia del símbolo ▼ bajo la pantalla indica que el menú continúa en otra pantalla.
La flecha ▲ permite trasladarse arriba del menú.

El menú general se visualiza automáticamente a la puesta bajo tensión del equipamiento. También es accesible a partir de los submenús, mediante acciones múltiples de la tecla ESC.

Menú general
Lengua/Language
Medidas principales
Medidas secundarias
Alarmas
▲▼
Configuración
Comunicación Jbus
Identificación
Acceso reservado

El menú general propone
■ Lengua/Language:
visualización de los idiomas disponibles.
■ Medidas principales:
visualización Ieff y THDI carga y red tensión red, nivel de carga del SineWave™.
■ Medidas secundarias:
visualización del espectro detallado de las corrientes carga y red.
■ Alarmas:
visualización de las alarmas y del diagnóstico de nivel 1, liberación de las fallas.
■ Configuración:
modificación de los parámetros de funcionamiento.
■ Comunicación Jbus:
modificación de los parámetros del puerto de comunicación.
■ Identificación:
visualización de las principales características del compensador y de las versiones programáticas.

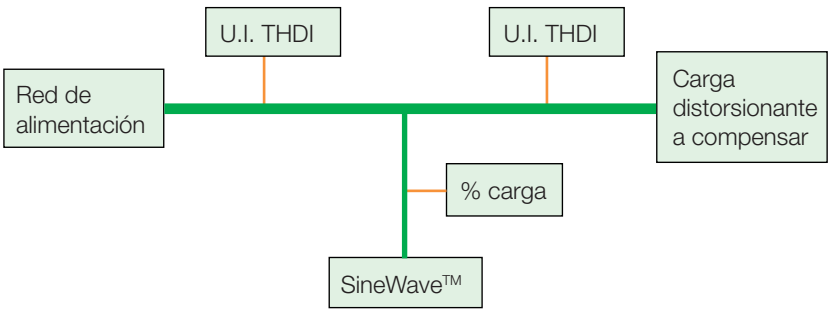
■ Acceso reservado: acceso reservado al personal MGE UPS SYSTEMS.

Elección del idioma
Pulsar ESC varias veces en caso necesario para visualizar el menú general:
■ 1. Seleccionar la opción Lengua/Language con las teclas ▲ o ▼, la elección deberá visualizarse en inverso vídeo...
■ 2. Aceptar la opción Lengua/Language pulsando la tecla ENT.
■ 3. Seleccionar el idioma con teclas ▲ o ▼ y aceptar con ENT.

Menú general
Lengua/Language
Medidas principales
Medidas secundarias
Alarmas
▲▼
Configuración
Comunicación Jbus
Identificación
Acceso reservado

Selección idioma
Français
Deutsch
English
Español
▲▼
Nederlands
Italiano
US English

Visualización de las mediciones principales. Localización de los puntos de medición



A partir del menú general:

■ Pulsar ESC varias veces en caso necesario para visualizar el menú general:

■ 1. Seleccionar la opción “Medidas principales” con las teclas ▲ o ▼, la elección deberá estar visualizada en el inverso vídeo.

■ 2. Aceptar la opción “Medidas principales” pulsando la tecla ENT.

■ No se visualizan las mediciones de corriente en el neutro, en el caso de una red de alimentación sin neutro distribuido.

■ Las mediciones no significativas son reemplazadas por caracteres (*) en la pantalla terminal. Las mediciones con desbordamiento de capacidad son visualizadas con caracteres # en la pantalla terminal.

■ I_1, I_2, I_3, I_N = valores eficaces reales en amperios de las tres fases y del neutro de la:

□ Corriente suministrada por la red de alimentación.

□ Corriente absorbida por la carga no lineal.

■ 3. Pulsar las flechas para correr las pantallas de mediciones principales: visualización en circuito circular.

■ $THDI_1$, $THDI_2$, $THDI_3$ = nivel de distorsión de las 3 fases ($THDI = I_{armónico} / I_{fundamental}$) de la:

□ Corriente suministrada por la red de alimentación.

□ Corriente absorbida por la carga no lineal.

■ U_{red} = valor medio de las 3 tensiones compuestas de la red de alimentación I_1/I_n, I_2/I_n, I_3/I_n = nivel de carga del compensador activo SineWave™ en cada una de las fases.

I_1 = corriente eficaz liberada por el compensador en la fase 1.

I_n = corriente eficaz nominal.

Menú general
Lengua/Language
Medidas principales
Medidas secundarias
Alarmas
▲▼
Configuración
Comunicación Jbus
Identificación
Acceso reservado

Red	Carga
I_1 = xxx A	I_1 = xxx A
I_2 = xxx A	I_2 = xxx A
I_3 = xxx A	I_3 = xxx A
I_N = xxx A	I_N = xxx A
▲▼	

Red	Carga
$THDI_1$ = xx%	$THDI_1$ = xx%
$THDI_2$ = xx%	$THDI_2$ = xx%
$THDI_3$ = xx%	$THDI_3$ = xx%
$THDI_N$ = xx%	$THDI_N$ = xx%
▲▼	

Tasa de cargas SW
I_1 / I_N = xxx %
I_2 / I_N = xxx %
I_3 / I_N = xxx %
▲▼

Visualización de las medidas secundarias:

■ 1. Seleccionar la opción “Medidas secundarias” con las teclas ▲ o ▼.

■ 2. Aceptar la opción “Medidas secundarias” pulsando la tecla ENT.

H1, H3,..., H13 = espectro detallado en los primeros 13 rangos.

THDI = nivel de distorsión global de la corriente absorbida por la carga.

Espectro I_1 Carga	
H_1 = xx %	H_9 = xx %
H_3 = xx %	H_{11} = xx %
H_5 = xx %	H_{13} = xx %
H_7 = xx %	THDI = xx %
12 13	▲▼

■ 3. Pulsar las flechas para visualizar el espectro detallado de la corriente liberada por la red de alimentación.

Menú general
Lengua/Language
Medidas principales
Medidas secundarias
Alarmas
▲▼
Configuración
Comunicación Jbus
Identificación
Acceso reservado

Espectro I_1 Red	
H_1 = xx %	H_9 = xx %
H_3 = xx %	H_{11} = xx %
H_5 = xx %	H_{13} = xx %
H_7 = xx %	THDI = xx %
12 13	▲▼

K
4

H1, H3... = espectro detallado en los primeros 13 rangos.
THDI = nivel de distorsión global de la corriente liberada por la red.
■ 4. Pulsar las teclas de función F2 y F3 para visualizar las corrientes de las fases 2 y 3.

Visualización de las alarmas:

■ 1. Seleccionar la opción alarmas con teclas ▲ o ▼, la selección deberá ser visualizada en inverso vídeo.
■ 2. Aceptar la opción alarmas pulsando la tecla ENT.
La siguiente pantalla es visualizada en funcionamiento normal: compensador en marcha y ninguna anomalía presente.

Alarmas
Ninguna alarma. SineWave™ asegura la pureza de su RED
▲▼

En caso de anomalía de funcionamiento, la siguiente pantalla es visualizada únicamente con las alarmas activas.
Las teclas ▲ o ▼ permiten visualizar 2 páginas de fallas.
La tecla F2 “Diag” da acceso al diagnóstico de nivel 1 y la tecla F3 “Reset” permite liberar las anomalías memorizadas.

Menú general
Lengua/Language
Medidas principales
Medidas secundarias
Alarmas
▲▼
Configuración
Comunicación Jbus
Identificación
Acceso reservado

Alarmas
Marcha prohibida
Def. 1 tarjeta MERY
Defecto interno
Tensión fuera tolerancias
? Diag. Reset. ▲▼
Frecuencia fuera tolerancias
Def. 2 tarjeta MERY
Sentido rotación NOK
Sobrecalentamiento Y
$I_{armónica} > In$
Compensador parado

Relación de alarmas visualizadas:

■ Defecto 1 tarjeta MERY: la tarjeta principal de control/mando está averiada. El reemplazo de la tarjeta requiere la intervención del servicio de posventa MGE UPS SYSTEMS.
■ Defecto interno: este mensaje informa al operador de un defecto interno del compensador que requiere la intervención del servicio de posventa MGE UPS SYSTEM.
■ Tensión fuera de tolerancias: la amplitud de la tensión de la red está fuera de los límites de tolerancia admisibles. Controlar la presencia y la amplitud de las tres fases y del neutro de la red de alimentación.
■ Frecuencia fuera de tolerancias: la frecuencia de la red de alimentación está fuera de los límites de tolerancias admisibles. Controlar la frecuencia de la red de alimentación.
■ Defecto 2 tarjeta MERY: la tarjeta principal de control/mando está averiada. El reemplazo de la tarjeta requiere la intervención del servicio posventa MGE UPS SYSTEM.
■ Sobrecalentamiento Y: el compensador se paró por protección térmica evitando un deterioro del material. Controlar el correcto funcionamiento de los tres ventiladores, la limpieza de las rejillas de aspiración y la temperatura del local. Las tolerancias admisibles en temperatura se definen en el párrafo “características y prestaciones”.
■ $I_{armónica} > I_n$: la corriente eficaz armónica absorbida por la carga excede de la corriente nominal del compensador SineWave™, así pues, este último funciona en modo de limitación de corriente:
□ El compensador limita su corriente de compensación al valor nominal de su calibre (por ejemplo 30 $A_{eficaces}$ para un compensador SineWave™ de 30 A).

□ La carga ha dejado de ser totalmente compensada.
□ La diferencia de las corrientes armónicas ($I_{armónico}$ carga – $I_{compensación}$) subsiste en la red.
□ Algunos problemas pueden aparecer en la instalación en función del nivel de armónicos que quedan en la red de alimentación.
□ Ponerse en contacto con el servicio posventa MGE UPS SYSTEM.

Configuración

Se verificará la configuración del compensador efectuadas en fábrica en la 1.ª puesta en marcha y no debiéndose modificar. Su acceso se reserva al personal acreditado por MGE UPS SYSTEMS:

■ 1. Seleccionar la opción configuración con las teclas ▲ o ▼.

■ 2. Aceptar la opción configuración pulsando ENT.

Configuración
Introducir la palabra de paso ***
▲▼

■ 3. Escribir la palabra de paso (4 caracteres) luego ENT.
Los caracteres de la contraseña se visualizan con # * #.

■ 4. Seleccionar el parámetro a modificar con las teclas o y pulsar ENT.
Por ejemplo, modificación del calibre de los captadores utilizados para la medición de las corrientes de carga.

■ 5. Seleccionar el calibre del captador con las flechas y aceptar con ENT.
La pantalla Menú configuración se visualiza nuevamente para modificar eventualmente otros parámetros.

■ 6. Pulsar la tecla F2 “Mem” para memorizar los nuevos parámetros.
Se visualiza la pantalla de al lado después de haber accionado la tecla F2 para confirmar la memorización de los nuevos parámetros.

■ 7. Confirmar el registro pulsando nuevamente ENT o la tecla ESC para abandonar las modificaciones en curso.

Salvaguarda
Salvaguarda en curso
▲▼

Se visualiza esta pantalla durante el registro de los parámetros, esperar unos cuantos segundos la visualización del menú general antes de arrancar nuevamente el compensador SineWave™.

Menú general
Lengua/Language
Medidas principales
Medidas secundarias
Alarmas
▲▼
Configuración
Comunicación Jbus
Identificación
Acceso reservado

Menú configuración
Captadores 1.000/1
Neutro distribuido
Autorización M/P Jbus
Reactiva compensada
? Mem ▲▼
Elección de armónicos
Tipo aplicación: 0005
N.º equipos //: 2
Tensión de red: 400 V
Desclasificación %:
captador conectado

Elección del calibre
Captador 300/1
Captador 500/1
Captador 600/1
Captador 1.000/1
▲▼
Captador 1.500/1
Captador 2.000/1
Captador 3.000/1
Captador 4.000/1

Salvaguarda
Confirmación: ENT
Abandonar: ESC
ATENCION
Salvaguarda
= PARAR el sistema
▲▼

Relación de los parámetros de configuración:

■ Calibre de los captadores: seleccionar el calibre de los captadores utilizados para la medición de las corrientes carga.

■ Tipo de red: red de alimentación con o sin neutro distribuido.

■ Autorización marcha/paro a través del puerto de comunicación Jbus: autorización o no de los mandos marcha y paro a distancia a través del puerto de comunicación Jbus.

■ Compensación o no de la energía reactiva: la aceptación de esta opción permite disminuir la cantidad de energía reactiva suministrada por la red y suprimir las penalidades en caso de contratos a tarifa preferencial. La compensación se optimiza para llevar el cos φ a un valor superior o igual a 0,94.

La compensación de la energía reactiva se hace en detrimento de la compensación de los armónicos, por lo tanto, es necesario sobredimensionar el compensador si se desea compensar la energía reactiva y los armónicos.

■ Selección de los rangos compensados: esta opción permite seleccionar los rangos de los armónicos a compensar para optimizar las prestaciones del compensador.

■ Selección del tipo de aplicación: la elección del tipo de aplicación es un parámetro de ajuste en fábrica. Se define en función de la configuración de la instalación cliente.

■ Número de aparatos instalados en paralelo:

□ Tensión de red: tensión de alimentación de la carga.

□ Desarreglo en función de la altitud.

K
4

Comunicación Jbus

El parametraje del puerto de comunicación se describe en la noticia específica del puerto de comunicación Jbus.

Identificación:

■ 1. Seleccionar la opción Identificación con las teclas ▲ o ▼.

■ 2. Aceptar la opción Identificación pulsando ENT.

Identificación
N.º = xxxxxxxxx
I_N= xxx A U_n = xxx V
F_n = xxHz con neutro
Versiones = xx, xx
▲▼

Menú general
Lengua/Language
Medidas principales
Medidas secundarias
Alarmas
▲▼
Configuración
Comunicación Jbus
Identificación
Acceso reservado

Esta pantalla visualiza el número de serie del aparato, la corriente nominal en amperios, la tensión nominal en voltios, la frecuencia nominal en Hz, el tipo de red con o sin neutro distribuido, las versiones programáticas implantadas en la tarjeta de control / mando.

■ 3. Pulsar ESC para volver al menú general.

Mandos marcha/paro

■ Pulsar la tecla RUN para poner en marcha el aparato o STOP para pararlo.

Esta pantalla permite confirmar el mando pulsando ENT o abandonar el mando en curso pulsando ESC.

Puesta en marcha
Confirmación: ENT
Abandonar: ESC
▲▼

Acceso reservado

Este mando de acceso al núcleo del sistema está reservado al personal de MGE UPS SYSTEMS para un peritaje profundo del funcionamiento interno del compensador.

Mantenimiento:
Antes de cualquier intervención en el compensador de armónicos SineWave™, cortar la alimentación y esperar la descarga de los condensadores (5 min).
En la conexión de los captadores de corriente, cortocircuitar los secundarios de los captadores.
El compensador de armónicos SineWave™ no necesita mantenimiento preventivo. Sin embargo, se recomienda a intervalos regulares:
■ Verificar el estado y el apriete de las conexiones.
■ Cerciorarse de que la temperatura del aire en la entrada del compensador SineWave™ sea inferior a 40 ºC.
■ Limpiar la rejillas de ventilación y verificar la eficacia de la ventilación.

4.5. La calidad en la red

La calidad en el control energético de los edificios no se limita al control de la energía como producto sino que la instalación y su filosofía son partes integrantes muy importantes de la calidad.
Los conceptos de disponibilidad, fiabilidad, seguridad y capacidad al mantenimiento (mantenibilidad) son cuatro conceptos expresados por la CEI 863 (Previsión de características de fiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad); CEI 271 (Listado de los términos base, definiciones y matemáticas aplicables a la fiabilidad); CEI 362 (Guía para la obtención de datos sobre fiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad a partir de resultados de explotación de los dispositivos electrónicos CEI 305 (Ensayos de fiabilidad de los equipos); CEI 706 (Guía de mantenibilidad del material); CEI 812 (Técnicas de análisis de la fiabilidad de los sistemas. Procesos de análisis de modos de desfallecimiento y sus efectos).
Por la proliferación normativa de la CEI, podemos deducir que es un tema muy importante y que aún está en régimen de desarrollo, nos faltan datos sobre fiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad de las instalaciones eléctricas, según la indiosincrasia o filosofía europea de las instalaciones. De la americana disponemos de datos en las Military Handbook 217 E y en Europa disponemos de algunos datos en los que colabora Merlin Gerin, como en “Recull de données de fiabilité du CNET”. No obstante esta información corresponde al momento actual, esperamos que cuando este volumen esté publicado podamos disponer de datos del centro CNET más completos, al menos con los materiales de Schneider Electric.
La disminución de la aparición de fallos y del tiempo de interrupción que de ello resulta, mejora la seguridad y productividad de la empresa.
Además los usuarios reclaman hoy en día un nivel de seguridad “a medida”, en resumen, una instalación adaptada a sus necesidades. La noción de optimización es, pues, capital y se trata de responder al justo nivel exigido al menor coste.
Para posibilitar esta adecuación, los constructores, los instaladores y los proyectistas debemos dominar los parámetros de seguridad de funcionamiento de una instalación.

Características de la seguridad de funcionamiento

Las magnitudes de la seguridad de funcionamiento
Los índices de seguridad de funcionamiento (la fiabilidad, la facilidad de mantenimiento, la disponibilidad y la seguridad) no son independientes. En particular, tres de estos índices pueden relacionarse entre sí por los siguientes valores representativos:
■ Para la fiabilidad, la tasa de fallos (λ), o su inversa ($1/\lambda$), el MTBT (Mean Time Between Failure), “Tiempo medio entre fallos”.
□ Ejemplo: la tasa de fallos de un transformador es de $\lambda = 6.10^{-7}$ h^{-1}, lo que corresponde a un tiempo medio entre fallos de 195 años, o que falla de media un aparato de cada 195 unidades al año.

■ Para la facilidad de mantenimiento se utiliza la magnitud MTTR (Mean Time To Repair), "Tiempo medio de reparación". Este tiempo engloba la búsqueda del fallo, el tiempo de aprovisionamiento de las piezas a cambiar y los tiempos de intervención efectivos.
■ Para la disponibilidad, el valor de magnitud resulta de la acción sobre los brazos de palanca que son la fiabilidad del material y su facilidad de mantenimiento.
El opuesto de la fiabilidad, que es evidente la no disponibilidad (I_D), se expresa (en la mayor parte de los sistemas) por: $I_D = \lambda \cdot MTTR$; siendo λ la representación de la fiabilidad y MTTR de la facilidad de mantenimiento.
□ Ejemplo: para un transformador, si pasan 12 h entre un fallo y la nueva puesta en tensión, su no disponibilidad es de:
$I_D = \lambda \cdot MTTR = 6 \cdot 10^{-7} \cdot 12\ h = 7{,}2 \cdot 10^{-6}\ h$, que referido a un año equivale a 4 minutos de no disponibilidad por año.
$7{,}2 \cdot 10^{-6}\ h \cdot (365\ d/año) \cdot (24\ h/día) \cdot (60\ min/h) = 3{,}78 \cong 4\ min/año$.
Hay que recordar que, para una estructura de instalación dada, la disponibilidad se caracteriza por el binomio: buena fiabilidad y mantenimiento eficaz.

La seguridad de funcionamiento aplicada a los conjuntos
Para calcularla, conviene aplicar el método de los árboles de fallos a la red de distribución eléctrica de BT estudiada (pueden ayudarse con el CT n.º 144 de Merlin Gerin).

Ejemplo de una red

El suceso más indeseable del árbol de fallos es, pues, la ausencia de energía en U1 del esquema de la Fig. K4-118, página K/316 suceso que se descompone en cuatro módulos, según el diagrama de la Fig. K4-119, página K/317.

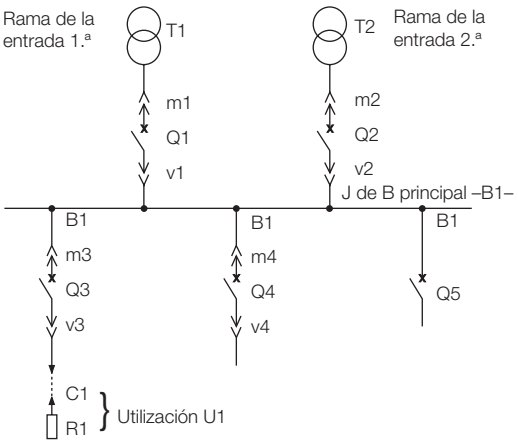


Fig. K4-146: *ejemplo de red de distribución eléctrica.*

Hace falta conocer la disponibilidad de energía eléctrica en el punto de utilización U1 de la Fig. K4-146.
Por tanto hay que realizar un análisis detallado por sectores.

No disponibilidad de entrada
Cada línea de entrada de transformador puede alimentar ella sola el conjunto de la red de BT, cuya utilización depende de ella.
Las dos entradas de MT se supone que están alimentadas desde dos subestaciones reductoras diferentes. Esto reduce prácticamente de modo común la no disponibilidad de la AT.

Los tipos de fallos del interruptor automático que se consideran para el cálculo de la no disponibilidad de la entrada son los siguientes:
- Apertura intempestiva.
- Fallo al cerrar.
- Cortocircuito interno.
- Calentamiento.

Los elementos de la red de AT, entradas de MT, transformadores y bornes de conexión se toman con todos sus fallos mezclados.

No disponibilidad entre el juego de barras principal B1 y la utilización

Agrupa un conjunto de no disponibilidades de los elementos que se encuentran en la línea aguas arriba, desde el juego de barras principal hasta el punto U1.
Cada fallo se puede descomponer con tanto detalle como se desee, y da lugar a tiempos de reparación diferentes.
Para el juego de barras, por ejemplo:
- Que se aflojen soportes del juego de barras, debido a vibraciones importantes, puede hacer que se rompan cuando tiene que soportar un importante esfuerzo electrodinámico. El tiempo de reparación que se requiere son varias horas (cambio de una pieza).
- La caída de un objeto sobre estas mismas barras con tensión, aunque poco probable a tenor de las disposiciones constructivas empleadas (forma, IP..., tecnología Merlin Gerin), se traducen a menudo en el cebado de un arco, y un tiempo de reparación de algunas decenas de horas.

No disponibilidad debida a desconexiones por cortocircuito

Se llama desconexión por cortocircuito a todo cortocircuito que se produzca en una salida paralela a la salida considerada, y cuya interrupción, realizada en un nivel superior (aguas arriba) a estas salidas, lleva a quedarse sin tensión.
Es pues necesario sumar todas las posibilidades de cortocircuito, descendiendo por cada una de las derivaciones de salida paralelas, hasta el primer órgano de protección.
Aguas abajo, una desconexión por cortocircuito sólo es posible si se produce un cortocircuito y un fallo de la protección, lo que corresponde a una probabilidad despreciable.

No disponibilidad por mantenimiento fijo

El mantenimiento fijo es el término empleado para indicar que el tiempo de reparación depende del tipo de instalación (fija o seccionable) e influye en la explotación de otras salidas.
En el ejemplo de la Fig. K4-148 de la página siguiente: la utilización de U1 queda afectada por la reparación de Q5 que, montado en un modo fijo, necesita el corte de la alimentación de entrada; en tanto que la reparación de Q4, seccionable, puede hacerse con el juego de barras bajo tensión, por tanto sin repercusión en la utilización de U1.

Resultados

Los resultados que se dan a continuación son los que corresponden a valores habitualmente encontrados en tablas de fiabilidad y de MTTR para todos los elementos de la red.
La no disponibilidad en el receptor es de $6{,}4 \cdot 10^{-5}$, o sea 33 minutos por año.
El examen de las importancias relativas da el cuadro de indisponibilidad siguiente:

Llegada	45 %
Entre juego de barras y la utilización	51 %
De donde:	
cable y receptor	32 %
resto de línea aguas arriba	19 %
Desconexión por cortocircuito	1 %
Mantenimiento fijo	3 %

Tabla K4-147: *no disponibilidad en U1.*

■ Arbol de posibles fallos de la red del ejemplo.

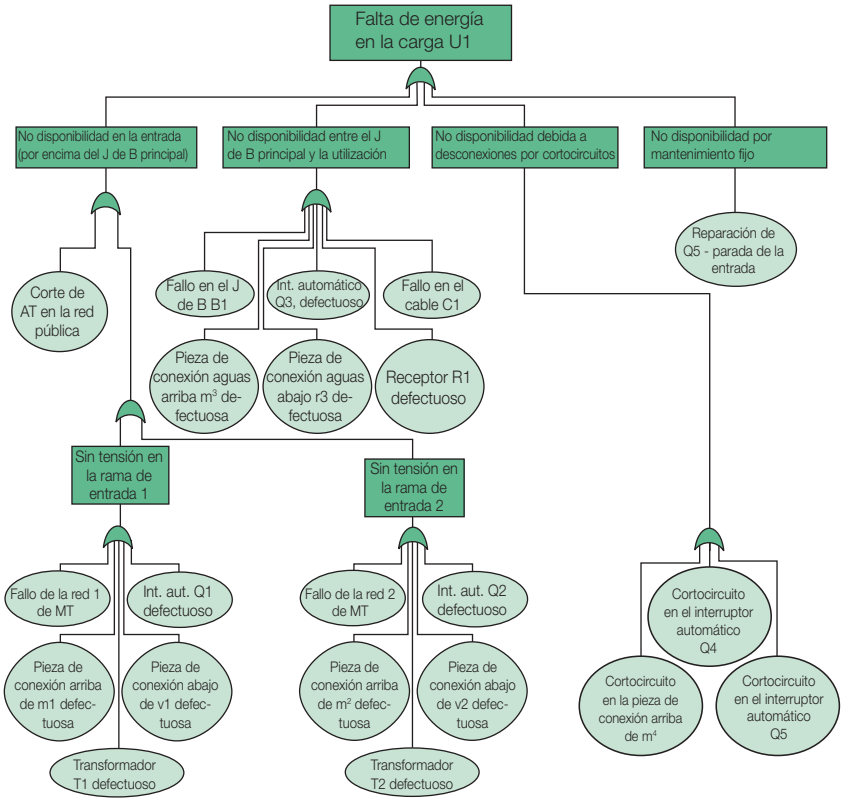


Fig. K4-148: *árbol de defectos asociados al esquema del ejemplo.*

Conceptos de seguridad en edificios terciarios

Como hemos definido anteriormente, un diseño de red debe responder a las exigencias específicas del cliente. En todo sistema, basta que haya un elemento débil para que la seguridad del conjunto quede, frecuentemente, en entredicho. Así, para no encontrarse al volante de un fórmula 1 a "pedales", es aconsejable valorar la importancia de diversas soluciones técnicas en lo que se refiere a la seguridad:

■ El esquema (acometida, utilización final, régimen de neutro).
■ Las conexiones.
■ Los arcos eléctricos.
■ Los tipo de cuadros (forma, conexiones, aparamenta fija o seccionable, IP...).
■ Las salidas para motores en rack extraíble.
■ Los elementos auxiliares de mando y control.

La seguridad por el esquema

Hay dos elementos especialmente importantes en el trazado de una red eléctrica:
□ El esquema de la acometida.
□ El tipo de receptor final.
Un tercer elemento, el esquema de puesta a tierra del neutro es muy influyente.
■ El esquema de entrada.
La seguridad del suministro repercute en todos los receptores, críticos o no, y se demuestra que es importante, en la medida de lo posible, conseguir una configuración de entrada coherente con la necesidad aguas abajo.

La solución adoptada dependerá del entorno estudiado. Por ejemplo:
□ En una región aislada, puede ser difícil obtener una línea de MT que tenga una buena seguridad de suministro y, todavía más difícil, dos líneas de MT independientes. En este caso el estudio debe considerar una producción autóctona, tal como un grupo electrógeno de emergencia.
□ Determinados sectores industriales (químico, petroquímicas, papeleras...) por su fabricación ya disponen de energía (a menudo bajo forma de vapor) que utilizan para accionar grupos turboalternadores. La red de distribución pública es entonces utilizada como soporte.

Nota: En el caso de que la seguridad del suministro de entrada sea, a pesar de todo, demasiado mala, se hace indispensable el recurso a SAI, situado lo más cerca posible de las cargas críticas.

■ Cálculo de la no disponibilidad debida a la acometida.
Sobre el ejemplo de la Fig. K4-149 (dos entradas desde transformadores en paralelo y 20 salidas a motores) la no disponibilidad a nivel de receptor es aproximada-

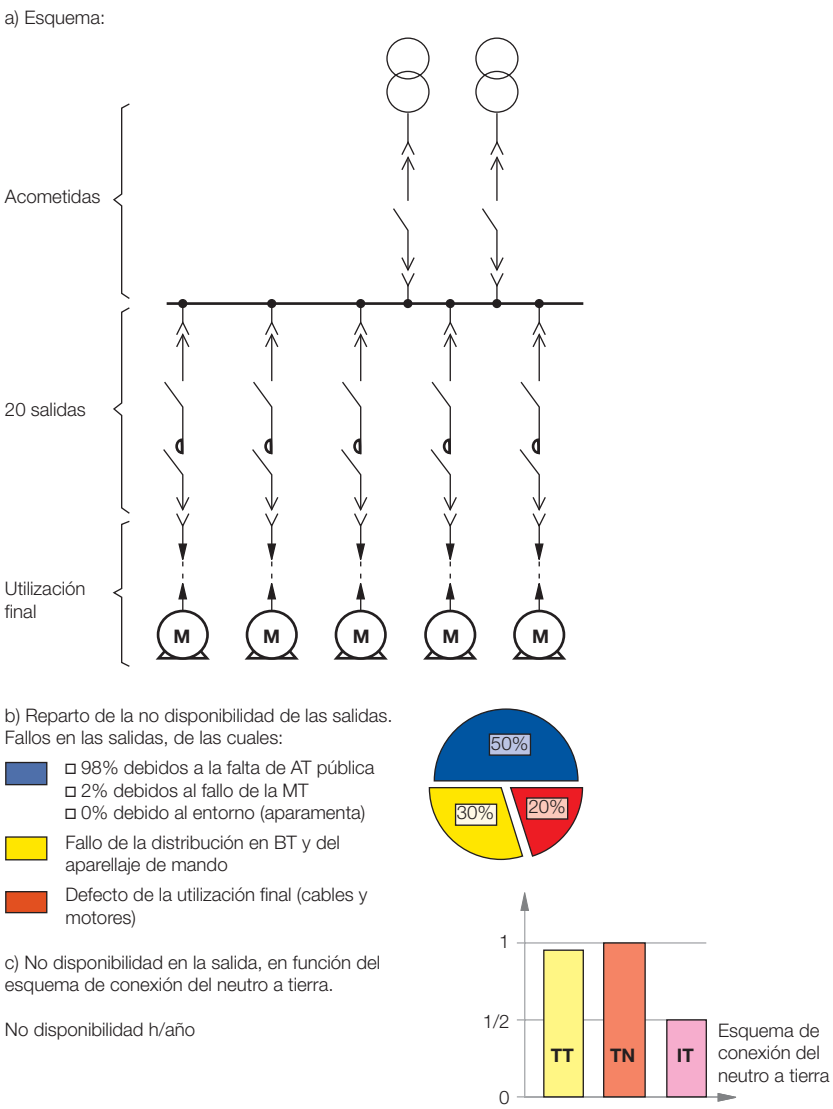


Fig. K4-149: *la no disponibilidad de una acometida puede representar una gran parte de la no disponibilidad total, aquí el 50%.*

En BT, la no disponibilidad en régimen IT se calcula considerando la reparación obligatoria del primer defecto.

mente de 1/2 h/año, donde el 50% se debe a un fallo en la acometida. En conclusión, la no disponibilidad de entrada, si es que no es siempre preponderante, puede sin embargo representar una gran parte de la no disponibilidad total.
Veremos más adelante que la no disponibilidad está comprendida entre el 7% y el 90%, según las disposiciones tomadas al objeto de hacer fiable el resto de la red.
Esta entrada tiene dos puntos especialmente críticos:
□ La línea de transporte de AT.
□ La línea de MT.
Puesto que los transformadores, interruptores automáticos y las piezas de conexión son de 100 a 1.000 veces más fiables que estas dos fuentes de fallos.

¿Cómo mejorar la seguridad de la variable entrada?

Existen numerosas soluciones posibles que dependen mucho del entorno. Una mayor fiabilidad puede obtenerse trabajando los puntos siguientes:
■ Redundancia de entradas.
Dos líneas de MT, que parten de dos subestaciones reductoras diferentes, utilizadas en paralelo, permiten salvar la no disponibilidad de la red de AT que es, aproximadamente, de unos 17 minutos/año, en tanto que es de 10 h para la red de MT.
En España tenemos la ventaja de poder disponer de diferentes Cías, distribuidoras de energía, con redes diferentes y contratar el suministro en dos Cías.
La ganancia de la disponibilidad puede también conseguirse añadiendo uno o varios grupos electrógenos (ver apartado J16, página J/789, del Volumen 3). Podemos recomendar el CT 148 “Distribución eléctrica de alta disponibilidad” de Merlin Gerin.
■ División de salidas en preferentes y no preferentes.
La búsqueda de una buena disponibilidad de la energía conduce, casi siempre, según la importancia de la explotación, a dividir las utilizaciones en dos tipos:
□ Las preferentes.
□ Las no preferentes.
En caso de sobrecarga, o de fallo de la fuente principal, las no preferentes se desconectan y las preferentes conservan su potencial útil a partir de una fuente secundaria (segunda entrada de MT, grupo electrógeno...).
■ Dispositivos de conmutación.
En caso de fallos, la conmutación puede realizarse sobre fuentes de reserva, no utilizadas en funcionamiento normal, o sobre las fuentes de salidas no preferentes, con la desconexión de estas últimas.
Así se pueden considerar tres tipos de conmutaciones:
□ Síncrona (prácticamente sin corte de suministro, milisegundos)
□ Pseudosíncrona (corte de 60 a 300 ms).
□ Con tiempo muerto (corte de 0,4 a 60 segundos).
Ver CT 75 de Merlin Gerin.
■ La utilización final.
La no disponibilidad debida a los receptores se representa en la Fig. K4-149, y se refiere en este caso a los motores y cables que los alimentan desde el cuadro.
Los resultados del cálculo de la fiabilidad permiten determinar, por ejemplo, que en el caso de empleo de un motor M, el 30% de su tiempo de parada por fallo está causado o por la línea de alimentación o por el mismo.
Es necesario, pues, definir bien las características técnicas de los receptores junto con sus condiciones de empleo, así como los procesos de mantenimiento destinados a prevenir cualquier fallo.
La mayor parte de los fallos eléctricos de los motores se deben a defectos fase masa, que aparecen en el momento de arranque del motor.

El control del nivel de aislamiento permanente, de un motor con el sistema Vigilohm SM20, desarrollado por Merlin Gerin, permite:
□ Programar un mantenimiento preventivo.
□ Evitar un deterioro irreversible del motor.
■ Esquemas de puesta a tierra del neutro.
Ver apartado F4, página F/71, del Volumen 1 y la tabla adjunta K4-150.

Esquema	TT	TN	IT
Acción después de un defecto de aislamiento	Puesta fuera de tensión inmediato	Puesta fuera de tensión inmediato	□ Prosigue la explotación □ Búsqueda del defecto □ Preparación antes de la puesta fuera de tensión
Importancia de la corriente de defecto (condiciona los daños de la instalación)	Algunas decenas de amperios	Muchos kiloamperios (corrientes de cortocircuito)	Algunas decenas de miliamperios (1.er defecto)

Tabla K4-150: *la elección del esquema de puesta a tierra del neutro afecta directamente a la seguridad y a la fiabilidad de la instalación.*

El esquema de puesta a tierra del neutro tiene influencia sobre la disponibilidad y sobre la facilidad de mantenimiento por el hecho del corte o no del circuito al primer defecto (en el caso de los esquemas TT y TN).
Además, la corriente de defecto a tierra depende del esquema de conexión y condiciona la importancia de los daños ocasionados a la instalación y, sobre todo, a los receptores.
El histograma de la Fig. K4-149 de la página K/339 representa el resultado de un estudio de fiabilidad. El esquema de conexión IT, con un dispositivo de búsqueda rápido (automático) del primer defecto, es el que ofrece la mayor disponibilidad porque permite:
□ No interrumpir la explotación.
□ La reparación del defecto durante un intervalo de no funcionamiento.
□ La preparación de los trabajos de reparación durante la producción, y por tanto ganancia en facilidad de mantenimiento.
Además el esquema de conexión IT es aconsejable en los siguientes casos:
□ La presencia de receptores sensibles a las corrientes de defecto importantes.
□ Riesgos de incendio importantes.
□ Utilización de grupos electrógenos de socorro (para evitar el deterioro del alternador por defecto interno).
□ Necesidad de alto nivel de seguridad (disponibilidad + seguridad), por ejemplo, en la sala de operaciones de un centro médico, donde, además, es obligatorio.

Nota: En el esquema de conexión IT, la probabilidad de desconexión como consecuencia de un segundo defecto (si éste se produce durante el tiempo de búsqueda y supresión del primer defecto) es más reducido que en el esquema de conexión TN o TT, porque requiere la presencia simultánea del primer y del segundo defecto sobre fases distintas.

Se ha visto antes que el estudio del régimen de neutro es importante. Una vez fijado éste, quedan por escoger los materiales (cuadro y aparamenta), buscando una cierta homogeneidad en la fiabilidad de los diferentes eslabones que determinan la no disponibilidad final.

La seguridad y las conexiones
Estando constituido un cuadro por un gran número de conexiones, es importante pensar en la fiabilidad de las mismas.
Se tiene un fallo en una conexión cuando ésta no es capaz de transportar la energía, en plenas condiciones, para la cual se ha dimensionado. Normalmente,

en estas situaciones provocan un calentamiento local que puede provocar la destrucción del receptor y/o de los cables.
La importancia de dominar bien los problemas de conexión se pone de relieve con el ejemplo de una red construida por dos acometidas importantes que alimentan 20 salidas.
Los resultados del cálculo de fiabilidad (Fig. K4-152 en la página siguiente) indican que sobre la no disponibilidad total, el 88% de los fallos se deben a diversos factores (acometida, aparamenta...) y el 12% a las conexiones.
Conviene distinguir las conexiones realizadas en fábrica (taller) de las realizadas in situ; estas últimas, estadísticamente, son las que más fallan.
De la práctica se deduce que la seguridad puede ser notablemente mejorada por:
■ Superficies de contacto bien dimensionadas (recubrimiento de plata).
■ Estado cuidadoso de estas superficies (planas, limpias).
■ Un par de apriete según norma (ver tablas en normas de aparamenta UNE-EN 60898 y 60947-1).
■ Pares de apriete para los tornillos de los bornes.

Diámetro del tornillo (mm)		Par (Nm)		
Valores nominales del sistema métrico	Gama de diámetros	I	II	III
2,5	⩽ 2,8	0,2	0,4	0,4
3,0	> 2,8 hasta 3 inclusive	0,25	0,5	0,5
–	> 3 hasta 3,2 inclusive	0,3	0,6	0,6
3,5	> 3,2 hasta 3,6 inclusive	0,4	0,8	0,8
4	> 3,6 hasta 4,1 inclusive	0,7	1,2	1,2
4,5	> 4,1 hasta 4,7 inclusive	0,8	1,8	1,8
5	> 4,7 hasta 5,3 inclusive	0,8	2	2
6	> 5,3 hasta 6 inclusive	1,2	2,5	3
8	> 6 hasta 8 inclusive	2,5	3,5	6
10	> 8 hasta 10 inclusive	–	4	10
12	> 10 hasta 12 inclusive	–	–	14
14	> 12 hasta 15 inclusive	–	–	19
16	> 15 hasta 20 inclusive	–	–	25
20	> 20 hasta 24 inclusive	–	–	36
24	> 24	–	–	50

– Columna I: se aplica a tornillos sin cabeza (espigas), que no sobresalen del agujero cuando están apretados y a otros tornillos que no pueden apretarse mediante un destornillador con pala más ancha que la del diámetro del tornillo.
– Columna II: se aplica a los tornillos que se aprietan con destornillador con número de pala correspondiente.
– Columna III: se aplica a tornillos y tuercas que se aprietan con herramientas diferentes a un destornillador (llaves).

Tabla K4-151: *par de apriete de los tornillos de los bornes, según normativa.*

La seguridad y los arcos eléctricos:
■ No disponibilidad debida a los arcos eléctricos.
Múltiples causas pueden determinar la producción de arcos en los cuadros, por ejemplo, la intrusión de pequeños animales (ratas e incluso reptiles), la presencia de objetos olvidados en los trabajos de mantenimiento, que el calor haya degradado los materiales o, incluso, depósitos de polvo conductor.
Los daños debidos a los arcos son generalmente importantes. Suponen un tiempo de parada que puede alcanzar algunos centenares de horas para un cuadro “ordinario”, lo que corresponde a un 11% de su no disponibilidad total (ver Fig. K4-124, página K/319). En tanto que para un cuadro “mejorado”, este porcentaje se hace despreciable, puesto que estas paradas quedan limitadas sola-

mente al tiempo de puesta en orden de la distribución (apriete de los cables, limpieza de las superficies carbonizadas...) o sea, aproximadamente una hora.
Para evitar esta no disponibilidad es conveniente actuar sobre los siguientes puntos:
□ Riesgos de aparición de los arcos.
□ Duración del arco.
□ Propagación de los arcos eléctricos dentro del cuadro.
A parte de que estas acciones llevan a reducir el tiempo de reparación, tienden, también a disminuir la importancia de los daños debidos a los arcos.

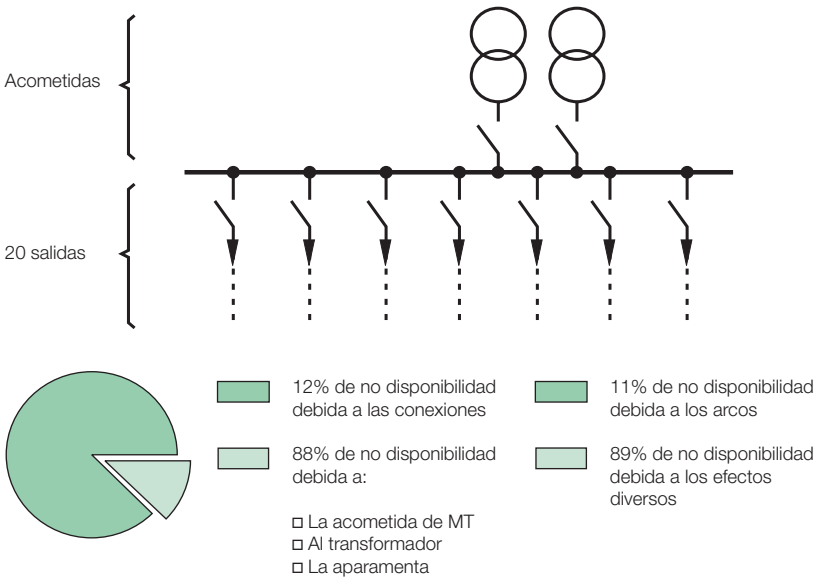


Fig. K4-152: *las situaciones de no disponibilidad debidas a los arcos o a las conexiones, representan alrededor del 20% de las causas de no disponibilidad del sistema.*

■ Evitar la aparición de los arcos eléctricos.
Más vale prevenir que curar, y por tanto, actuar sobre causas que permiten la aparición de los arcos eléctricos, así:
□ Los cebados de los arcos por perforaciones dieléctricas no se producen si:
– Elección correcta de los materiales (homologados y con control de calidad).
– Respetar las líneas de fuga y las distancias de aislamiento (control permanente del aislamiento).
□ La introducción de objetos o cuerpos extraños, por ejemplo polvo conductor, y la entrada de pequeños animales son el origen de numerosos arcos eléctricos en los armarios de BT. Para evitarlos, las envolventes deben estar pensadas:
– Estudio de la forma (grado de compartimentación según CEI).
– Elección correcta del IP (grado de protección según CEI).
– Colocación de filtros.
– Mantenimiento de una temperatura ambiental que no permita la condensación de la humedad del aire.
□ Después de la ruptura de un interruptor automático o aparato de corte (caso de la desconexión por sobrecarga o cortocircuito), se escapan del aparato gases ionizados a presión. Estos gases pueden provocar un cebado, por ejemplo en un juego de barras que se halle en su proximidad. Este riesgo se evita con una estructura bien pensada y/o con pantallas juiciosamente dispuestas.
□ Una conexión defectuosa puede provocar la aparición de un arco.
Para evitarlo las conexiones deben estar adecuadamente apretadas.

No permitir que los conductores cuelguen de los bornes de conexión, a 30 o 50 cm del borne colocar una abrazadera que soporte el peso del conductor.

■ Limitar la duración del arco.

Conviene reducir al máximo el tiempo de arco a fin de limitar los daños que ocasiona. A tal efecto hay que tener en consideración diferentes soluciones:

□ Regular al mínimo el ajuste de "retardo" en los interruptores automáticos (protección contra los cortocircuitos), pero manteniendo la selectividad. El mínimo tiempo de permanencia del arco lo logrará utilizando selectividad lógica y energética (ver el capítulo H1 en el Volumen 2).

□ Emplear aparatos limitadores.

Su velocidad de respuesta por repulsión no permiten la obtención de temperaturas perjudiciales (ver el capítulo H1 en el Volumen 2).

□ Escoger una protección con un tiempo "de caída" importante (y un aparato que guarde en memoria los efectos transitorios).

El arco tiene la particularidad de ser un defecto transitorio por dos razones:

– Por una parte, un arco puede apagarse rápidamente por la disposición de los elementos en el cuadro. Pero los gases ionizados que se generan pueden provocar recebados en otras partes con tensión. Se pueden producir muchas secuencias de extinción y cebado.

– Por otra parte, su impedancia varía en función de su velocidad de desplazamiento y de los obstáculos que encuentra. Sin embargo, cada vez que aparece, todo el equipamiento sufre diferentes solicitaciones que pueden sumarse.

La respuesta a este problema se halla en los sistemas de protección que integran el defecto en el tiempo: cuando aparece un defecto y después desaparece (o pasa por debajo del umbral, antes de la desconexión del aparato de protección) esta "información", en tiempo y en intensidad, debe conservarse a nivel de la protección para provocar una desconexión si el defecto se repite, o si se presentan breves sobrecorrientes.

Así, un interruptor automático de BT puede guardar en su memoria el cortocircuito y no "reiniciarse" más que progresivamente.

Fig. K4-153: *interruptor automático Masterpact equipado con unidad de control Micrologic (Micrologic A, P y H).*

■ Impedir la propagación en el cuadro.

Las leyes de la física hacen que el arco se aleje de su origen y se desplace rápidamente alejándose de la fuente de energía. Al objeto de reducir las consecuencias

para la explotación, el arco no debe extenderse a todo el cuadro. Conviene controlar el arco durante toda su duración:

□ Tabicando completamente las diferentes zonas del cuadro; los tabiques y travesaños aislantes evitan que el arco se propague, por sí mismo o por sus gases ionizados.

□ Creando trampas de arco que hagan posible su extinción, tales como:

– Envolviendo el juego de barras con materiales aislantes.

– Geometría del juego de barras que alarguen el arco.

– Trampas calorimétricas que atraigan el arco y permitan su consumición en su interior cerámico, sin interferir en el circuito eléctrico.

La seguridad y las opciones del cuadro

La forma, el tipo de conexiones (por delante, o por detrás), el modo de instalación de los aparatos (fijo o seccionable) y el grado de protección son otras tantas de las opciones posibles en la realización y/o diseño de un cuadro eléctrico de BT.

El ejemplo de la Fig. K4-126, página K/320, muestra la influencia de esta elección sobre la disponibilidad a nivel de una salida.

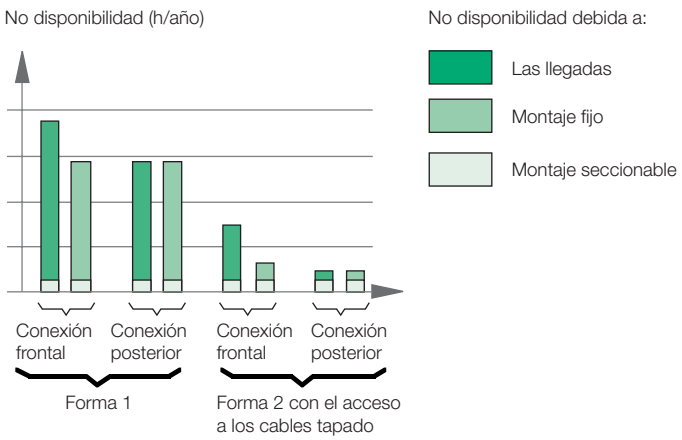


Fig. K4-154: *los tiempos de no disponibilidad dependen de la tecnología del cuadro y, especialmente, de su tipo de conexionado (el diagrama corresponde al ejemplo de la Fig. K4-149).*

■ Forma.

(Ver apartado 6.5. “Las tecnologías de los cuadros funcionales” del capítulo F, página F/114 del Volumen 1.)

Sea una forma 1 “aberturas no tapadas”, comparada con una forma 2 “aberturas de acceso de los cables tapados”.

La expresión abreviada “aberturas de acceso de los cables tapados” significa que el usuario ha tenido el cuidado de hacer pasar los cables a través de pasamuros.

Nota: Esta disposición se considera en el empleo de una forma al menos igual a la forma 2.

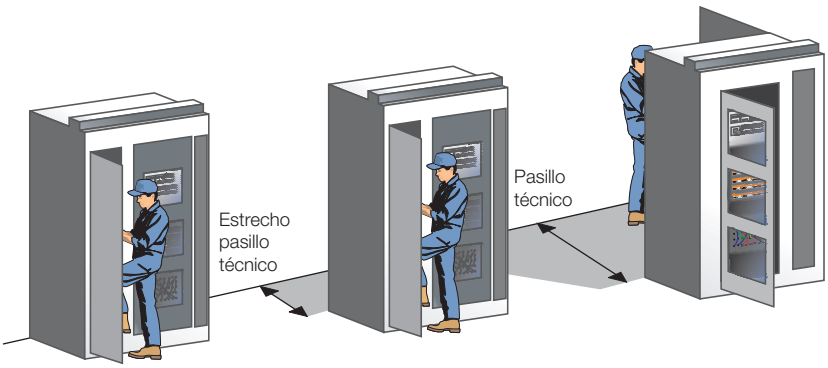
Con este ejemplo es fácil comprender que una elección juiciosa de la forma mejora la disponibilidad (Fig. K4-149, página K/339), pues afecta a:

□ La probabilidad de manifestaciones de defectos (hace imposible la entrada de roedores).

□ La propagación de un arco (presencia de una barrera).

Para una buena disponibilidad es por tanto interesante prever un cierre de los cuadros BT (forma 3) y aún más al nivel de las conexiones de los cables exteriores (forma 4) por cuanto, como se ha visto antes, éstas son el origen de la mayor parte de los fallos.

■ Conexiones por delante o por detrás.
El lugar reservado al equipamiento eléctrico, durante el diseño de los locales, condiciona muy a menudo el tipo de conexiones a realizar en el cuadro. Esta exigencia tiene su influencia sobre la disponibilidad.
Un cuadro con las conexiones por delante es, a menudo, de difícil acceso, lo que provoca tiempos de reparación importantes comparados con los de doble accesibilidad obtenida con una accesibilidad posterior.



a) Cuadro con conexiones frontales adosado a la pared.

b) Cuadro con conexiones frontales, con un estrecho pasillo técnico.

c) Cuadro con conexiones posteriores con el indispensable pasillo técnico.

Fig. K4-155: *un buen compromiso "nivel de mantenibilidad/cara ocupada", se puede conseguir con un cuadro de conexión por delante, preveyendo dejar por detrás un pasillo estrecho para fines técnicos.*

Hay que destacar que la no disponibilidad de un cuadro que no tiene las conexiones por delante es todavía más importante si los aparatos se han montado "fijos" y se necesitan herramientas para desmontarlos.
Para mejorar la facilidad de mantenimiento de un cuadro con conexiones por delante, previsto para su adosado a un muro, conviene prever un estrecho pasillo técnico por detrás.
■ Fijo o seccionable.
La disponibilidad puede mejorarse con la elección de un aparato seccionable (Fig. K4-154). A parte del hecho de que su mantenimiento es más fácil, es necesario también considerar que no tiene influencia alguna en las salidas próximas.
En efecto, el seccionamiento se hace sin carga (circuito abierto), pero con tensión, con lo que no es necesario cortar aguas arriba e interrumpir así la alimentación de otras salidas en paralelo.
Sin embargo la opción "seccionable" puede no presentar ventajas en el caso donde los cortes son frecuentes (fuentes poco fiables, cables de alimentación únicos y con riesgos...), o cuando, debido a un mantenimiento muy fácil, no se influye en las otras salidas.
Por el contrario, en el caso de un cuadro con conexiones por delante de forma 2, el interés de utilizar interruptores automáticos "seccionables" es evidente (ver Fig. K4-154). La no disponibilidad queda, en este caso, dividida por tres, con relación a la solución "fija".
■ Grado de protección.
(Ver apartado 8.3. "Grado de protección de los envolventes de BT" del capítulo F, página F/341, del Volumen 1.)
En conclusión, cuanto mayores sean las dos primeras cifras características del IP, mejor será la protección.
Sin embargo, todos los aparatos eléctricos se calientan y la mayor parte tienen un límite térmico.

Por tanto una estanqueidad excesiva se opone a una buena ventilación del cuadro, por lo que puede ser nefasta para el buen funcionamiento de su aparamenta. Esto es así, a menos que se prevea la evacuación de las calorías y/o se haga una buena elección de los aparatos.
El entorno, más o menos exigente, y las cualidades de los componentes del cuadro fijan la elección del grado de protección. (Ver Tabla F8-003; pág. F/341 del Volumen 1.)

La seguridad y la salida a motor en rack extraíble seccionable
En las industrias de procesos se utilizan numerosos cuadros MCC, denominados "de racks seccionables".
En los casos de mando motor se requiere habitualmente una buena continuidad de explotación. El rack es la solución por cuanto permite un mantenimiento fácil y rápido: una salida defectuosa se reemplaza inmediatamente por un equipo idéntico, manteniendo el cuadro en tensión.
Un rack que alimenta un motor puede estar constituido por un conjunto fusible-contactor térmico, o por conjunto interruptor automático contactor térmico.
En cuanto a la disponibilidad, estas dos configuraciones son prácticamente iguales en funcionamiento normal, pero difieren notablemente en caso de fallo del contactor.
En efecto, cerca del 20% de los fallos de las salidas se deben a los contactores (los contactos quedan pegados), con el inconveniente añadido de la extracción del cajón del contactor defectuoso. Es entonces necesario abrir el circuito de potencia; lo que es posible con una asociación interruptor automático contactor, pues basta con abrir el interruptor automático. En el otro caso (asociación fusibles contactor) es necesario cortar la tensión al nivel de interruptor general... y todas las salidas motor quedan entonces no disponibles.
La repercusión de este proceder puede aplicarse al esquema de 20 salidas a motor alimentados por dos acometidas de MT independientes, ejemplo ilustrado en el histograma de resultados de la Fig. K4-156.

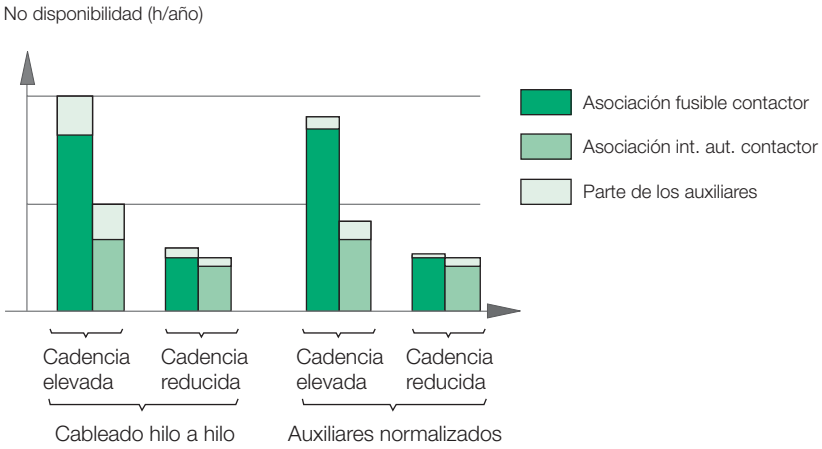


Fig. K4-156: *comparación del nivel de no disponibilidad para un cuadro de 20 salidas en cajón, según la aparamenta y su cadencia de maniobra.*

Se distinguen dos cadencias de funcionamiento de los contactores (reducida y elevada). Las probabilidades de fallo a nivel del cajón están ligadas a la cadencia de funcionamiento de los contactores. De aquí el interés por utilizar un interruptor automático, en lugar de unos fusibles, como dispositivo de protección, en el caso de empleo intensivo de los contactores (cadencia, pero también, categoría de empleo de los receptores AC3, AC4, tensión de servicio...).

La seguridad y los auxiliares de control-mando

Continuando con el mismo ejemplo (Fig. K4-149, página K/339) es posible determinar la influencia de los auxiliares sobre la disponibilidad total. Los fallos que se le atribuyen son los de los relés, las conexiones o su alimentación. La puesta en servicio del cableado, hilo a hilo, de estos elementos auxiliares es larga y sometida a errores por parte de los montadores, o a fallos potenciales.

Para solucionar esto Merlin Gerin ha normalizado toda esta tecnología en sus productos (Digibloc, Dialpact...).

Se trata de tarjetas o módulos de control mando unidas por cable cinta de conexión o con conexiones digitales normalizadas.

Estos elementos centralizan las informaciones y permiten realizar distintos esquemas de mando.

Las modificaciones de estos esquemas se efectúan, simplemente, configurando estas tarjetas o por la asociación de nuevos módulos.

Con estas alternativas se consiguen muchas ventajas:

- Ganancia de tiempo en la puesta en servicio.
- Mejor fiabilidad, suprimiendo los errores de cableado.
- Tiempo de reparación, limitado al tiempo de cambio de una tarjeta o módulo.
- Fácil evolución del sistema.

Los resultados de cálculos de fiabilidad sobre el histograma muestran que estos esfuerzos de normalización aportan ganancia de disponibilidad de los elementos auxiliares de mando en función de la cadencia (del 30% con cadencia reducida, al 60% con cadencia elevada).

Niveles de seguridad requeridos

En la construcción de redes de BT es posible utilizar numerosas opciones técnicas que determinan niveles de seguridad diferentes.

Pero, **¿con cuál quedarse?**

Cada una de ellas tiene la influencia apetecida cuando se aplica sobre el escalón adecuado.

A título de ejemplo, el empleo de una forma 4 es muy útil, con la condición de estar exenta de defectos mayores en la instalación.

La respuesta lógica en el diseño de una red BT no será, pues, el elegir e instalar al azar multitud de materiales eficientes y fiables, convencido de que “al menos en éstos uno queda tranquilo”.

De hecho cada aplicación o ámbito de utilización de la energía eléctrica de BT requiere un nivel de calidad y seguridad adaptado al mismo. Este depende, por ejemplo, del sector de actividad y de los imperativos de la explotación (Tabla K4-157).

- El sector servicios está constituido por los pequeños comercios, escuelas..., hasta grandes superficies, bancos, inmuebles de despachos, grandes hospitales. El control y la fiabilidad en el manejo de la información es muy importante.
- La industria agrupa principalmente todas las fábricas (automóviles, aeronáuti-

ca, textil...). Tiene determinadas necesidades de distribución (protección y estructura de la red) y necesidades ligadas al proceso (mando motor, servidumbres); el proceso es muy importante en la producción continua de la industria petroquímica, las fábricas de cemento, la industria agroalimentaria...

¿En qué aspecto presentan estos sectores necesidades diferentes?

Accidentes como el de Bhopal (diciembre 1984), Tchernobyl (abril 1986), Pasadena (octubre 1989) o el del Concord (verano de 2000), han demostrado la existencia de riesgos considerables para las personas y sus entornos.
De ahí la frecuente pregunta:

"¿Es esto seguro?"

De hecho esta pregunta no tiene sentido. El fallo tiene siempre una probabilidad, por pequeña que sea, de que se produzca; la pregunta correcta es, pues,

"¿Es esto bastante seguro?"
"¿Está correctamente mantenido?"

Para todos los sectores esto se traduce en la elección de un nivel aceptable de probabilidad de fallo peligroso (en términos económicos).
El nivel cultural social debe configurar los niveles:

■ En las telecomunicaciones, France Telecom tiene una probabilidad de no disponibilidad de 1 h/siglo para las centrales telefónicas ($\lambda < 10^{-7}$ h^{-1}).

■ En el transporte aéreo, se han fijado dos condiciones de seguridad:

□ Que todo fallo "global catastrófico" sea extremadamente improbable ($\lambda < 10^{-9}$ h^{-1}).

□ Que todo fallo "crítico" sea extremadamente raro ($\lambda < 10^{-7}$ h^{-1}).

Esta cifra se puede comparar con la probabilidad ($\lambda < 10^{-6}$) que un ser humano pierda la vida en la próxima hora.

■ En la banca, los cortes de la alimentación provocan no sólo la pérdida de datos, sino también registros de operaciones erróneos. Los costes de rastreado y de recuperación de los errores son los elementos de referencia.

■ En los hospitales es la seguridad de las personas la que hay que considerar inmediatamente en caso de un fallo. En particular, las salas de operaciones y la reanimación se estudian para ser lugares de alto nivel de seguridad.

■ En medios industriales, los fallos tienen también una influencia importante en términos de continuidad de servicio. En un artículo de Y. Lafargue, aparecido en el periódico "Le Monde", se citan dos ejemplos:

□ Para BSN, 10 minutos de parada provocan una pérdida de producción cifrada en 20.000 latas.

□ Para Peugeot, sobre una producción de 1.650 vehículos por día, 1 hora de fallo informático supone 100 vehículos menos fabricados, o sea dejan de ganar 4 millones de francos.

Esto permite entender el interés que puede tener un industrial en la disponibilidad de la energía eléctrica, dado que es ella la que permite toda la actividad de su empresa.

Así pues, sea en el sector servicios o en el industrial, los fallos pueden tener repercusiones económicas y ocasionar daños e incluso peligros. Todo lo dicho

puede afectar a nuestra vida diaria, para la cual un buen servicio, en el 99% de los casos ($\lambda = 10^{-2}$), se traduce en:

■ Falta de electricidad o de agua durante algunas decenas de horas cada año.

■ El teléfono y la televisión estarían fuera de servicio más de 10 minutos por semana.

■ 400 cartas por hora no llegarían jamás a su destino.

Mediante estos ejemplos imaginarios se evidencian las consecuencias de la elección de un nivel de seguridad.

Para los técnicos un buen estudio de correlación de las magnitudes interactivas "disponibilidad", "fiabilidad", "mantenibilidad" y "seguridad" nos puede dar el punto óptimo, en el nivel de conocimiento científico del momento.

No por incrementar al máximo una de ellas obtendremos el punto óptimo, por ejemplo: un avión tiene la máxima seguridad cuando está parado en tierra, si deseamos el máximo de seguridad no podremos tener disponibilidad de volar. En este mismo avión cuanto mayor sea el grado de revisión "mantenibilidad" menos tiempo estará disponible "disponibilidad", pero de una óptima relación entre mantenibilidad y disponibilidad obtendremos la mejor seguridad disponible, bajo los conocimientos del momento.

Hemos de prestar atención a todos los circuitos, por simples que parezcan; por ejemplo el fallo en el circuito rojo de los semáforos de una ciudad, es un problema, el mismo fallo en el circuito verde puede ser una catástrofe.

La Tabla K4-157 de la página siguiente, sin ser exhaustiva, da la elección más adecuada para una red de BT y para diversos sectores de actividad. Para concretar esta elección es necesario definir las necesidades y poner en servicio los conceptos de seguridad (ver CT-144 de Merlin Gerin).

Solamente atendiendo a una equilibrada correlación (en función de los conocimientos tecnológicos del momento) de los conceptos de fiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y seguridad, expresados por la CEI en su norma n.º 191 de 1988, en la que define:

■ Fiabilidad: la fiabilidad es la probabilidad que una entidad puede cumplir una función requerida, en las condiciones determinadas, durante un tiempo predeterminado $[t_1,t_2]$; que se expresa R (t_1,t_2).

■ Disponibilidad: la disponibilidad es la probabilidad que una entidad pueda cumplir una función requerida, en las condiciones determinadas, en un instante dado t, suponiendo que el suministro de los medios externos necesarios están asegurados; que se expresa D(t).

■ Mantenibilidad: la posibilidad de mantenimiento es la probabilidad de que una operación dada de mantenimiento pueda ser realizada en un intervalo de tiempo dado $[t_1,t_2]$; que se expresa por $M(t_1,t_2)$.

■ Seguridad: la seguridad es la probabilidad de evitar un acontecimiento peligroso.

(La noción de seguridad está estrechamente ligada al riesgo que de ella misma depende, no solamente de la probabilidad de que ocurra, pero sí de la gravedad del hecho.)

Relaciones directas e inversas de las magnitudes

A mi entender ciertas magnitudes características de la seguridad pueden ser contradictorias:

■ El mejoramiento de la mantenibilidad puede conllevar elecciones que degraden la fiabilidad (por ejemplo la incorporación de componentes para facilitar el montaje y desmontaje).

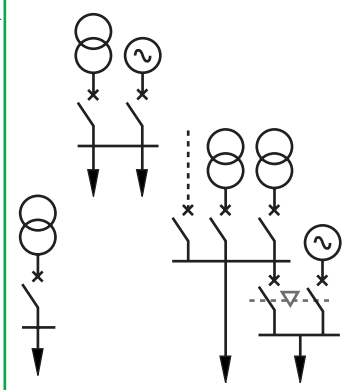
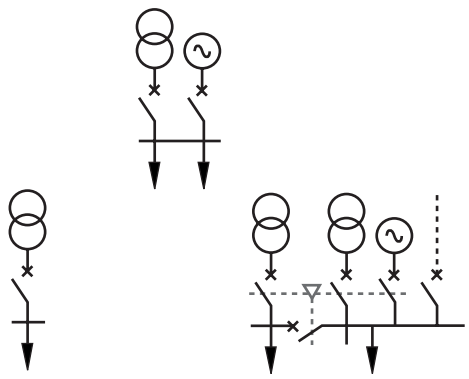
	Sector de actividad				
	Terciario		Industria		
	Comercio	Hospitales	Talleres	Fábricas	Proceso de fabricación
Tipos de esquema de acometida					
Imperativos de la explotación	Numerosos receptores móviles y portátiles, modificaciones frecuentes de la distribución, alimentación desde la red pública	Continuidad de servicio para ciertos sectores. Riesgos de incendios, utilización de grupos de emergéncia	Circuito de tierra inseguros (canteras), alimentación desde la red pública	Continuidad del servicio para ciertos sectores, utilización de grupos de emergencia	Continuidad de servicio para la mayor parte de la explotación, riesgo de daños importancia en caso de defectos de aislamiento (motores, automatismos) Riesgos de incendio
Esquemas de conexión del neutro propuestos	TT	IT	TT	IT	IT
			Numerosos ctos. auxiliares, (máquinas-herramientas), receptores con mal aislamiento	Ambiente y/o receptores que favorecen el riesgo de defecto de aislamiento	
			TN	Sub red TN	
Soluciones a seleccionar					
Tipo de aparamenta	Fija o desconectable o extraíble		Fija o desconectable o extraíble		Fija
Tipo de cuadro	Fijo		Fijo o de pletinas desconectables o de cajones desconectables		De cajón extraíble
Forma	F1 a F4		F2 a F4	F2 a F4	F2 a F4
Grado de protección IP (dos peimeras cifras)	2 a 5		2 a 5	3 a 5	3 a 5
Aparamenta de mando de motor					
de cadencia baja			Asociación fusibles-contactor		
de cadena elevada			Asociación interruptor automático-contactor		
Tecnología de los auxiliares de control mando	Tradicional (hilo a hilo)	Normalizada (tarjetas, modulos y conectores)	Tradicional	Normalizada	

Tabla K4-157: *los sectores de actividad y los imperativos de explotación conducen a escoger los esquemas de puesta a tierra del neutro; las soluciones elegidas dependen, entre otras cosas, de las formas de utilizarlas y del grado de protección exigido.*

■ La disponibilidad es pues un compromiso entre la fiabilidad y la mantenibilidad; un estudio de seguridad permite valorar en cifras este compromiso.
■ Por lo mismo, la seguridad y la disponibilidad, pueden ser contradictorias.
Hemos visto que la seguridad es la probabilidad de evitar un acontecimiento peligroso, ella tiene, a menudo, un máximo cuando el sistema está parado, pero la disponibilidad es entonces nula: éste es el caso cuando uno cierra la circulación por riesgos de hundimientos, desplomes, riadas...).
■ A la inversa, por mejorar la disponibilidad de sus aparatos ciertas compañías aéreas pueden estar tentadas en disminuir el tiempo del mantenimiento preventivo, disminuyendo la seguridad de vuelo.
Solamente en una correcta correlación entre las magnitudes expuestas, encontraremos el punto de equilibrio.

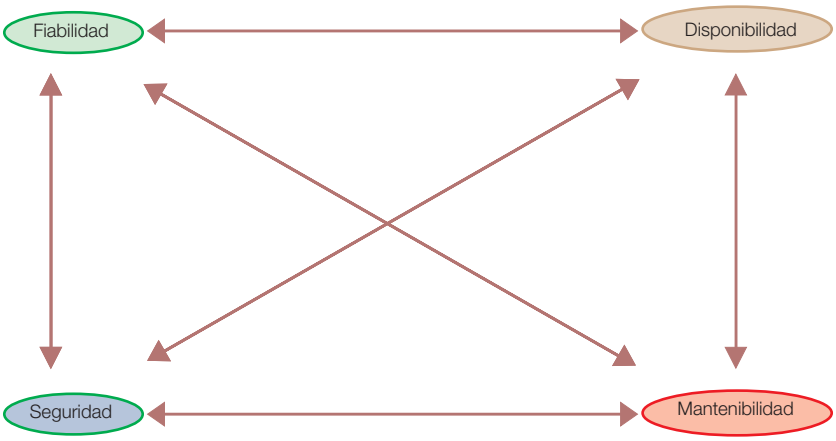


Fig. K4-158: *correlación de las magnitudes de seguridad.*

Los diagramas de fiabilidad

Los diagramas de fiabilidad es una forma muy simple de representar un conjunto de componentes no reparables. El cálculo de la fiabilidad del sistema, así representados, es posible por uniones serie/paralelo, en redundancia K/N y en puente. Su aplicación con sistemas reparables es mucho menos sistemático pero interesante en instalaciones eléctricas para poder disponer de elementos de reserva en situaciones precisas.

Los sistemas serie o paralelo

Dos elementos se dice que están en serie si el funcionamiento de los dos es necesario para asegurar el funcionamiento del conjunto.
Dos elementos se dice que están en paralelo si el funcionamiento, al menos de uno de ellos, es suficiente para asegurar el funcionamiento de la unión.
■ En el momento que dos elementos están situados en serie, uno y otro deben funcionar. Debemos multiplicar sus fiabilidades para obtener la fiabilidad del conjunto: $R(t) = R_1(t) \cdot R_2(t)$.
■ En el momento que dos componentes están situados en paralelo se dice que uno o el otro funcionan. Es muy práctico utilizar la fiabilidad en este caso. Para que el sistema esté en avería, hace falta que uno y otro (los dos componentes), estén en avería: $I \cdot R(t) = [R_1(t) + R_2(t)] - [R_1(t) \cdot R_2(t)]$.

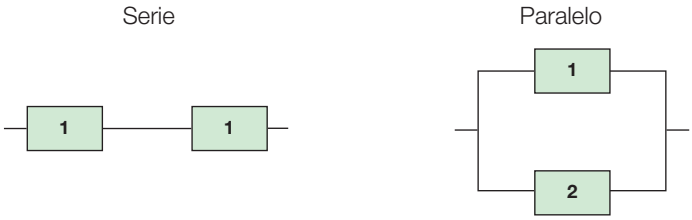


Fig. K4-159: *sistemas serie y sistemas en paralelo.*

En el caso de sistemas en paralelo se dice que 1 y 2 están en redundancia. Esta redundancia se llama pasiva si el elemento 2 está en paro en tanto que el elemento 1 está funcionando. Este es el caso de un grupo electrógeno o de doble suministro por dos compañías.
Si 1 y 2 funcionan unidos la redundancia se llama activa. Es conveniente que dos SAI actúen en redundancia activa.
Para los componentes no reparables se calcula la fiabilidad del conjunto, en tanto que las leyes unidas a los dos componentes sean exponenciales:
■ En serie $R(t) = \exp(-\lambda_1 t) \cdot \exp(-\lambda_2 t) = \exp[(-\lambda_1 + \lambda_2) t]$.
R(t) es una ley exponencial: $\lambda = \lambda_1 + \lambda_2$.
■ En paralelo $R(t) = [\exp(-\lambda_1 t) + \exp(-\lambda_2 t)] - [\exp(-\lambda_1 t) \cdot \exp(-\lambda_2 t)]$.
R(t) no es una ley exponencial.
La tasa de desfallecimiento no es una constante.
Todas estas fórmulas se generalizan por asociación a un sistema de (n) componentes no reparables, en serie o paralelo. Se pueden combinar estas expresiones.

Los sistemas de redundancia K/N
Sistema compuesto por (n) elementos. Se dice que están en redundancia K/N si K elementos son suficientes para asegurar la función.
La redundancia es supuestamente activa.
Sea $R_1(t)$ la fiabilidad de n elementos no reparables de un sistema. Un cálculo simple de la fiabilidad del conjunto puede realizarse con la búsqueda de las combinaciones favorables:

$$\text{Sistema } 2/3 = (R_1 \cdot R_2) + (R_1 \cdot R_3) + (R_2 \cdot R_3) - 2(R_1 \cdot R_2 \cdot R_3)$$

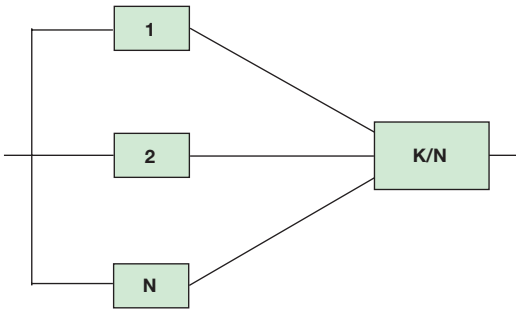


Fig. K4-160: *sistemas con redundancia K/N.*

■ Sistema serie (n/n): $R(t) = \prod_{i=1}^{n} R_i(t)$.

Puesto que K es pequeño es muy fácil de calcular I – R(t) por ejemplo.

■ Sistema paralelo (1/n): $I - R(t) = \prod_{i=1}^{n} [I - R_i(t)]$.

Sistema K/n: para toda la i. $R_i(t) = r(t)$; $R(t) = \sum_{i=K}^{n} C_n^i r(t)^i \cdot [I - r(t)]^{n-i}$.

Los sistemas en puente

Se denominan así los sistemas que no se ajustan a una combinación serie/paralelo. Podemos reducir estos sistemas, por reiteración, como el caso anterior.

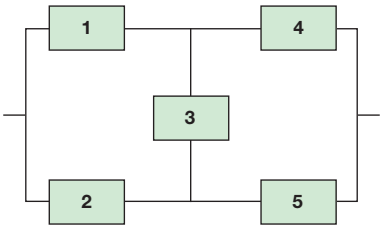


Fig. K4-161: *sistema puente.*

Para calcular la fiabilidad de este sistema a partir de cinco componentes no reparables, se puede utilizar el teorema de las probabilidades condicionales. $R = R_3 \cdot R$ (3 elementos en marcha) + $(I - R_3) \cdot R$ (3 elementos desfallecidos). Deducimos entonces R (t) de los resultados del estudio de los dos diagramas de la Fig. K4-162.

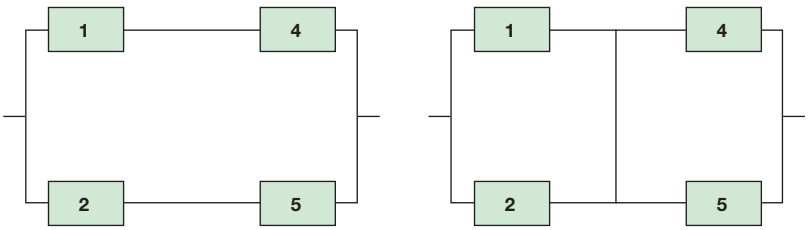


Fig. K4-162: *descomposición de un sistema puente.*

Para un conocimiento más profundo, Schneider Electric dispone del CT n.º 144. Introducción a la concepción de la seguridad.

El Análisis de Modos de Desfallecimiento, de sus Efectos y de su estado Crítico (AMDEC).

Nota: Un modo de desfallecimiento es un efecto por el cual uno observa un desfallecimiento de un elemento o de un sistema.

Esta definición de la CEI (publicación 812) muestra que el método se basa en la descomposición del sistema en elementos.

■ La tabla de datos permite conocer el comportamiento de cada elemento.

■ La arquitectura material y funcional del sistema permite inducir todos los efectos de todos los modos de desfallecimiento de todos los elementos del sistema.

5. El control de la energía en los ejemplos ilustrados en este manual

Es obvio que la energía más segura de utilizar en consumos domésticos es la energía eléctrica. La humanidad ha sido capaz de crearla y controlarla, su utilización cada día más masiva ha llegado al límite de transformarse en imprescindible para mantener la calidad actual de vida.
Al convertirse en esta necesidad debemos tener prudencia en su consumo y control para evitar transformarla en un elemento caro de obtener.
La racionalización de su consumo, de las inversiones necesarias para su elaboración y explotación, deben seguir los parámetros de la economía, su utilización se debe reservar a las aplicaciones útiles, las pérdidas por conducción, por utilización innecesaria, al habituarnos a ella y no prestar la atención necesaria, ha creado un despilfarro de energía que con la tecnología actual podemos controlar, sólo debemos aplicarla. Para darnos una pequeña idea, la CE ha realizado un estudio sobre el consumo de los LED (pequeñas lámparas piloto), que en toda la comunidad están instalados, los LED de los electrodomésticos, de las máquinas de los cuadros de control..., su consumo es equivalente al consumo total de Portugal.
Una de las necesidades es la armonización del consumo con la producción en el tiempo. La sociedad tiene unos hábitos que provocan elevados consumos en un período del día y muy bajos consumos en otro período del día.
Las centrales térmicas funcionan a un ritmo regular de producción de vapor, no es posible disminuir la producción de vapor durante un par de horas para elevarla al cabo de tres horas y volverla a disminuir, la inercia térmica de la central generadora de calor para la transformación de vapor no tiene este ciclo, independientemente de la naturaleza del combustible. La que se adapta más a su ciclo de producción con las necesidades de consumo de la humanidad actual es la energía solar, pero con la dificultad de la constancia, en invierno un día nublado necesitamos más energía y en cambio recibimos menor energía solar.
En el momento que la reglamentación especifique normas para la producción de energía solar y la conexión de excedentes a la red pública, será una buena alternativa a la contribución del ahorro energético, mientras es posible utilizarla para calefacción, refrigeración, agua sanitaria, depuración...
Si nos estructuramos para reducir el despilfarro energético y racionalizamos las instalaciones y el consumo, obtendremos un coste más reducido de la energía.
Esta será la finalidad de este estudio, con los conocimientos que la tecnología nos ha puesto a nuestra disposición, hoy en día, y que podemos resumir en tres:
- Inversión en instalación adecuada.
- Equilibrio de consumo a las características de producción.
- Reducción de las pérdidas de transporte.

Inversión en instalación adecuada

En el apartado D2. “Las tarifas eléctricas”, página D/35 del Volumen 1, exponemos el sistema tarifario español, y en el D5. “Cálculo de las acometidas”, página D/111 del Volumen 1, desarrollamos el sistema de contratación para este ejemplo.
Electrificación elevada, potencia de contratación 9,2 kW a 230 V.
Es obvio que cada día tendremos más utensilios que funcionan con energía eléctrica y la suma de todos ellos superará el valor de contratación, pero no somos capaces de utilizarlos todos al mismo tiempo, por tanto debemos racionalizar, según nuestra forma de actuar, la máxima potencia que podemos utilizar en un momento dado y realizar la inversión de la instalación y contratación en función de ella. No debemos invertir en más instalación si no la utilizamos, ni contratar más potencia base para abonar el término de potencia más ajustado a la necesidad.

Equilibrio del consumo a las características de producción

Si podemos mantener un nivel de consumo reducido y continuado nos acercaremos al trabajo equilibrado de las fuentes y obtendremos una máxima rentabilidad en la producción de energía y consecuentemente una reducción del coste precio.
Si además ajustamos nuestros consumos en las horas de que los comercios, las

oficinas y algunas industrias no funcionan, colaboraremos a la rentabilidad de las fuentes y consecuentemente nos beneficiaremos de las reducciones correspondientes a estas actuaciones.
Por tanto, en el apartado D2. "Las tarifas eléctricas", página D/35 del Volumen 1, exponemos el sistema tarifario español, y en el D5. "Cálculo de las acometidas", página D/111 del Volumen 1, desarrollamos el sistema de contratación de doble tarifa, la diurna y la nocturna.
Los kW/h consumidos (precios de 1997) durante 16 horas del día, se abonan a 0,10 € y los de las 8 horas de la noche a 0,04 €.
Si adaptamos la posibilidad de máximo consumo durante las horas nocturnas, calefacción de acumulación, agua sanitaria, lavadora, lavaplatos, depuradora... nos podemos beneficiar de estas ventajas.
Ver pág. D/38 del Volumen 1 "Tarifa 2.0 con discriminación horaria nocturna (5.1)".
La potencia contratada será la correspondiente a las horas diurnas. El límite de la potencia en las horas nocturnas será el admisible técnicamente en la instalación.
Estas son las consideraciones del sistema tarifario español para la tarifa 2.0.
Es obvio que al precio del kW/h durante las 8 horas nocturnas no tiene energía alternativa.

Reducción de las pérdidas de transporte

Las cargas de una vivienda, por regla general, son poco inductivas, por tanto el consumo energético para la creación de campos es muy débil. Hasta la fecha, la experiencia permite afirmar que el factor de potencia está por encima de 0,8, no obstante, en un futuro próximo al incrementar los utensilios informáticos con fuente de alimentación, los útiles domésticos computerizados, las automatizaciones de movimientos, persianas, toldos, puertas..., la regulación de la luminosidad, estos valores estadísticos variarán y deberemos tener en consideración la calidad de la energía.
Aunque de forma individual no sea preocupante, en el suministro colectivo puede ser rentable su corrección.
Ver pág. D/36 del Volumen 1 "Tarifa 2.0 (3.1.2)".
A esta tarifa sólo le es de aplicación el complemento por energía reactiva si se midiera un cos φ inferior a 0,8 y, opcionalmente, el complemento por discriminación horaria Tipo 0, denominado "Tarifa Nocturna", pero no le son de aplicación el complemento por estacionalidad.
Efectuando un buen dimensionado de las secciones de los conductores por caída de tensión mínima tendremos un mínimo de pérdidas.

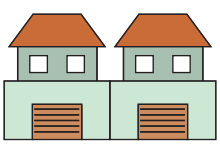
5.1. El control de la energía en viviendas unifamiliares apareadas

Cargas a instalar en la vivienda y posibilidad de discriminación

Calefacción de acumulación

Si instalamos acumuladores de calor:
- Con períodos de carga de 8 horas.
- De ladrillos refractarios de magnesio de alta densidad.
- Con o sin ventilador de bajo nivel de ruido.

Que básicamente absorban la energía eléctrica, para transformarla en energía calorífica acumulable, durante las 8 horas de la noche y la repartan durante la noche y el día.
Sólo nos faltará prever una ayuda para compensar las pérdidas de los días de muy baja temperatura durante el día.



Aire acondicionado
Si instalamos dos bombas de calor, una para la planta y otra para el piso, y fancoils de habitación en las dependencias, podremos utilizarlas para la refrigeración de la vivienda y, en invierno, para compensar los días con temperaturas muy bajas.
La instalación de dos bombas, una por planta, se debe a la voluntad de mantener un consumo equilibrado y evitar puntas de arranque, propias de las bombas de calor, muy elevadas, que pudieran producir desconexiones no deseadas de los ICPM de control de las compañías, que disponen de un relé magnético de muy baja regulación para estas cargas.
Si deseamos sofisticar un poco más la instalación e instalamos un depósito de acumulación de agua de unos 250 l en la red de fancoils de cada planta, las arrancadas de las bombas de calor no serán tan frecuentes pero los tiempos de trabajo serán de más larga duración, evitando la frecuencia de crestas y manteniendo un consumo más regular.

Alumbrado
El funcionamiento del alumbrado es prioritario durante las 24 horas del día, es obvio que no funcionará todo a la vez, y que durante unas horas nocturnas casi no funcionará.
El alumbrado de decoración del jardín es discriminable.

Los electrodomésticos
Solamente son discriminables los que no son necesarios en un instante dado, como la lavadora y el lavaplatos, que podemos cargarlos para que su funcionamiento se realice durante las horas de consumo nocturno.

Conectores y enchufes
Deberemos instalar enchufes con y sin discriminación, hay utensilios discriminables y otros que no, e incluso de los discriminables en un momento determinado puede interesar que no lo sean.

Depuradora
El agua de la piscina se puede depurar durante las horas de tarifa nocturna, y no es de las cargas que deban actuar durante las 8 horas. Totalmente discriminable.

Sistema de alimentación ininterrumpida SAI
Esta fuente de alimentación es distorsionante de la energía, pero existen unos utensilios, derivados de ella, que deben permanecer conectados, incluso con un fallo de suministro, por ejemplo: el ordenador, la pantalla del ordenador, el fax, las alarmas técnicas, por tanto no es discriminable.

Informática
Los elementos más susceptibles a los fallos de tensión se han conectado a través de un SAI: la impresora y el escáner son elementos discriminables.

Confort
Hay equipos discriminables de día, equipos discriminables por la noche y equipos no discriminables:
- La puerta del garaje no es discriminable.
- Las persianas y los toldos son discriminables de día.
- El riego del jardín es discriminable de noche.

La antena de comunicación
La alimentación de la amplificación de la señal no es discriminable.

Agua sanitaria caliente
Los termos de agua caliente son discriminables para actuación exclusivamente nocturna.
En la tabla adjunta realizamos una clasificación de las cargas, y la posibilidad de discriminación con un equipo de control de un circuito no discriminativo y cuatro circuitos discriminativos, capaces de efectuar una comprobación de cargas cada 5 minutos y una rotación de los cuatro circuitos no prioritarios.

Clasificación de prioridades de las cargas

N.º		Clase	P (W)	I (A)	Circuito prioritario		Circuito no prioritario							
							I		II		III		IV	
					D	N	D	N	D	N	D	N	D	N
C00	Calefacción de acumulación													
C01	Planta													
C02	Sala de estar, comedor	BB1	2 · 1.650	14,4		14,4								
C03	Cocina	BB2	1 · 1.100	4,8						4,8				
C04	Servicio	BB2	1 · 850	3,7								3,7		
C05	Escalera	BB1	1 · 850	3,7				3,7						
C06	Entrada	BB1	1 · 850	3,7				3,7						
C07	Piso													
C08	Dormitorio M	BB1	1 · 1.650	7,2		7,2								
C09	Dormitorio D	BB1	1 · 1.650	7,2		7,2								
C10	Dormitorio I	BB1	1 . 1.100	4,8		4,8								
C11	Baño	BB3	1 . 850	3,7										3,7
C12	Repartidor	BB1	1 · 850	3,7				3,7						
A00	Aire acondicionado													
A01	Planta, generador	BB2												
	Frío		1 . 2.600	12,7					12,7	12,7				
	Calor		1 · 2.450	11,4					11,4					
A02	B. Circulación	BB2	1 · 370	3,6	3,6	3,6								
A03	Sala de estar, comedor	BB1	1 · 100	0,4	0,4	0,4								
A04	Cocina	BB2	1 · 60	0,3	0,3	0,3								
A05	Servicio	BB2	1 · 50	0,2	0,2	0,2								
A06	Escalera	BB1	1 · 50	0,2	0,2	0,2								
A07	Entrada	BB1	1 · 50	0,2	0,2	0,2								
A08	Piso, generador	BB2												
	Frío		1 . 2.600	12,7							12,7	12,7		
	Calor		1 · 2.450	11,4							11,4			
A09	B. Circulación	BB2	1 · 370	3,6	3,6	3,6								
A10	Dormitorio M	BB1	1 · 60	0,3	0,3	0,3								
A11	Dormitorio D	BB1	1 · 60	0,3	0,3	0,3								
A12	Dormitorio I	BB1	1 . 50	0,2	0,2	0,2								
A13	Baño	BB3	1 · 50	0,2	0,2	0,2								
A14	Repartidor	BB1	1 · 50	0,2	0,2	0,2								
I00	Alumbrado													
	Planta													
I01	Sala de estar, comedor	BB1	8 · 50	1,7	1,7	1,7								
I02	Cocina	BB2	3 · 50	0,7	0,7	0,7								
I03	Servicio	BB2	2 · 50	0,5	0,5	0,5								
I04	Escalera	BB1	3 · 50	0,7	0,7	0,7								
I05	Entrada	BB1	2 · 50	0,5	0,5	0,5								
I06	P. entrada	BB2	1 · 150	0,7	0,7	0,7								
I07	Terraza	BB2	3 · 50	0,7	0,7	0,7								

(continúa en pág. siguiente)

(continuación)

N.º		Clase	P (W)	I (A)	Circuito prioritario		Circuito no prioritario							
							I		II		III		IV	
					D	N	D	N	D	N	D	N	D	N
I08	Jardín	BB2	3 · 150	2									2	2
I17	Garaje	BB1	1 · 50	0,7	0,7	0,7								
I	Piso													
I09	Dormitorio M	BB1	4 · 50	0,9	0,9	0,9								
I10	Dormitorio D	BB1	4 · 50	0,9	0,9	0,9								
I11	Dormitorio I	BB1	3 · 50	0,7	0,7	0,7								
I12	Baño	BB3	3 · 50	0,7	0,7	0,7								
I13	Repartidor	BB1	1 · 50	0,2	0,2	0,2								
I14	Escalera	BB1	1 · 50	0,2	0,2	0,2								
I15	Terraza 1	BB2	1 · 50	0,2	0,2	0,2								
I16	Terraza 2	BB2	2 · 50	0,5	0,5	0,5								
E00	Electrodomésticos													
E01	Lavadora	BB2	1 · 2.500	10,9						10,9				
E02	Lavaplatos	BB2	1 · 2.500	10,9								10,9		
E03	Horno	BB2	1 · 2.000	8,7	8,7	8,7								
E04	Microondas	BB2	1 · 1.000	4,4	4,4	4,4								
E05	Congelador	BB2	1 · 400	1,7	1,7	1,7								
E06	Nevera	BB2	1 · 400	1,7	1,7	1,7								
E07	Extractor	BB2	1 · 300	1,3	1,3	1,3								
C00	Conectores, enchufes													
C01	Cadena HI-FI	BB1	1 · 100	0,4	0,4	0,4								
C02	Televisor TV	BB1	1 · 100	0,4	0,4	0,4								
C03	Vídeo	BB1	1 · 25	0,1	0,1	0,1								
C04	Radio	BB1	1 · 25	0,1	0,1	0,1								
C05	Aspiradora	BB1	1 · 1.500	6,5			6,5							
C06	Cafetera	BB2	1 · 350	1,5			1,5	1,5						
C07	Batidora	BB2	1 · 300	1,3			1,3	1,3						
C08	Timbre	BB1	1 · 40	0,2	0,2	0,2								
D01	Depuradora	BB3	1 · 750	6										6
S01	SAI Pulsar EX	BB1	4kVA-4 h											
T00	Alarmas técnicas													
T01	C. Presencia			0,1	0,1	0,1								
T02	C. Humos			0,1	0,1	0,1								
T03	Sirena			0,2	0,2	0,2								
T04	Comunicación			0,2	0,2	0,2								
T05	P. Gas. B			0,3	0,3	0,3								
T06	Fugas de agua			0,3	0,3	0,3								
N00	Informática													
N01	PC	BB1	1 · 300	1,3	1,3	1,3								
N02	Pantalla	BB1	1 · 220	1	1	1								
N03	Escaner	BB1	1 · 220	1			1	1						
N04	Impresora	BB1	1 · 110	0,5			0,5	0,5						
N05	Fax	BB1	1 · 100	0,5	1	1								

(continúa en pág. siguiente)

(continuación)

N.º		Clase	P (W)	I (A)	Circuito prioritario		Circuito no prioritario							
							I		II		III		IV	
					D	N	D	N	D	N	D	N	D	N
O00	Confort													
O01	Riego jardín	BB3	1 · 370	3,6										3,6
O02	Toldo T. 1	BB2	1 · 140	0,6					0,6					
O03	Toldo T2	BB2	1 · 140	0,6							0,6			
O04	P. Garaje	BB2	1 · 300	1,3	1,3	1,3								
O05	Persiana 1	BB2	1 · 100	0,5					0,5	0,5				
O06	Persiana 2	BB2	1 · 80	0,4							0,4	0,4		
O07	Persiana 3	BB2	1 · 80	0,4					0,4	0,4				
O08	Persiana 4	BB2	1 · 80	0,4							0,4	0,4		
O09	Persiana 5	BB2	1 · 80	0,4					0,4	0,4				
L01	Antena TC	BB2	1 · 50	0,2	0,2	0,2								
S00	Agua sanitaria caliente													
S01	Planta termo 80 L	BB2	1 · 1.200	5,2										
S02	Piso termo 100 L	BB3	1 · 1500	6,5										

Tabla K5-001: *tabla de las cargas y su clasificación en prioridades.*

Con los datos de la Tabla K5-001 conocemos las cargas y la posibilidad de discriminación, pero no son suficientes para considerar cuándo funcionarán estas cargas y clasificarlas en:

- Cargas que trabajarán solamente en invierno.
- Cargas que tabajarán exclusivamente en verano.
- Cargas que deben trabajar tanto en invierno como en verano.

De todas estas cargas debemos clasificar las que son:

- Discriminativas.
- No discriminativas.

Una tercera selección nos dará una buena distribución de las cargas en:

- Diurnas.
- Nocturnas.
- Diurnas y nocturnas.

La relación de cargas en cada circuito y su posición en la vivienda nos indicará los circuitos que deberemos trazar.

En el estudio de las protecciones contra los choques eléctricos definimos la posibilidad de protección en circuitos BB1 con diferenciales de 30 o 100 mA, los BB2 con diferenciales de 30 mA y los BB3 con diferenciales de 10 o 30 mA. Todos ellos bajo la protección de un diferencial selectivo de 100 mA con un retardo de 150 ms.

Para poder homogeneizar los circuitos, las protecciones de BB1, BB2 y BB3 las realizaremos con diferenciales instantáneo de 30 mA.

Las cargas que actúan en invierno o verano son prácticamente la calefacción y la climatización.

La calefacción acumulativa solamente trabaja en invierno y la podemos discriminar con un termostato programable.

La climatización deberemos discriminarla o por un termostato programable o por un conmutador manual frío-calor.

El estudio de los circuitos de calefacción y climatización lo desarrollaremos en el capítulo L (en preparación) en el cual realizaremos el estudio total de las instalaciones.

La cocina, en la que el cliente ha instalado gas butano, colocaremos, a la salida de la bombona, una electroválvula de paso automática para poder cortar el suministro en caso de detección de fuga de gas o de un conato de incendio.

A la entrada general de agua colocaremos una electroválvula de paso para que en el momento que pudiera detectarse una posible fuga, se procediera al cierre de la electroválvula.

Situación de las cargas

Planta y jardín

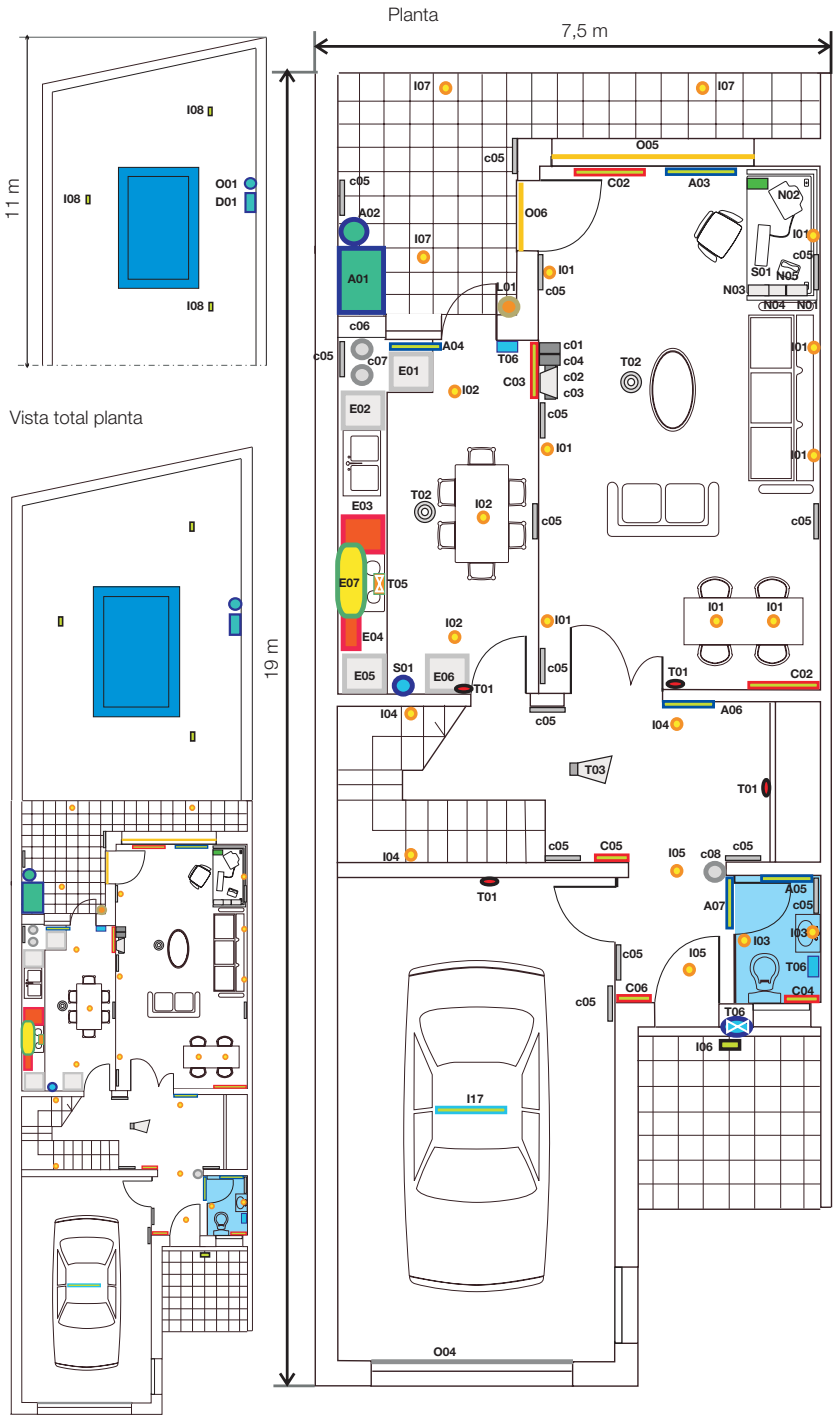


Fig. K5-002: *vista en planta de la edificación y de la situación de las cargas.*

Planta piso

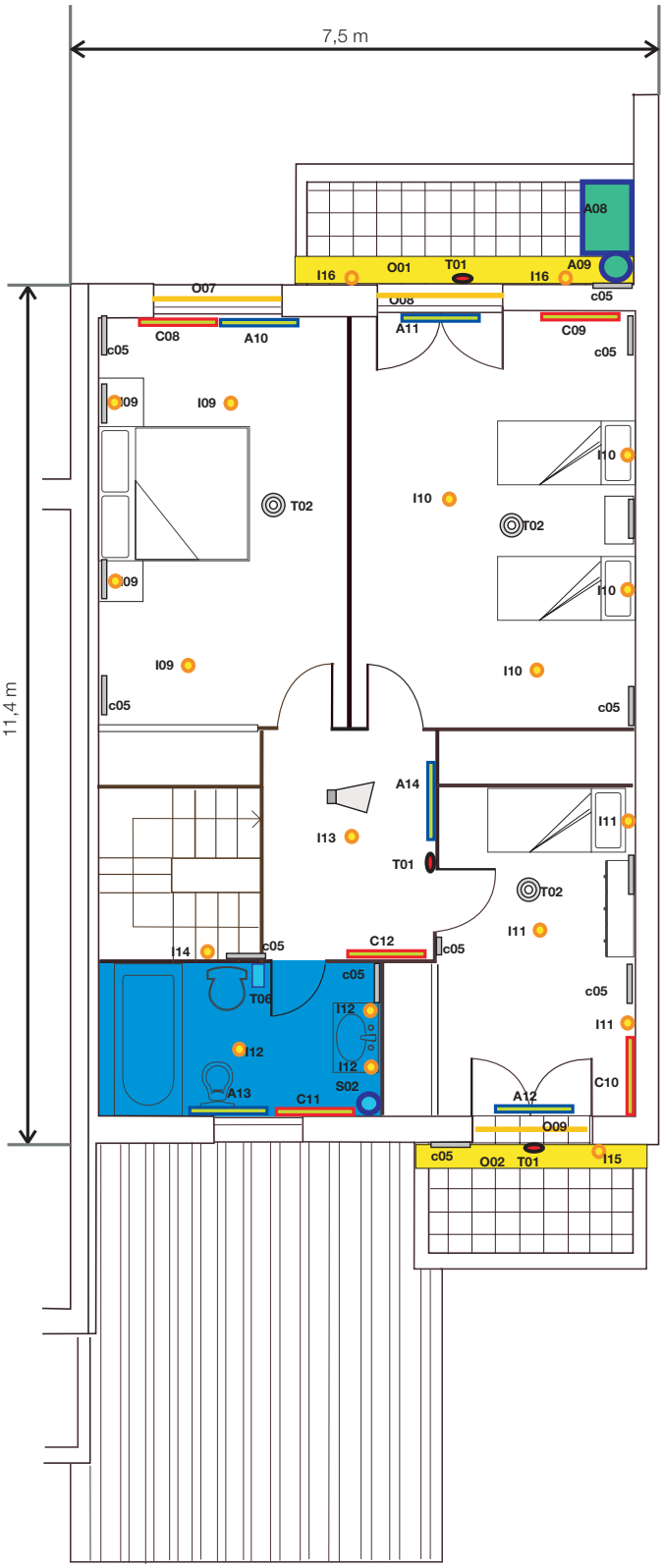


Fig. K5-003: *vista en planta del piso y de la situación de las cargas.*

Circuito prioritario							
N.°		Clase	P (W)	Invierno		Verano	
				Día	Noche	Día	Noche
C00	Calefacción de acumulación				33,1		
C01	Planta						
C02	Sala de estar, comedor	BB1	2 · 1.650		14,4		
C07	Piso						
C08	Dormitorio M	BB1	1 · 1.650		7,2		
C09	Dormitorio D	BB1	1 · 1.650		7,2		
C10	Dormitorio I	BB1	1 . 1.100		4,8		
A00	Aire acondicionado			9,3		9,3	9,3
A02	B. circulación	BB2	1 · 370	3,6		3,6	3,6
A03	Sala de estar, comedor	BB1	1 · 100	0,4		0,4	0,4
A04	Cocina	BB2	1 · 60	0,3		0,3	0,3
A05	Servicio	BB2	1 · 50	0,2		0,2	0,2
A06	Escalera	BB1	1 · 50	0,2		0,2	0,2
A07	Entrada	BB1	1 · 50	0,2		0,2	0,2
A09	B. circulación	BB2	1 · 370	3,6		3,6	3,6
A10	Dormitorio M	BB1	1 · 60	0,3		0,3	0,3
A11	Dormitorio D	BB1	1 · 60	0,3		0,3	0,3
A12	Dormitorio I	BB1	1 . 50	0,2		0,2	0,2
I00	Alumbrado			10	10	10	10
	Planta			5,7			
I01	Sala de estar, comedor	BB1	8 · 50	1,7	1,7	1,7	1,7
I02	Cocina	BB2	3 · 50	0,7	0,7	0,7	0,7
I03	Servicio	BB2	2 · 50	0,5	0,5	0,5	0,5
I04	Escalera	BB1	3 · 50	0,7	0,7	0,7	0,7
I05	Entrada	BB1	2 · 50	0,5	0,5	0,5	0,5
I06	P. entrada	BB2	1 · 150	0,7	0,7	0,7	0,7
I07	Terraza	BB2	3 · 50	0,7	0,7	0,7	0,7
I17	Garaje	BB1	1 · 50	0,2	0,2	0,2	0,2
I	Piso			4,3			
I09	Dormitorio M	BB1	4 · 50	0,9	0,9	0,9	0,9
I10	Dormitorio D	BB1	4 · 50	0,9	0,9	0,9	0,9
I11	Dormitorio I	BB1	3 · 50	0,7	0,7	0,7	0,7
I12	Baño	BB3	3 · 50	0,7	0,7	0,7	0,7
I13	Repartidor	BB1	1 · 50	0,2	0,2	0,7	0,7
I14	Escalera	BB1	1 · 50	0,2	0,2	0,2	0,2
I15	Terraza 1	BB2	1 · 50	0,2	0,2	0,2	0,2
I16	Terraza 2	BB2	2 · 50	0,5	0,5	0,5	0,5
E00	Electrodomésticos			17,8	17,8	17,8	17,8
E03	Horno	BB2	1 · 2.000	8,7	8,7	8,7	8,7
E04	Microondas	BB2	1 · 1.000	4,4	4,4	4,4	4,4
E05	Congelador	BB2	1 · 400	1,7	1,7	1,7	1,7
E06	Nevera	BB2	1 · 400	1,7	1,7	1,7	1,7
E07	Extractor	BB2	1 · 300	1,3	1,3	1,3	1,3
C00	Conectores, enchufes			1,2	1,2	1,2	1,2
C01	Cadena HI-FI	BB1	1 · 100	0,4	0,4	0,4	0,4
C02	Televisor TV	BB1	1 · 100	0,4	0,4	0,4	0,4
C03	Vídeo	BB1	1 · 25	0,1	0,1	0,1	0,1
C04	Radio	BB1	1 · 25	0,1	0,1	0,1	0,1

(continúa en pág. siguiente)

(continuación)

N.º		Clase	P (W)	Invierno		Verano	
				Día	Noche	Día	Noche
C08	Timbre	BB1	1 · 40	0,2	0,2	0,2	0,2
S01	SAI Pulsar EX	BB1	4kVA-4 h				
T00	Alarmas técnicas			0,9	0,9	0,9	0,9
T01	C. presencia			0,1	0,1	0,1	0,1
T02	C. humos			0,1	0,1	0,1	0,1
T03	Sirena			0,2	0,2	0,2	0,2
T04	Comunicación			0,2	0,2	0,2	0,2
T05	P. gas butano			0,3	0,3	0,3	0,3
N00	Informática			2,8	2,8	2,8	2,8
N01	PC	BB1	1 · 300	1,3	1,3	1,3	1,3
N02	Pantalla	BB1	1 · 220	1	1	1	1
N05	Fax	BB1	1 · 100	0,5	1	1	1
O00	Confort			1,3	1,3	1,3	1,3
O04	P. garaje	BB2	1 · 300	1,3	1,3	1,3	1,3
L01	Antena TC	BB2	1 · 50	0,2 0,2	0,2 0,2	0,2 0,2	0,2 0,2
Totales (A)				**43,5**	**67,3**	**43,7**	**43,7**
Circuito no prioritario I							
C00	Calefacción de acumulación				11,1		
C01	Planta						
C05	Escalera	BB1	1 · 850		3,7		
C06	Entrada	BB1	1 · 850		3,7		
C07	Piso						
C12	Repartidor	BB1	1 · 850		3,7		
C00	Conectores, enchufes			9,3	2,8	9,3	2,8
C05	Aspiradora	BB1	1 · 1.500	6,5		6,5	
C06	Cafetera	BB2	1 · 350	1,5	1,5	1,5	1,5
C07	Batidora	BB2	1 · 300	1,3	1,3	1,3	1,3
N00	Informática			1,5	1,5	1,5	1,5
N03	Escáner	BB1	1 · 220	1	1	1	1
N04	Impresora	BB1	1 · 110	0,5	0,5	0,5	0,5
Totales (A)				**10,8**	**15,4**	**10,8**	**4,3**
Circuito no prioritario II							
C00	Calefacción de acumulación				4,8		
C01	Planta						
C03	Cocina	BB2	1 · 1.100		4,8		
A00	Aire acondicionado			11,4		12,7	12,7
A01	Planta, generador	BB2					
	Frío		1 . 2.600			12,7	12,7
	Calor		1 · 2.450	11,4			
E00	Electrodomésticos				10,9		10,9
E01	Lavadora	BB2	1 · 2.500		10,9		10,9
O00	Confort			1,9	1,3	1,9	1,3
O02	Toldo T1	BB2	1 · 140	0,6		0,6	
O05	Persiana 1	BB2	1 · 100	0,5	0,5	0,5	0,5
O07	Persiana 3	BB2	1 · 80	0,4	0,4	0,4	0,4
O09	Persiana 5	BB2	1 · 80	0,4	0,4	0,4	0,4

(continúa en pág. siguiente)

(continuación)

N.°		Clase	P (W)	Invierno		Verano	
				Día	Noche	Día	Noche
S00	Agua sanitaria caliente				5,2		5,2
S01	Planta termo 80 L	BB2	1 · 1.200		5,2		5,2
Totales (A)				**13,3**	**22,2**	**14,6**	**30,1**
Circuito no prioritario III							
C00	Calefacción de acumulación				3,7		
C01	Planta						
C04	Servicio	BB2	1 · 850		3,7		
A00	Aire acondicionado			11,4		12,7	12,7
A08	Piso, generador	BB2					
	Frío		1 . 2.600			12,7	12,7
	Calor		1 · 2.450	11,4			
E00	Electrodomésticos				10,9		10,9
E02	Lavaplatos	BB2	1 · 2.500		10,9		10,9
O00	Confort			1,4	0,8	1,4	0,8
O03	Toldo T2	BB2	1 · 140	0,6		0,6	
O06	Persiana 2	BB2	1 · 80	0,4	0,4	0,4	0,4
O08	Persiana 4	BB2	1 · 80	0,4	0,4	0,4	0,4
Totales (A)				**12,8**	**15,4**	**14,1**	**24,4**
Circuito no prioritario IV							
C00	Calefacción de acumulación				3,7		
C07	Piso						
C11	Baño	BB3	1 . 850		3,7		
I00	Alumbrado			2	2	2	2
I01	Planta						
I08	Jardín	BB2	3 · 150	2	2	2	2
C00	Conectores, enchufes				6		6
D01	Depuradora	BB3	1 · 750		6		6
O00	Confort				3,6		3,6
O01	Riego jardín	BB3	1 · 370		3,6		3,6
S00	Agua sanitaria caliente				6,5		6,5
S02	Piso termo 100 L	BB2	1 · 1.500		6,5		6,5
Totales (A)				**2**	**21,8**	**2**	**18,1**
Totales de intensidades derivadas de los circuitos prioritarios y discriminados							
Circuito prioritatio				43,5	67,3	43,7	43,7
Circuito no prioritario I				10,8	15,4	1,5	1,5
Circuito no prioritario II				13,3	17	14,6	24,9
Circuito no prioritario III				12,8	15,4	14,1	24,4
Circuito no prioritario IV				2	15,3	2	11,6
Totales (A)				**82,4**	**130,4**	**75,9**	**106,1**
Factor de simultaneidad 50%				41,1	65,1	37,9	53

Tabla K5-004: *cargas conectadas a los circuitos prioritarios y discriminados útiles en verano o invierno, de día o de noche.*

Análisis de consumos

Circuito prioritario, invierno, día:

■ Aire acondicionado.

En este circuito hemos conectado la bomba de circulación de agua fría del circuito cerrado, que funcionará siempre que un termostato actúe a un solo fancoils, la casa no se enfría toda de golpe, las cargas serán alternativas, además casi la mitad de las cargas están en el piso de arriba que durante el día, normalmente, se puede programar una calefacción mínima. No es aventurado considerar un coeficiente de simultaneidad del 50%.

■ Alumbrado.
Las cargas están repartidas en dos plantas, es normal que según las horas del día se realice vida en una planta o en otra, además difícilmente tendremos todas las lámparas de una planta encendidas, por tanto no es aventurado considerar un coeficiente de simultaneidad del 50%.
■ Electrodomésticos.
La carga más importante es la del horno y el microondas, el horno es una carga que su actuación puede ser de una a dos horas y no todos los días de la semana. La participación al consumo del microondas es más frecuente y en tiempos reducidos a unos minutos. El congelador y la nevera realizan una función prácticamente de mantenimiento de la temperatura, son consumos intermitentes con cierta periodicidad. No es aventurado considerar un coeficiente de simultaneidad del 30 o 40%, pero con periodos muy cortos con un coeficiente del 100% que nos puede desconectar circuitos no prioritarios.
■ Conectores, enchufes.
Es obvio que las cargas no funcionan ni todo el día ni todas al mismo tiempo, si el edificio tuviera salas diferentes para la televisión y para la música podríamos considerar un coeficiente de simultaneidad superior, pero con la construcción considerar un 50% no es aventurado.
■ El SAI.
Su consumo de mantenimiento es mínimo (despreciable), solamente tendrá un consumo para su recarga después de un fallo o gran bajada de tensión, su consumo es esporádico y en circunstancias excepcionales.
■ Las alarmas técnicas.
Su consumo es esporádico en circunstancias excepcionales, solamente por la aptitud de su función. Son circuitos prioritarios pero su consumo lo podemos despreciar en una valoración media.
■ Informática.
Se alimenta a través del SAI, los elementos con necesidad de continuidad son el PC y la pantalla. El fax puede conectarse también o no según la voluntad del propietario. Las dos cargas que no son imprescindibles, el escáner y la impresora, pueden ser conectados en circuitos discriminados. Cuando está encendido su consumo normal es del 80%.
■ Confort.
La puerta de entrada al garaje es el elemento que debe estar siempre disponible, por tanto podemos considerar una incidencia del 100%.
■ Antena TC.
Es un consumo permanente del 100%.

Simultaneidad de consumo del circuito prioritario			
Aire acondicionado	50%	9,3 · 0,5 =	4,5 A
Alumbrado	50%	9,8 · 0,5 =	4,9 A
Electrodomésticos	40%	17,8 · 0,4 =	7,2 A
Conectores, enchufes	50%	1,2 · 0,5 =	0,6 A
SAI	despreciable		
Alarmas técnicas	despreciable	0,9	
Informática	80%	2,8 · 0,8 =	2,3 A
Confort	100%	1,3 · 1 =	1,3 A
Antena TC	100%	0,2 · 1 =	0,2 A
Totales	**52%**	**43,3**	**21 A**

Tabla K5-005: *coeficientes de simultaneidad.*

En su conjunto no es desacertado considerar un factor de simultaneidad del 50% en el cálculo de redes públicas, para alimentación doméstica se aplica.

Acometida y cuadro general con discriminación de potencia y doble tarifa

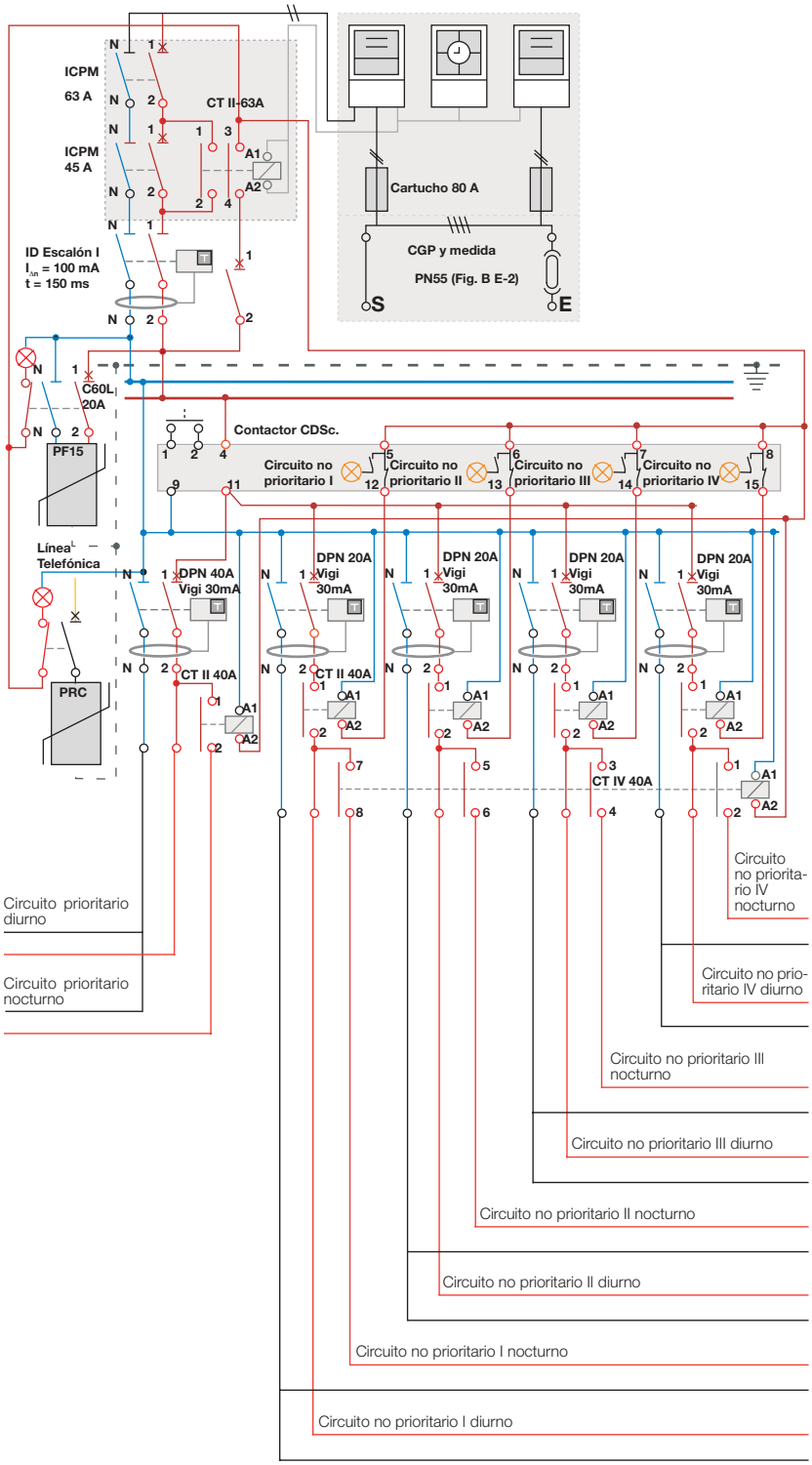
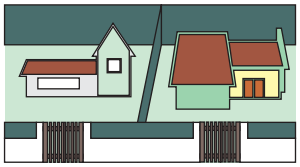


Fig. K5-006: *esquema de la acometida y el cuadro general, con discriminación de consumo y doble tarifa.*

5.2. El control de la energía en viviendas unifamiliares en urbanización rural



Cargas a instalar en la vivienda y posibilidad de discriminación

Calefacción
Disponen de suministro de fuel-oil, con caldera y además pueden calentar agua con el fuego de tierra.
Solamente tendremos que prever la alimentación del quemador y las bombas de circulación, una para la primera planta y otra para la segunda.

Aire acondicionado
No es necesario por la climatología propia de la zona. Solamente una renovación de aire en la buhardilla.

Alumbrado
El funcionamiento del alumbrado es prioritario durante las 24 horas del día, es obvio que no funcionará todo a la vez, y que durante unas horas nocturnas casi no funcionará.
El alumbrado de decoración del jardín es discriminable.

Los electrodomésticos
Solamente son discriminables los que no son necesarios en un instante dado, como la lavadora y el lavaplatos, que podemos prepararlos para que su funcionamiento se realice durante las horas de consumo nocturno, aconsejando utilizarlos en días alternos.
La cocina y el horno funcionan con gas butano.

Conectores y enchufes
Deberemos instalar enchufes con y sin discriminación, hay utensilios discriminables y otros que no, e incluso de los discriminables en un momento determinado puede interesar que no lo sean.

Sistema de alimentación ininterrumpida SAI
Esta fuente de alimentación es distorsionante de la energía, pero existen unos utensilios que deben permanecer conectados, incluso con un fallo de suministro, por ejemplo: el ordenador, la pantalla del ordenador, el fax, las alarmas técnicas, por tanto no es discriminable.

Informática
Los elementos más susceptibles de los fallos de tensión se han conectado a través de un SAI: la impresora y el escáner son elementos discriminables.

Confort
Hay equipos discriminables de día, equipos discriminables por la noche y equipos no discriminables:
- La puerta de la valla de entrada no es discriminable.
- El riego del jardín es discriminable de noche.

La antena de comunicación
La alimentación de la amplificación de la señal no es discriminable.

Agua sanitaria caliente
Los termos de agua caliente son discriminables para actuación exclusivamente nocturna.

La contratación es para 5,7 kW a 230 V con tarifa 2.0, tarifa nocturna.
Ver pág. D/38, del Volumen 1 "Tarifa 2.0 con discriminación horaria nocturna (5.1)".
La potencia contratada será la correspondiente a las horas diurnas. El límite de la potencia en las horas nocturnas será el admisible técnicamente en la instalación.
En la tabla adjunta realizamos una clasificación de las cargas y la posibilidad de discriminación con un equipo de control de un circuito no discriminativo y dos circuitos con discriminación, uno de semiprioritario y otro de no prioritario.

Funcionamiento del relé de discriminación:

■ Posibilidad de forzar el umbral potencia reducida, automáticamente vuelta a cero al fin del ciclo tarifario (puede ser anulada en todo momento reaccionando el pulsador).
■ Desconexión/reconexión:
□ En potencia nominal (ruedecita verde), la desconexión se efectúa sobre el circuito I no prioritario, en función de la intensidad consumida en los circuitos prioritarios y semiprioritarios del circuito (II).
□ En potencia reducida (ruedecita roja), la desconexión se efectúa sobre el circuito I no prioritario después sobre el circuito II semiprioritario, en función de la intensidad consumida en el circuito prioritario.
■ Indicadores luminosos en la carátula:
□ Un piloto bicolor (verde-rojo) indicando las condiciones tarifarias:
– Verde continuo: horas normales.
– Verde parpadeante: preaviso.
– Rojo continuo: tarifa nocturna.
– Rojo parpadeante: marcha forzada en horas punta (diurna).
□ 2 pilotos amarillos: señalan el circuito desconectado.
Tendremos circuitos que su interés esta en que funcionen exclusivamente durante las horas nocturnas, los cuales podremos discriminar con un contactor.

Clasificación de prioridades de las cargas

N.°		Clase P (W)	I (A)	Circuito								
				Prioritario		Semiprioritario				No prioritario		
				D		D		N		D		N
C00	Calefacción				5,8							
C01	Quemador	BB2 1 · 500	2,2	2,2								
C02	Bomba planta	BB2 1 · 300	1,3	1,3								
C03	Bomba piso	BB2 1 · 300	1,3	1,3								
C04	Bomba fuego T.	BB2 1 · 300	1,3	1,3								
A00	Acondicionamiento						2,6					
A01	Ventilador 1	BB1 1 · 300	1,3			1,3						
A02	Ventilador 2	BB1 1 · 300	1,3			1,3						
I01	Alumbrado				17,2		4,9		4,9		3,3		3,3
I02	Planta			9,9		3,3		3,3					
I03	Sala de estar	BB1 8 · 50	1,7	1,7								
I04	Comedor	BB1 8 · 50	1,7	1,7								
I05	Cocina	BB2 5 · 50	1,1	1,1								
I06	Servicio	BB2 3 · 50	0,7	0,7								
I07	Escalera	BB1 3 · 50	0,7	0,7								
I08	Entrada	BB1 2 · 50	0,5	0,5								
I09	P. entrada	BB2 1 · 150	0,7	0,7								
I10	Garaje	BB1 3 · 50	0,7	0,7								
I11	Terraza 1	BB2 3 · 50	0,7	0,7								
I12	Terraza 2	BB2 3 · 50	0,7	0,7								
I13	Jardín	BB2 6 · 150	4	0,7						3,3		3,3
I14	Piso			7,3		1,6			1,6			
I15	Dormitorio M	BB1 4 · 50	0,9	0,9								
I16	Dormitorio D1	BB1 4 · 50	0,9	0,9								
I17	Dormitorio D2	BB1 4 · 50	0,9	0,9								
I18	Dormitorio D3	BB1 4 · 50	0,9	0,9								
I19	Vestidor	BB1 3 · 50	0,7	0,7								
I20	Baño 1	BB3 3 · 50	0,7	0,7								

(continúa en pág. siguiente)

(continuación)

N.º		Clase	P (W)	I (A)	Circuito									
					Prioritario		Semiprioritario II				No prioritario I			
					D		D		N		D		N	
I21	Baño 2	BB3	3 · 50	0,7	0,7									
I22	Repartidor	BB1	2 · 50	0,5	0,5									
I23	Escalera	BB1	1 · 50	0,2	0,2									
I24	Buhardilla	BB1	9 · 50	2	0,4		1,6		1,6					
I25	Terraza 1	BB2	2 · 50	0,5	0,5									
E01	Electrodomésticos					9,1				21,8				
E02	Lavadora	BB2	1 · 2.500	10,9					10,9					
E03	Lavaplatos	BB2	1 · 2.500	10,9					10,9					
E04	Microondas	BB2	1 · 1.000	4,4	4,4									
E05	Congelador	BB2	1 · 400	1,7	1,7									
E06	Nevera	BB2	1 · 400	1,7	1,7									
E07	Extractor	BB2	1 · 300	1,3	1,3									
C01	Conectores, enchufes					1,2		1,5		1,5		6,5		
C02	Cadena HI-FI	BB1	1 · 100	0,4	0,4									
C03	Televisor TV	BB1	1 · 100	0,4	0,4									
C04	Vídeo	BB1	1 · 25	0,1	0,1									
C05	Radio	BB1	1 · 25	0,1	0,1									
C06	Aspiradora	BB1	1 · 1.500	6,5							6,5			
C07	Batidora	BB2	1 · 300	1,3			1,3		1,3					
C08	Timbre	BB1	1 · 40	0,2	0,2									
S01	SAI Pulsar EX	BB1	4kVA-4 h											
T01	Alarmas técnicas					1,2								
T02	F. sist. dom.													
T03	C. presencia			0,1	0,1									
T04	C. humos			0,1	0,1									
T05	Sirena			0,2	0,2									
T06	Comunicación			0,2	0,2									
T07	P. gas butano			0,3	0,3									
T08	Fugas de agua			0,3	0,3									
N01	Informática					2,3		0,5		0,5				
N02	PC	BB1	1 · 300	1,3	1,3									
N03	Pantalla	BB1	1 · 220	1	1									
N04	Impresora	BB1	1 · 110	0,5			0,5		0,5					
O01	Confort					1,3								3,6
O02	Riego jardín	BB3	1 · 370	3,6									3,6	
O03	P. Entrada	BB2	1 · 300	1,3	1,3									
L01	Antena TC	BB2	1 · 50	0,2	0,2	0,2								
S00	Agua sanitaria caliente								5,2					13
S01	Planta termo 80 L	BB2	1 · 1.200						5,2					
S02	Piso termo 100 L	BB3	1 · 1500										6,5	
S02	Piso termo 100 L	BB3	1 · 1500										6,5	
Totales						**38,3**		**9,51**		**28,7**		**9,8**		**19,9**

Tabla K5-007: *intensidades de las cargas y circuitos prioritarios y discriminatorios.*

Situación de las cargas

Planta y jardín

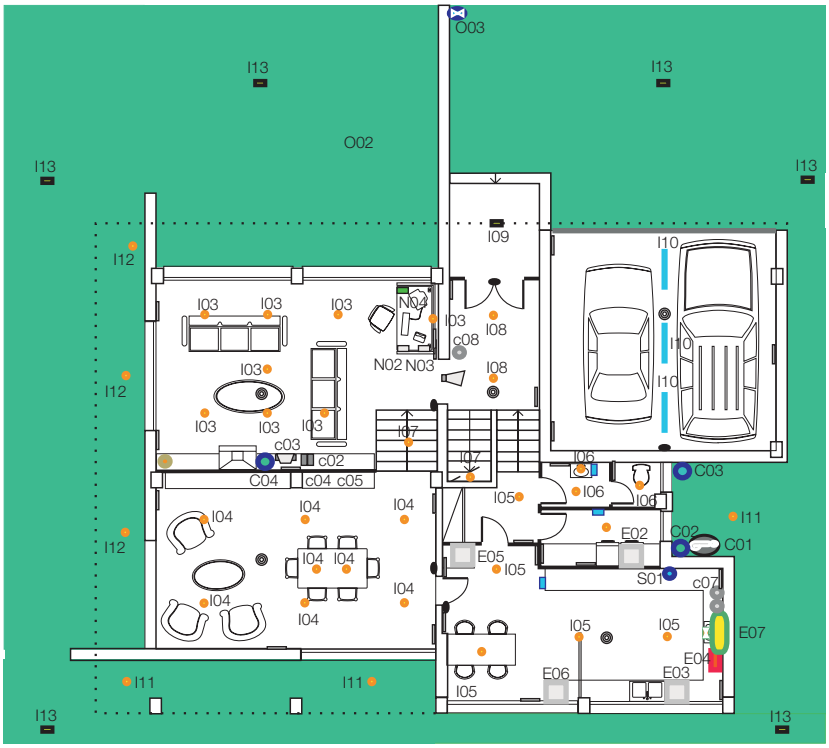


Fig. K5-008: *vista en planta de la edificación y de la situación de las cargas en la planta y el jardín.*

Piso

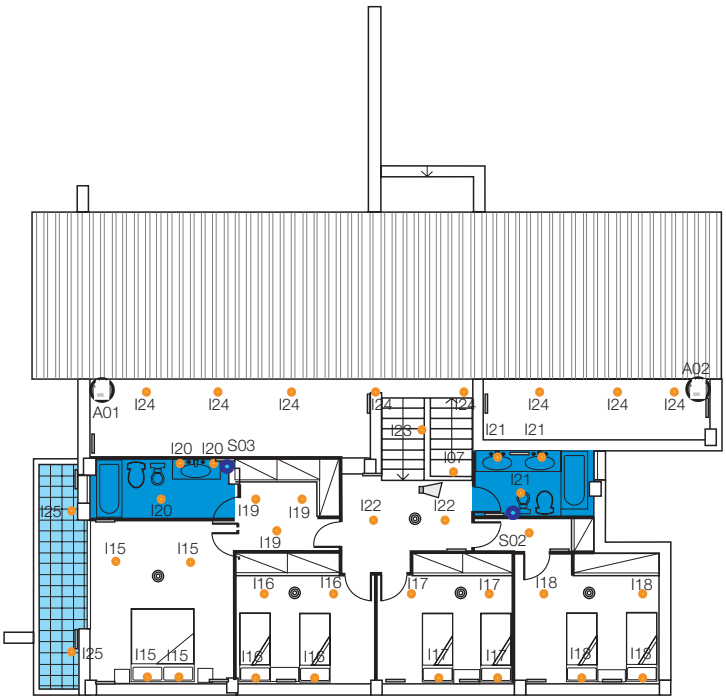


Fig. K5-009: *vista en planta del piso y de la situación de las cargas.*

Simultaneidad de consumo:

■ Calefacción.

La calefacción es con fuel-oil o gasoil, solamente se debe alimentar el quemador y las bombas de circulación del agua caliente. Disponen de un fuego a tierra que les permite calentar agua que se aprovecha para hacer circular junto con la calefacción.

■ Ventilación.

Se sitúa una ventilación bajo tejado en la zona de la buhardilla para los días más calurosos de verano.

■ Alumbrado.

Las cargas están repartidas en dos plantas, es normal que durante las horas del día se realice vida en una planta y por la noche en la otra, además difícilmente tendremos todas las lámparas de una planta encendidas, por tanto no es aventurado considerar un coeficiente de simultaneidad del 50%.

■ Electrodomésticos.

La carga más importante es la del microondas. La participación al consumo del microondas son períodos de tiempo muy reducidos, unos minutos, y con poca frecuencia. El congelador y la nevera realizan una función prácticamente de mantenimiento de la temperatura, son consumos intermitentes, con cierta periodicidad. No es aventurado considerar un coeficiente de simultaneidad del 30 o 40 %, pero con períodos muy cortos con un coeficiente del 100% que nos puede desconectar circuitos no prioritarios.

■ Conectores, enchufes.

Es obvio que las cargas no funcionan ni todo el día ni todas al mismo tiempo, pero el edificio dispone de salas diferentes para la televisión y la música, podríamos considerar un coeficiente de simultaneidad superior, un promedio del 60% no es aventurado.

■ El SAI.

Su consumo de mantenimiento es mínimo (despreciable), solamente tendrá un consumo para su recarga después de un fallo o gran bajada de tensión, su consumo es esporádico y en circunstancias excepcionales.

■ Las alarmas técnicas.

Su consumo es esporádico en circunstancias excepcionales. Solamente por la aptitud de su función. Son circuitos prioritarios pero su consumo lo podemos despreciar en una valoración media.

■ Informática.

Se alimenta a través del SAI, los elementos con necesidad de continuidad son el PC y la pantalla. Las cargas que no son imprescindible, la impresora, por ejemplo, puede ser conectada en circuitos discriminados. Cuando está encendido su consumo normal es del 80%.

Simultaneidad de consumo del circuito prioritario			
Calefacción	50%	5,8 · 0,5 =	2,9 A
Alumbrado	50%	17,2 · 0,5 =	8,6 A
Electrodomésticos	40%	9,1 · 0,4 =	3,7 A
Conectores, enchufes	60%	1,2 · 0,6 =	0,8 A
SAI	despreciable		
Alarmas técnicas	despreciable	0,9	
Informática	80%	2,3 · 0,8 =	1,8 A
Confort	40%	1,3 · 0,4 =	0,7 A
Antena TC	100%	0,2 · 1 =	0,2 A
Totales	**50%**	**37,3**	**18,7 A**

Tabla K5-010: *coeficientes de simultaneidad.*

■ Confort.

La valla de entrada a la casa es un elemento que debe estar siempre disponible, por tanto podemos considerar una incidencia del 100% a la disponibilidad, pero una incidencia efectiva del 40% o menos.

■ Antena TC.

Es un consumo permanente del 100%.

No es desacertado considerar un factor de simultaneidad del 50% en el cálculo de redes públicas, para alimentación doméstica se aplica.

El control de la energía con un ICPM de 35 A nos permite solicitar un ICPM de 63 A para la tarifa nocturna.

La reglamentación indica que el control nocturno debe estar en función de la posibilidad de la instalación. Realizar una instalación para 63 A no es desacertado, aunque en el momento actual la instalación podría funcionar con 50 A. La diferencia de coste entre una instalación de entrada de 50 A y una de 63 A compensa con respecto las posibilidades de futuro.

La acometida se ha de dimensionar en función de los fusibles de la CGP, que en este caso son de 80 A. Por tanto la diferencia de inversión se sitúa en el cuadro general y la línea repartidora.

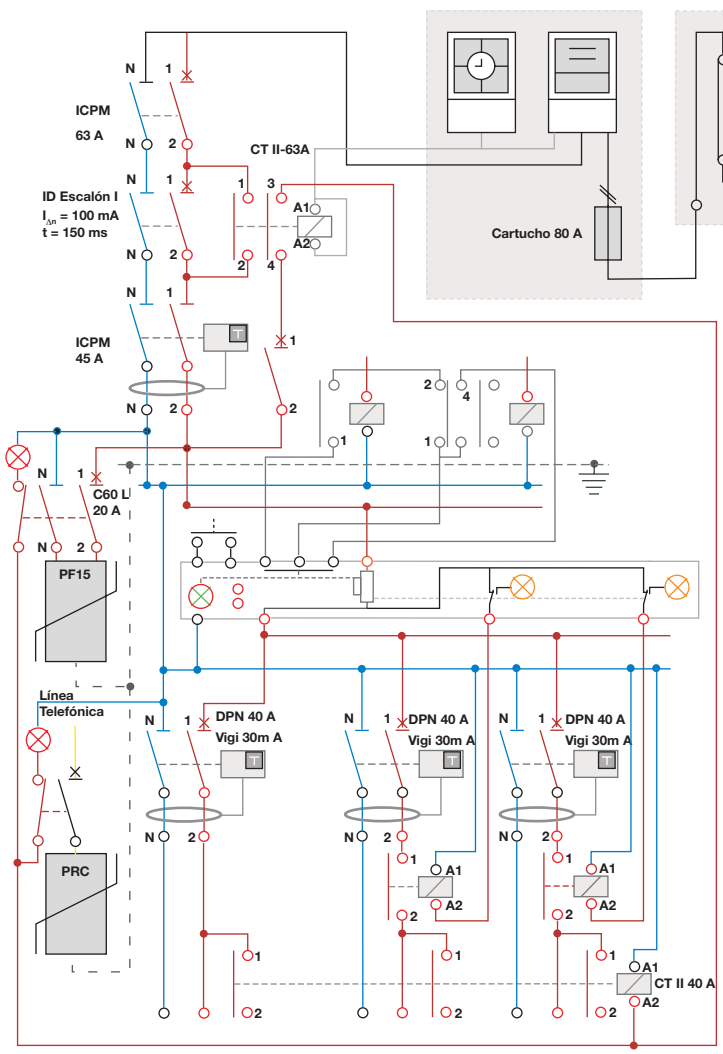


Fig. K5-011: *esquema de la acometida y el cuadro general, con discriminación de consumo y doble tarifa.*

5.3. El control de la energía en el alumbrado público

El sistema tarifario tiene una tarifa especial para el alumbrado público B.0., no tiene discriminación horaria ni territorial, pero tiene discriminación por energía reactiva, está estudiada para su función.
Lo que debemos controlar son los conceptos de consumo adecuado y la calidad.

Puntas de arranque

La previsión se ha realizado con lámparas de vapor de Hg no compensadas, las puntas de arranque de las lámparas no compensadas (1 a 1,6 Ie) son menores que las de las compensadas (15 a 20 Ie), por tanto deberemos prever el efecto de las puntas de arranque que no crean bajadas de tensión en la red pública.
La solución es la de la compensación individual de cada lámpara o bien encender por sectores de un numero reducido de lámparas. En el estudio de las corrientes de fuga se han previsto dos ramales, si tenemos en consideración estos dos ramales la potencia de un ramal puede ser de 28 unidades de lámparas de 1,15 A, por fase 9 unidades de 1,15 A que representan unos 11 A, la punta por fase puede ser de 25 · 11A = 275 A . Esta punta no es excesiva, por tanto dando una orden decalada 30 segundos a una línea con respecto a la otra tendremos un encendido adecuado, tanto si consideramos la compensación como si no.

Las pérdidas

Las lámparas no compensadas de vapor de mercurio con sustancia fluorescente (bio-fluorescente) no compensadas de 125 W tienen una potencia con su balasto correspondiente de 141 W y una intensidad de empleo de 1,15 A sin compensación y de 0,7 A compensadas un 40% menor, es adecuado reducir el consumo de kWh un 40%.

El tiempo de utilización

Es obvio que el alumbrado cumple la función de iluminar la calle cuando la mayor de las lámparas deja de beneficiarnos, porque nos desplazamos de su radiación. Por tanto el ajuste más adecuado es el control de la radiación, si ésta no nos llega porque nuestra órbita de rotación lo impide o porque se ha situado un obstáculo, eclipse, vapor de agua o cenizas de un volcán, entre él y nuestra superficie considerada, deberemos de encender el alumbrado artificial. Este control será el que se ajustará con mayor eficiencia a las necesidades; los controles horarios y los humanos no acostumbran a ser tan eficientes.
En el apartado J7 del Volumen 3, página J/255, se desarrolla la aparamenta para el control de la luminosidad, y más concretamente se describen los interruptores crepusculares IC200, IC2000 e IC2000P.
El adecuado para este caso es el IC200:
■ Funcionamiento.
Cierra y abre un contacto en función de la luminosidad detectada por la célula y el umbral de regulación. Temporización de la permanencia de la señal de la célula para evitar fenómenos transitorios, generalmente ajenos a la luminosidad existente:
□ Umbral regulable de 2 a 200 lux.
□ Umbral de temporización: 40 segundos (insensible a fenómenos transitorios menores de T < 40 s).
■ Esquema.

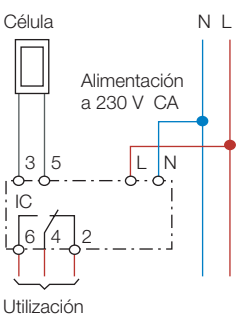


Fig. K5-012: *conexionado de la célula y equipo IC200.*

Esquema de instalación del control del alumbrado público

Para disminuir las puntas de conexión a valores no perjudiciales, alimentaremos el total de la instalación en varios circuitos y los conectaremos de forma progresiva a través de un contacto retardado en cada contactor y conectados en cascada.

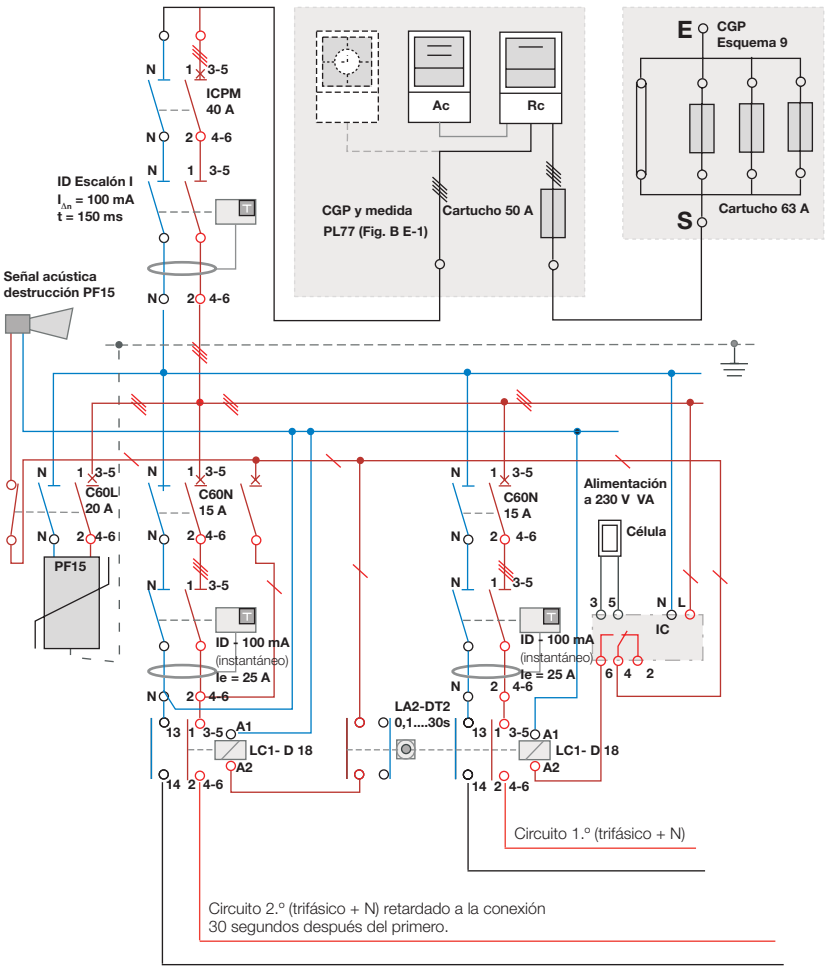


Fig. K5-013: *esquema de conexinado para el control del alumbrado público.*

5.4. El control de la energía en un bloque de viviendas y locales comerciales

Las viviendas

La potencia contratada son 3,3 kW, la calefacción, la cocina y el agua sanitaria son de gas ciudad.

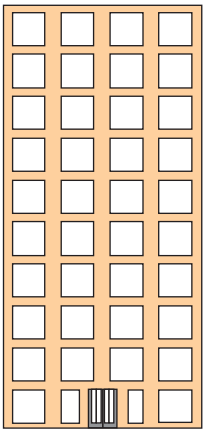
Cargas a instalar en la vivienda y posibilidad de discriminación:

■ Calefacción.

Es de gas ciudad, solamente tiene el consumo del encendido automático y la bomba de circulación del agua.

■ Alumbrado.

Las cargas están repartidas por las dependencias, difícilmente tendremos todas las lámparas encendidas, por tanto no es aventurado considerar un coeficiente de simultaneidad del 50%.



■ Electrodomésticos.

La carga más importante es la del microondas. La participación al consumo del microondas son períodos de tiempos muy reducidos, unos minutos, y con poca frecuencia. La nevera realiza una función prácticamente de mantenimiento de la temperatura, con consumos intermitentes, con cierta periodicidad. No es aventurado considerar un coeficiente de simultaneidad del 30 o 40%, pero con períodos muy cortos, con un coeficiente del 100% que nos puede desconectar circuitos no prioritarios.

■ Conectores, enchufes.

Es obvio que las cargas no funcionan ni todo el día ni todas al mismo tiempo, considerar un coeficiente de simultaneidad del 60% no es aventurado.

■ Las alarmas técnicas.

Su consumo es esporádico en circunstancias excepcionales, solamente por la aptitud de su función. Son circuitos prioritarios pero su consumo lo podemos despreciar en una valoración media.

Clasificación de prioridades de las cargas

N.º		Clase P (W)	I (A)	Circuito prioritario	Circuito no prioritario	
					Circuito I	Circuito II
C00	Calefacción			1,4		
C01	Quemador	BB2 1 · 500	0,1	0,1		
C02	Bomba	BB2 1 · 300	1,3	1,3		
I00	Alumbrado			4,8		
I01	Sala de estar					
	Comedor	BB1 5 · 50	1,1	1,1		
I02	Cocina	BB2 3 · 50	1,1	0,7		
I03	Servicio	BB2 2 · 50	0,5	0,5		
I04	Entrada	BB1 2 · 50	0,5	0,5		
I05	Terraza	BB2 1 · 50	0,2	0,2		
I06	Dormitorio M	BB1 4 · 50	0,9	0,9		
I07	Dormitorio D1	BB1 4 · 50	0,9	0,9		
E00	Electrodomésticos			3	4,4	10,9
E01	Lavadora	BB2 1 · 2.500	10,9			10,9
E02	Microondas	BB2 1 · 1.000	4,4		4,4	
E03	Nevera	BB2 1 · 400	1,7	1,7		
E04	Extractor	BB2 1 · 300	1,3	1,3		
C00	Conectores, enchufes			1	1,7	
C01	Cadena HI-FI	BB1 1 · 100	0,4		0,4	
C02	Televisor TV	BB1 1 · 100	0,4	0,4		
C03	Vídeo	BB1 1 · 25	0,1	0,1		
C04	Radio	BB1 1 · 25	0,1	0,1		

(continúa en pág. siguiente)

(continuación)

N.º		Clase	P (W)	I (A)	Circuito prioritario	Circuito no prioritario	
						Circuito I	Circuito II
C05	Batidora	BB2	1 · 300	1,3		1,3	
C06	Timbre	BB1	1 · 40	0,2	0,2		
S01	SAI Pulsar EX	BB1	4kVA-4 h				
T00	Alarmas técnicas				1,2		
T01	F. sist. dom.						
T02	C. humos			0,1	0,1		
T03	Sirena			0,2	0,2		
T04	Comunicación			0,2	0,2		
T05	P. gas butano			0,3	0,3		
T06	Fugas de agua			0,3	0,3		
N00	Informática				2,3		0,5
N01	PC	BB1	1 · 300	1,3	1,3		
N02	Pantalla	BB1	1 · 220	1	1		
N03	Impresora	BB1	1 · 110	0,5			0,5
Totales					**13,7**	**6,1**	**11,4**

Tabla K5-014: *intensidades de las cargas y circuitos prioritarios y discriminatorios.*

Simultaneidad de consumo:

■ Calefacción.

La calefacción es de gas ciudad, solamente se debe alimentar el quemador y la bomba de circulación del agua caliente. No es aventurado considerar una media de consumo del 50%.

■ Alumbrado.

Las cargas están repartidas por las dependencias, es normal que durante las horas del día se realice vida en unas y por la noche en las otras, además difícilmente tendremos todas las lámparas encendidas, por tanto no es aventurado considerar un coeficiente de simultaneidad del 50%.

■ Electrodomésticos.

La carga más importante es la del microondas. La participación al consumo del microondas son períodos de tiempos muy reducidos, unos minutos, y con poca frecuencia. El congelador nevera realiza una función prácticamente de mantenimiento de la temperatura, con consumos intermitentes, con cierta periodicidad. No es aventurado considerar un coeficiente de simultaneidad del 30 o 40%, pero con períodos muy cortos, con un coeficiente del 100% que nos puede desconectar circuitos no prioritarios.

■ Conectores, enchufes.

Es obvio que las cargas no funcionan ni todo el día ni todas al mismo tiempo, el edificio no dispone de salas diferentes para la televisión y la música, considerar un coeficiente de simultaneidad del 60% no es aventurado.

■ El SAI.

Su consumo de mantenimiento es mínimo (despreciable), solamente tendrá un consumo para el recargo después de un fallo o gran bajada de tensión, su consumo es esporádico y en circunstancias excepcionales.

■ Las alarmas técnicas.

Su consumo es esporádico en circunstancias excepcionales, solamente por la aptitud de su función. Son circuitos prioritarios pero su consumo lo podemos despreciar en una valoración media.

■ Informática.

Se alimenta a través del SAI, los elementos con necesidad de continuidad son, el PC y la pantalla. La carga que no es imprescindible, la impresora, puede ser

conectada en circuitos discriminados. Cuando está encendido su consumo normal es del 80%.

Simultaneidad de consumo del circuito prioritario			
Calefacción	50%	1,4 · 0,5 =	0,7 A
Alumbrado	50%	4,8 · 0,5 =	2,4 A
Electrodomésticos	40%	3 · 0,4 =	1,2 A
Conectores, enchufes	60%	1 · 0,6 =	0,6 A
SAI	despreciable		
Alarmas técnicas	despreciable	0,9	
Informática	80%	2,3 · 0,8 =	1,8 A
Totales	50%	13,4	6,7 A

Tabla K5-015: *simultaneidad de las cargas del circuito prioritario.*

Las prioridades las hemos considerado más necesarias invertirlas en seguridad y comunicación que en confort. No obstante es posible mantener un lavaplatos y alternar su conexión con la lavadora, o sea que si conectamos el lavaplatos no conectamos la lavadora, entonces el comportamiento es como si fuera una sola carga.
El equipo de discriminación adecuado es un CDS.

Funcionamiento del relé de discriminación:
■ Orden de desconexión : I-II.
■ Orden de reconexión: II-I.
■ El circuito desconectado queda señalizado por un LED amarillo.
■ La reconexión se efectúa después de 5 a 10 minutos.
■ Desconexión forzada: posibilidad de desconectar los dos circuitos no prioritarios insertando un contacto entre los bornes 1 y 2, contacto seco al cierre (sin potencial, un puente).
Esta orden puede ser emitida por medio de un contacto de mando manual (interruptor) o por uno de automático proveniente de un temporizador (H, IHP...).
■ Utilización, bornes 5 y 6:
□ Borne 5 bajo tensión (fase), el circuito no prioritario I desconectado.
□ Borne 6 bajo tensión (fase), el circuito no prioritario II desconectado.
Estos circuitos permiten realizar la desconexión y reconexión por medio de un contactor CTR o la señalización del estado del circuito no prioritario I o II.
La protección de estos circuitos debe realizarse para una intensidad nominal de 2 A.

Local comercial 1.º

Lo han alquilado para una zapatería.

Calefacción

Disponen de suministro de gas ciudad.
La calefacción es por medio de agua, calentada con un quemador de gas y transformada en aire caliente a través de un fancoil central (3.500 m^3/h 1 CV) y distribuido este aire por todo el local.
El equipo permite incorporar hasta un 50% de aire extraído del exterior para realizar una renovación forzada.
Solamente tendremos que prever la alimentación del quemador, la bomba de circulación del agua (300 W), el fancoil, el extractor de humos del quemador de gas (1/3 CV).

Aire refrigerado

A través de una bomba de calor de 14.900 W en frío y una bomba de circulación de agua, podemos refrigerar el mismo líquido de la calefacción y distribuirlo por el mismo sistema.

Renovación de aire
El mismo fancoil que distribuye el aire caliente y frío puede, durante los períodos en que la temperatura ambiente es confortable, renovar el aire del local en función de la afluencia de personal.
En los momentos de afluencia masiva debemos colaborar en la expulsión del aire al inyectar mayor caudal, que no es capaz de salir por las aberturas naturales (1/4 CV), y a la inversa habrá momentos que solamente extrayendo aire será suficiente la climatización.

Alumbrado general del local para la venta
El alumbrado general dependerá de la luminosidad que entre a través de las ventanas, por tanto lo regularemos en función de la luminosidad natural, con un interruptor crepuscular IC7502 regulado a 350 lux, o sea que cuando el alumbrado natural no llegue a los 350 lux se encenderá el alumbrado artificial.

Alumbrado de refuerzo del local para la venta
Debido al producto a vender, para poder observar con nitidez la calidad y el color es necesaria mayor iluminación, por tanto situaremos dos células de presencia, enfocadas a cada uno de los bancos situados para calzarse, para que en el momento que nos sentemos se encienda el alumbrado de refuerzo. Colocaremos una célula de presencia de la serie Unica.

Alumbrado general de la zona de exposición
El alumbrado general dependerá de la luminosidad que entre a través de las ventanas, por tanto lo regularemos en función de la luminosidad natural, con un interruptor crepuscular IC7502 regulado a 350 lux, o sea que cuando el alumbrado natural no llegue a los 350 lux se encenderá el alumbrado artificial.

Alumbrado general del escaparate
El alumbrado general dependerá de la luminosidad que entre a través de las ventanas, por tanto lo regularemos en función de la luminosidad natural, con un interruptor crepuscular IC7502 regulado a 350 lux, o sea que cuando el alumbrado natural no llegue a los 350 lux se encenderá el alumbrado artificial.

Alumbrado de refuerzo del escaparate
El escaparate se ha repartido en tres sectores, dos tienen puntos de mira desde el interior y desde la vía pública, el tercero sólo desde el interior, es obvio que el tipo de artículo necesita destacar muy bien la belleza de las formas y del color, por tanto debemos pensar en alumbrado de 800 lux y de una calidad cromática equivalente a la luz solar. Mantener esta iluminación es costosa, pero si solamente funciona cuando hay un observador la inversión en kWh será lo más ajustada posible a la función del escaparate.
Situaremos detectores de movimiento tipo CDM para la observación desde el exterior y del interior.

Conectores y enchufes
Deberemos instalar enchufes para atender las necesidades de mantenimiento, limpieza y útiles diversos.

Sistema de alimentación ininterrumpida SAI
Esta fuente de alimentación es distorsionante de la energía, pero existen unos utensilios que deben permanecer conectados, incluso con un fallo de suministro, por ejemplo: el ordenador, la pantalla del ordenador, la caja registradora, el fax, las alarmas técnicas, el alumbrado de emergencia como mínimo para una hora.

Informática
Los elementos mas susceptibles de los fallos de tensión se han conectado a través de un SAI: la impresora es discriminable.

Las alarmas técnicas

Su consumo es esporádico en circunstancias excepcionales, solamente por la aptitud de su función.

Son circuitos prioritarios pero su consumo lo podemos despreciar en una valoración media.

Situación en planta de las cargas del local 1.º

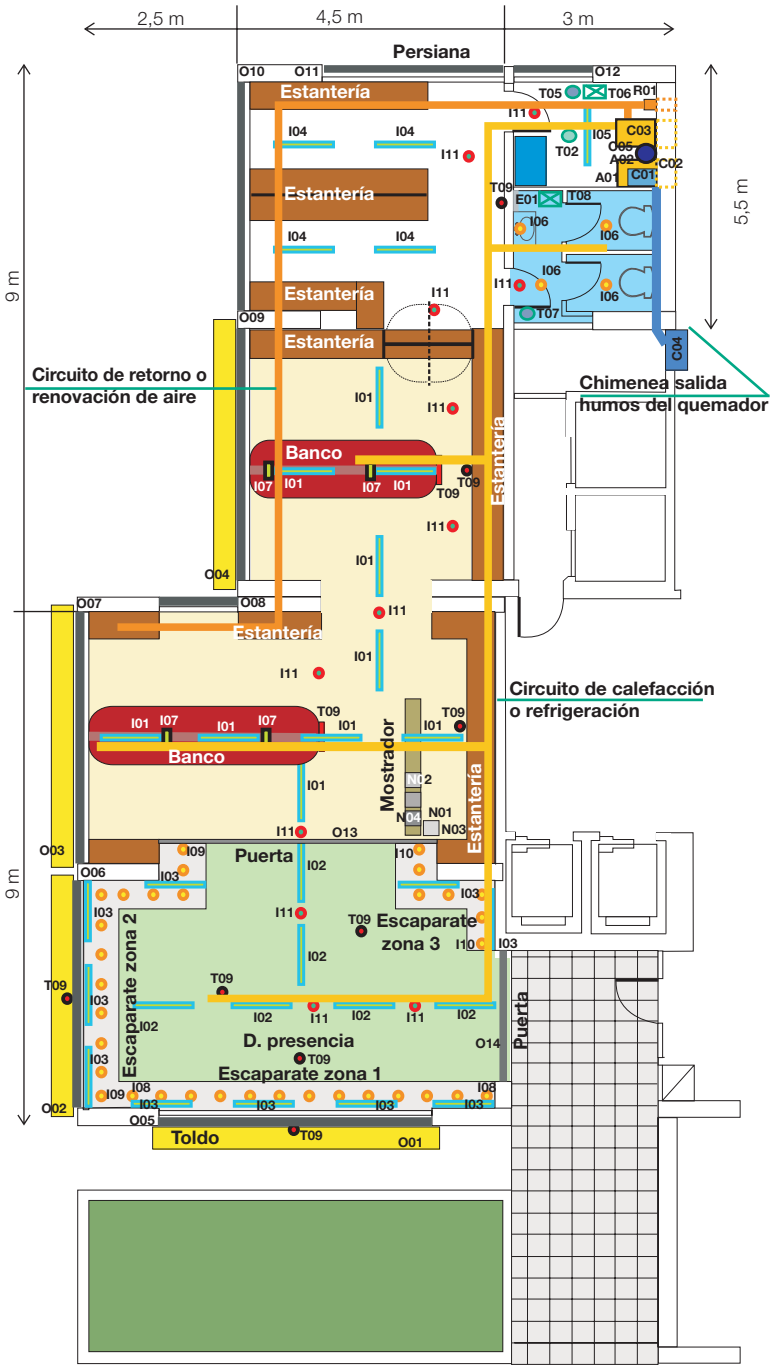


Fig. K5-016: *situación en planta de los elementos en el local comercial 1.*

Confort
La transparencia al exterior con grandes ventanales y escaparates que crean la sensación de que el transeúnte se encuentre en la tienda, obliga a una protección de los rayos ultravioleta del sol, directos sobre el material, con toldos.
La fragilidad de los cristales obliga a colocar persianas metálicas para protegerlos en los momentos situados fuera de uso.
La puerta de entrada a la zona de escaparates será una reja metálica.
La puerta de entrada a la tienda es una abertura que, desde la entrada del edificio, te conduce al interior de la tienda sin puerta de acceso, pero a las horas que no existe actividad comercial debe cerrarse con una puerta metálica, permitiendo mantener durante unas horas, de no actividad comercial, la puerta de la zona de escaparates abierta y cerrada la de la tienda, o sea que durante unas horas de los días festivos u otras de los laborables, se mantenga la posibilidad de utilizar la exposición de los escaparates para la visión de los transeúntes.

La antena de comunicación
La alimentación de la amplificación de la señal no es discriminable.

Hilo musical
Alimentaremos un equipo de cadena HI-FI.

Agua sanitaria caliente
El termo de agua caliente para los servicios es discriminable, para actuación exclusivamente en horas valle.

Clasificación de prioridades de las cargas							
N.º		Clase	P (W)	I (A)	Fase		
					L1	L2	L3
C00	Calefacción				3	3,7	2,4
C01	Quemador	BB2	1 · 500	0,1	0,1		
C02	Bomba circ.	BB2	1 · 300	1,3	1,3		
C03	Fancoil	BB2	1 · 750	1,6	1,6	1,6	1,6
C04	Extractor h.	BB2	1 · 370	0,8	0,8	0,8	0,8
C05	D. perfume	BB2	1 · 300	1,3		1,3	
A00	Aire acondicionado refrigeración				27	27	28,3
A01	Bomba frío	BB2	1· 14.900	27	27	27	27
A02	Bomba circ.	BB2	1 · 300	1,3			1,3
R00	Renovación de aire				0,8	0,8	0,8
R01	Extractor	BB2	1 · 370	0,8	0,8	0,8	0,8
Totales climatización					**30,8**	**31,5**	**31,5**
I00	Alumbrado				7,9	7,2	7,8
I01	G. Tienda	BB1	10 · 81	4,1	4,1		
I02	G. Exposición	BB1	6 · 81	2,5		2,5	
I03	G. Escaparate	BB1	10 · 81	4,1			4,1
I04	G. Almacén	BB1	4 · 45	1	1		
I05	G. Máquinas	BB1	1 · 45	0,5		0,5	
I06	G. Servicios	BB1	4 · 50	0,9			0,9
I07	R. Tienda	BB1	4 · 150	2,6		2,6	
I08	R. Escap. 1	BB1	13 · 50	2,8			2,8
I09	R. Escap. 2	BB1	13 · 50	2,8	2,8		
I10	R. Escap. 3	BB1	7. 50	1,6		1,6	
E00	Electrodomésticos				1,3		
E03	Dispensador P.	BB2	1 · 300	1,3	1,3		

(continúa en pág. siguiente)

(continuación)

N.º		Clase	P (W)	I (A)	Fase		
					L1	L2	L3
C00	Conectores, enchufes				0,5	6,5	6,5
C01	Cadena HI-FI	BB1	1 · 100	0,4	0,4		
C02	Radio	BB1	1 · 25	0,1	0,1		
C03	Aspirador	BB2	1 · 1.500	6,5		6,5	
C04	L. vapor	BB2	1 · 1.500	6,5			6,5
S00	SAI Pulsar EX	BB1	4kVA-2 h				
Total potencia a derivar de la SAI				**10,2**			
I11	A. emergencia	BB1	12· 50	2,6			
T00	Alarmas técnicas			4,3			
T01	F. sist. dom.	BB1					
T02	C. humos	BB2		0,1			
T03	Sirena	BB1		0,2			
T04	Comunicación	BB1		0,2			
T05	D. F. gas	BB2		0,1			
T06	Electroválvula	BB2		0,3			
T07	D.F. agua	BB2		0,1			
T08	Electroválvula	BB2		0,3			
T09	Intrusión	BB1		0,1			
T10	Sirena	BB1		0,3			
N00	Informática			3,3	3,3		
N01	PC	BB1	1 · 300	1,3	1,3		
N02	Pantalla	BB1	1 · 220	1	1		
N03	Impresora	BB1	1 · 110	0,5	0,5		
N04	C. registradora	BB1	1 · 110	0,5	0,5		
O00	Confort			8,6	2,6	2,4	3,6
O01	Toldo 1	BB2	1 · 140	0,6		0,6	
O02	Toldo 2	BB2	1 · 140	0,6		0,6	
O03	Toldo 3	BB2	1 · 140	0,6		0,6	
O04	Toldo 4	BB2	1 · 140	0,6		0,6	
O05	Persiana 1	BB2	1 · 100	0,5			0,5
O06	Persiana 2	BB2	1 · 100	0,5			0,5
O07	Persiana 3	BB2	1 · 100	0,5			0,5
O08	Persiana 4	BB2	1 · 80	0,4			0,4
O09	Persiana 5	BB2	1 · 100	0,5			0,5
O10	Persiana 6	BB2	1 · 100	0,5			0,5
O11	Persiana 7	BB2	1 · 80	0,4			0,4
O12	Persiana 8	BB2	1 · 60	0,3			0,3
O13	Puerta 1	BB1	1 · 300	1,3	1,3		
O14	Puerta 2	BB1	1 · 300	1,3	1,3		
S00	Agua sanitaria caliente				**5,2**		
S01	Planta termo 80 L	BB2	1 · 1.200	5,2			
Totales					**51,6**	**47,6**	**49,4**

Tabla K5-017: *clasificación de las prioridades de las cargas.*

Simultaneidad de consumo:

■ En la climatización.

Los equipos de calefacción no coincidirán con los de refrigeración y ambos tampoco con los de renovación de aire.

■ En el alumbrado.
Todo el alumbrado puede coincidir y es prioritario para la función del comercio.
■ En los electrodomésticos.
Solamente tenemos el dispensador de toallitas de papel, puede coincidir ampliando el máximo considerado.
■ En los conectores, enchufes.
El hilo musical funcionará en plena actividad comercial, en cambio los utensilios de limpieza no, por tanto podemos considerar que funcionarán fuera de las horas de máxima actividad.
■ Las alarmas técnicas y el alumbrado de emergencia.
Tal como su concepción indica el funcionamiento será esporádico y bajo la alimentación del SAI, no tiene incidencia.
Sí tiene incidencia la recarga del SAI, pero éste tiene un mínimo mantenimiento despreciable.
■ En la informática.
Podemos considerar de utilización permanente el PC y la pantalla. De la impresora y la registradora podemos considerar la incidencia de la registradora.
■ En el confort.
Si colocamos una discriminación que al dar una orden generalizada para el movimiento de los toldos, las persianas o las puertas, éstas funcionen en cascada o sea una después de la otra, solamente tendremos que considerar la simultaneidad de una.
■ En el agua sanitaria.
El termo se puede discriminar para que no funcione durante las horas punta.

Simultaneidad de las cargas							
N.º		Clase	P (W)	I (A)	Fase		
					L1	L2	L3
C00	Calefacción				1,6	2,9	1,6
C03	Fancoil	BB2	1 · 750	1,6	1,6	1,6	1,6
C05	D. perfume	BB2	1 · 300	1,3		1,3	
A00	Aire acondicionado - refrigeración				27	27	28,3
A01	Bomba frío	BB2	1· 14.900	27	27	27	27
A02	Bomba circ.	BB2	1 · 300	1,3			1,3
R00	Renovación de aire						
Totales climatización					**28,6**	**29,9**	**29,9**
I00	Alumbrado				7,9	7,2	7,8
I01	G. tienda	BB1	10 · 81	4,1	4,1		
I02	G. exposición	BB1	6 · 81	2,5		2,5	
I03	G. escaparate	BB1	10 · 81	4,1			4,1
I04	G. almacén	BB1	4 · 45	1	1		
I05	G. máquinas	BB1	1 · 45	0,5		0,5	
I06	G. servicios	BB1	4 · 50	0,9			0,9
I07	R. tienda	BB1	4 · 150	2,6		2,6	
I08	R. escap. 1	BB1	13 · 50	2,8			2,8
I09	R. escap. 2	BB1	13 · 50	2,8	2,8		
I10	R. escap. 3	BB1	7. 50	1,6		1,6	
E00	Electrodomésticos				1,3		
E03	Dispensador P.	BB2	1 · 300	1,3	1,3		
C00	Conectores, enchufes				0,5		
C01	Cadena HI-FI	BB1	1 · 100	0,4	0,4		

(continúa en pág. siguiente)

(continuación)

N.º		Clase	P (W)	I (A)	Fase		
					L1	L2	L3
C02	Radio	BB1	1 · 25	0,1	0,1		
S00	SAI Pulsar EX	BB1	4kVA-2 h				
Total potencia a derivar de la SAI							
I11	A. Emergencia	BB1	12· 50				
T00	Alarmas técnicas						
N00	Informática				2,8		
N01	PC	BB1	1 · 300	1,3	1,3		
N02	Pantalla	BB1	1 · 220	1	1		
N04	C. registradora	BB1	1 · 110	0,5	0,5		
O00	Confort			8,6	1,3	0,6	0,5
O01	Toldo 1	BB2	1 · 140	0,6		0,6	
O05	Persiana 1	BB2	1 · 100	0,5			0,5
O13	Puerta 1	BB1	1 · 300	1,3	1,3		
Totales					**42,4**	**37,7**	**38,2**

Tabla K5-018: *simultaneidad de las cargas.*

■ Intensidad media.

$$I_{e(m)} = \frac{I_{L1} + I_{L2} + I_{L3}}{3} = \frac{(42{,}4 + 37{,}7 + 49{,}4)\,A}{3} = 43{,}17\ A$$

■ Potencia media.

$$P = \sqrt{3} \cdot U_e \cdot I_e \cdot \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot 400\ V \cdot 43{,}2\ A \cdot 0{,}85 = 25.410\ W$$

La potencia a contratar será 25 kW con tarifa 3.0, general con un coste (tarifa 1997) por término de potencia de 1,51 €/kW contratado y un término de energía de 0,09 €/kWh.

Si contratamos sin discriminación horaria tendremos un recargo a la totalidad del recibo del 20%.

Si contratamos con discriminación horaria de dos niveles, tendremos un recargo durante 4 h del día del 40% y 20 h día sin recargo. Estas cuatro horas en invierno (9 a 13 h) caen de lleno en las horas habituales de apertura de los comercios; en verano no (10 a 14 h). Es aconsejable realizar la contratación con discriminación horaria.

Para poder mantener este consumo sin puntas considerables deberemos efectuar una instalación de:

■ Acondicionamiento:

□ En invierno mantener una temperatura durante las horas de apertura de 22 ºC y durante las horas de cierre una temperatura de 12 ºC, para mantener el producto en un buen estado y un caldeo previo a la apertura, para que el salto térmico no sea tan elevado. Lo conseguimos con el termostato programador THPA2.

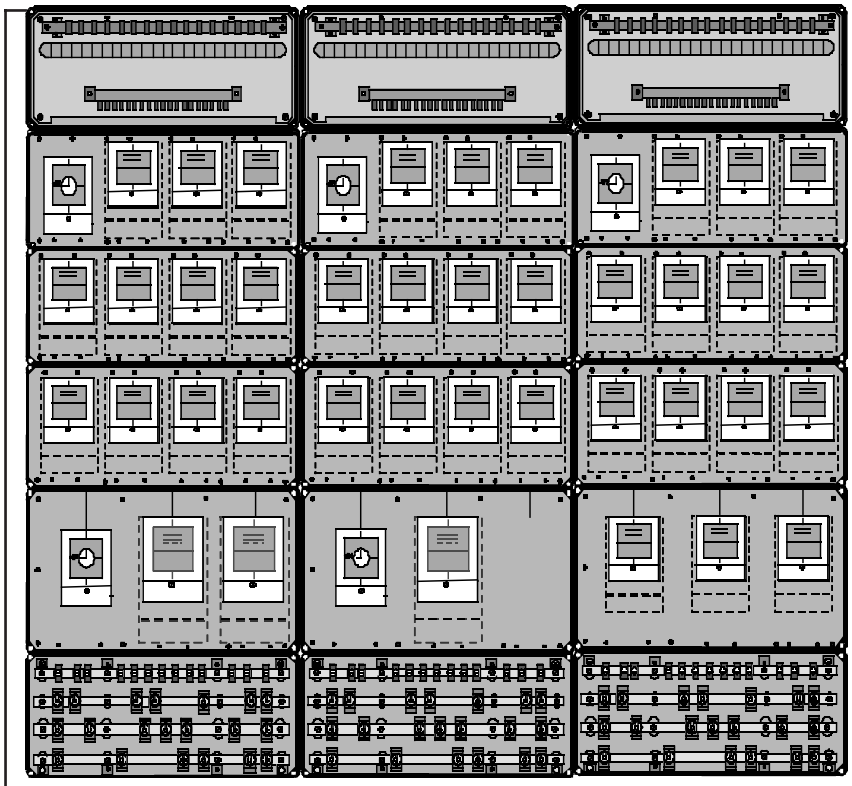
□ En la primavera y el otoño cuando no es necesaria una calefacción ni una refrigeración, tan sólo una renovación de aire, podemos fijar una temperatura límite de 24 ºC a partir de la cual se activa la renovación de aire. Lo conseguimos con el termostato programador THPA2.

□ En verano no todas las horas del día necesitamos una refrigeración, por tanto mantenemos el mismo sistema del otoño y la primavera y además un termostato que a partir de los 26 ºC conecta la bomba de calor para la refrigeración; el termostato de la serie Unica.

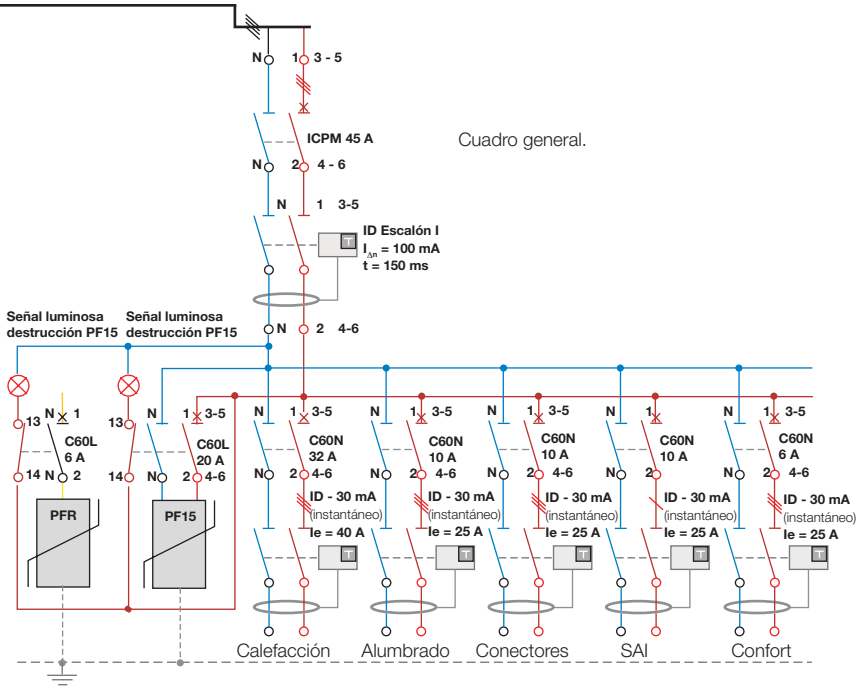
Este sistema nos permite ajustar el consumo a la realidad de la necesidad en función de la temperatura climatológica y la aportación de calor de las lámparas y las personas.

Esquemas eléctricos local 1.º

Acometida y cuadro general



Centralización de contadores.



Cuadro general.

Fig. K5-019: *esquema acometida y cuadro general, local comercial 1.*

Cuadro de acondicionamiento

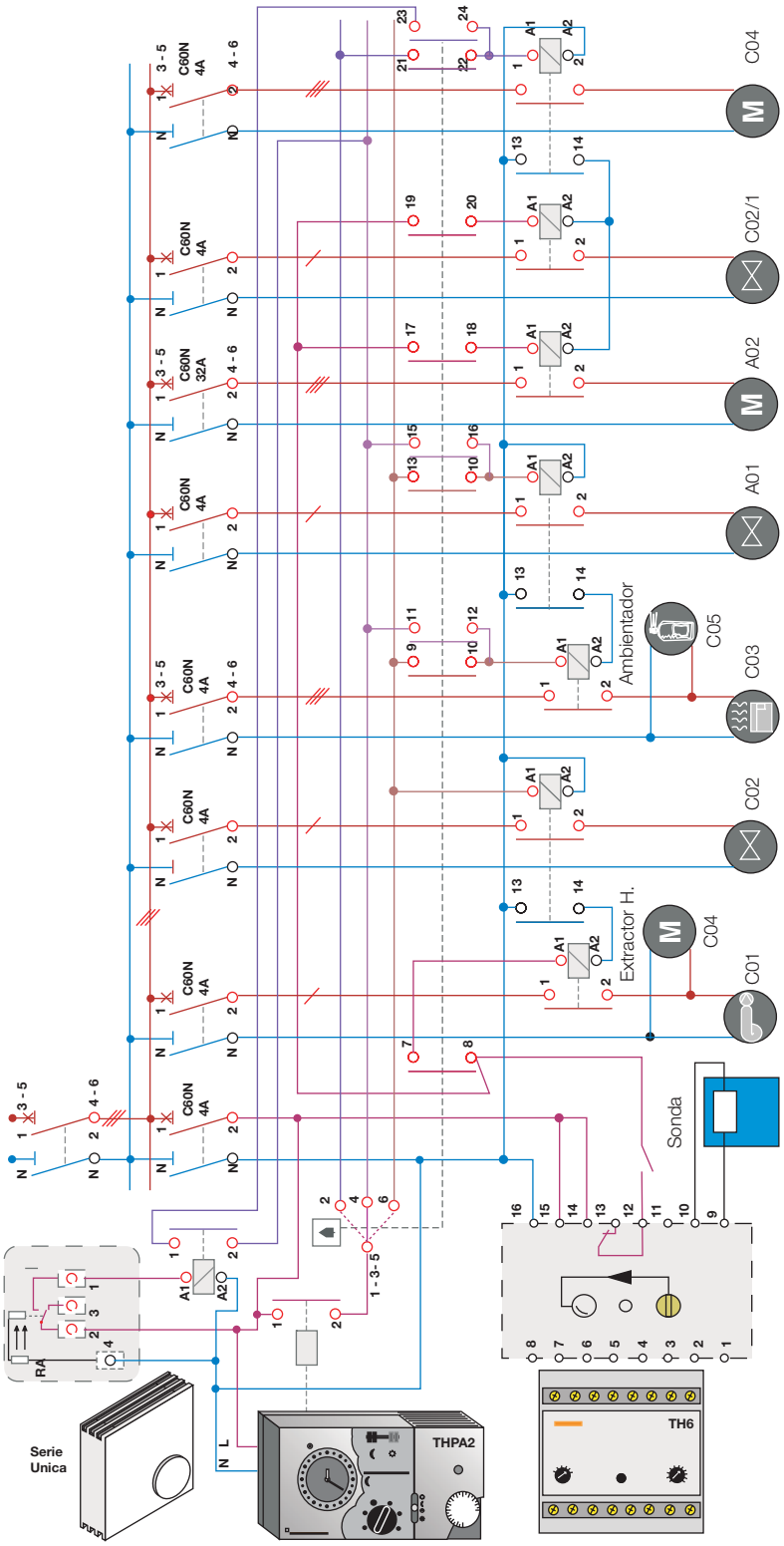
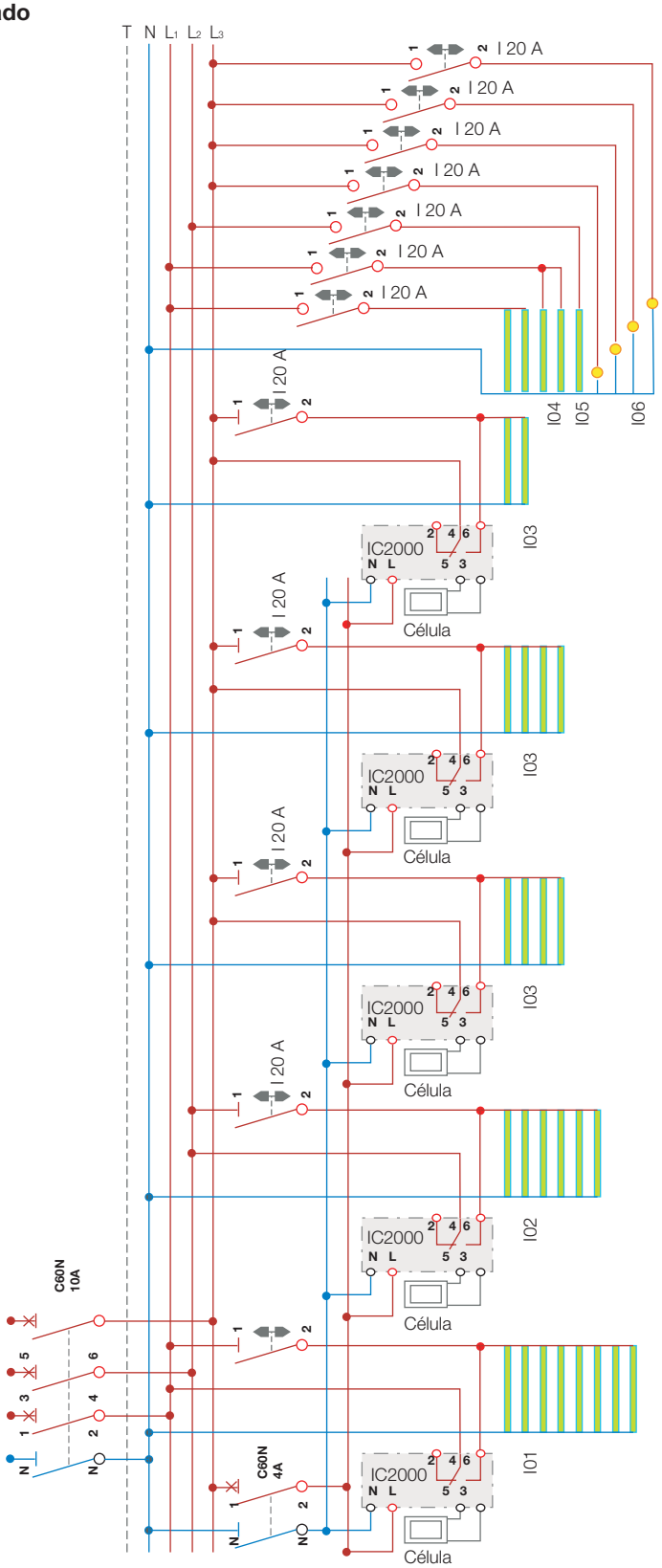


Fig. K5-020: *esquema cuadro acondicionamiento, local comercial 1.*

Alumbrado


T N L1 L2 L3
I 20 A
I04
I05
I06
General almacén, máquinas, servicios
Escaparate 3
I03
IC2000
N L
2 4 6
5 3
Célula
Escaparate 2
General escaparate 1
General exposición
I02
General tienda
I01
C60N
10A
C60N
4A

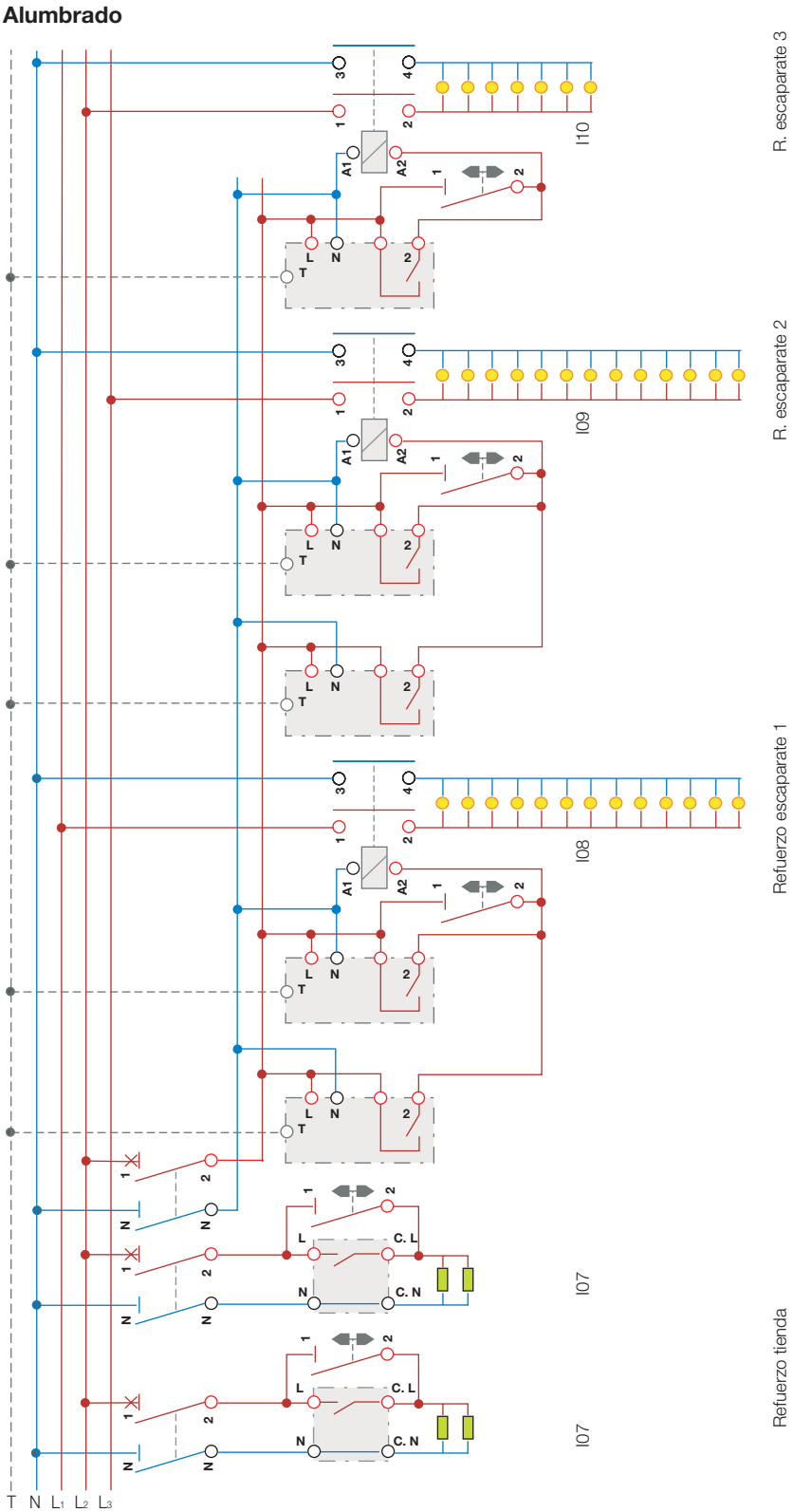


Fig. K5-021: *esquema cuadro alumbrado, local comercial 1.*

Es recomendable utilizar un relé de protección para la bomba de calor que no permita el arranque cuando el gas está en una cumbre de presión, para evitar las puntas de arranque elevadas, las cuales pueden desconectar un ICPM o accionar los maxímetros.

■ Alumbrado:

□ Alumbrado general.

El alumbrado general se encenderá en función de la suficiencia de la iluminación solar, el control se produce con células fotoeléctricas. El umbral mínimo se puede fijar a partir de los 250 lux.

□ Alumbrado de refuerzo.

El alumbrado de refuerzo se encenderá en función de la presencia de personal, tanto en los escaparates como en la zona de presentación y prueba del producto.

■ Las tomas de corriente.

Distinguiremos dos tipos de tomas de corriente:

□ Las de uso habitual que tendrán tensión durante todas las horas de apertura.

□ Las de uso restringido que no tendrán tensión durante las 4 h de horas punta de consumo. Estas tomas son las que se utilizan para la limpieza del local, aspiradora, vaporizadora... El control se efectúa por medio de un reloj tipo IHP programable.

■ El confort.

Debemos procurar que las puntas de arranque no nos desconecten las protecciones ICPM o bien activen el maxímetro.

En la instalación el mando es individualizado pero disponemos de un mando centralizado para el movimiento de todos los toldos o todas las persianas, el arranque de las 11 persianas a la vez puede provocar una punta de corriente, que sumada al consumo normal puede llegar a provocar una desconexión intempestiva o una activación de maxímetro. Por tanto es recomendable que al dar una orden globalizada la actuación se realiza en cascada, dando un tiempo secuencial de 30 segundos.

■ El agua sanitaria.

El termo de agua no debe calentar durante las 4 h de discriminación tarifaria, el control se realiza por medio del reloj IHP programable.

El funcionamiento de las células de control de la luminosidad y su regulación lo encontraremos en el apartado J7, página J/255 del Volumen 3, “Aparamenta para el control de la iluminación”.

El funcionamiento y programación del reloj horario IHP lo encontraremos en el apartado J6, página J/227 del Volumen 3, “Aparamenta para el control del tiempo”.

El relé para el control de las bombas de calor lo encontraremos en el apartado J9, página J/487 del Volumen 3, “La aparamenta para la protección de receptores”.

Los detectores de presencia los encontraremos en el apartado J10, página J/545 del Volumen 3, “Aparamenta para el control del movimiento y presencia”.

El sistema domótico para el control del confort lo encontraremos como aparamenta en el apartado J3, página J/103 del Volumen 3, “Aparamenta electrónica domótica, sistema domótico”, y cómo utilizarlo y programarlo en el apartado J19, página J/831 del Volumen 3, “Cómo utilizar la aparamenta electrónica domótica”.

Circuito de alimentación de las tomas de corriente

Tanto el termo como los utensilios de limpieza hemos de procurar que actúen durante las horas valle para que el coste energético sea el menor posible.

La solución de procurar que el funcionamiento se limite a las horas valle lo conseguiremos con un reloj programable que solamente alimente unos circuitos durante este período, por tanto la utilización de un tipo de tomas de corriente con exclusiva para unas clavijas, correspondiente a los utensilios que queremos discriminar, será suficiente.

Circuito de tomas de corriente

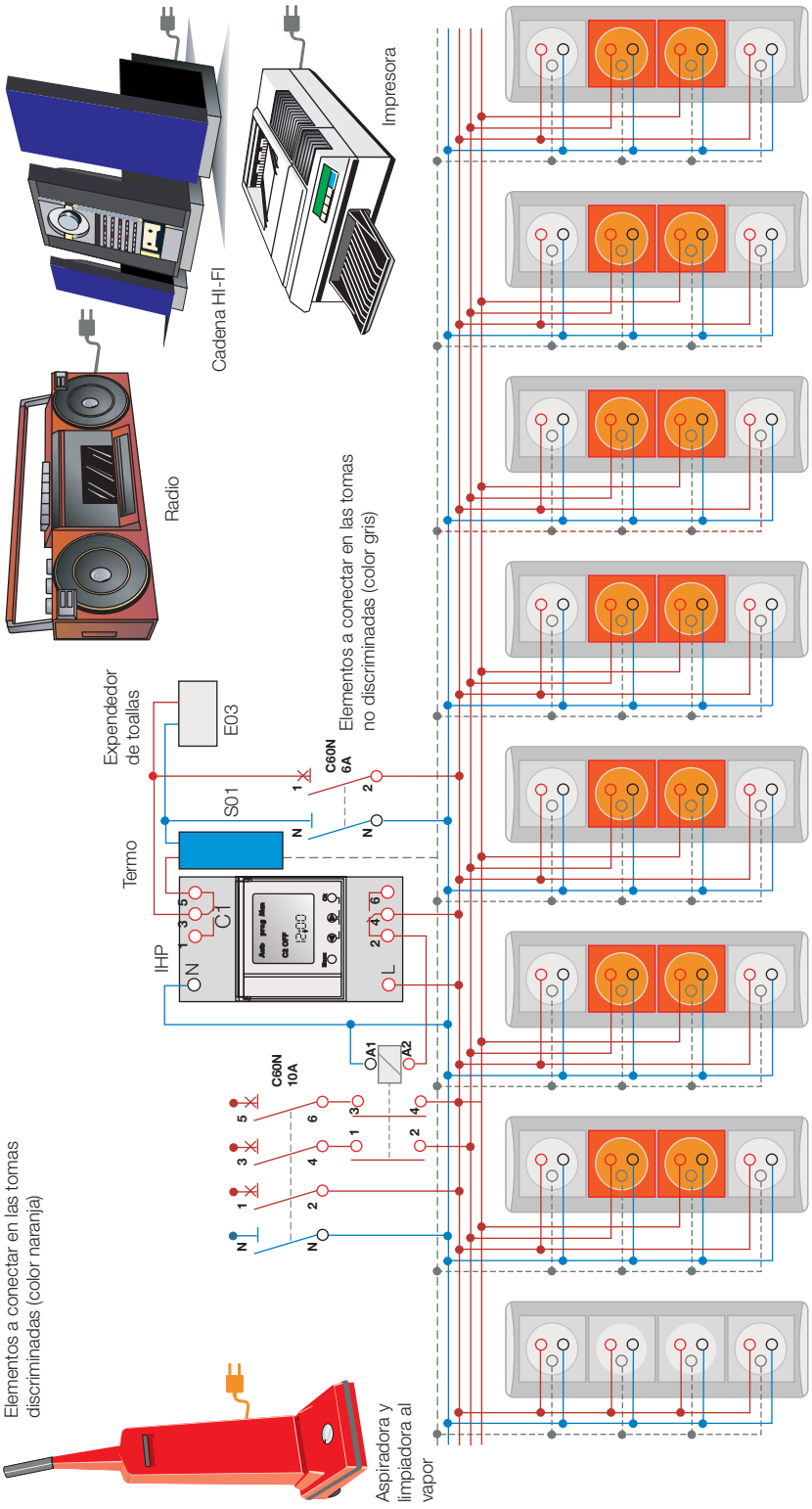


Fig. K5-022: *esquema control tomas de corriente, local comercial 1.*

Circuito de alimentación permanente a través de un SAI

Un SAI debe poder alimentar durante una hora el circuito de alumbrado de emergencia por prescripción normativa, por tanto deberemos elegir un equipo capaz de poder atender esta prescripción (ver el apartado J14, página J/725, del Volumen 3).

Cuadro distribución SAI

Alimentaciones adecuadas a través del SAI:

■ El PC y el monitor con el teclado. En el momento en que la tensión de alimentación falla, automáticamente tendremos un período de una hora para poder cerrar los programas y efectuar el guardado correspondiente, antes de que le falte tensión al PC demasiado tiempo.

■ La caja registradora. Si mantenemos la caja conectada al PC para poder introducir los datos de la misma a un programa de trabajo, deberemos efectuar el cierre del programa y si es conveniente el vacíado de la caja.

■ El alumbrado de emergencia. El mismo relé que aporta la señal de falta de tensión al expendedor nocturno, da la señal para el encendido del alumbrado de emergencia a través del SAI y alimentada por ella durante una hora.

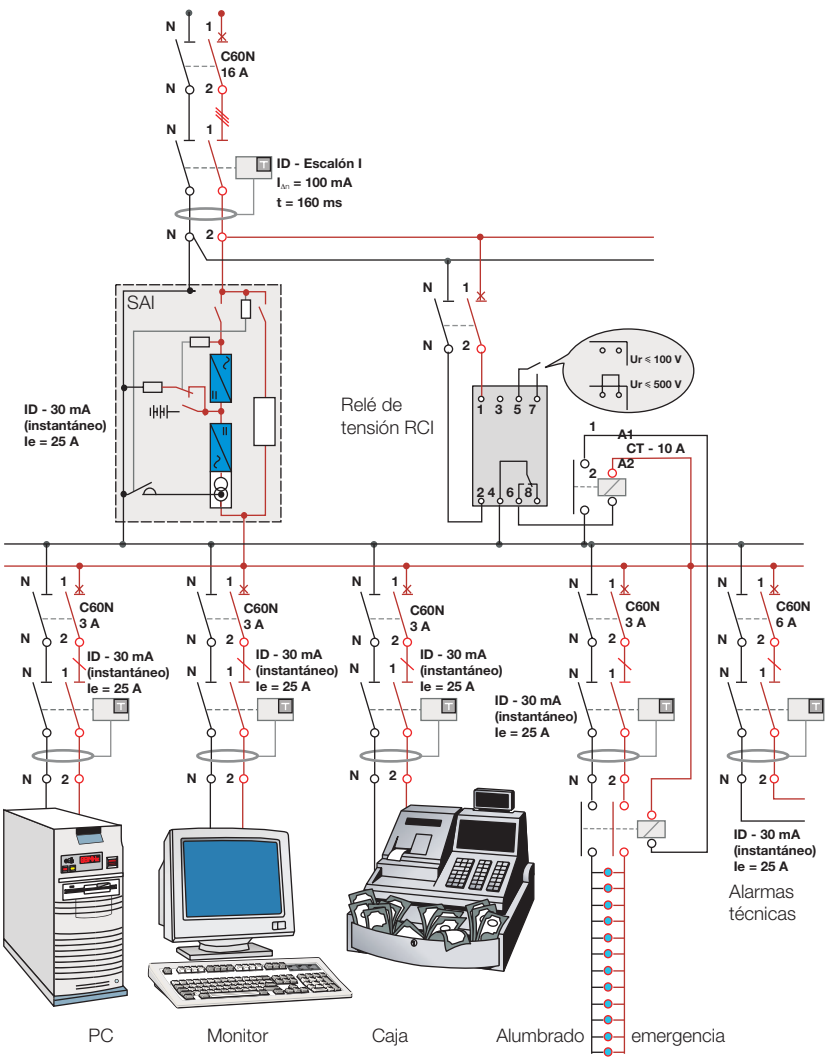


Fig. K5-023: *esquema de los circuitos alimentados por SAI.*

Circuitos de alarmas técnicas alimentados a través de un SAI

Las alarmas técnicas deben poder funcionar independientemente de la alimentación de la red pública, al menos durante el período de actividad, si la actividad continúa con otra alimentación, durante el período de cambio deben poder ejecutar su función, por tanto su alimentación debe ser ininterrumpida.

En el caso de que la falta de tensión se prolongara y obligara el paro de la actividad deberíamos tomar las decisiones oportunas para sustituir o anular la función de las alarmas técnicas, de una forma circunstancial.

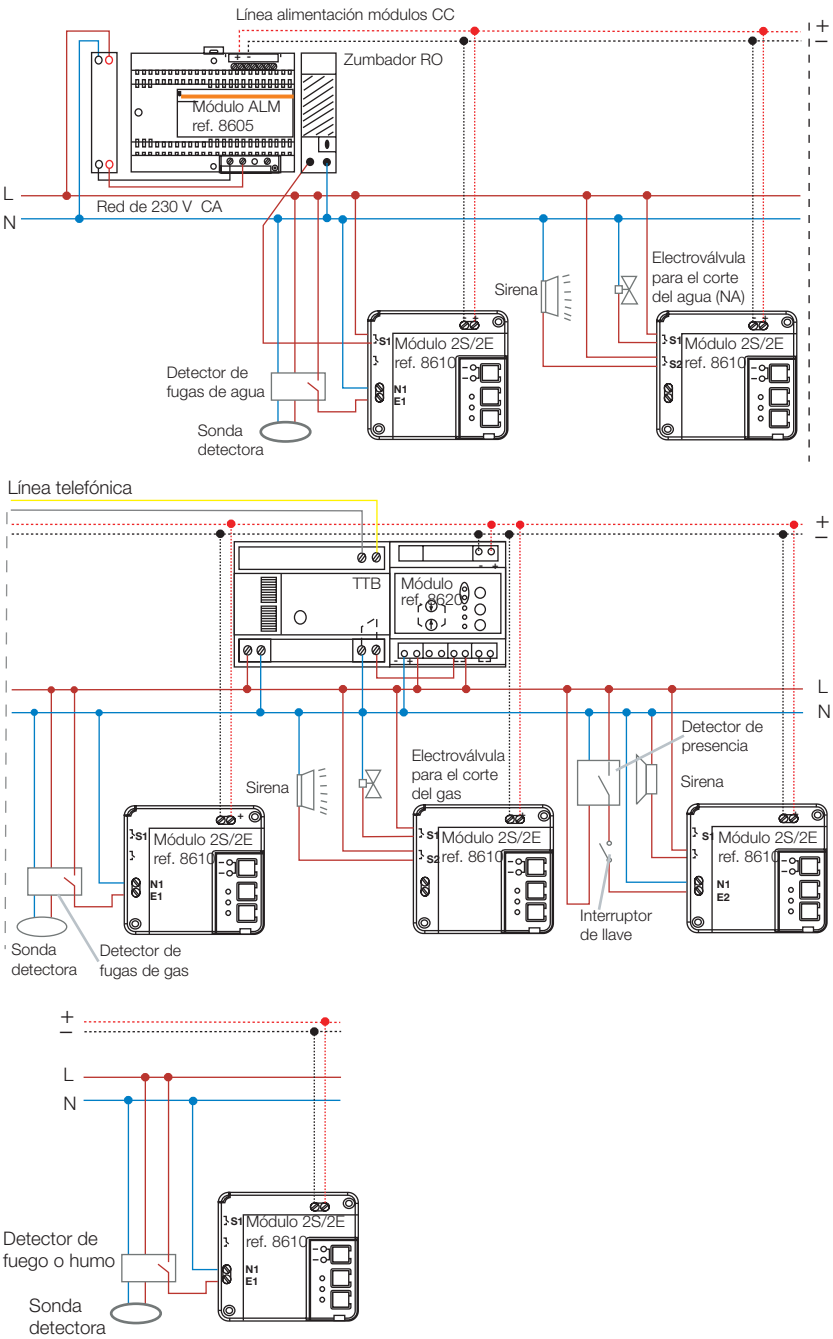


Fig. K5-024: *esquema de los circuitos de las alarmas técnicas.*

■ Alarmas técnicas:
□ Detección de un escape de agua y corte de la válvula de suministro y activación de un zumbador para señal acústica.
□ Detección de un escape de gas y corte de la válvula de suministro y activación de un zumbador para señal acústica.
□ Detección de presencia de intrusos, activación de una comunicación telefónica y de una alarma acústica.
□ Detección de fuego o humo y activación de la válvula de corte del gas, de una sirena y una llamada telefónica.
□ Todas estas alarmas quedan alimentadas desde el SAI, para mantener una eficacia de actuación sin la alimentación de energía a través de la red pública.
■ El circuito para los elementos de confort.
Estos circuitos no tienen una prioridad de funcionamiento y no es necesaria su alimentación desde un circuito de suministro ininterrumpido:
□ Los toldos podremos actuarlos individualmente tanto para la maniobra de avance o retroceso o bien todos a la vez.
□ Las persianas podremos actuarlas individualmente tanto para la maniobra de subir o bajar, o bien todos a la vez.
Los dos circuitos son equivalentes.

Circuitos de alimentación de los elementos de confort, las persianas:

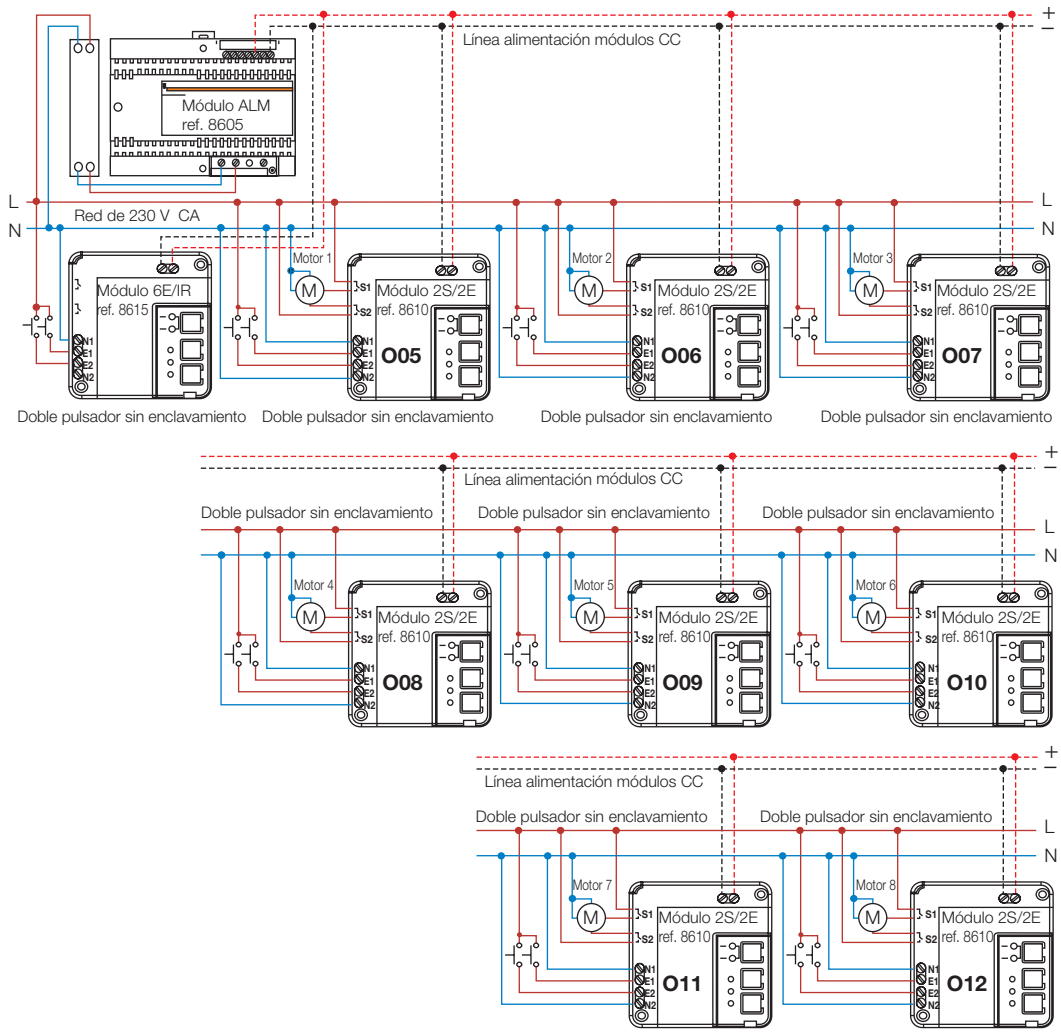


Fig. K5-025: *esquema del circuito de alimentación de las persianas.*

Circuitos de alimentación de los elementos de confort: los toldos

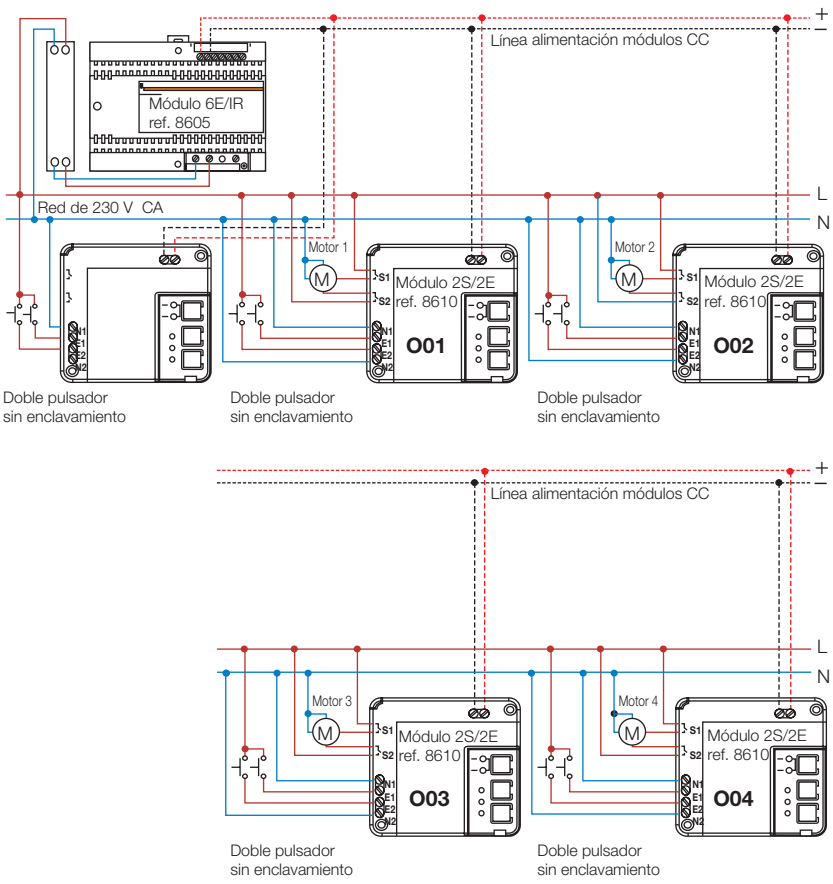


Fig. K5-026: *esquema del circuito de alimentación de los toldos.*

Circuitos de alimentación de los elementos de confort: las puertas

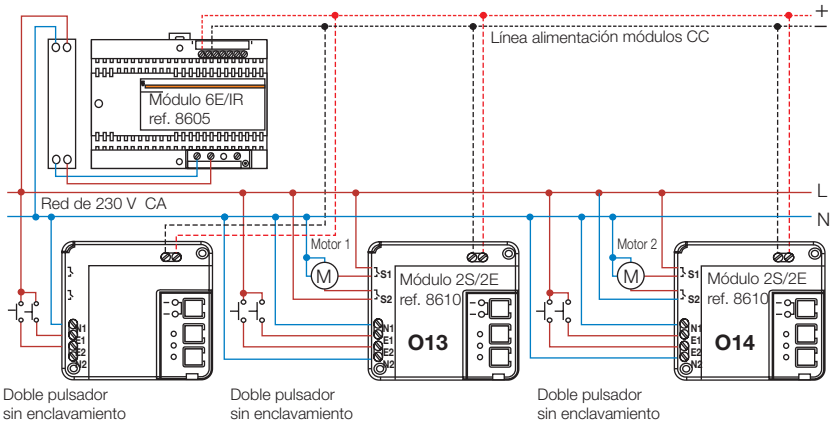


Fig. K5-027: *esquema del circuito de alimentación de las puertas.*

Local comercial 2.º

Lo han alquilado para instalar una empresa de limpieza textil, con todos los servicios, lavado húmedo, secado, lavado en seco, procesos específicos para la reducción de manchas, planchado mecánico, planchado a mano, con atención al público en horas de apertura y expendedor nocturno.

Lavado en seco:

- Dos máquinas LS01 y LS02 para 18 kg de ropa por lavado, con bomba de circulación para el circuito refrigerante, incluida. Potencia de 5 kW cada una.
- Campana de extracción de vapores y reciclaje LS03 de 0,75 kW.
- Grupo refrigerador de agua para máquinas de lavado en seco RS01 de 1,5 kW.

Lavado húmedo:

- Dos máquinas de lavado con agua LA01 y LA02 de 0,75 kW cada una, de calentamiento del agua por vapor.
- Dos cubetas de tratamiento previo del producto textil, de prelavado, CA01 y CA02, con calentamiento opcional por vapor de agua de forma manual.
- Hidroextractor, con tratamiento de líquidos HA01 de una potencia de 3 kW.

Secado

Secadora centrífuga semihúmeda con calentamiento por vapor de agua SE01 de 1,6 kW.

Planchado:

- Máquina de planchado neumática PN01 de 0,3 kW.
- Compresor de aire y filtrado del mismo CN01 de 1,5 kW.
- Maniquí de planchado al vapor MV01, de 0,75 kW.
- Tres mesas de planchado manual al vapor MV02, MV03 y MV04 de 1,6 kW.
- Extractor de zona de máquinas de planchado con condensador de vapor EV01 de 1,5 kW.

Generación de vapor:

- Caldera de generación de vapor de gas ciudad, quemador con extractor de humos CV01 de 0,5 kW.
- Descalcificador de agua automático DV01 de 0,05 kW.
- Bomba de circulación para el descalcificador BV01 de 0,75 kW.

Embolsadora

Máquina para la confección de bolsas B01 de 2 kW.

Equipo de almacenaje y expendedor automático:

- Tren de almacenaje TA01 de 0,75 kW.
- Expendedor automático con tarjeta EA01 de 1 kW.

Calefacción general

Al disponer de vapor de agua para su utilización industrial aprovechan la fabricación de vapor para la calefacción calentando el agua de un calderín y transformarlo en aire caliente a través de un fancoil central (3.500 m^3/h, 0,75 kW) y distribuir este aire por todo el local.

El equipo permite incorporar hasta un 50% de aire extraído del exterior, para realizar una renovación forzada.

Solamente tendremos que prever la electroválvula E01 (0,03 kW) de regulación del paso de vapor y su tratamiento en la condensación de recuperados.

Aire refrigerado

A través de una bomba de calor de 14.900 W en la conversión de frigorías y una bomba de circulación de agua, podemos refrigerar el mismo líquido de la calefacción y distribuirlo por el mismo sistema.

Renovación de aire
El mismo fancoil que distribuye el aire caliente y frío puede, durante los períodos que la temperatura ambiente es confortable, renovar el aire del local en función de la afluencia de personal.
En los momentos de máxima actividad, al inyectar mayor caudal que no es capaz de salir por las aberturas naturales, ventilación forzada (1/4 CV), debemos colaborar en la expulsión del aire y, a la inversa, habrá momentos que solamente extrayendo aire será suficiente la climatización.

Alumbrado general del local para la venta
El alumbrado general dependerá de la luminosidad que entre a través de las ventanas, por tanto lo regularemos en función de la luminosidad natural, con un interruptor crepuscular IC7502 regulado a 250 lux, o sea que cuando el alumbrado natural no llegue a los 250 lux, se encenderá el alumbrado artificial.

Alumbrado de refuerzo del local para la venta
Debido al producto a tratar, para poder observar con nitidez la calidad y el color, es necesaria mayor iluminación, por tanto situaremos dos interruptores en el mostrador, para que se encienda el alumbrado de refuerzo.

Alumbrado general de la zona de exposición
El alumbrado general dependerá de la luminosidad que entre a través de las ventanas, por tanto lo regularemos en función de la luminosidad natural, con un interruptor crepuscular IC7502 regulado a 250 lux, o sea que cuando el alumbrado natural no llegue a los 250 lux, se encenderá el alumbrado artificial.

Alumbrado general del expendedor nocturno
Debido al tipo de trabajo sólo es necesario su alumbrado cuando exista presencia, por tanto situaremos una célula de presencia modelo CDM enfocada al entorno del expendedor, para que en el momento que se aproxime alguien se encienda el alumbrado.

Alumbrado de refuerzo del escaparate
Es obvio que el tipo de artículo necesita destacar muy bien la belleza de las formas y del color, por tanto debemos pensar en un alumbrado de 800 lux y de una calidad cromática equivalente a la luz solar, mantener esta iluminación es costoso, pero si solamente funciona cuando hay un observador la inversión en kWh será la más ajustada posible a la función del escaparate.
Situaremos un detector de movimiento tipo CDM para la detección desde el exterior de la presencia de un observador.

Conectores y enchufes
Deberemos instalar enchufes para atender las necesidades de mantenimiento, limpieza y útiles diversos.

Sistema de alimentación ininterrumpida SAI
Esta fuente de alimentación es distorsionante de la energía, pero existen unos utensilios que deben permanecer conectados, incluso con un fallo de suministro, por ejemplo: el ordenador, la pantalla del ordenador, la caja registradora, el fax, las alarmas técnicas, el alumbrado de emergencia como mínimo para una hora y el equipo informático del expendedor.

Informática
Los elementos más susceptibles de los fallos de tensión se han conectado a través de un SAI: la impresora es discriminable.

Clasificación de las cargas							
N.º		Clase P (W)	I (A)	Fase			
				L1	L2	L3	
LS00	Lavado en seco			20,9	20,9	20,9	
LS01	Lavadora	BB2 1 · 5.000	8,5	8,5	8,5	8,5	
LS01	Lavadora	BB2 1 · 5.000	8,5	8,5	8,5	8,5	
LS03	Campana ex.	BB2 1 · 760	1,3	1,3	1,3	1,3	
RS01	G. refriger.	BB3 1 . 1.500	2,6	2,6	2,6	2,6	
LA00	Lavado húmedo			7,7	7,7	7,7	
LA01	Lavadora	BB3 1 · 760	1,3	1,3	1,3	1,3	
LA02	Lavadora	BB3 1 · 760	1,3	1,3	1,3	1,3	
HA01	H. extractor	BB3 1 · 3.000	5,1	5,1	5,1	5,1	
SE00	Secado con vapor			2,7	2,7	2,7	
SE01	Secadora	BB3 1 · 1.600	2,7	2,7	2,7	2,7	
PN00	Planchado al vapor			15	17,3	13,4	
PN01	M. neumática	BB3 1 · 300	1,6	1,6			
CN01	Compresor	BB2 1 · 1.600	2,7	2,7	2,7	2,7	
MV01	Maniquí	BB3 1 · 760	3,9		3,9		
MV02	M. planchar	BB3 1 ·1.600	2,7	2,7	2,7	2,7	
MV03	M. planchar	BB3 1 ·1.600	2,7	2,7	2,7	2,7	
MV04	M. planchar	BB3 1 ·1.600	2,7	2,7	2,7	2,7	
EV01	E. conden.	BB3 1 · 1.500	2,6	2,6	2,6	2,6	
CV00	Caldera de generación de vapor de agua a gas			2,9	1,3	3,9	
CV01	C. y extractor	BB3 1 · 500	2,6			2,6	
DV01	Descalsificador	BB3 1 · 300	1,6	1,6			
BV01	B. circulación	BB3 1 · 760	1,3	1,3	1,3	1,3	
B00	Embolsadora			3,4	3,4	3,4	
B01	M. embolsar	BB1 1 · 2.000	3,4	3,4	3,4	3,4	
TA00	Almacenaje automático			1,3	6,5	1,3	
TA01	Tren	BB1 1 · 760	1,3	1,3	1,3	1,3	
EA01	Expendedor	BB1 1 . 1.000	5,2		5,2		
C00	Calefacción			3,4	3,2	1,6	
C01	Electroválvula	BB3 1 · 30	0,2	0,2			
C02	Bomba circu.	BB2 1 · 300	1,6	1,6			
C03	Fancoil	BB2 1 · 750	1,6	1,6	1,6	1,6	
C05	D. perfume	BB2 1 · 300	1,6		1,6		
A00	Aire acondicionado refrigeración			27	27	28,6	
A01	Bomba frío	BB2 1· 14.900	27	27	27	27	
A02	Bomba circu.	BB2 1 · 300	1,6			1,6	
R00	Renovación de aire			0,7	0,7	0,7	
R01	Extractor	BB2 1 · 370	0,7	0,7	0,7	0,7	
Totales climatización							
I00	Alumbrado			8,7	3,7		
I01	G. tienda	BB1 6 · 81	2,5	2,5			
I02	G. pasillo	BB1 2 · 81	0,9	0,9			
I03	G. escaparate	BB1 2 · 81	0,9	0,9			
I04	G. almacén	BB1 5 · 81	2,1	2,1			
I05	G. máquinas	BB1 4 · 45	1	1			
I06	G. servicios	BB2 4 · 50	1	1			
I07	G. vestuario	BB1 1 · 45	0,3	0,3			
I08	R. tienda	BB1 6 · 50	1,6		1,6		
I09	R. escaparate	BB1 5 · 50	1,3		1,3		
I10	R. expendedor	BB2 1 · 150	0,8		0,8		

(continúa en pág. siguiente)

(continuación)

N.º		Clase P (W)	I (A)	Fase					
				L1		L2		L3	
E00	Electrodomésticos				1,6				
E03	Dispensador p.	BB2 1 · 300	1,6	1,6					
C00	Conectores, enchufes								8,3
C01	Cadena HI-FI	BB1 1 · 100	0,5					0,5	
C02	Radio	BB1 1 · 25	0,1					0,1	
C03	Aspirador	BB2 1 · 1.500	7,7					7,7	
C04	L. vapor	BB2 1 · 1.500	7,7						
S00	SAI Pulsar EX	BB1 4kVA-2 h							
Total potencia a derivar de la SAI			**11,9**						
I10	A. Emergencia	BB1 12· 50	3						
T00	Alarmas técnicas		4,3						
T01	F. sist. dom.	BB1							
T02	C. humos	BB2	0,1						
T03	Sirena	BB1	0,2						
T04	Comunicación	BB1	0,2						
T05	DF gas	BB2	0,1						
T06	Electroválvula	BB2	0,3						
T07	DF agua	BB2	0,1						
T08	Electroválvula	BB2	0,3						
T09	Intrusión	BB1	0,1						
T10	Sirena	BB1	0,3						
N00	Informática		4,6						
N01	PC	BB1 1 · 300	1,6						
N02	Pantalla	BB1 1 · 220	1,2						
N03	Impresora	BB1 1 · 110	0,6						
N04	C. registradora	BB1 1 · 110	0,6						
N05	Expendedor t.	BB1 1 · 110	0,6						
O00	Confort				1,8		3		
O01	Toldo 1	BB2 1 · 140	0,6	0,6					
O02	Toldo 2	BB2 1 · 140	0,6	0,6					
O03	Toldo 3	BB2 1 · 140	0,6	0,6					
O04	Persiana 1	BB2 1 · 100	0,5			0,5			
O05	Persiana 2	BB2 1 · 100	0,5			0,5			
O06	Persiana 3	BB2 1 · 100	0,5					0,5	
O07	Persiana 4	BB2 1 · 100	0,5					0,5	
O08	Persiana 5	BB2 1 · 100	0,5					0,5	
O09	Persiana 6	BB2 1 · 100	0,5					0,5	
S00	Agua sanitaria caliente								5,2
S01	Planta termo 80 L	BB2 1 · 1.200						5,2	
Totales					**97,1**		**97,4**		**97,7**

Tabla K5-029: *clasificación de las cargas y equilibrio de consumos.*

Las alarmas técnicas

Su consumo es esporádico en circunstancias excepcionales, solamente por la aptitud de su función. Son circuitos prioritarios pero su consumo lo podemos despreciar en una valoración media.

Confort

La transparencia al exterior con grandes ventanales y escaparates que crean la sensación de que el transeúnte se encuentre en la tienda, obliga a una protección de los rayos ultravioletas del sol, directos sobre el material, con toldos.

Situación en planta de las cargas 2.º

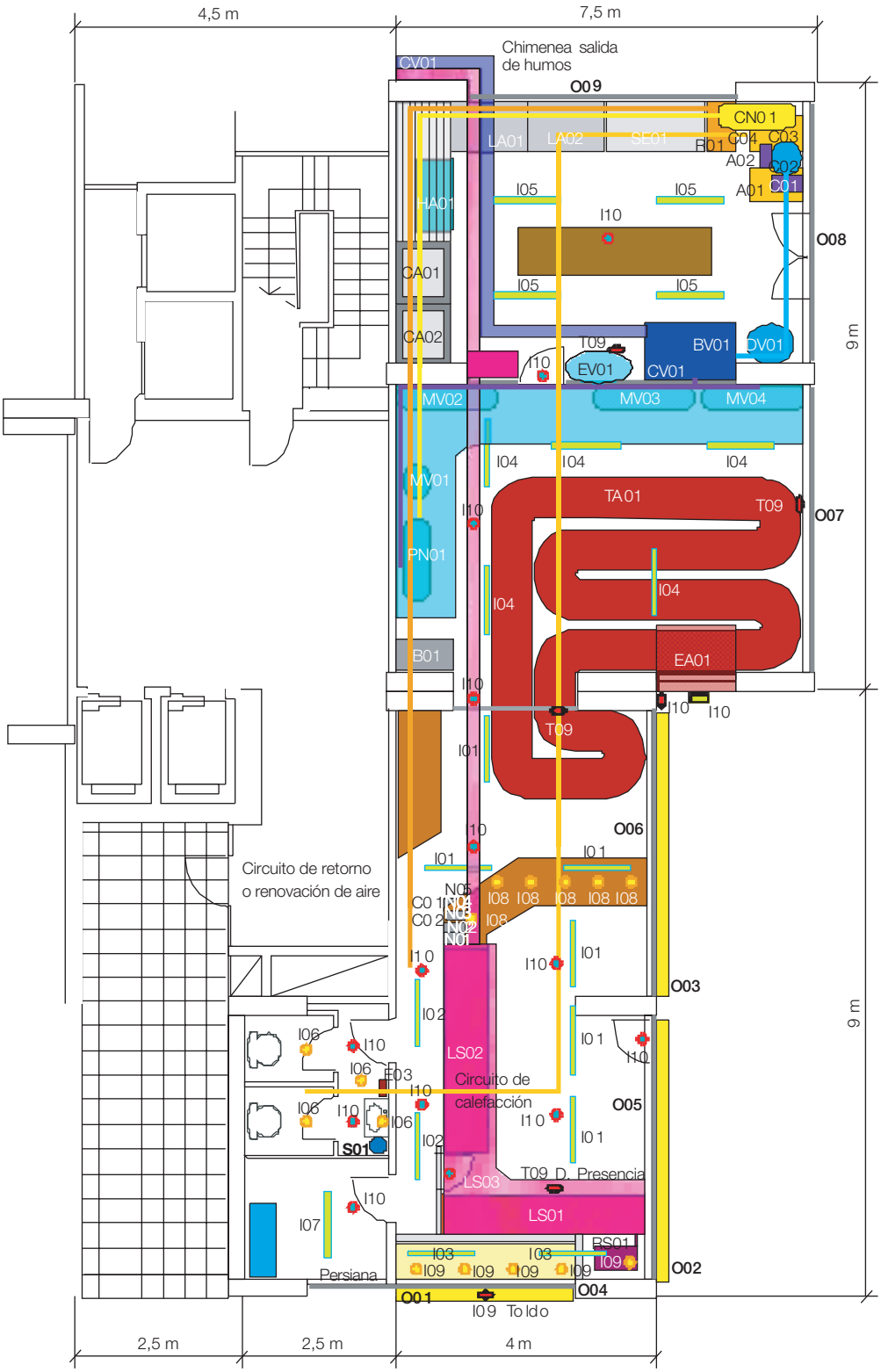


Fig. K5-028: *esquema de planta del local comercial 2 (limpieza textil).*

La fragilidad de los cristales obliga a la colocación de persianas metálicas para protegerlos en los momentos situados fuera de uso.
Las puertas de entrada a la tienda y al taller son aberturas de cristal que quedan protegidas con la persiana del ventanal.

La antena de comunicación
La alimentación de la amplificación de la señal no es discriminable.

Hilo musical
Alimentaremos un equipo de cadena HI-FI.

Agua sanitaria caliente
El termo de agua caliente para los servicios es discriminable, para actuación exclusivamente en horas valle.

Volumen de ocupación:

■ Lavado en seco.
Normalmente tiene un volumen de lavado de 130 h de máquina semanales.
■ Lavado húmedo.
Normalmente tiene un volumen de lavado de 145 h de máquina semanales.
■ Secado.
Normalmente tiene un volumen de secado de 70 h de máquina.
■ Planchado.
Normalmente tiene un volumen de 320 h de plancha.
■ Abertura al público.
De las 9 h de la mañana a la 1 h de la tarde y de las 5 h de la tarde a las 9 h de la tarde. Los sábados solamente horario de mañana. El expendedor automático cubre las entregas e información durante las 24 h del día.
■ En la climatización.
Los equipos de calefacción no coincidirán con los de refrigeración y ambos tampoco con los de renovación de aire.
■ En el alumbrado.
Todo el alumbrado puede coincidir y es prioritario para la función del comercio.
■ En los electrodomésticos.
Solamente tenemos el dispensador de toallitas de papel, puede coincidir ampliando el máximo.
■ En los conectores, enchufes.
El hilo musical funcionará en plena actividad comercial, en cambio los utensilios de limpieza no, por tanto podemos considerar que funcionarán fuera de las horas de máxima actividad (llano o valle).
■ Las alarmas técnicas y el alumbrado de emergencia.
Tal como su concepción indica su funcionamiento será esporádico y bajo la alimentación del SAI, no tiene incidencia.
Si tiene incidencia la recarga del SAI, pero éste tiene un mínimo mantenimiento despreciable.
■ En la informática.
Podemos considerar de utilización permanente el PC y la pantalla. La impresora y la registradora podemos considerar la incidencia de la registradora.
■ En el confort.
Si colocamos una discriminación que al dar una orden generalizada para el movimiento de los toldos, las persianas o las puertas para que éstas funcionen en cascada, o sea después de una la otra, solamente tendremos que considerar la simultaneidad de una.
■ En el agua sanitaria.
El termo se puede discriminar que no funcione durante las horas punta.

Horarios de actividad de las cargas										
N.°		Invierno					Verano			
		Coe. Ku	Valle 0 a 8	Llano 8 a 18	Punta 18 a 22	Llano 22 a 24	Valle 0 a 8	Llano 8 a 10	Punta 10 a 14	Llano 14 a 24
LS00	Lavado en seco									
LS01	Lavadora	0,8	8	3		2	8	2		3
LS01	Lavadora	0,8	8	3		2	8	2		3
LS03	Campana ex.	0,95	8	3		2	8	2		3
RS01	G. Refrigerador	0,6	8	3		2	8	2		3
LA00	Lavado húmedo									
LA01	Lavadora	0,8	8	4,5		2	8	2		4,5
LA02	Lavadora	0,8	8	4,5		2	8	2		4,5
HA01	H. extractor	0,8	8	4,5		2	8	2		4,5
SE00	Secado con vapor									
SE01	Secadora	0,8	8	4,5		2	8	2		4,5
PN00	Planchado al vapor									
PN01	M. neumática	0,6	6	10			8	2		6
CN01	Compresor	0,6	6	10			8	2		6
MV01	Maniquí	0,6	6	10			8	2		6
MV02	M. planchar	0,6	6	10			8	2		6
MV03	M. planchar	0,6	6	10			8	2		6
MV04	M. planchar	0,6	6	10			8	2		6
EV01	E. conden.	0,7	6	10			8	2		6
CV00	Caldera de generación de vapor de agua a gas									
CV01	C. y extractor	0,4	6	10			8	2		6
DV01	Descalcificador	0,1	6	10			8	2		6
BV01	B. circulación	0,8	6	10			8	2		6
B00	Embolsadora									
B01	M. Embolsar	0,3		3						3
TA00	Almacenaje automático									
TA01	Tren	0,2		3						3
EA01	Expendedor	0,1								
C00	Calefacción									
C01	Electroválvula	0,4	8	10	3	2				
C02	Bomba circu.	0,4	8	10	3	2				
C03	Fancoil	0,4	8	10	3	2				
C05	D. Perfume	0,4	8	10	3	2				
A00	Aire acondicionado refrigeración									
A01	Bomba frío	0,6					8	2	3	6
A02	Bomba circu.	0,6					8	2	3	6
R00	Renovación de aire									
R01	Extractor	0,2	8	10	3	2	8	2	3	6
I00	Alumbrado									
I01	G. tienda	0,7	8	5	3		8	2	3	4
I02	G. pasillo	0,9	8	10	3	2				
I03	G. escaparate	0,5		5	3			1	3	4
I04	G. almacén	0,5		5	3					
I05	G. máquinas	0,8	8	10		2	8	2		6
I06	G. servicios	0,3		4	4			1	3	4

(continúa en pág. siguiente)

(continuación)

N.º		Invierno					Verano			
		Coe. Ku	Valle 0 a 8	Llano 8 a 18	Punta 18 a 22	Llano 22 a 24	Valle 0 a 8	Llano 8 a 10	Punta 10 a 14	Llano 14 a 24
I07	G. vestuario	0,2		4	4			1	3	4
I08	R. tienda	0,05		4	4			1	3	4
I09	R. escaparate	0,3		4	4			1	3	4
I10	R. expendedor	0,05	8		2	2	8			4
E00	Electrodomésticos									
E03	Dispensador p.	0,05		4	4			1	3	4
C00	Conectores, enchufes									
C01	Cadena HI-FI	0,5		4	4			1	3	4
C02	Radio	0,5		4	4			1	3	4
C03	Aspirador	0,5	2				2			
C04	L. vapor	0,5	1				1			
S00	SAI pulsar EX									
I10	A. Emergencia									
T00	Alarmas técnicas									
T01	F. sist. dom.									
T02	C. humos									
T03	Sirena									
T04	Comunicación									
T05	D.F gas									
T06	Electroválvula									
T07	DF agua									
T08	Electroválvula									
T09	Intrusión									
T10	Sirena									
N00	Informática									
N01	PC	1		4	4			1	3	4
N02	Pantalla	1		4	4			1	3	4
N03	Impresora	0,1		4	4			1	3	4
N04	C. registradora	0,4		4	4			1	3	4
N05	Expendedor t.	0,05	8		2	2	8			4
O00	Confort									
O01	Toldo 1									
O02	Toldo 2									
O03	Toldo 3									
O04	Persiana 1									
O05	Persiana 2									
O06	Persiana 3									
O07	Persiana 4									
O08	Persiana 5									
O09	Persiana 6									
S00	Agua sanitaria caliente									
S01	Planta termo 80 L		0,6	8				8		

Tabla K5-030: *horarios de actuación de las cargas y sus coeficientes de utilización, bajo la discriminación horaria correspondiente a una tarifa T3.0.*

Consumos diarios en kWh										
N.º		Invierno					Verano			
		Coe. Ku	Valle 0 a 8	Llano 8 a 18	Punta 18 a 22	Llano 22 a 24	Valle 0 a 8	Llano 8 a 10	Punta 10 a 14	Llano 14 a 24
LS00	Lavado en seco		77,2	29		19,3	77,2	19,3		29
LS01	Lavadora	0,8	32	12		8	32	8		12
LS01	Lavadora	0,8	32	12		8	32	8		12
LS03	Campana ex.	0,95	6	2,3		1,5	6	1,5		2,3
RS01	G. refrigerador	0,6	7,2	2,7		1,8	7,2	1,8		2,7
LA00	Lavado húmedo		29	16,2		7,2	29	7,2		16,2
LA01	Lavadora	0,8	4,9	2,7		1,2	4,9	1,2		2,7
LA02	Lavadora	0,8	4,9	2,7		1,2	4,9	1,2		2,7
HA01	H. extractor	0,8	19,2	10,8		4,8	19,2	4,8		10,8
SE00	Secado con vapor		10,3	5,8		2,6	10,3	2,6		10,3
SE01	Secadora	0,8	10,3	5,8		2,6	10,3	2,6		10,3
PN00	Planchado al vapor		32,4	63			43,1	11,1		32,4
PN01	M. neumática	0,6	1,1	11			1,5	0,4		1,1
CN01	Compresor	0,6	5,8	9,6			7,7	2		5,8
MV01	Maniquí	0,6	2,7	4,6			3,6	0,9		2,7
MV02	M. planchar	0,6	5,8	9,6			7,7	2		5,8
MV03	M. planchar	0,6	5,8	9,6			7,7	2		5,8
MV04	M. planchar	0,6	5,8	9,6			7,7	2		5,8
EV01	E. conden.	0,7	5,4	9			7,2	1,8		5,4
CV00	Caldera de generación de vapor de agua a gas		6,6	11,1			8,9	2,2		6,6
CV01	C. y extractor	0,4	1,2	2			1,6	0,4		1,2
DV01	Descalcificador	0,1	1,8	3			2,4	0,6		1,8
BV01	B. circulación	0,8	3,6	6,1			4,9	1,2		3,6
B00	Embolsadora			0,6						0,6
B01	M. embolsar	0,3		3						3
TA00	Almacenaje automático			0,5						0,5
TA01	Tren	0,2		3						3
EA01	Expendedor	0,1								
C00	Calefacción		13,9	17,3	5,2	3,4				
C01	Electroválvula	0,4	0,1	0,1	0,04	0,02				
C02	Bomba circu.	0,4	9,6	12	3,6	2,4				
C03	Fancoil	0,4	3,2	4	1,2	0,8				
C05	D. perfume	0,4	1	1,2	0,4	0,2				
A00	Aire acondicionado refrigeración						73	18,4	27,5	55,1
A01	Bomba frío	0,6					71,5	18	27	54
A02	Bomba circu.	0,6					1,5	0,4	0,5	1,1
R00	Renovación de aire		0,6	0,7	0,2	0,15	0,6	0,15	0,2	0,45
R01	Extractor	0,2	0,6	0,7	0,2	0,15	0,6	0,15	0,2	0,45
I00	Alumbrado		5	6,8	3	0,6	6,7	1,6	1,7	5
I01	G. tienda	0,7	2,7	1,7	1		2,7	0,7	1	1,4
I02	G. pasillo	0,9	1,2	1,5	0,4	0,3	1,2			0,6
I03	G. escaparate	0,5		0,4	0,25			0,08	0,25	0,3
I04	G. almacén	0,5		1	0,6		1,6	0,4		1,2
I05	G. máquinas	0,8	1,1	1,5		0,3	1,1	0,3		0,9
I06	G. servicios	0,3		0,2	0,2			0,06	0,2	0,2
I07	G. vestuario	0,2								
I08	R. tienda	0,05		0,06	0,06				0,06	0,06
I09	R. escaparate	0,3		0,4	0,4			0,08	0,22	0,3
I10	R. expendedor	0,05	0,06		-	-	0,06			0,03
E00	Electrodomésticos			0,06	0,06				0,05	0,06
E03	Dispensador p.	0,05		0,06	0,06			-	0,05	0,06
C00	Conectores, enchufes		2,4	0,3	0,3		2,4	-	0,2	0,1
C01	Cadena HI-FI	0,5		0,2	0,2			0,05	0,15	0,05
C02	Radio	0,5		0,05	0,05			-	0,05	0,05
C03	Aspirador	0,5	1,5				1,5			

(continúa en pág. siguiente)

(continuación)

N.º		Invierno					Verano			
		Coe. Ku	Valle 0 a 8	Llano 8 a 18	Punta 18 a 22	Llano 22 a 24	Valle 0 a 8	Llano 8 a 10	Punta 10 a 14	Llano 14 a 24
C04	L. vapor	0,5	0,75				0,75			
N00	Informática		-	2,4	2,4		-	0,6	1,7	2,4
N01	PC	1		1,2	1,2			0,3	0,9	1,2
N02	Pantalla	1		0,9	0,9			0,2	0,6	0,9
N03	Impresora	0,1		0,05	0,05			-	0,05	0,05
N04	C. registradora	0,4		0,18	0,18			0,05	0,14	0,18
N05	Expendedor t.	0,05	0,05		-	-	0,05			0,03
S00	Agua sanitaria caliente		5,7				5,7			
S01	Planta termo 80 L	0,6	5,7				5,7			
Resumen de totales										
LS00	Lavado en seco		77,2	29		19,3	77,2	19,3		29
LA00	Lavado húmedo		29	16,2		7,2	29	7,2		16,2
SE00	Secado con vapor		10,3	5,8		2,6	10,3	2,6		10,3
PN00	Planchado al vapor		32,4	63			43,1	11,1		32,4
CV00	Caldera de generación de vapor de agua a gas		6,6	11,1			8,9	2,2		6,6
B00	Embolsadora			0,6						0,6
TA00	Almacenaje automático			0,5						0,5
C00	Calefacción		13,9	17,3	5,2	3,4				
A00	Aire acondicionado refrigeración						73	18,4	27,5	55,1
R00	Renovación de aire		0,6	0,7	0,2	0,15	0,6	0,15	0,2	0,45
I00	Alumbrado		5	6,8	3	0,6	6,7	1,6	1,7	5
E00	Electrodomésticos			0,06	0,06			-	0,05	0,06
C00	Conectores, enchufes			2,4	0,3		0,3	2,4	0,2	0,1
N00	Informática			2,4	2,4		-	0,6	1,7	2,4
S00	Agua sanitaria caliente		5,7				5,7			
Totales parciales día			183,1	153,3	11,2	33,3	256,9	61,2	31,4	158,7
Totales parciales temporada día										
Invierno 120 días			21.972	18.396	1.344	3.996				
Verano 100 días							25.690	6.120	3.140	15.870
Totales temporada										
Invierno 120 días						45.708				
Verano 100 días										50.820

Tabla K5-031: *consumos por temporada bajo la discriminación horaria correspondiente a una tarifa T3.0.*

La discriminación horaria se ha realizado para una tarifa T3.0, pero al tener un consumo superior a una media de 117 horas mes de la potencia contratada, nos permite solicitar la aplicación de la tarifa T4.0.

Consumos		**Costes** (base 1997 - 0,09 €/kWh)		
		Tarifa T3.0, con discriminación (H)		
		€/kWh	Recargos	Totales
Invierno	45.708			3.275,47 €
Valle	21.972	0,09 €	– 43 %	1.102,72 €
Llano	22.392	0,09 €	–	1.971,58 €
Punta	1.344	0,09 €	+ 70 %	201,17 €
Verano	50.820			3.695,50 €
Valle	25.690	0,09 €	– 43 %	1.289,32 €
Llano	21.990	0,09 €	–	1.936,18 €
Punta	3.140	0,09 €	+ 70 %	470,00 €
Total	**96.528**			**6.790,97 €**
		Tarifa T3.0, sin discriminación (H)		
Total	**96.528**	**0,09 €**	**%**	**8.499,12 €**

Tabla K5-032: *cálculo del coste de la energía, con el término de consumo, según tarifa T3.0.*

■ Simulación con tarifa T3.0.

Si utilizamos la tarifa T3.0 con discriminación horaria o no el término de potencia será el mismo, por tanto no interfiere en el sentido del estudio.

Debemos tener en consideración que este estudio se basa en que la pequeña industria estudiada consume dos productos energéticos el gas y la electricidad:

□ El consumo de gas ha de ser elevado para la creación de vapor. Si lo genera eléctricamente durante las horas valle y dispone de acumuladores para el trabajo en horas llano, o hasta que debiera realizar una pequeña aportación en horas llano, tendría que la energía consumida la abonaría a 0,09 € kWh con una reducción del 43% o sea a 0,09 € · 0,57 = 0,05 €, más la parte proporcional del término de potencia, 1,51 €/kWh contratado al mes.

□ En este caso la potencia a contratar es de 30 kW.

□ El coste del término de potencia año será: 30 kW a 1,51 €/kW, durante 12 meses = 30 kW · 1,41 €/kW · 12 meses = 543,07 €.

□ Su repercusión por kWh consumido será: 543,07 €/96.528 kW = 0,01 €/kW.

□ Total coste de la energía en horas valle: 0,05 €/kWh + 0,01 €/kW = 0,06 €/kWh es un coste que pocas energías pueden igualar o acercarse para un volumen de consumo como el estudiado.

□ El coste medio del kWh en tarifa T3.0 (base 1997) sería:

6.970,97 €/96.528 kW + 0,01 €/kW = 0,08 €

■ Simulación con tarifa T4.0.

La tarifa que hemos considerado es la T3.0, pero por el consumo que realiza el cliente, superior al 117 horas mes de la potencia contratada (117 h · 30 kW · 12 meses = 42.120 kWh), le permite contratar la tarifa T4.0, cuyo resultado aproximado sería (la discriminación horaria tiene una pequeña desviación y se debería realizar el cálculo con la tabla D2-009, página D/45, del Volumen 1, pero esta desviación es del orden del 1%) aplicando los cálculos realizados según la tabla correspondiente a T3.0, tendremos los valores expresados en la tabla K5-033 adjunta.

□ El coste del término de potencia año será: 30 kW a 2,40 €/kW, durante 12 meses = 30 kW · 2,40 €/kW · 12 meses = 863,29 €.

□ Su repercusión por kWh consumido será: 863,29 €/96.528 kW = 0,01€/kW.

□ Total coste de la energía en horas valle: 0,08 €/kWh + 0,01 €/kW = 0,09 €/kWh es un coste que pocas energías pueden igualar o acercarse para un volumen de consumo como el estudiado.

□ El coste medio del kWh en tarifa T4.0 (base 1997) sería:

6.258,49 €/96.528 kW + 0,01 €/kW = 0,07 €.

Consumos		**Costes** (base 1997 - 0,08 €/kWh)		
		Tarifa T4.0, con discriminación (H)		
		€-kWh	Recargos	Totales
Invierno	45.708			2.959,10 €
Valle	21.972	0,08 €	– 43 %	1.675,72 €
Llano	22.392	0,08 €	–	1.800,66 €
Punta	1.344	0,08 €	+ 40 %	151,31 €
Verano	50.820			3.299.39 €
Valle	25.690	0,08 €	– 43 %	1.177,55 €
Llano	21.990	0,08 €	–	1.768,34 €
Punta	3.140	0,08 €	+ 40 %	353,51 €
Total	**96.528**			**6.258,49 €**
		Tarifa T4.0, sin discriminación (H)		
Total	**96.528**	**0,08 €**	**%**	**7.762,34 €**

Tabla K5-033: *cálculo del coste de la energía, con el término de consumo, según la tarifa T4.0.*

La potencia prevista a la concepción del edificio para el local comercial es de 12 kW. La solicitud de potencia para los locales comerciales es de 15 kW para el local L1 y de 30 kW para el L2. El incremento de 3 kW del local L1 queda absorbido por la misma instalación proyectada pero el incremento de 18 kW del local L2 no, por tanto debe instalarse una caja de contaje independiente y de acorde con la potencia contratada.
Para la zona Noreste le corresponde un T-20 D/H de 25,5 a 40 kW (página D/91 del Volumen 1) y si esta en la zona de IBERDROLA un H/BI R hasta 42 kW, esquema 5 (página D88 y D89 del Volumen 1).
La CGP, prevista es de 400 A con cartuchos de 315 A, el incremento de unos 35 A sobre los 220 A proyectados quedan absorbidos perfectamente por el dimensionado de una caja de 400 A, aún es posible incrementar la potencia a suministrar al edificio sustituyendo los fusibles por cartuchos de 400 A.
La acometida está dimensionada para 315 A con conductores de 120 mm^2 de goma butílica en las fases y 70 mm^2 para el neutro, este dimensionado permite absorber la ampliación de solicitud de potencia.
El consumo más destacado es la bomba de calor para la refrigeración, esta carga es posible discriminarla para no tener puntas de consumo elevadas o sea: que en el momento que coincida con un máximo de consumo, en el trabajo, no arranque el compresor y espere unos 5 minutos cuando no coincida con el máximo de consumo para refrigerar agua. La reserva de agua de unos 300 l le permite efectuar estas esperas y mantener un aceptable nivel de refrigeración en el local.

Esquemas de los circuitos del local 2.º

Cuadro acometida y general local 2, lavado textil

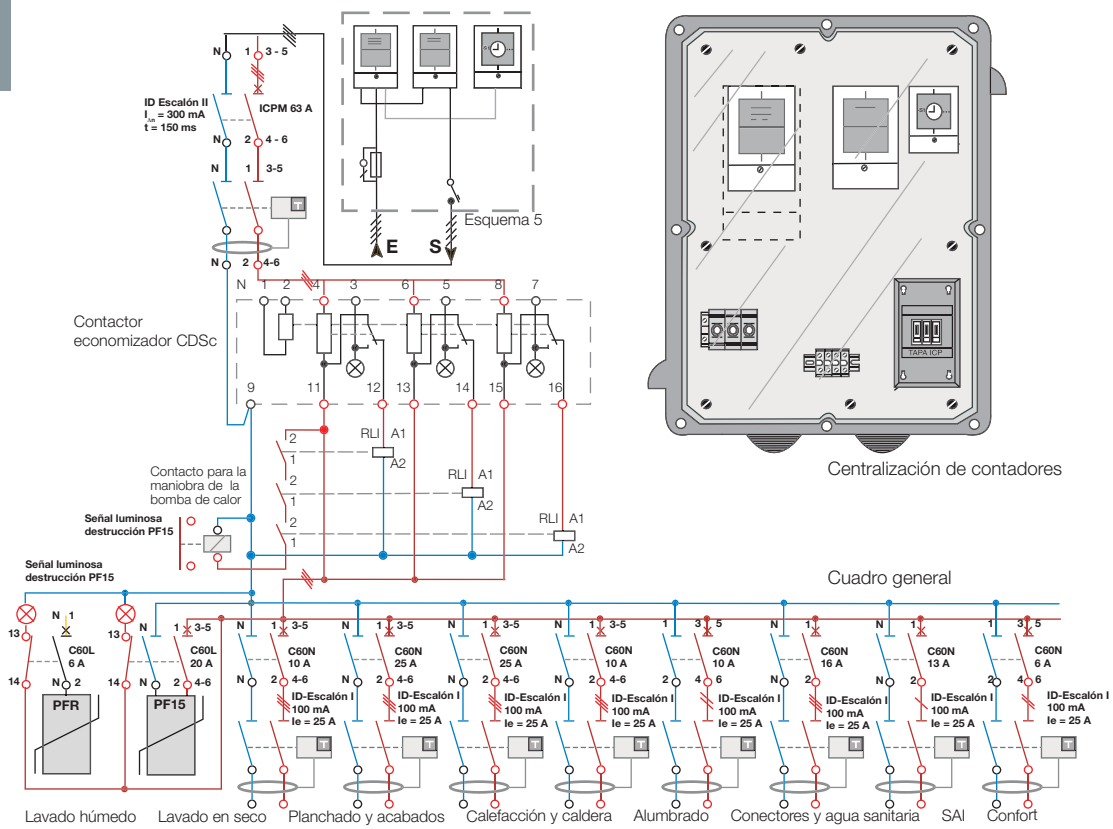


Fig. K5-034: *cuadro general local comercial 2, lavado textil.*

Cuadro de distribución lavado húmedo

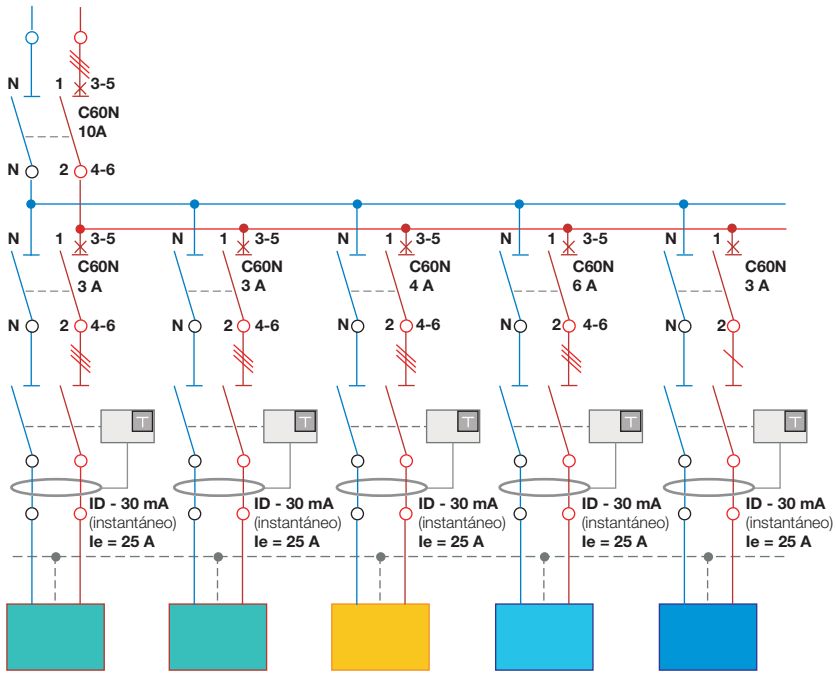


Fig. K5-035: *cuadro distribución lavado húmedo.*

Cuadro distribución lavado en seco

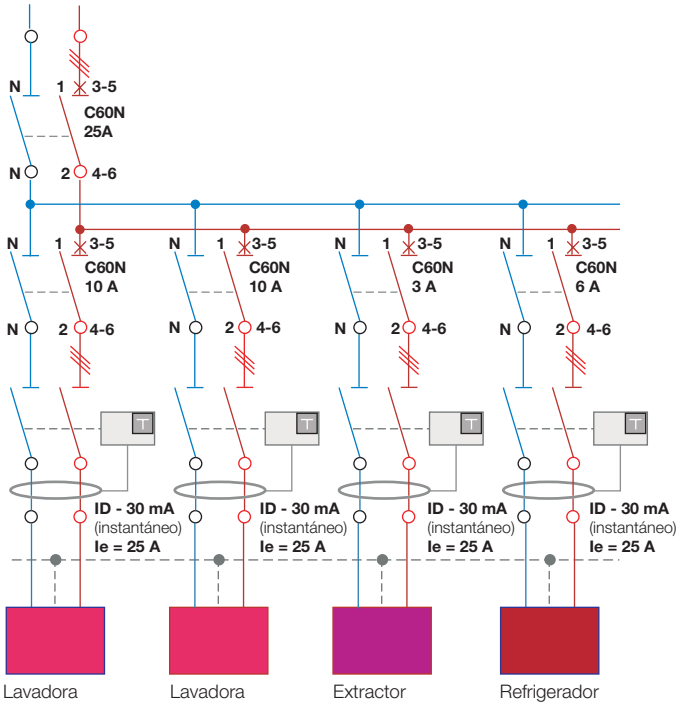


Fig. K5-036: *cuadro distribución lavado en seco.*

Cuadro distribución planchado y acabados

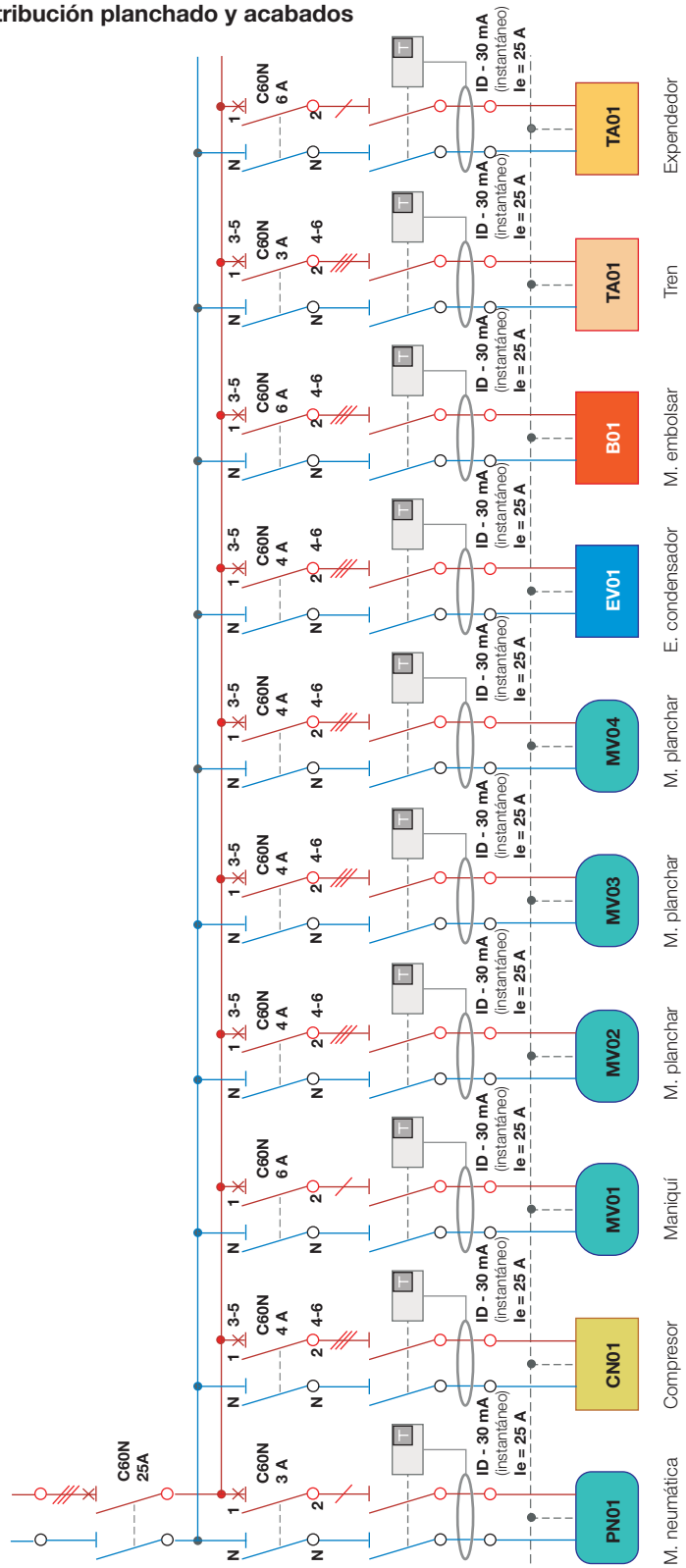


Fig. K5-037: *cuadro distribución planchado y acabados.*

Cuadro distribución calefacción y caldera

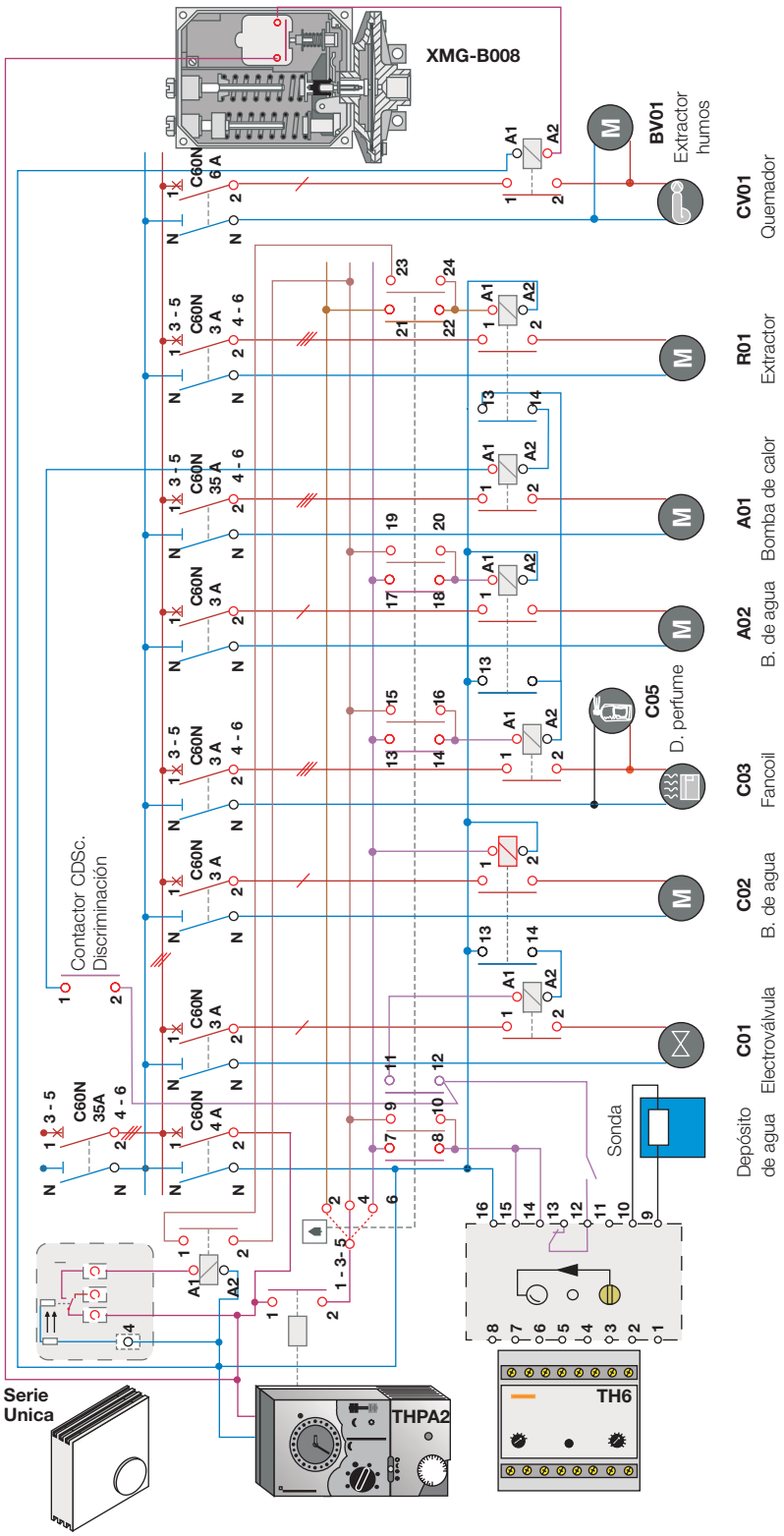


Fig.K5-038: *cuadro de distribución calefacción y caldera.*

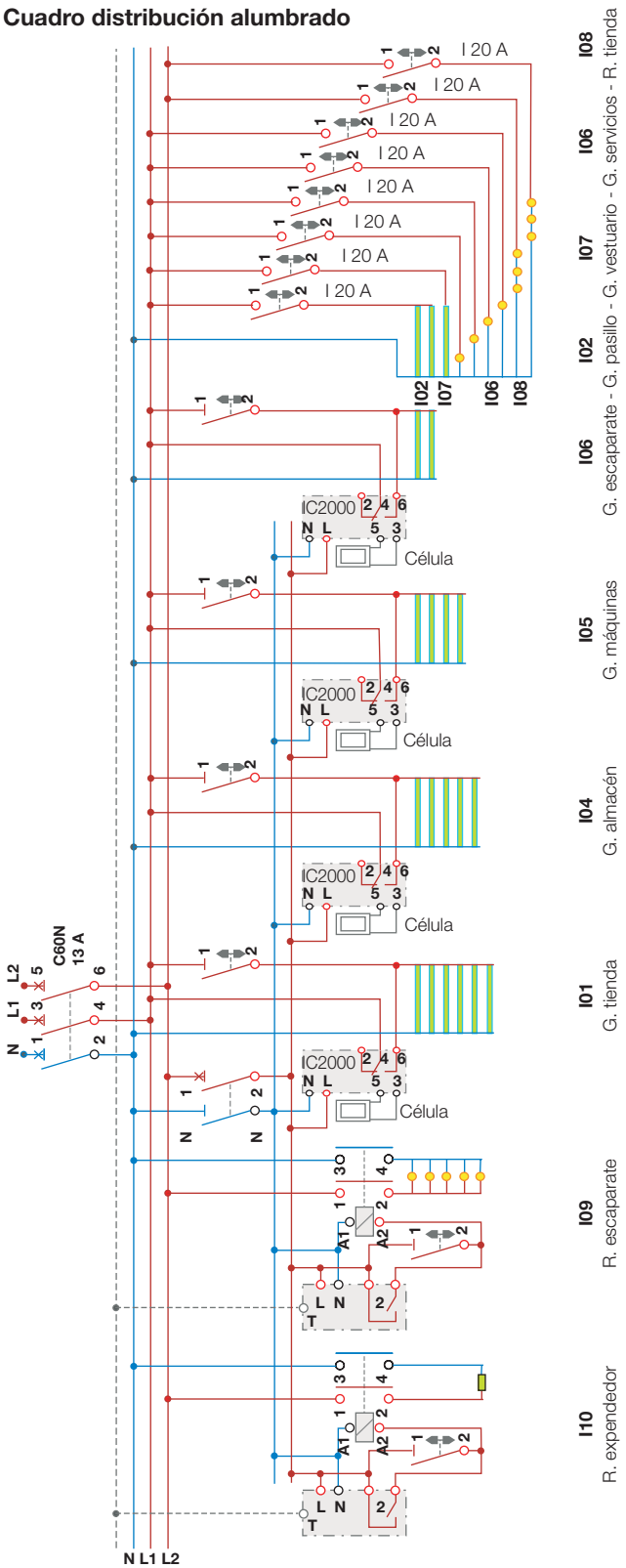


Fig. K5-039: *esquema cuadro de distribución alumbrado.*

Cuadro de distribución de las tomas de corriente, el agua sanitaria y los electrodomésticos

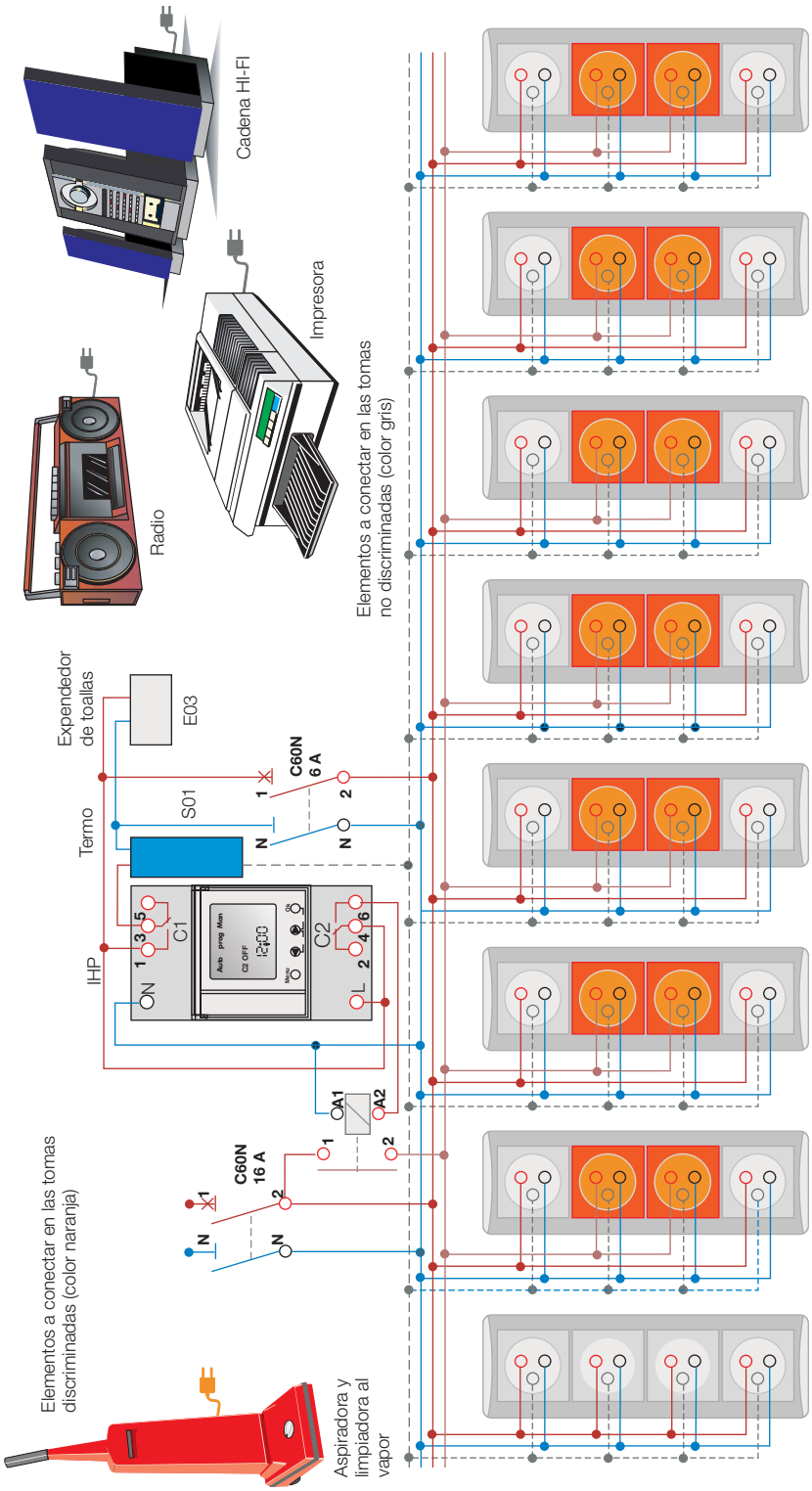


Fig. K5-040: *esquema circuito de las tomas de corriente, el agua sanitaria y los electrodomésticos.*

Circuito de alimentación de las tomas de corriente

Tanto el termo como los utensilios de limpieza hemos de procurar que actúen durante las horas valle para que el coste energético sea el menor posible.
La solución de procurar que el funcionamiento se limite a las horas valle lo conseguiremos con un reloj programable, que solamente alimente unos circuitos durante este período, por tanto la utilización de un tipo de tomas de corriente con exclusiva para unas clavijas, correspondiente a los utensilios que queremos discriminar será suficiente.

Cuadro distribución SAI

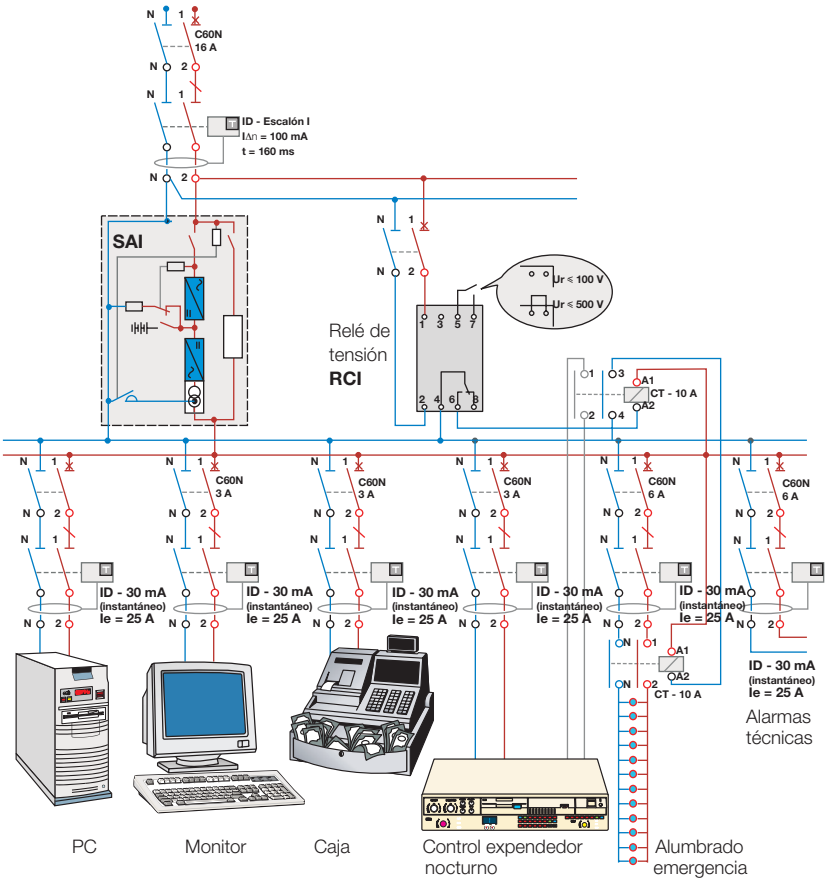


Fig. K5-041: *esquema de los circuitos alimentados por SAI.*

Circuito de alimentación permanente a través de un SAI

El SAI, debe poder alimentar durante una hora el circuito de alumbrado de emergencia por prescripción normativa, por tanto deberemos elegir un equipo capaz de poder atender esta prescripción (ver el apartado J14, página J/725, del Volumen 3).
■ Alimentaciones adecuadas a través del SAI.
□ El PC y el monitor con el teclado, en el momento que la tensión de alimentación falla automáticamente tendremos un período de una hora para poder cerrar los programas y efectuar el guardado correspondiente, antes de que le falte tensión al PC tiempo suficiente.
□ La caja registradora, si la mantenemos conectada al PC para poder introducir los datos de la misma a un programa de trabajo, deberemos efectuar el cierre del programa y si es conveniente el vaciado de la caja.
□ Expendedor nocturno, para poder atender el programa del expendedor mantendremos una señal que actúa sobre el programa, para que al cierre de la misma

proceda al cierre del programa de expedición adecuadamente y pueda volver a programarse una vez desaparecida la señal de forma automática. La señal proviene de un relé de control de tensión RCI (ver apartado J9, página J/487, del Volumen 3).

□ El alumbrado de emergencia, el mismo relé que aporta la señal de falta de tensión al expendedor nocturno, da la señal para el encendido del alumbrado de emergencia, a través de la SAI, y alimentada por ella durante una hora.

Circuitos de alarmas técnicas alimentados a través de un SAI:

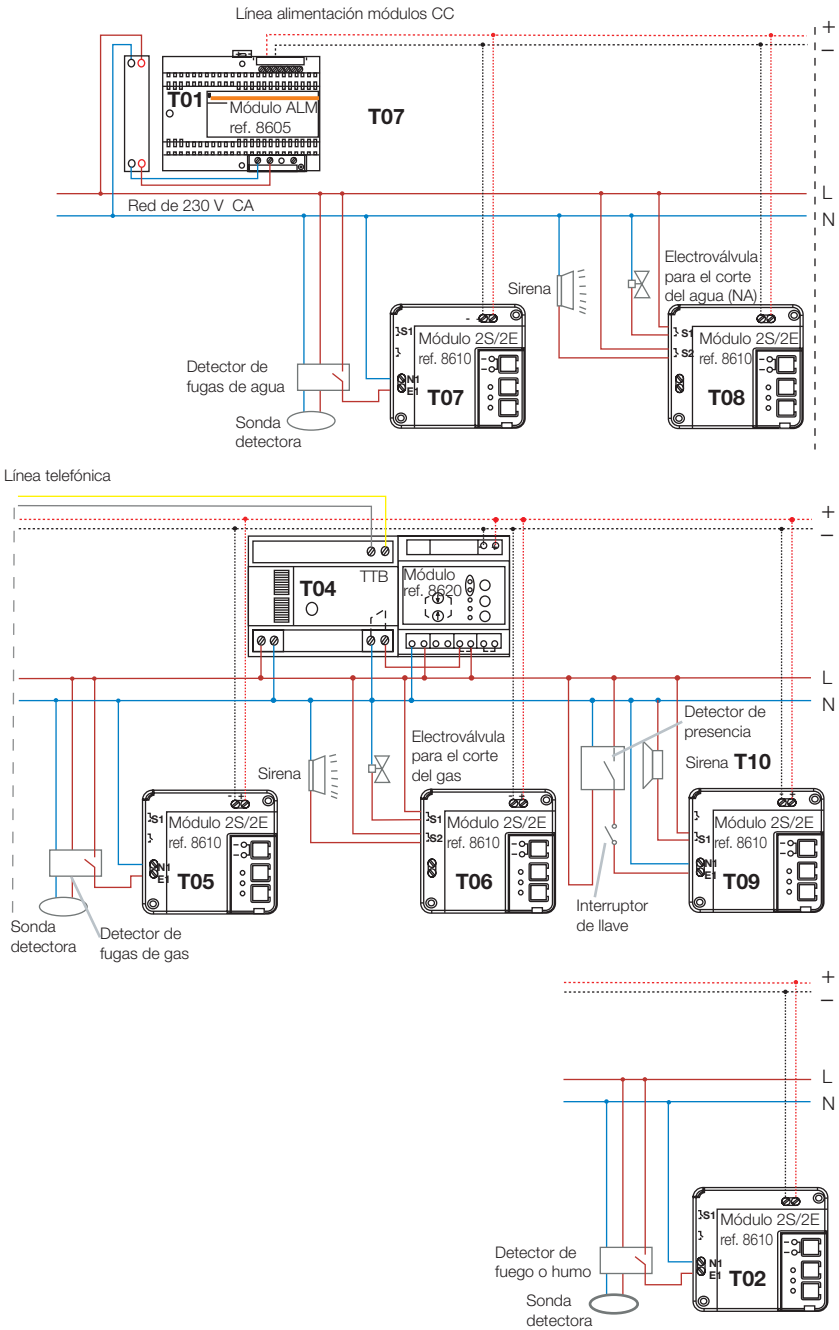


Fig. K5-042: *esquema de los circuitos de las alarmas técnicas.*

Las alarmas técnicas deben poder funcionar independientemente de la alimentación de la red pública, al menos durante el período de actividad, si la actividad continúa con otra alimentación, durante el período de cambio deben poder ejecutar su función, por tanto su alimentación debe ser ininterrumpida.
En el caso de que la falta de tensión se prolongara y obligara el paro de la actividad deberíamos tomar las decisiones oportunas para sustituir o anular la función de las alarmas técnicas, de una forma circunstancial.

■ Alarmas técnicas:

□ Detección de un escape de agua y corte de la válvula de suministro y activación de un zumbador para señal acústica.

□ Detección de un escape de gas y corte de la válvula de suministro y activación de un zumbador para señal acústica.

□ Detección de presencia de intrusos, activación de una comunicación telefónica y de una alarma acústica.

□ Detección de fuego o humo y activación de la válvula de corte del gas, de una sirena y una llamada telefónica.

□ Todas estas alarmas quedan alimentadas desde el SAI, para mantener una eficacia de actuación sin la alimentación de energía a través de la red pública.

■ El circuito para los elementos de confort.

Estos circuitos no tienen una prioridad de funcionamiento y no es necesaria su alimentación desde un circuito de suministro ininterrumpido:

□ Los toldos, podremos actuarlos individualmente tanto para la maniobra de avance o retroceso o bien todas a la vez.

□ Las persianas, podremos actuarlas individualmente tanto para la maniobra de subir o bajar, o bien todas a la vez.

Los dos circuitos son equivalentes.

Circuitos de alimentación de los elementos de confort: las persianas

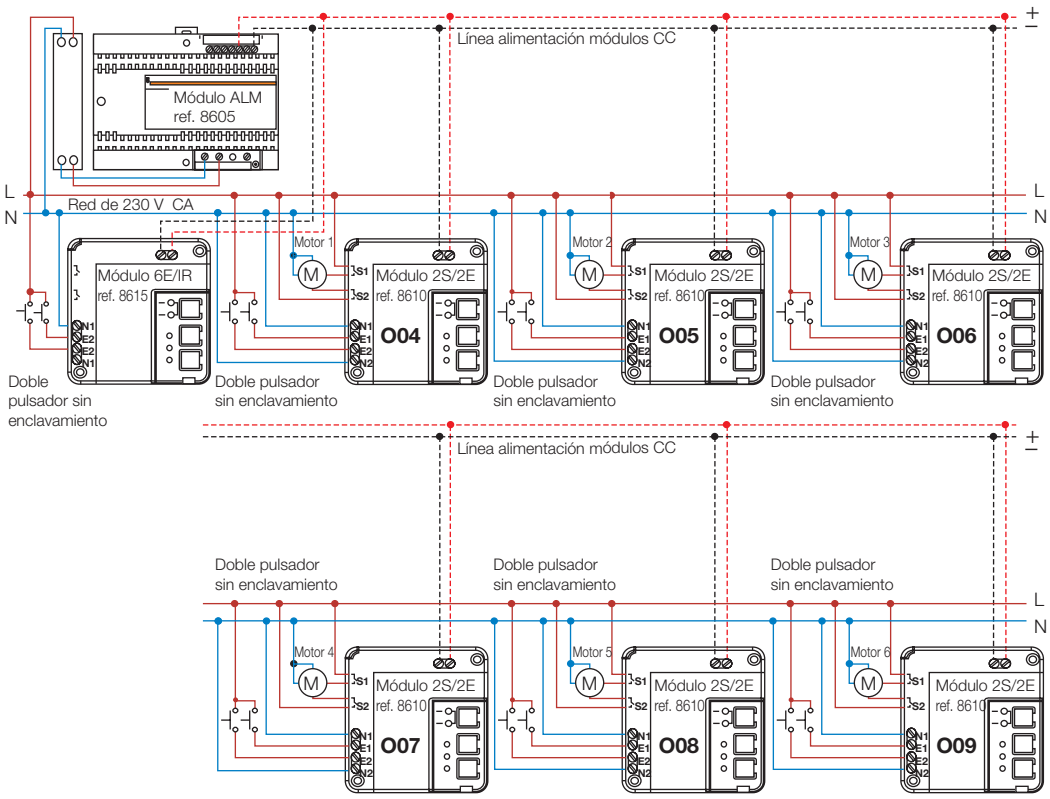


Fig. K5-043: *esquema del circuito de alimentación de las persianas.*

Circuitos de alimentación de los elementos de confort: los toldos

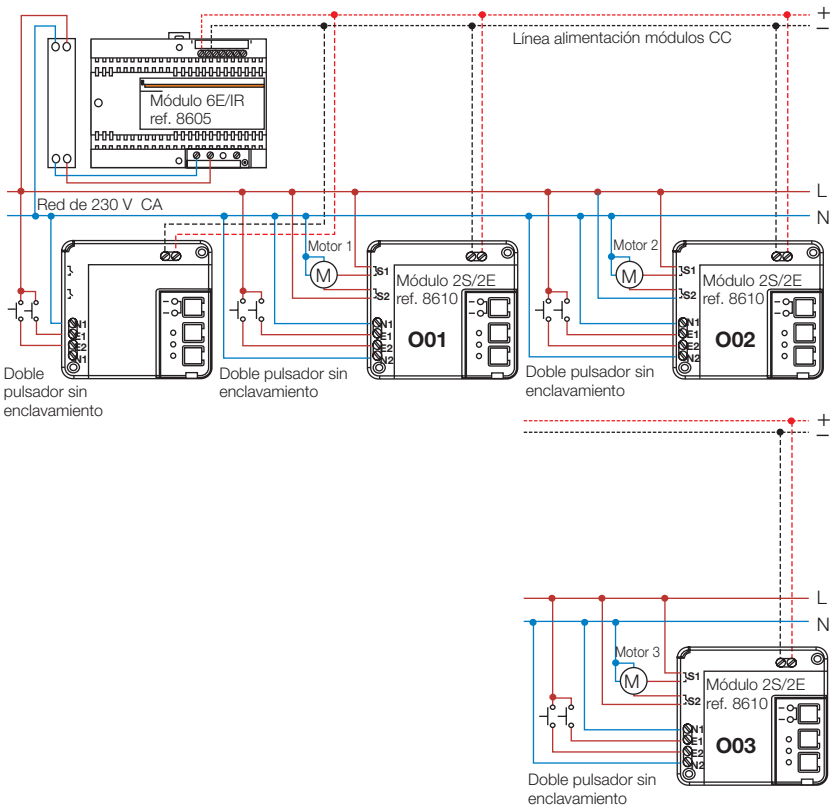


Fig. K5-044: *esquema del circuito de alimentación de los toldos.*

Servicios generales

Cargas de los servicios generales y posibilidad de discriminación:

■ Ascensores.

Los dos ascensores llevan equipos de regulación de la velocidad por variación de frecuencia. No se debe discriminar el consumo de los ascensores, debe ser un servicio permanente.

■ Calefacción general.

No dispone de calefacción en los servicios generales pero la calefacción del bloque, con excepción de los locales comerciales, es comunitaria.

Una caldera a gas ciudad calienta agua que se reparte a través de una bomba de presión por todas las plantas y se controla el consumo por medio de contadores de agua.

La alimentación eléctrica se limita al encendido automático del quemador y de un extractor de humos, dispone de un depósito de agua caliente con termostato, el agua circula por las viviendas en función de un termostato interno y una electroválvula de paso del agua caliente, en el momento que la temperatura del agua desciende un termostato en el depósito enciende el quemador y el extractor de humos.

■ Tomas de corriente en los servicios generales.

Se distribuyen a través del hall, escalera, azotea y servicios, doce tomas bipolares con tierra de 5 A a 230 V. Son consumos discriminables.

■ Alumbrado general.
Se distribuyen a través del hall, escalera, azotea y servicios, doce tomas bipolares con tierra de 5 A a 230 V:
□ El alumbrado del hall se activa por medio de un minutero.
□ El alumbrado de la escalera se reparte por medio de tres minuteros, uno por cada tres plantas.
□ El alumbrado de los servicios por medio de un interruptor y el de la azotea por otro. No son consumos discriminables.
■ Antena colectiva.
No es un consumo discriminable, solamente depende de él, la amplificación y filtraje de la señal.
■ Portero telefónico.
No es un consumo discriminable.

Clasificación de prioridades de las cargas

N.º		Clase	P (W)	Cos φ	TDH I	I (A)	Ks	Circuito					
								Prioritario			No prioritario		
								L1	L2	L3	L1	L2	L3
Ascensores													
A01	Ascensor 1.º	BB1	1 · 7.500	0,83	124%	15,5	1	15,5	15,5	15,5			
A02	Ascensor 2.º	BB1	1 · 7.500	0,83	124%	15,5	0,75	11,7	11,7	11,7			
Calefacción													
C01	Quemador	BB2	1 · 500	0,8	30%	2,2	0,6		1,4				
C02	Extractor de humos	BB2	1 · 370	0,73	33%	3,6	0,6		2,2				
C03	Bomba circulación agua	BB1	1 · 5.500	0,83	33%	11,5	0,6		6,9	6,9	6,9		
Alumbrado													
I01	Escalera 1.º	BB1	12 · 25	0,5	37%	2,6	1	2,6					
I02	Escalera 2.º	BB1	12 · 25	0,5	37%	2,6	1	2,6					
I03	Escalera 3.º	BB1	12 · 25	0,5	37%	2,6	1		2,6				
I04	Hall	BB1	6 · 25	0,5	37%	1,3	1	1,3					
I05	Azotea	BB3	1 · 25	0,5	37%	0,2	1	0,2					
I06	Sala servicios	BB1	1 · 25	0,5	37%	0,2	1		0,2				
Tomas de corriente de 5 A a 220 V													
c01	Hall, escalera y servicios	BB1	11 · 12.100				0,175			10,5			
c02	Azotea	BB3	1 · 1.100				0,175			0,9			
Antena colectiva.													
L01	Amplificación de señal	BB3	1 · 500	0,85	93%	2,2	1						
Portero telefónico													
K01	Portero	BB2	1 · 110	0,85	93%	0,5		0,5					
Alumbrado de emergencia													
I07	A. de emergencia	BB1	12 · 25	0,85	30%	2,7							
Totales								31,1	30	30	10,5	18,3	6,9

Tabla K5-045: *consumos de los servicios comunitarios del bloque de 36 viviendas y dos locales comerciales.*

La previsión que hemos efectuado en el capítulo B, página B/41, es de 35 kVA, la tabla de cálculo nos indica que efectuando una discriminación de circuitos podemos efectuar una contratación menor, reduciendo el término de potencia. Contratando 22 kW a 230/400 V podremos atender los servicios prioritarios y las necesidades del edificio:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot u \cdot \cos \varphi} = \frac{22\,000 \text{ W}}{\sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 0{,}85} = 37 \text{ A}$$

No es solamente la reducción de los costes de contratación el producto a tener en consideración. Junto a la contratación debemos tener en consideración la calidad de la energía, el factor de potencia y las pérdidas por efecto de los armónicos.

La directiva 85\|374\|CEE de 25 de julio de 1985 y su armonización en la LEY 22\|1994 de 6 julio sobre la responsabilidad civil, en el Artículo 2. Concepto legal de producto (expone):
1. A los efectos de esta Ley, se entiende por producto todo bien mueble, aun cuando se encuentre unido o incorporado a otro bien mueble o inmueble, excepto las materias primas agrarias y ganaderas y los productos de la caza y de la pesca que no hayan sufrido transformación inicial.
2. Se consideran productos el gas y la electricidad.
Esta LEY publicada en el BOE núm. 161 del Jueves 7 julio de 1994 nos obliga a mantener la calidad del producto electricidad.
La calidad de la electricidad hoy queda definida por una tensión, una frecuencia sujetas a unas posibles desviaciones entre unos límites definidos, un desfase entre la tensión y la intensidad sujeto a unas penalizaciones o bonificaciones según el Real Decreto 2657\|1996, de 27 de diciembre de 1997 y sus sucesivas actualizaciones.
Pero el REAL DECRETO 1955\|2000, de1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica. Sí que prevé la calidad de la energía eléctrica, pero faltan desarrollar las instrucciones técnicas complementarias para su aplicación. No obstante permite que las Comunidades Autónomas las desarrollen.

Consideración del factor de potencia de los servicios generales

Clasificación de prioridades de las cargas										
N.°	Descripción	Coefi.	P. aparente		Potencia		Inten.	Armónicos circuitos		
		Ks	S (kVA)	T-S	P (kW)	T-P	A	TDH I	Priori.	No. p.
Ascensores										
A01	Ascensor 1.°	1	10,3	10,3	7,5	7,5	15,67	124%	19,43	
A02	Ascensor 2.°	0,75	10,3	7,73	7,5	5,63	11,75	124%	14,57	
Calefacción										
C01	Quemador	0,6	0,625	0,38	0,5	0,3	1,58	30%		0,48
C02	Extractor de humos	0,6	0,79	0,48	0,37	0,23	1,27	30%		0,38
C03	Bomba circulación agua	0,6	7,6	4,56	5,5	3,3	6,94	30%		2,08
Alumbrado l01 a l06		1	2,2	2,2	1,1	1,1	3,35	37%	1,24	
Tomas de corriente de 5 A a 220 V		16,24	0,175	2,85	13,8	2,42	7,5			
Antena colectiva										
L01	Amplificación de señal	1	0,6	0,6	0,5	0,5	1,5	93%	1,4	
Portero telefónico										
K01	Portero	0,5	0,13	0,07	0,11	0,05	0,19	93%	0,18	
Alumbrado de emergencia (se pude despreciar)										
Totales				**29,17**		**21,03**			**36,82**	**2,94**

Tabla K5-046: *de consumos, de potencia aparente y potencia, de intensidades y de intensidad de los armónicos del rango 3 al 25.*

■ El factor de potencia de la instalación

$$\cos\varphi = \frac{P(kw)}{S(kVA)} = \frac{21{,}03\ kW}{29{,}17\ kVA} = 0{,}72$$

■ Para calcular la potencia a compensar aplicar el coeficiente de la Tabla E5-003, (página E/49, del Volumen 1):

□ Coeficiente k para pasar de un cos φ de 0,72 a 0,98 = 0,754.

□ $P(kVAr) = P(kW) \cdot K_{(0{,}72\,a\,0{,}98)} = 21{,}03 \cdot 0{,}754 = 15{,}85\,kVAr.$

Una Varplus M1 estándar de tres escalones de 5 kVAr, total 15 kVAr.

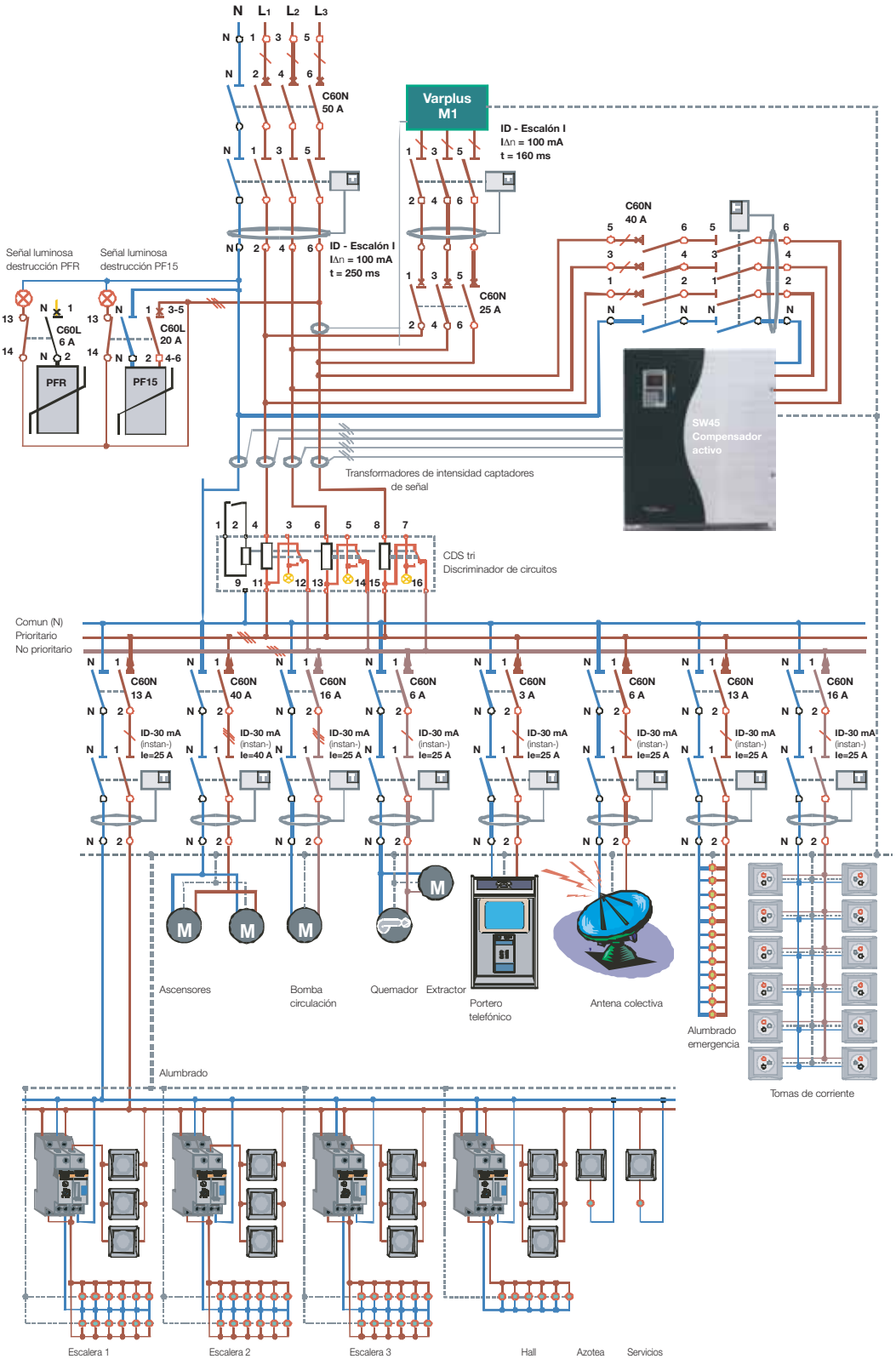
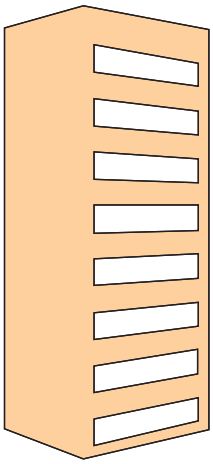


Fig. K5-047: *esquema eléctrico de los servicios generales.*

■ Los armónicos.
La intensidad de armónicos del rango 2 al 25, en las cargas del circuito del suministro para servicios generales es importante, sobre todo en la variación de velocidad para el arranque y frenado de los ascensores.
En la tabla hemos calculado la intensidad en el circuito prioritario y en el discriminado, y los 37 A de armónicos del rango 2 al 25 se pueden compensar con un compensador activo Sine Ware^{THM} de 45 A (SW45).

Se ha realizado sólo el estudio de armónicos del consumo de los servicios generales, pero en realidad se deberá realizar para el conjunto del edificio, ya que sorprenderían los resultados y a medida que se extienda el confort y la comunicación se ampliarán los parámetros de los armónicos. Pero hasta que haya una concienciación general y reglamentación precisa, no se considera que este manual práctico deba convertirse en la vanguardia del tema. Sólo se pretende que sea ilustrativo y práctico (año 1999)

El control energético de un edificio no se limita al control de la tarifación y del consumo, sino que comporta el estudio racionalizado de la instalación y la calidad de la energía para reducir al máximo las pérdidas y maximizando la optimización. Consiste en infinitas pequeñas alternativas tanto de concepto como de instalación que llegan a obtener resultados sustanciosos, algunos de los cuales ya hemos descrito con ejemplo.



5.5. El control de la energía en un bloque de oficinas y locales comerciales, con tres plantas de sótanos para aparcamientos y servicios generales

Local comercial
Lo han alquilado para una tienda de informática.

Aire acondicionado
Disponen de dos bombas de calor, una para el local de la planta y otra para el altillo.
Las bombas de calor calientan o enfrían agua de un depósito. Esta agua se distribuye a dos fancoils para la planta y dos más para el altillo, a través de sendas bombas de agua de 3/4 CV, a requerimiento de los termostatos que controlan la tempertura de la planta y el altillo.

La bomba de calor de la planta desarrolla una potencia en la creación de frigorías de 18,6 kW y 19,6 kW en calorías, y la del altillo 14,7 kW en la creación de frigorías y 15,6 kW en calorías.
Los cuatro fancoils permiten un caudal de 1.950 m^3/h cada uno, de una potencia de 1/2 CV a 230 V.
Una cámara permite juntar el aire de retorno con aire nuevo de la calle en la proporción deseada hasta un 80%, regulando las rejillas de las ventanas.
El aire del exterior se adquiere de una abertura a la calle, y el aire interior se recupera con un circuito de retorno por debajo de las estanterías y una comunicación a la cámara de mezcla.
El aire inyectado por los fancoils se reparte a través de unos distribuidores, esparciéndolo por la planta y el altillo.

Renovación de aire
El mismo fancoil que distribuye el aire caliente y frío puede, durante los períodos que la temperatura ambiente exterior es confortable, renovar el aire del local manteniendo una temperatura agradable.
En los momentos de afluencia masiva debemos colaborar en la renovación del aire, expulsando aire con poco O_2 y bastante CO_2, adquiriendo mayor caudal del exterior.
Con un extractor de (1/4 CV) que expulse aire polucionado, obtendremos un mayor caudal de aire nuevo. Incluso se puede mejorar el efecto con el funcionamiento de las bombas de calor, controlado por un termostato de temperatura límite.

Dosificador de ambiente
En cada fancoil dispondremos de un dosificador de ambientador y desinfectante, para mantener un ambiente agradecido a la sensibilidad humana.

Alumbrado general del local para la venta
El alumbrado general dependerá de la luminosidad que entre a través de las ventanas, por tanto lo regularemos en función de la luminosidad natural, con un interruptor crepuscular IC7502 regulado a 350 lux, o sea que cuando el alumbrado natural no llegue a los 350 lux, se encenderá el alumbrado artificial.

Alumbrado de refuerzo del local para la venta
Debido al producto a vender, para poder observar con nitidez la calidad y el color, es necesario mayor iluminación artificial, por tanto situaremos dos células de presencia, enfocadas a cada una de las zonas (planta y altillo), para que en el momento que nos situemos en ellas se encienda el alumbrado de refuerzo. Colocaremos una célula de presencia de la serie Unica.

Alumbrado general de la zona de exposición
El alumbrado general dependerá de la luminosidad que entre a través de las ventanas, por tanto lo regularemos en función de la luminosidad natural, con un interruptor crepuscular IC7502 regulado a 350 lux, o sea que cuando el alumbrado natural no llegue a los 350 lux, se encenderá el alumbrado artificial.

Alumbrado general del escaparate
El alumbrado general dependerá de la luminosidad que entre a través de las ventanas, por tanto lo regularemos en función de la luminosidad natural, con un interruptor crepuscular IC7502 regulado a 450 lux, o sea que cuando el alumbrado natural no llegue a los 450 lux, se encenderá el alumbrado artificial.

Alumbrado de refuerzo del escaparate
El escaparate se ha repartido en tres sectores, dos tienen puntos de mira desde el interior y desde la vía pública, el tercero sólo desde el interior. Es obvio que el

■ Vista planta.

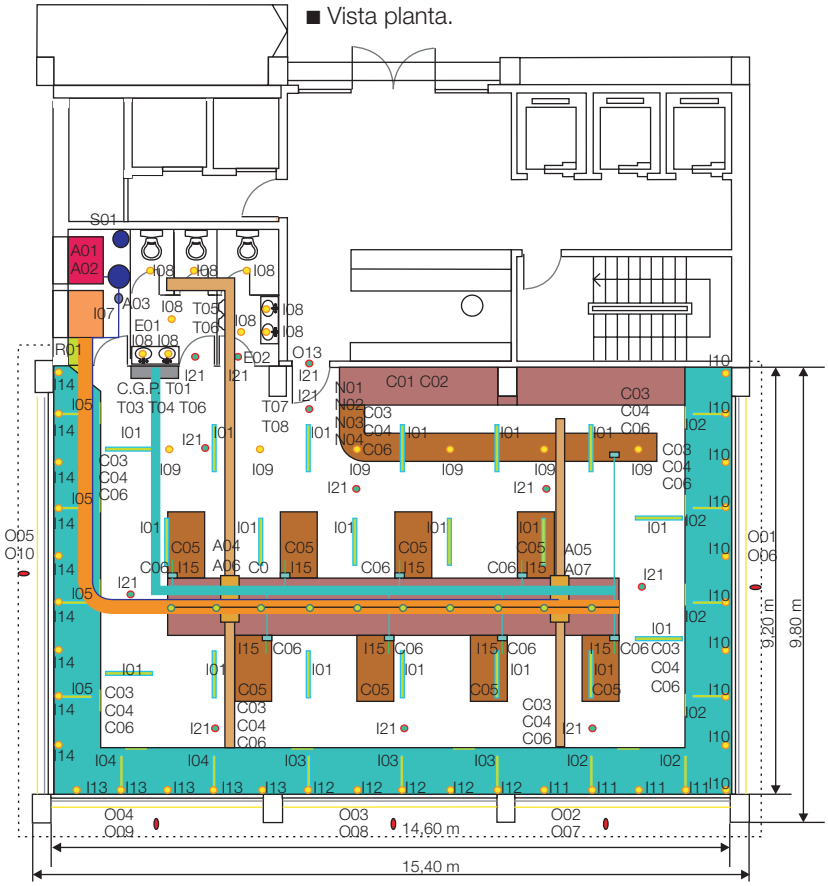


Fig. K5-048: *distribución de la planta del local comercial.*

tipo de artículo necesita destacar muy bien las imágenes de pantalla, las formas y el color, por tanto debemos pensar en alumbrado de 800 lux y de una calidad cromática equivalente a la luz solar, mantener esta iluminación es costoso, pero si solamente funciona cuando hay un observador, la inversión en kWh será la más ajustada posible a la función del escaparate.
Situaremos detectores de movimiento tipo CDM para la observación desde el exterior y del interior.

■ Detalle punto de demostración.

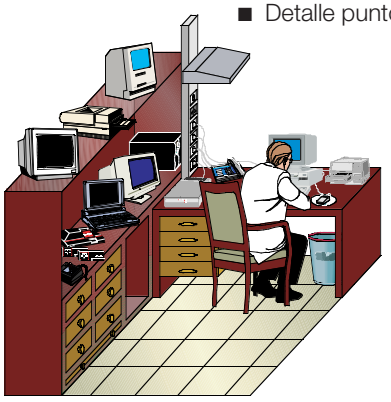


Fig. K5-049: *detalle del punto de demostración y formación.*

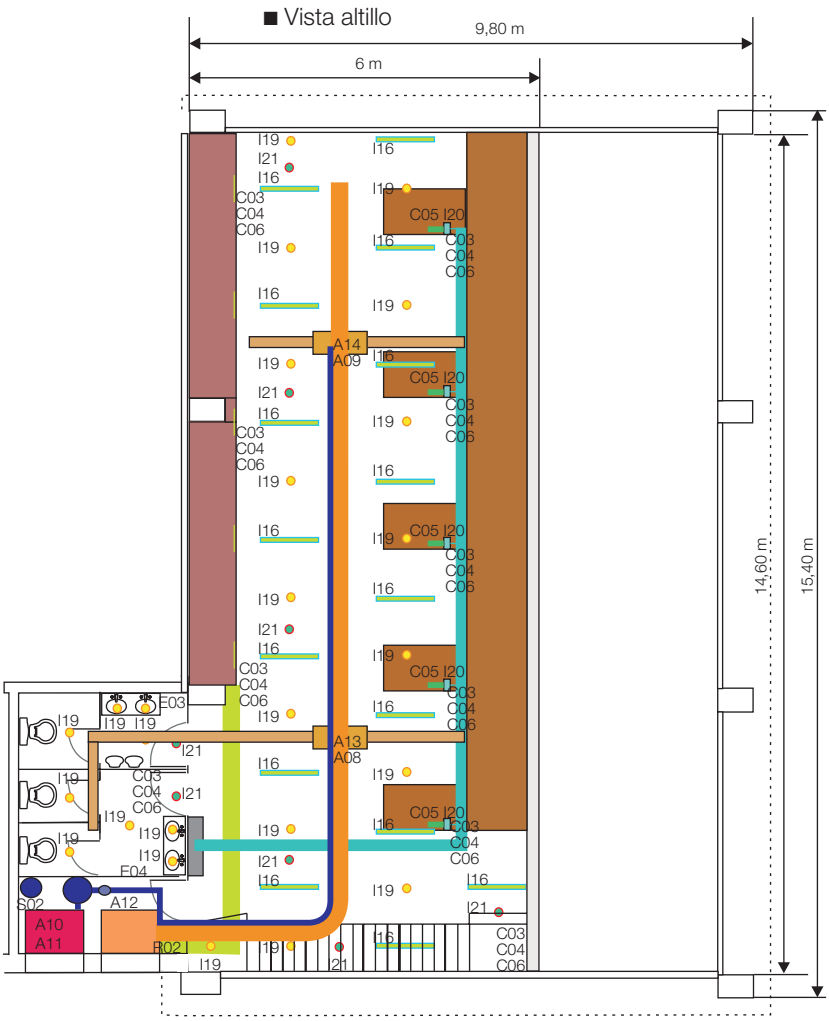


Fig. K5-050: *distribución del altillo del local comercial.*

Conectores y tomas de corriente

Deberemos instalar tomas de corriente para atender las necesidades propias de la venta del producto, de mantenimiento, limpieza y útiles diversos.

Sistema de alimentación ininterrumpida SAI

Esta fuente de alimentación es distorsionante de la energía, pero existen unas prioridades propias de la actividad que obliga a que: cualquier demostración o curso no se vea afectado por las fluctuaciones de tensión o fallos de suministro y que los utensilios de uso general, que deben permanecer conectados incluso con un fallo de suministro, por ejemplo: el ordenador, la pantalla del ordenador, la caja registradora, el fax, las alarmas técnicas, el alumbrado de emergencia como mínimo para una hora, nos la hacen necesaria.

Un SAI para cada punto de información y formación, capaz de alimentar un PC, una pantalla, una impresora, un escáner o una caja registradora.

Informática para el control de la tienda

Los elementos mas susceptibles de los fallos de tensión se han conectado a través de un SAI, las impresoras son discriminables. Son circuitos prioritarios pero su consumo lo podemos despreciar en una valoración media.

Confort
La transparencia al exterior con grandes ventanales y escaparates que crean la sensación de que el transeúnte se encuentre en la tienda, obliga a una protección de los rayos ultravioletas del sol, directos sobre el material, con toldos o persianas.
La fragilidad de los cristales obliga a colocar persianas metálicas para protegerlos en los momentos situados fuera de uso.
La puerta de entrada a la tienda es una abertura que, desde el recibidor del edificio, te conduce al interior de la tienda. A las horas que no existe actividad comercial, debe cerrarse con una puerta metálica.

La antena de comunicación
La alimentación de la amplificación de la señal no es discriminable.

Hilo musical
Alimentaremos un equipo de cadena HI-FI.

Agua sanitaria caliente
El termo de agua caliente para los servicios es discriminable y debemos prever su activación exclusivamente en horas valle.

Las alarmas técnicas
Su consumo es esporádico en circunstancias excepcionales, solamente por la aptitud de su función.

Clasificación de las cargas

N.º		Clase	P (W)	I (A)	Fase					
					L1		L2		L3	
A00	Aire acondicionado planta					44,4		44,4		44,4
A01	Bomba calor	BB2	1 . 19.600	38	38		38		38	
A02	B1. circula. H_2O	BB2	1 · 550	1,6	1,6		1,6		1,6	
A03	B2. circula. H_2O	BB2	1 · 550	1,6	1,6		1,6		1,6	
A04	Fancoil 1	BB2	1 · 550	1,6	1,6		1,6		1,6	
A05	Fancoil 2	BB2	1 · 550	1,6	1,6		1,6		1,6	
A00	Aire acondicionado altillo					36,4		36,4		36,4
A10	Bomba calor	BB2	1 . 19.600	30	30		30		30	
A11	B1. circula. H_2O	BB2	1 · 550	1,6	1,6		1,6		1,6	
A12	B2. circula. H_2O	BB2	1 · 550	1,6	1,6		1,6		1,6	
A13	Fancoil 1	BB2	1 · 550	1,6	1,6		1,6		1,6	
A14	Fancoil 2	BB2	1 · 550	1,6	1,6		1,6		1,6	
Totales climatización						**80,4**		**80,4**		**80,4**
R00	Renovación de aire.					0,9		0,9		0,9
R01	Extractor planta	BB1	1 · 190	0,45	0,45		0,45		0,45	
R02	Extractor altillo	BB1	1 · 190	0,45	0,45		0,45		0,45	
A00	Ambientador					2,6		1,3		1,3
A06	Fancoil 1 planta	BB2	1 · 300	1,3	1,3					
A07	Fancoil 2 planta	BB2	1 · 300	1,3			1,3			
A08	Fancoil 1 altillo	BB2	1 · 300	1,3					1,3	
A09	Fancoil 2 altillo	BB2	1 · 300	1,3	1,3					
I00	Alumbrado					**18,87**		**18,37**		**19,67**
	Planta					13,34		14,89		14,03
I01	G. tienda	BB1	12 · 81	4,92			4,92			
		BB1	7 · 112	3,5			3,5			
I02	G. escapa. 1	BB1	3 · 55	0,81					0,81	
		BB1	1 . 90	0,46					0,46	
I03	G. escapa. 2	BB1	2 · 90	0,92					0,92	
I04	G. escapa. 3	BB1	3 · 90	1,18					1,18	
I05	G. escapa. 4	BB1	2 · 90	0,92					0,92	

(continúa en pág. siguiente)

(continuación)

N.º		Clase	P (W)	I (A)	Fase					
					L1		L2		L3	
I06	G. escapa. 5	BB1	3 · 55	0,81					0,81	
		BB1	1 . 90	0,46					0,46	
I07	G. máquinas	BB1	1 · 55	0,27	0,27					
I08	G. servicios	BB2	9 · 50	2	2					
I09	R. tienda	BB1	6 · 50	1,3	1,3					
I10	R. escapa. 1	BB1	6 · 50	1,3	3,9					
			4 · 150	2,6						
I11	R. escapa. 2	BB1	4 · 150	2,6	5,87					
I12	R. escapa. 3	BB1	5. 150	3,27					3,27	
I13	R. escapa. 4	BB1	5. 150	3,27			3,27			
I14	R. escapa. 5	BB1	6 · 50	1,3			3,2			
			3 · 150	1,9						
I15	R. mesas	BB1	8 · 150						5,2	
	Altillo					5,53		3,48		5,64
I16	G. tienda	BB1	16 · 81	5,64					5,64	
I17	G. máquinas	BB1	1 · 55	0,27	0,27					
I18	G. servicios	BB2	9 · 50	2	2					
I19	R. tienda	BB1	16 · 50	3,48			3,48			
I20	R. mesas	BB1	5 · 150	3,26	3,26					
E00	Electrodomésticos					5,2				
	Planta					2,6				
E01	Dispensador p.	BB2	1 · 300	1,3	1,3					
E02	Dispensador p.	BB2	1 · 300	1,3	1,3					
	Altillo					2,6				
E03	Dispensador p.	BB2	1 · 300	1,3	1,3					
E04	Dispensador p.	BB2	1 · 300	1,3	1,3					
C00	Conectores, enchufes					27,18		36,95		33,68
C01	Cadena HI-FI	BB1	1 · 100	0,4	0,4					
C02	Radio	BB1	1 · 25	0,1	0,1					
C03	Aspirador	BB2	1 · 1.500	6,5			6,5			
C04	L. vapor	BB2	1 · 1.500	6,5					6,5	
C05	SAI mesas					17,4		21,75		17,40
	Planta	BB1	8 · 1.000	34,79	13,05		13,05		8,70	
	Altillo	BB1	5 · 1.000	21,74	4,35		8,70		8,70	
C06	Enchufes m.					9,78		8,70		9,78
	Planta	BB1	16 · 250		5,44		5,44		6,52	
	Altillo	BB1	10 · 250		4,34		3,26		3,26	
SA0	SAI pulsar EX	BB1	4kVA-2 h							
	Total potencia a derivar de la SAI			7,92		7,92				
	A. Emergencia					3,32				
I21	AE planta	BB1	10 · 50	2,18						
I21	AE altillo	BB1	8 · 50	1,14						
T00	Alarmas técnicas					1,3				
T01	F. sist. dom.	BB1								
T02	C. humos	BB2		0,1	0,1					
T03	Sirena	BB1		0,2	0,2					
T04	Comunicación	BB1		0,2	0,2					
T05	DF agua	BB2		0,1	0,1					
T06	Electroválvula	BB2		0,3	0,3					
T07	Intrusión	BB1		0,1	0,1					
T08	Sirena	BB1		0,3	0,3					
N00	Informática			3,3		3,3				
N01	PC	BB1	1 · 300	1,3	1,3					
N02	Pantalla	BB1	1 · 220	1	1					
N03	Impresora	BB1	1 · 110	0,5	0,5					
N04	C. registradora	BB1	1 · 110	0,5	0,5					

(continúa en pág. siguiente)

(continuación)

N.º		Clase	P (W)	I (A)	Fase					
					L1		L2		L3	
O00	Confort			8,6		1,3		2,7		2,7
O01	Toldo 1	BB2	1 · 140	0,6			0,6			
O02	Toldo 2	BB2	1 · 100	0,5			0,5			
O03	Toldo 3	BB2	1 · 100	0,5			0,5			
O04	Toldo 4	BB2	1 · 100	0,5			0,5			
O05	Toldo 5	BB2	1 · 140	0,6			0,6			
O06	Persiana 1	BB2	1 · 140	0,6					0,6	
O07	Persiana 2	BB2	1 · 100	0,5					0,5	
O08	Persiana 3	BB2	1 · 100	0,5					0,5	
O09	Persiana 4	BB2	1 · 100	0,5					0,5	
O10	Persiana 5	BB2	1 · 140	0,5					0,6	
O13	Puerta 1	BB1	1 · 300	1,3	1,3					
S00	Agua sanitaria caliente							5,2		5,2
S01	Planta termo 80 L	BB2	1 · 1.200	5,2			5,2			
S02	Altillo termo 80 L	BB2	1 · 1.200	5,2					5,2	
Totales						**144,77**		**146,22**		**144,25**

Tabla K5-051: *clasificación de las prioridades de las cargas.*

Simultaneidad de consumo:

■ En la climatización.

Los equipos de calefacción no coincidirán con los de refrigeración y ambos poco con los de renovación de aire, puesto que el tipo de actvidad no es para tener una aglomeración de personas en un instante determinado y el volumen de aire del local con una renovación del 30% puede cubrir perfectamente las funciones.

En el momento que la temperatura exterior no obligue la utilización de la bomba de calor puede ser: que con una renovación de aire del 30% no sea suficiente para mantener una tempertura de confort en el interior y debamos incrementar el caudal de renovación con la expulsión forzada de aire del interior, pero cuando funcione la renovación, de forma asidua, no funcionará la bomba de calor.

Las puntas de las bombas de calor son elevadas y para reducir los sucesivos arranques se ha situado un depósito de agua, que cumple la función de uniformizar el sistema, logrando períodos de funcionamiento de las bombas más largos y menos arranques. El hecho de tener dos equipos suaviza y reparte mejor el consumo, que no uno de mayor. Debemos evitar el arranque simultáneo de las dos bombas de calor por enclavamiento.

■ En el alumbrado.

Todo el alumbrado puede coincidir y es prioritario para la función del comercio.

■ En los electrodomésticos.

Solamente tenemos los dispensadores de toallitas de papel, pueden coincidir en un máximo de la casuística.

■ En los conectores, enchufes.

El hilo musical funcionará en plena actividad comercial, en cambio los utensilios de limpieza no, por tanto podemos considerar que funcionarán fuera de las horas de máxima actividad, por programación.

Las alimentaciones de las mesas de información práctica y las del altillo de cursos de formación, son el centro de actividad del comercio.

En las mesas de los cursos podemos considerar un 90% de ocupación y en las de demostración práctica un 60%. Pero no todos los equipos de la mesa funcionarán al mismo tiempo, la impresora y el escáner su utilización será esporádica con respecto al tiempo de ocupación por tanto un 60% de los porcentanjes considerados sería adecuado (90% · 60% = 54%) y (60% · 60% = 36%).

■ Las alarmas técnicas y el alumbrado de emergencia.

Tal como su concepción indica su funcionamiento será esporádico y bajo la alimentación del SAI, no tienen incidencia.

Sí tiene incidencia la recarga del SAI, pero éste tiene un mínimo mantenimiento despreciable.

■ En la informática.

Podemos considerar, la utilización permanente del PC y la pantalla. De la impresora y la registradora podemos considerar la incidencia de la registradora.

■ En el confort.

Si colocamos una discriminación que al dar una orden generalizada para el movimiento de los toldos, o las persianas, para que estas funcionen en cascada o sea después de una la otra, solamente tendremos que considerar la simultaneidad de una, pero en este caso la proporción del consumo global con la de las persianas y rejas lo hace innecesario.

■ En el agua sanitaria.

El termo se puede discriminar que no funcione durante las horas punta.

Simultaneidad de las cargas

N.º		Clase	P (W)	I (A)	Fase					
					L1		L2		L3	
A00	Aire acondicionado				60%		60%		60%	
A00	Aire acondicionado planta				44,4	26,64	44,4	26,64	44,4	26,64
A00	Aire acondicionado altillo				36,4	21,84	36,4	21,84	36,4	21,84
A00	Ambientador.				2,6	1,56	1,3	0,78	1,3	0,78
R00	Renovación de aire									
I00	Alumbrado				100%		100%		100%	
	Planta					13,34		14,89		14,03
	Altillo					5,53		3,48		5,64
E00	Electrodomésticos				10%					
	Planta				2,6	0,26				
	Altillo				2,6	0,26				
C00	Conectores, enchufes									
C01	Cadena HI-FI	BB1	1 · 100	0,4	0,4	0,4				
C02	Radio	BB1	1 · 25	0,1	0,1	0,1				
C03	Aspirador	BB2	1 · 1.500	6,5						
C04	L. vapor	BB2	1 · 1.500	6,5						
C05	SAI mesas									
	Planta (54%)	BB1	8 · 1.000	34,79	13,05	7,05	13,05	7,05	8,70	4,7
	Altillo (36%)	BB1	5 · 1.000	21,74	4,35	1,57	8,70	3,13	8,70	3,13
C06	Enchufes M.									
	Planta (54%)	BB1	16 · 250		5,44	2,94	5,44	2,94	6,52	3,52
	Altillo (36%)	BB1	10 · 250		4,34	1,56	3,26	1,18	3,26	1,18
SA0	SAI pulsar EX	BB1	4kVA-4 h							
	Total potencia a derivar de la SAI			7,92						
	A. emergencia			3,32						
T00	Alarmas técnicas			1,3						
N00	Informática									
N01	PC	BB1	1 · 300	1,3	1,3	1,3				
N02	Pantalla	BB1	1 · 220	1	1	1				
N03	Impresora	BB1	1 · 110	0,5						
N04	C. registradora	BB1	1 · 110	0,5	0,5	0,5				
O00	Confort			8,6						
O01	Toldo 1	BB2	1 · 140	0,6			0,6	0,6		
O06	Persiana 1	BB2	1 · 140	0,5					0,6	0,6
S00	Agua sanitaria caliente			5,2						
Totales						**85,85**		**82,53**		**82,06**

Tabla K5-052: *simultaneidad de las cargas.*

La contratación

■ Intensidad media:

$$I_{e(m)} = \frac{I_{L1} + I_{L2} + I_{L3}}{3} = \frac{(85{,}85 + 82{,}53 + 82{,}06)\,A}{3} = 83{,}48\ A$$

■ Potencia:

$$P = \sqrt{3} \cdot U_e \cdot I_e \cdot \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot 400\,V \cdot 83{,}48\,A \cdot 0{,}85 = 49.103\,W$$

La potencia a contratar será 50 kW con tarifa 4.0, general con un coste (tarifa 1997) por término de potencia de 2,40 €/kW contratado y un término de energía de 0,08 €/kWh.

Si contratamos sin discriminación horaria (Tipo 1), tendremos un recargo a la totalidad del recibo del 20%.

Si contratamos con discriminación horaria de dos niveles (Tipo 2), tendremos un recargo durante 4 h del día del 40% y 20 h día sin recargo. Estas cuatro horas en invierno (9 a 13 h) caen de lleno en las horas habituales de apertura de los comercios en verano no, solo 3 h (10 a 14 h).

Es aconsejable realizar la contratación con discriminación horaria y en función de las horas de abertura del local la de tipo 2 o 3.

La calidad de la energía

Es importante la calidad de la onda senoidal y la de suministro para los equipos informáticos, por tanto deberemos controlar la calidad de energía suministrada y la posible distorsión que los equipos pueden ocasionar.

En una instalación de equipos informáticos tenemos que las fuentes de alimentación de los mismos son generadoras de armónicos y los equipos informáticos son unos de los más sensibles, con pérdida de datos, rotura de discos duros, mal funcionamiento y reiniciaciones esporádicas de los PC. Estos efectos se manifiestan de forma importante cuando se produce un achatamiento de la onda senoidal.

■ Las fuentes de alimentación.

El armónico tercero, en particular, es el que más empeora la calidad de la tensión de la fuente, y consecuentemente las cargas alimentadas con una mala calidad de onda de tensión, incrementan su capacidad deformante.

La tasa de distorsión global de una fuente alcanza el 93%, sin menospreciar el elevado factor de cresta, que es del orden de 2,4 y a veces de 2,8.

El armónico tercero es el más importante (78%) siguiéndole los armónicos múltiples de tres, que son los que perturban más y provocan una mayor circulación de intensidad por el neutro.

■ Los equipos fluorescentes.

Su tasa de distorsión no es muy elevada, se sitúa en el entorno del 39%, siendo los armónicos tercero con un 36% y quinto, sus rangos más representativos. Los condensadores individuales que pueden llevar los tubos fluorescentes para mejorar el cos φ, ejercen un efecto capacitativo frente a los armónicos, que son capaces de destruir con facilidad al mismo condensador.

Las subfrecuencias (< 50 Hz) producen el efecto flicker.

■ Los rectificadores cargadores del SAI.

Los rectificadores cargadores, son generadores de armónicos, con una tasa del orden del 60%. Los puentes de Graetz utilizados en los SAI, acostumbran a llevar una inductancia serie que los reduce al orden del 30%. Siendo el armónico más representativo el quinto con una tasa del 28% y las del séptimo y décimo primero en el 5% y 6% respectivamente.

Potencia de los armónicos										
N.º		Clase	P (W)	I (A)	Fase					
					L1		L2		L3	
I00	Alumbrado fluorescente					4,54		8,42		11,2
	Planta					2,27		8,42		5,56
I01	G. tienda	BB1	12 · 81	4,92			4,92			
		BB1	7 · 112	3,5			3,5			
I02	G. escapa. 1	BB1	3 · 55	0,81					0,81	
		BB1	1 . 90	0,46					0,46	
I03	G. escapa. 2	BB1	2 · 90	0,92					0,92	
I04	G. escapa. 3	BB1	3 · 90	1,18					1,18	
I05	G. escapa. 4	BB1	2 · 90	0,92					0,92	
I06	G. escapa. 5	BB1	3 · 55	0,81					0,81	
		BB1	1 . 90	0,46					0,46	
I07	G. máquinas	BB1	1 · 55	0,27	0,27					
I08	G. servicios	BB2	9 · 50	2	2					
	Altillo					2,27				5,64
I16	G. tienda	BB1	16 · 81	5,64					5,64	
I17	G. máquinas	BB1	1 · 55	0,27	0,27					
I18	G. servicios	BB2	9 · 50	2	2					
C05	SAI mesas					8,12		10,18		7,83
	Planta (54%)	BB1	8 · 1.000	34,79	13,05	7,05	13,05	7,05	8,70	4,7
	Altillo (36%)	BB1	5 · 1.000	21,74	4,35	1,57	8,70	3,13	8,70	3,13
	Infor. mesas					8,12		10,18		7,83
	Planta (54%)	BB1	8 · 1.000	34,79	13,05	7,05	13,05	7,05	8,70	4,7
	Altillo (36%)	BB1	5 · 1.000	21,74	4,35	1,57	8,70	3,13	8,70	3,13
SA0	SAI pulsar EX	BB1	4 kVA-4 h	7,92		7,92				
N00	Informática					2,8				
N01	PC	BB1	1 · 300	1,3	1,3	1,3				
N02	Pantalla	BB1	1 · 220	1	1	1				
N03	Impresora	BB1	1 · 110	0,5						
N04	C. registradora	BB1	1 · 110	0,5	0,5	0,5				
Totales										
C. fluorescente (armónicos 39%)					4,54	**1,77**	8,42	**3,29**	11,2	**4,37**
C. SAI (armónicos 30%)					16,04	**4,82**	10,18	**3,06**	7,83	**2,35**
C. fuentes informática (armónica 93%)					10,92	**10,16**	10,18	**9,47**	7,83	**7,29**

Tabla K5-053: *cargas distorsionantes, creadoras de armónicos.*

■ Intensidad media de los armónicos:

$$I_{(m)(armónicos)} = \frac{I_{L1} + I_{L2} + I_{L3}}{3} = \frac{16{,}77 + 15{,}82 + 14{,}01}{3} = \frac{46{,}6\,A}{3} = 15{,}54\,A$$

■ Potencia media de armónicos:

$$P_{(m)(armónicos)} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{(m)(armónicos)} = \sqrt{3} \cdot 400V \cdot 15{,}54A = 10{,}76\,kW$$

Es importante que la potencia de los armónicos con relación a la potencia del transformador no llegue al 8%, por tanto si todos los abonados cumplen esta condición al final no tendremos este problema:

$$P(armónicos\%) = \frac{100 \cdot P_{(m)(armónicos)}}{P_{(contratada)}} = \frac{100 \cdot 10{,}76\,kV}{50\,kW} = 21{,}5\%$$

Para la compensación de los armónicos deberíamos instalar un compensador activo en la línea de alimentación de las mesas, para que no circularan por el resto de la red y otro a la entrada para compensar el resto y evitar que se introdujeran otros a través de la red de alimentación.
Los compensadores más adecuados serían los compensadores activos SW20 de 20 A, que son los más pequeños.
La calidad de la energía se debería poder controlar, por tanto prepararemos dos tomas de tensión y de intensidad para poder acoplar dos entradas de un analizador de redes.

La calidad de la energía se puede mantener con más controles a lo largo de la red, pero depende de una decisión del propietario el volumen de inversión.

Esquemas eléctricos local comercial

Acometida y cuadro general

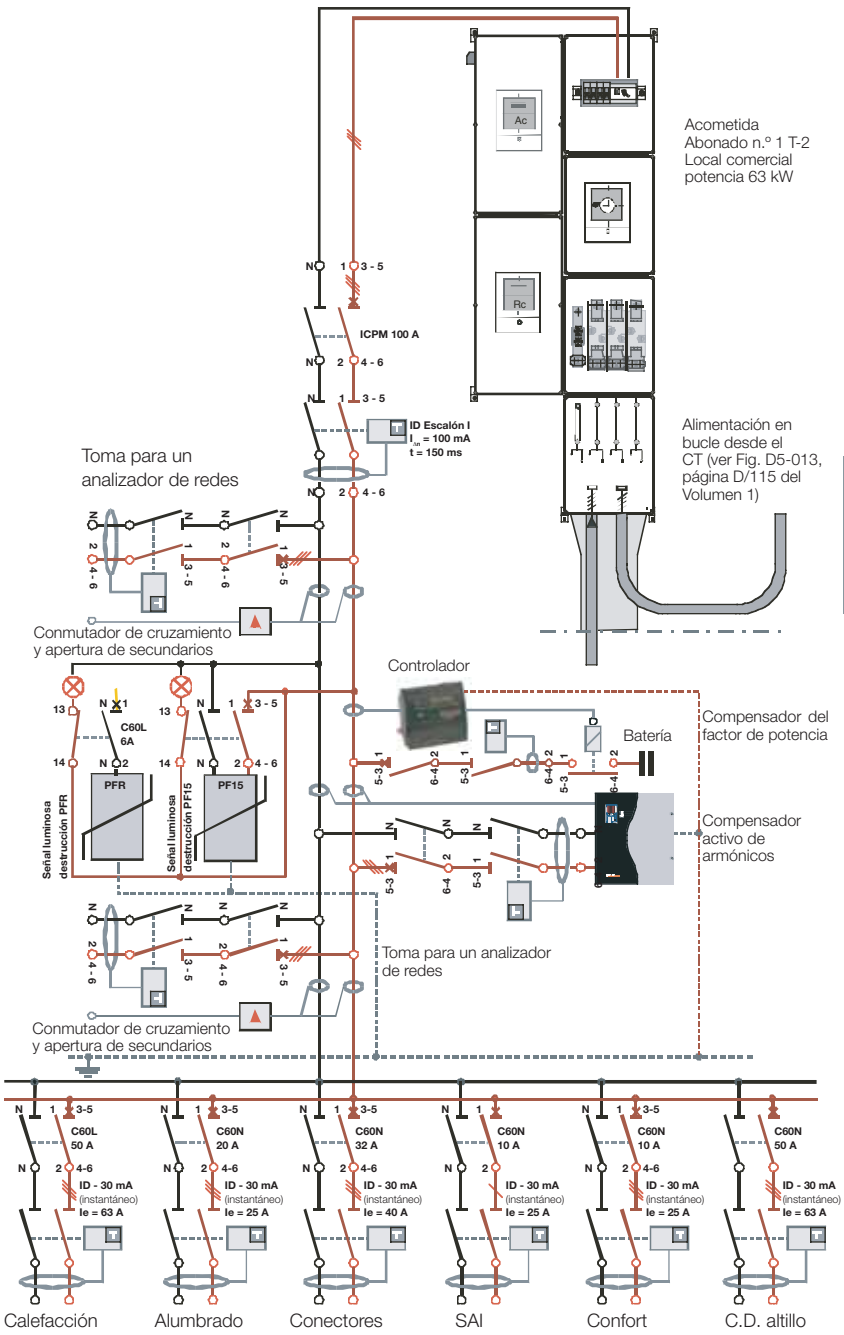


Fig. K5-054: *esquema acometida y cuadro general, local comercial.*

Para poder mantener este consumo sin puntas considerables, deberemos efectuar una instalación de:

Acondicionamiento:

■ En invierno mantener una temperatura durante las horas de apertura de 22 ºC y durante las horas de cierre una temperatura de 12 ºC, para mantener el producto en un buen estado y un caldeo previo a la apertura, así el salto térmico no es tan elevado. Lo podemos conseguir con el termostato programador THPA2.

■ En la primavera y el otoño cuando no es necesario una calefacción ni una refrigeración solamente una renovación de aire podemos fijar una temperatura límite de 21 ºC a partir de la cual se activa la renovación de aire. Lo conseguimos con el termostato programador THPA2, y a demás un termostato que a partir de los 26 ºC (internos) conecta la bomba de calor para la refrigeración. El termostato de la serie Unica.

■ En verano no todas las horas del día necesitamos una refrigeración, por tanto mantenemos el mismo sistema del otoño y la primavera durante las primeras horas del día.

En el momento que la temperatura exterior tenga un valor al entorno de 21 ºC deberemos desconectar la renovación de aire y mantener la temperatura interna con la bomba de calor y una renovación parcial de aire, actuación de verano.

Este sistema nos permite ajustar el consumo a la realidad de la necesidad en función de la temperatura climatológica, la aportación de calor de las lámparas y las personas.

Es obvio que en función de la climatología tendremos zonas con muy buenos resultados y otras con resultados medianos, pero siempre mantendrá una eficiencia en función de la climatología.

Es recomendable utilizar un relé de protección para la bomba de calor, que no permita el arranque cuando el gas está en una cumbre de presión, para evitar las puntas de arranque elevadas. Las cuales pueden desconectar un ICPM o accionar los maxímetros.

El relé para el control de los bombas de calor lo encontraremos en el apartado J9, “La aparamenta para la protección de receptores”, página J/487 del Volumen 3.

La alternativa de una acumulación de agua en un depósito da por resultado una mayor uniformidad de trabajo, con menos arranque y períodos más largos de actuación.

El esquema que presentamos tiene una parte manual a través de un interruptor de posiciones: calefacción, renovación de aire y refrigeración.

Esta manipulación puede automatizarse totalmente en función de la temperatura exterior, la interior y el grado de humedad.

En el altillo el sistema de refrigeración es el mismo que hemos descrito para la planta.

Los consumos más elevados del local son para el acondicionamiento térmico, en función de la experiencia a lo largo de un año, es posible reajustar los aislamientos y las pérdidas, para reducir al máximo la intervención de las bombas de calor.

Este estudio puede llegar a permitir la instalación de un discriminador de circuitos para que la bomba de calor del altillo y de la planta no trabajen al mismo tiempo.

Esta posibilidad de discriminación permitiría una reducción de la potencia a contratar, reduciendo el término de potencia y economizando el coste energético.

No hemos tenido en consideración la posibilidad de la aportación de la energía solar, en el acondicionamiento térmico, porque esperamos poder tratar el tema de la energía solar en un capítulo genérico exclusivo para energías alternativas, con todas sus posibilidades, bajo la reglamentación que la regule.

Cuadro de acondicionamiento planta

El cuadro para el altillo es igual al de la planta.

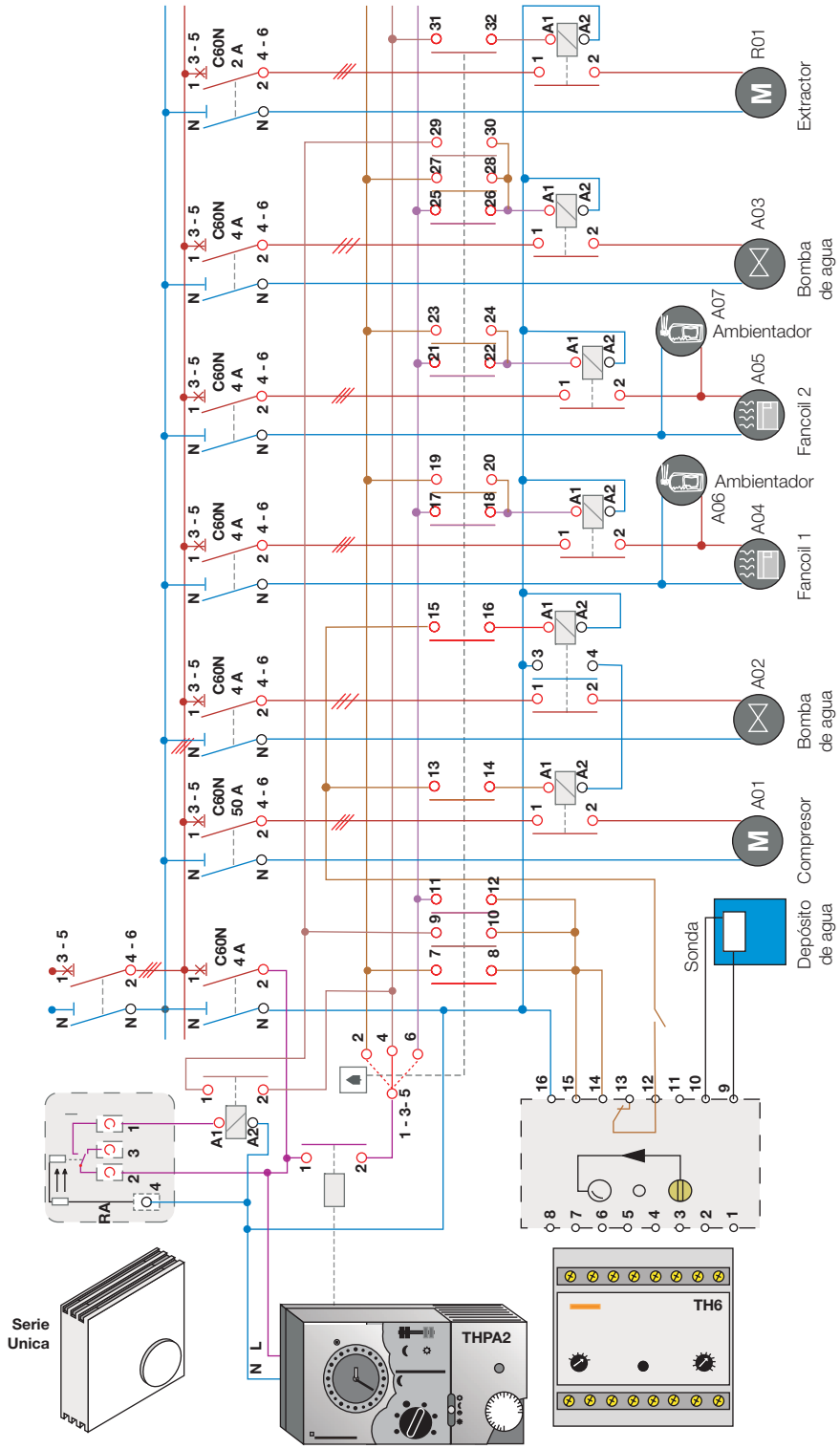


Fig. K5-055: *esquema cuadro acondicionamiento planta o altillo, local comercial.*

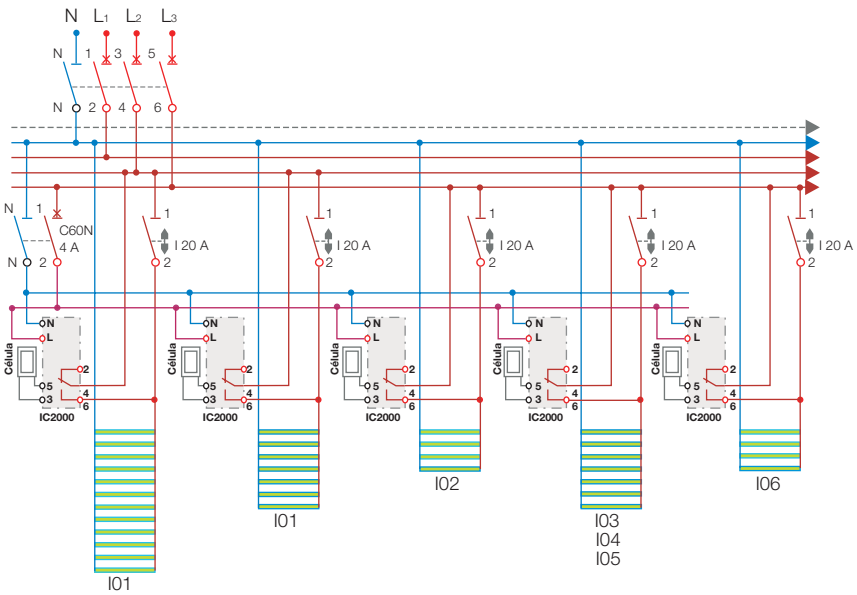
Alumbrado:

■ Alumbrado general.

El alumbrado general se encenderá en función de la insuficiencia de la iluminación solar, el control se produce con células fotoeléctricas. El umbral mínimo se puede fijar a partir de los 250 lux.

■ Esquemas alumbrado general y mesas:

□ Planta.



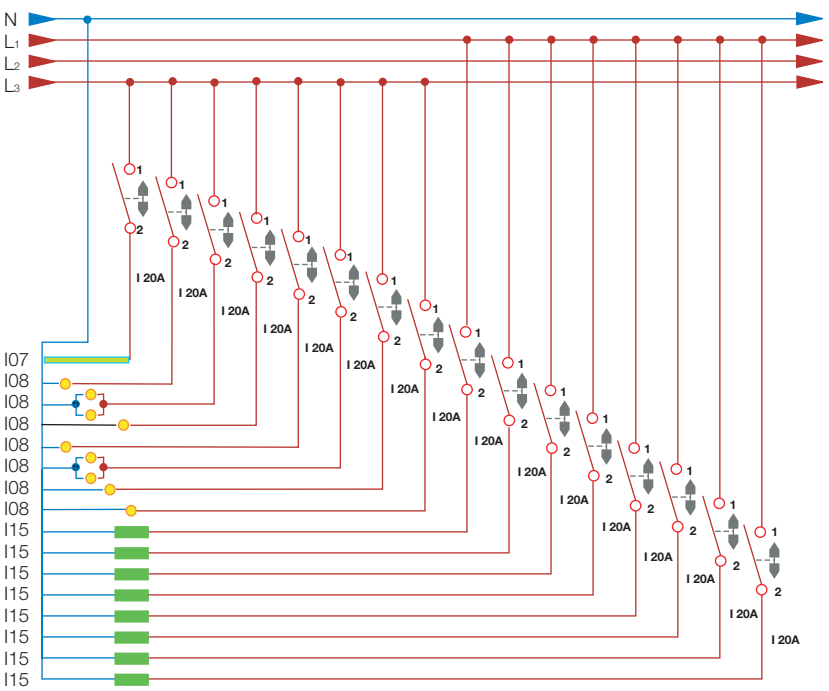


Fig. K5-056: *esquema alumbrado general planta, local comercial.*

□ Altillo.

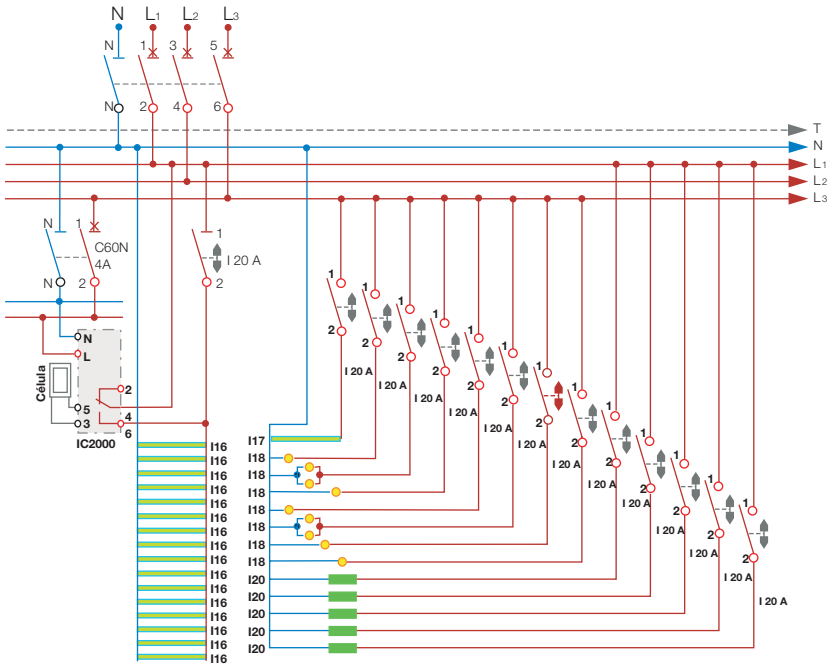


Fig. K5-057: *esquema alumbrado general altillo.*

■ Alumbrado de refuerzo.

El alumbrado de refuerzo se encenderá en función de la presencia de personas, tanto en los escaparates como en la zona de actividad comercial y prueba del producto:

□ Altillo.

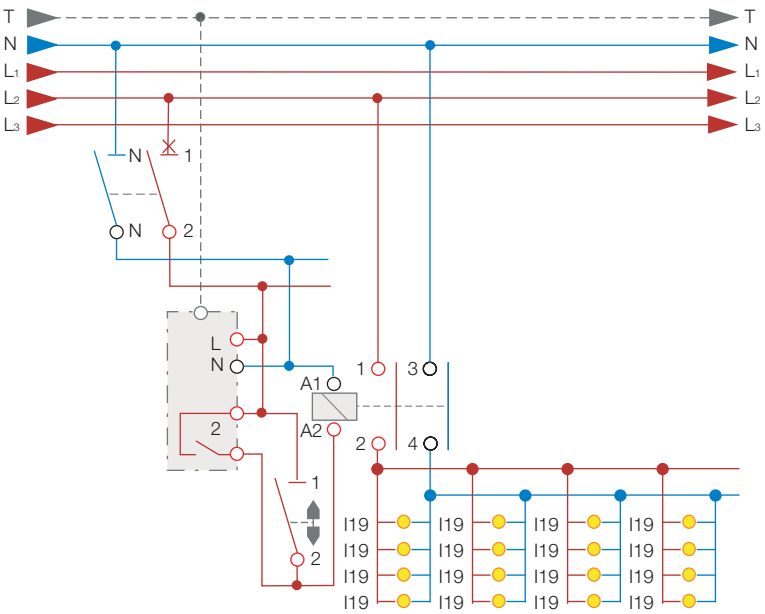


Fig. K5-058: *esquema alumbrado de refuerzo altillo.*

□ Planta.

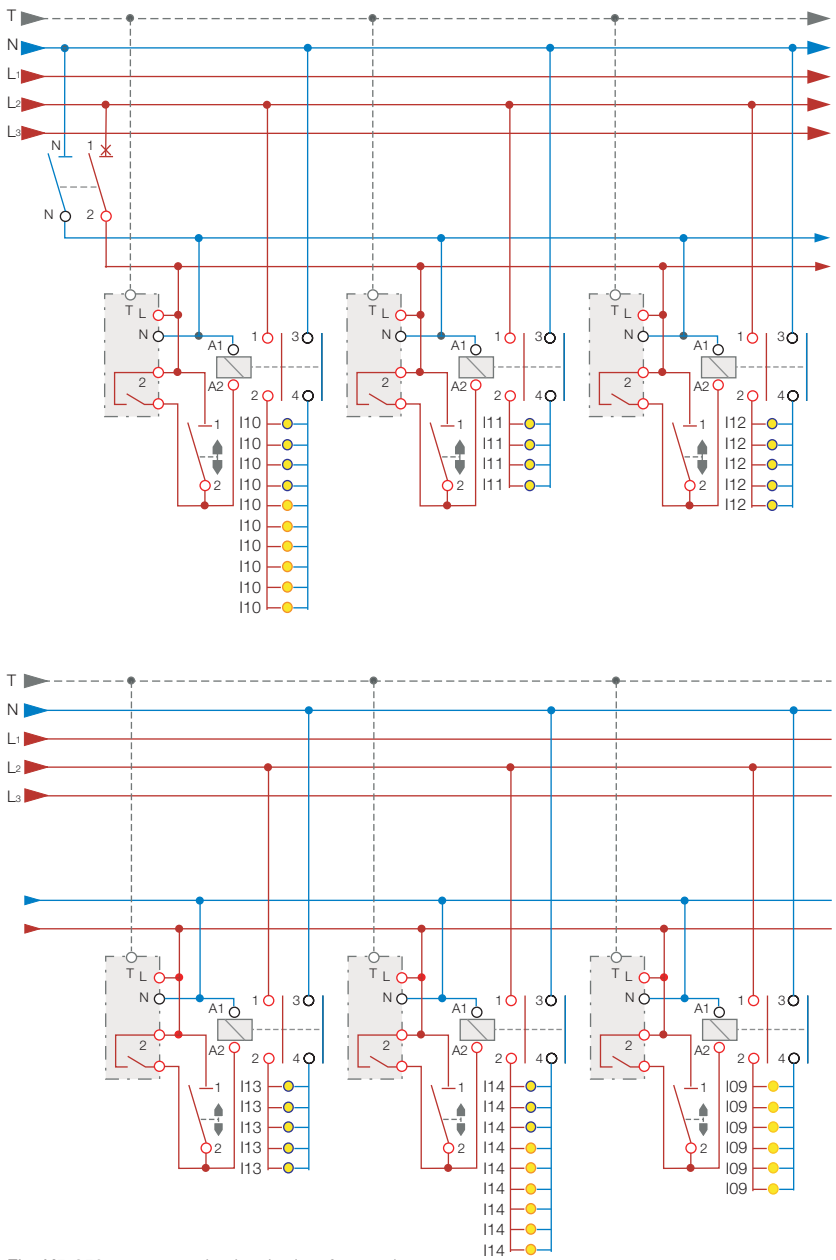


Fig. K5-059: *esquema alumbrado de refuerzo planta.*

Circuito de tomas de corriente:

■ Circuito de alimentación de las tomas de corriente.

Distinguiremos dos tipos de tomas de corriente:

□ Las de uso habitual que tendrán tensión durante todas las horas de apertura.

□ Las de uso restringido que no tendrán tensión durante las 4 h de horas punta de consumo. Estas tomas son las que se utilizan para la limpieza del local, aspiradora, vaporizadora... El control se efectúa por medio de un reloj tipo IHP, programable.

Es la línea que alimenta todas las fuentes para los equipos informáticos, CPU, pantallas, escáneres, fax, impresoras, registradoras..., es la línea con mayor distorsión de armónicos, los cuales circularán por la red pudiendo entorpecer el buen trabajo de otras cargas e incluso entre ellas.
No disponemos de soluciones prácticas para compensar cada fuente generadora, pero como mínimo podemos compensar el total de las fuentes y concentrarlas en una línea para facilitar el control.
Podemos colocar un compensador activo de los de menor potencia de los que existen en el mercado, Sine Wave tipo SW20.

■ Esquema circuito alimentación tomas de corriente del altillo.

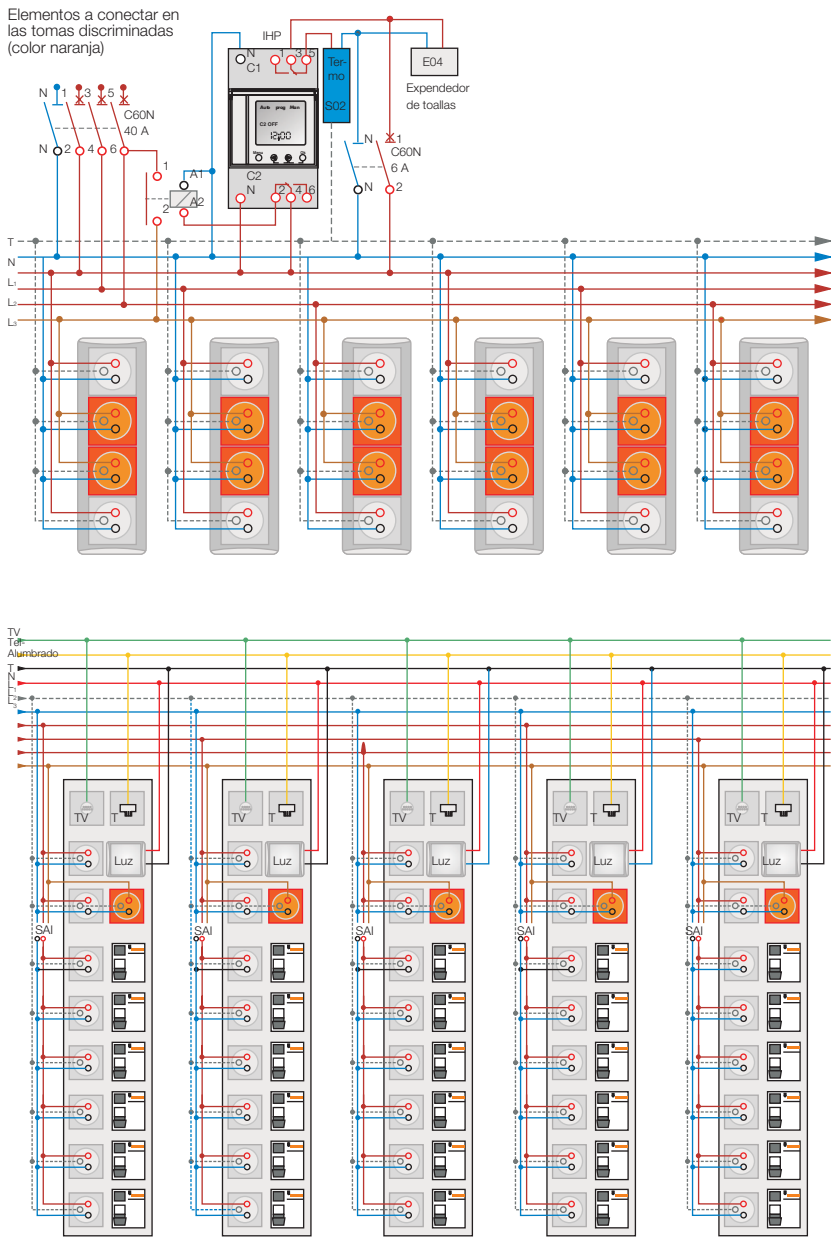
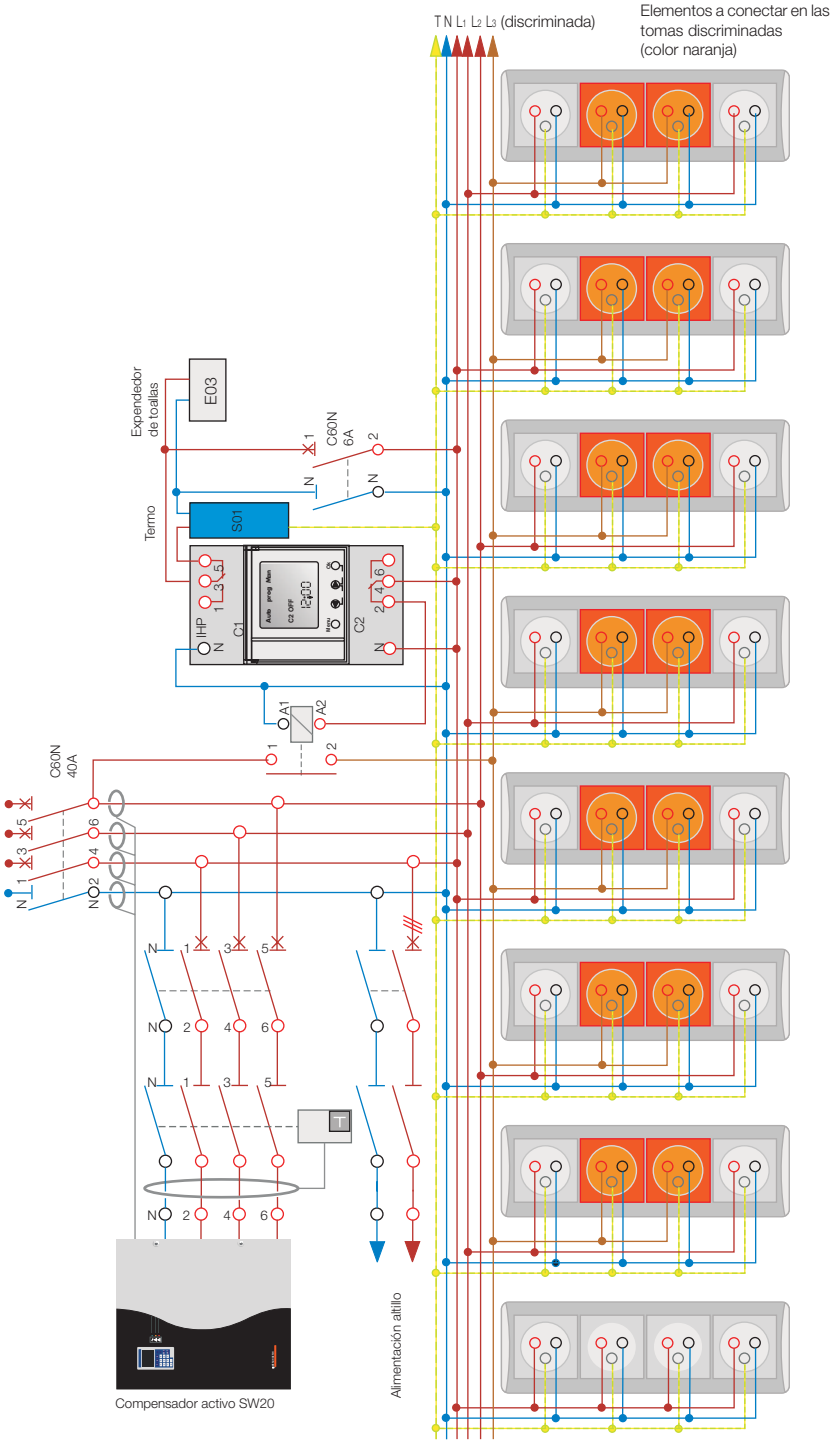


Fig. K5-60: *esquema de distribución de los conectores del altillo, alimentación agua sanitaria.*

■ Alimentaciones adecuadas a través de un SAI por mesa.

Todos los equipos de la mesa para poder compensar el momento que la tensión de alimentación falla o fluctúa se ha instalado un SAI, por mesa. Automáticamente tendremos un período de una hora para poder cerrar los programas y efectuar el guardado correspondiente, antes de que le falte tensión al PC, tiempo suficiente.

Esquema circuito alimentación tomas de corriente de la planta.



Los colores de los conductores hemos procurado adaptarlos a los especificados en la normativa y reglamento, pero cuando la variedad de líneas es elevada hemos preferido utilizar una serie de colores que permitan una fácil identificación al ojo humano.

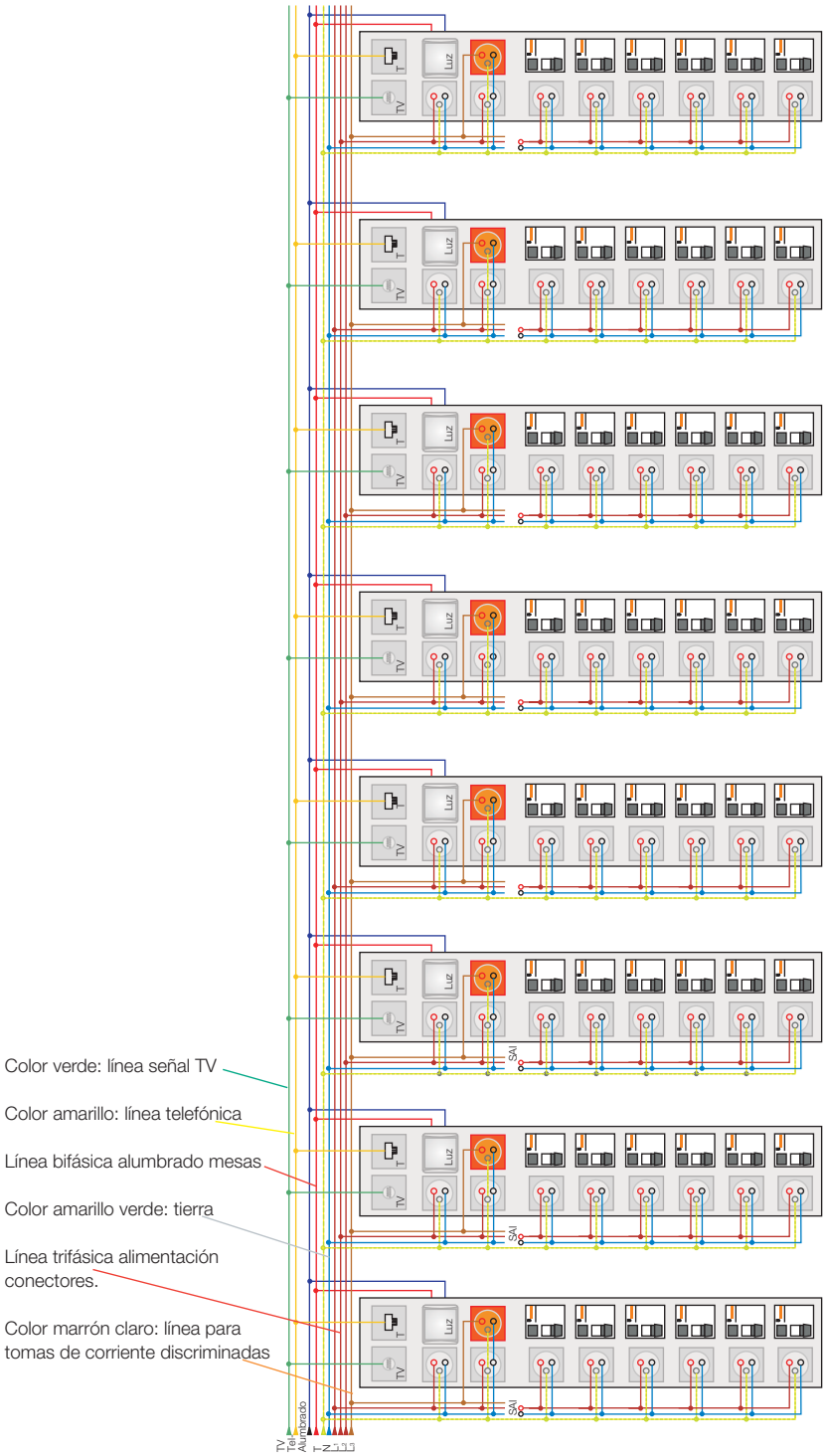


Fig. K5-061: *esquema circuito tomas de corriente planta.*

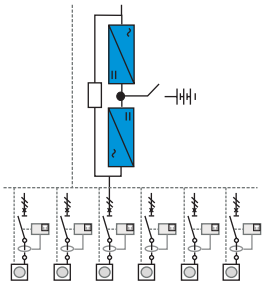


Fig. K5-062: *esquema conectores alimentados por SAI, individual.*

El agua sanitaria

El termo de agua no debe calentar durante las 4 h de discriminación tarifaria, el control se realiza por medio del reloj IHP programable.
El funcionamiento de las células de control de la luminosidad y su regulación lo encontraremos en el apartado J7, “Aparamenta para el control de la iluminación”, página J/255 del Volumen 3.
El funcionamiento y programación del reloj horario IHP lo encontraremos en el apartado J6, “Aparamenta para el control del tiempo”, página J/227 del Volumen 3.

Circuito de alimentación permanente a través de un SAI

El SAI debe poder alimentar durante una hora el circuito de alumbrado de emergencia por prescripción normativa, por tanto deberemos elegir un equipo capaz de poder atender esta prescripción (ver el apartado J14, página J/725 del Volumen 3):
■ Cuadro distribución SAI

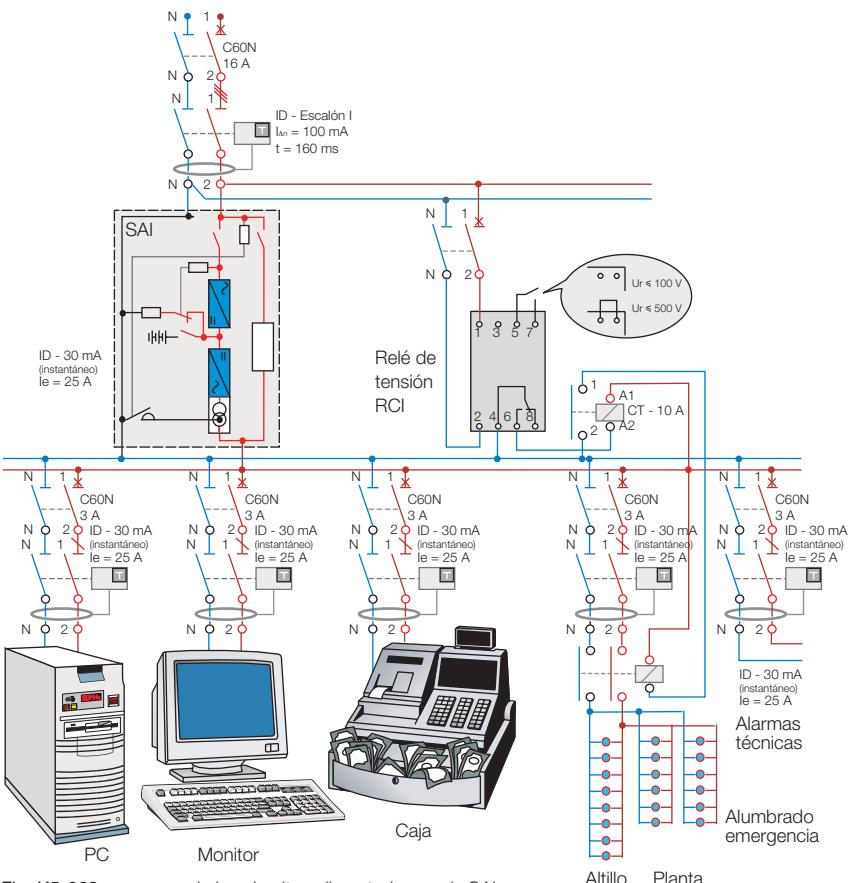


Fig. K5-063: *esquema de los circuitos alimentados por la SAI.*

■ Alimentaciones adecuadas a través de un SAI:
□ El PC y el monitor con el teclado, en el momento en que la tensión de alimentación falla, automáticamente tendremos un período de una hora para poder cerrar los programas y efectuar el guardado correspondiente, antes de que le falte tensión al PC tiempo suficiente.
□ La caja registradora, si mantenemos la caja conectada al PC para poder introducir los datos de la misma a un programa de trabajo, deberemos efectuar el cierre del programa y si es conveniente el vaciado de la caja.
□ El alumbrado de emergencia, el mismo relé que aporta la señal de falta de tensión, da la señal para el encendido del alumbrado de emergencia, a través del SAI, y alimentada por el durante una hora.

Circuitos de alarmas técnicas alimentados a través de un SAI
Las alarmas técnicas deben poder funcionar independientemente de la alimentación de la red pública, al menos durante el período de actividad, si la actividad continúa con otra alimentación, durante el período de cambio deben poder ejecutar su función, por tanto su alimentación debe ser ininterrumpida. En el caso de que la falta de tensión se prolongara y obligara el paro de la actividad deberíamos tomar las decisiones oportunas para sustituir o anular la función de las alarmas técnicas, de una forma circunstancial.
■ Alarmas técnicas:
□ Detección de un escape de agua y corte de la válvula de suministro y activación de un zumbador para señal acústica.
□ Detección de presencia de intrusos, activación de una comunicación telefónica y de una alarma acústica.
□ Detección de fuego o humo y activación de una sirena y una llamada telefónica.
□ Todas estas alarmas quedan alimentadas desde el SAI, para mantener una eficacia de actuación sin la alimentación de energía a través de la red pública.

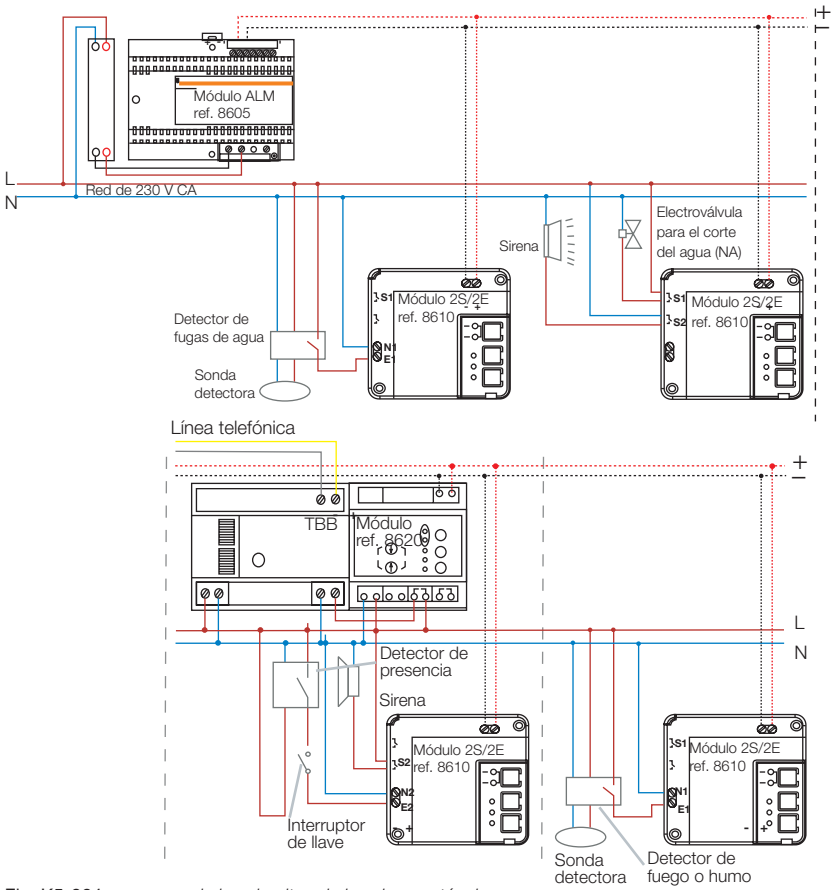


Fig. K5-064: *esquema de los circuitos de las alarmas técnicas.*

Los elementos de confort

Estos circuitos no tienen una prioridad de funcionamiento y no es necesaria su alimentación desde un circuito de suministro ininterrumpido, pero en el caso que nos ocupa no tiene importancia.

□ Los toldos, podremos actuarlos individualmente tanto para la maniobra de avance o retroceso o bien todos a la vez.

□ Las persianas, podremos actuarlas individualmente tanto para la maniobra de subir o bajar, o bien todos a la vez.

Debemos procurar que las puntas de arranque no nos desconecten las protecciones ICPM, o bien activen el maxímetro, pero en el caso que nos ocupa la proporción entre el consumo de los toldos o persianas con la potencia contratada no tiene importancia.

En la instalación el mando es individualizado pero disponemos de un mando centralizado para el movimiento de todos los toldos o todas las persianas.

Los detectores de presencia los encontraremos en el apartado J10, “Aparamenta para el control del movimiento y presencia”, página J/545 del Volumen 3.

El sistema domótico para el control del confort lo encontraremos como aparamenta en el apartado J3, “Aparamenta electrónica (domótica), página J/103 del Volumen 3”, y cómo utilizarlo y programarlo en el apartafo J19, “Cómo utilizar la aparamenta electrónica (domótica)”, página J/831 del Volumen 3.

Los dos circuitos son equivalentes, tanto para las persianas como para los toldos, por tanto describiremos un solo esquema que es útil para los toldos o para las persianas.

■ Circuitos de alimentación de los elementos de confort, tanto para los toldos como para las persianas.

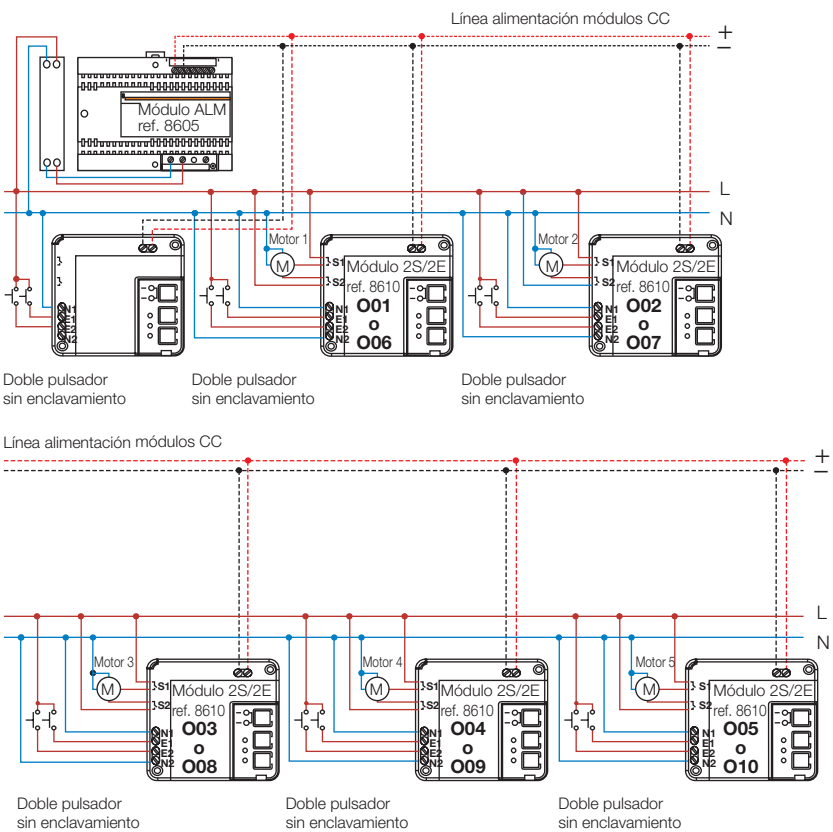


Fig. K5-065: *esquema del circuito de alimentación de los toldos o las persianas.*

■ Circuitos de alimentación de los elementos de confort, la puerta.

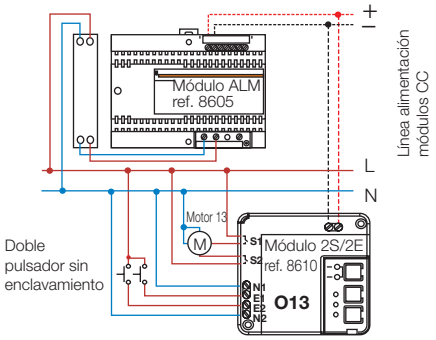


Fig. K5-066: *esquema del circuito de alimentación de la puerta.*

Plantas 1.ª, 2.ª y 3.ª

Lo han alquilado para un centro de cálculo.

Planta 1.ª

Aire acondicionado

Disponen de dos bombas de calor situadas en la azotea, una para atender la parte derecha y otra para la izquierda del local de la planta 1.ª.
Las bombas de calor calientan o enfrían agua de un depósito. Esta agua se distribuye a los fancoils, distribuidos por las dependencias, a través de sendas bombas de agua de 3/4 de CV, a requerimiento de los termostatos que controlan la temperatura de las dependencias de la 1.ª planta.
Las bombas de calor desarrollan una potencia de 29,7 kW en la creación de frigorías y de 31,7 kW en calorías cada una.
Los fancoils son individualizados para cada dependencia:
■ Despachos (n.os 1, 2, 7, 19, 22, 23 y 24): el fancoil permite un caudal de 1.500 m^3/h, con una potencia de 1/4 de CV a 230 V cada uno.
■ Salas de reunión (n.os 4, 5, 20 y 21): el fancoil permite un caudal de 2.000 m^3/h con una potencia de 1/3 de CV a 230 V cada uno.
■ Los servicios (n.os 11 y 12) y (n.os 13 y 14): el fancoil permite un caudal de 1.500 m^3/h con una potencia de 1/4 de CV a 230 V cada uno. El reparto para todos los departamentos de los servicios se realiza a través de conductos.
■ La sala de la CPU central (n.º 18): el fancoil dispone de un caudal de 2.000 m^3/h, con una potencia de 1/3 de CV a 230 V.
■ Despacho para el secretariado (n.º 25), sala de depósitos y bombas de acondicionamiento (n.º 16), sala para las baterías del SAI (n.º 17), pasillo (n.º 15) y salas de visitas (n.os 20 y 21): dispone de dos fancoils, cada uno de un caudal de 2.400 m^3/h, con una potencia de 1/2 CV a 230 V. En la sala de secretariado la salida de aire es libre desde el fancoil y en las demás dependencias a través de conductos.
■ Vestíbulo (n.º 26) y sala de mando eléctrico, CGBT (n.º 27): dispone de dos fancoils que permiten cada uno un caudal de 1.500 m^3/h, con una potencia de 1/4 de CV a 230 V. En el vestíbulo la salida de aire es libre y en la sala de control eléctrico a través de conductos.
■ Despacho para el secretariado (n.º 28), vestuarios (n.os 8 y 9), pasillo (n.º 10) y salas de visitas (n.os 4 y 5): dos fancoils que disponen cada uno de un caudal de 2.400 m^3/h, con una potencia de 1/2 CV a 230 V. En la sala de secretariado la salida de aire es libre y en las demás dependencias a través de conductos.
Los fancoils se alimentan de agua aclimatada desde un depósito, a través de dos circuitos con bombas de 1 CV.

Renovación de aire

Debemos colaborar en la renovación de aire, expulsando aire con poco O_2 y bastante CO_2, adquiriendo mayor caudal del exterior.

Con dos ventiladores de (1/4 de CV) que expulsen aire polucionado, obtendremos un caudal de aire nuevo, que se introducirá en las dependencias a través de rejillas, con láminas que sólo permiten la circulación de aire en un sentido.
Debemos tener en consideración las salas especiales que necesitan una renovación de aire propia, en consonancia con su actividad:

■ Los servicios: situaremos dos extractores con conducto para cada dependencia, que permiten cada uno un caudal de 900 m^3/h, de una potencia de 225 W a 230 V y un temporizador que los haga trabajar cinco minutos cada cuarto de hora.

■ La sala de los depósitos de acondicionamiento y la de las baterías de la SAI.

La renovación de aire del local de las baterías debe ser V (m^3/h) = 0,055 n · I; donde: n = número de elementos de la batería e I = intensidad de carga del cargador de la batería en amperios (ver página J/733 del Volumen 3).
En este caso se han previsto baterías herméticas y situadas en el armario del SAI, pero sí que es sumamente importante mantener una temperatura ambiente no superior a 25 ºC para el buen funcionamiento de todos los elementos del equipo.
Para las dos dependencias colocaremos un extractor de 400 m^3/h y un temporizador que lo haga trabajar tres minutos cada cuarto de hora.

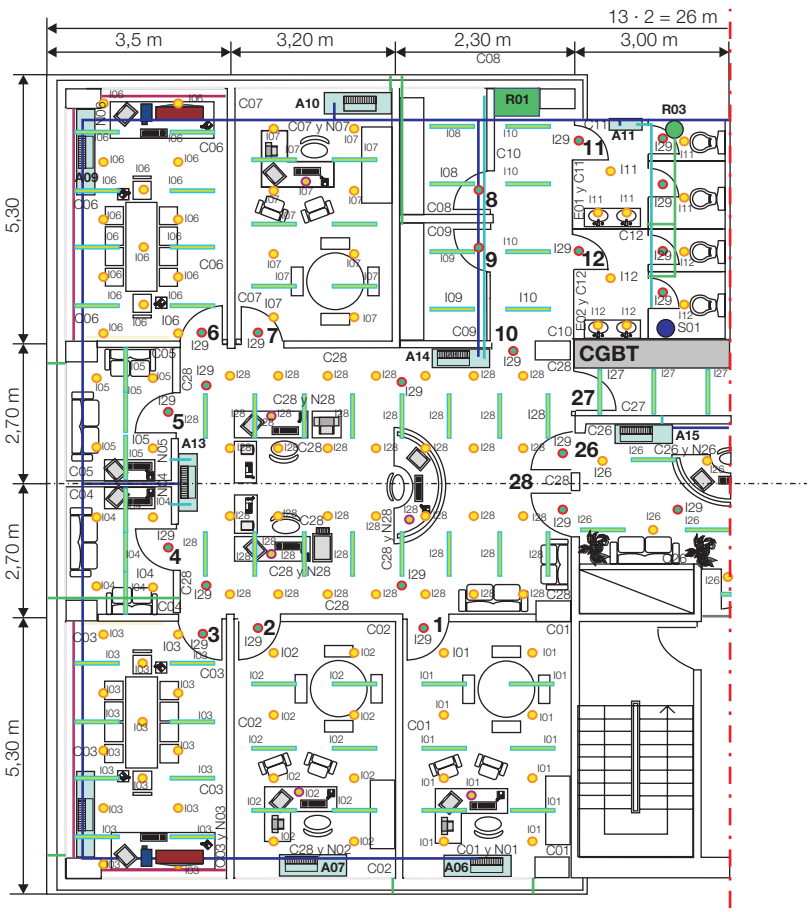
Dosificador de ambiente

En cada fancoil dispondremos de un dosificador de ambientador y desinfectante, para mantener un clima agradecido a la sensibilidad humana.

Alumbrado general de la planta

Cada dependencia dispondrá de un alumbrado general reducido de unos

Plano situación planta



300 lux y un alumbrado de refuerzo de unos 400 lux, ambos se encienden a voluntad a través de un interruptor manual.
La luminosidad se ha adecuado al trabajo con monitores tanto en intensidad como en color, si debemos trabajar en las mesas de despacho sin el monitor, podemos necesitar un incremento de luminosidad a unos 850 lux. Suplemento a obtener de una lámpara de sobremesa.

Alumbrado de emergencia
Dispondremos de un alumbrado de señalización con lámparas fluorescentes compactas de 25 W cos φ = 0,5; I = 0,205 A. La alimentación se realiza a través de la SAI con una reserva de una hora (según reglamento).

Conectores para red de 230 V
Dispondrán en cada dependencia de una red de conectores a 230 V, del tipo serie Unica para dos unidades, de las cuales una, de color naranja, estará discriminado el horario de trabajo y son las que corresponden para el uso de los utensilios de la limpieza. Solamente dispondrán de tensión en las horas valle de la contratación.

Conectores para la red de 230 V a través de la SAI
Cada punto informático dispondrá de una columna del sistema Canalis con los mandos del alumbrado, una toma de corriente de la red de conectores a 230 V, un juego de tomas de corriente alimentadas por el SAI, para los equipos informáticos, una toma correspondiente a la red informática, una toma de TV y una toma de teléfono.

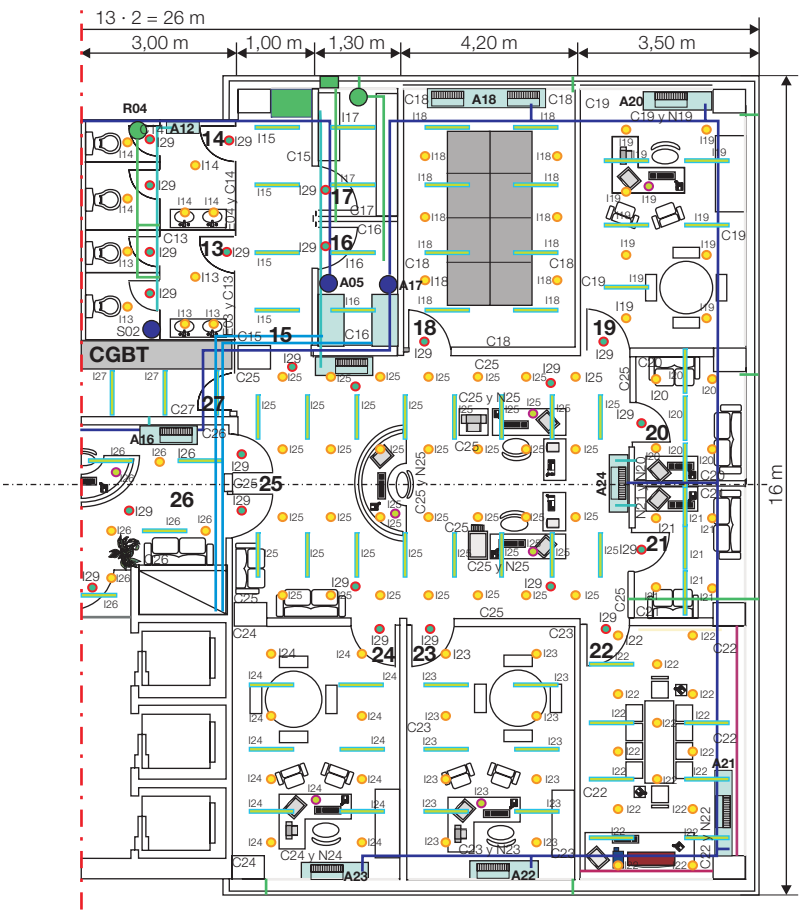


Fig. K5-067: *situación de las cargas en la planta 1.ª.*

En las salas con proyección también dispondrá de toma a través del SAI, para el monitor de TV, para el vídeo y para el proyector de ampliación de la señal del PC, así como un mando doble de la serie Unica para la subida y bajada de la pantalla de proyección.

Confort
La transparencia al exterior con grandes ventanales obliga a una protección con persianas, de los rayos ultravioleta del sol, incidentes sobre las salas.
En las salas con proyección deberemos complementar la atenuación de la luz exterior con cortinas para la opacidad.
Tanto las persianas como las cortinas tendrán mandos individualizados en cada dependencia.
La puerta de entrada a la oficina es una abertura que, desde el rellano del edificio, te conduce al interior de la oficina; a las horas que no existe actividad comercial, debe cerrarse con una puerta metálica.

La antena de comunicación
La alimentación de la amplificación de la señal de TV no es discriminable.

Hilo musical
Alimentaremos un equipo de cadena HI-FI, para las tres plantas.

La central telefónica
Estará situada en la recepción y alimentada a través del SAI.

Agua sanitaria caliente
El termo de agua caliente para los servicios es discriminable, para actuación exclusivamente en horas valle.

Las alarmas técnicas
Su consumo es esporádico en circunstancias excepcionales, solamente por la aptitud de su función.

Clasificación de las cargas

N.º		Clase	P (W)	I (A)	Fase					
					L1		L2		L3	
A00	Aire acondicionado planta 1.ª				127,8		130,5		127,8	
A01	Bomba calor 1	BB2	1 . 31.700	54	54		54		54	
A02	B1. circula H_2O	BB2	1 · 570	1,6	1,6		1,6		1,6	
A03	Bomba calor 2	BB2	1 . 31.700	54	54		54		54	
A04	B2. circula. H_2O	BB2	1 · 570	1,6	1,6		1,6		1,6	
A05	B3. circula. H_2O	BB2	1 · 760	2	2		2		2	
A06	Fancoil S1	BB2	1 · 190	1,4	1,4					
A07	Fancoil S2	BB2	1 · 190	1,4			1,4			
A08	Fancoil S3	BB2	1 · 255	2,4					2,4	
A09	Fancoil S6	BB2	1 · 255	2,4	2,4					
A10	Fancoil S7	BB2	1 · 190	1,4			1,4			
A11	Fancoil S11 y 12	BB2	1 · 190	1,4					1,4	
A12	Fancoil S13 y 14	BB2	1 · 190	1,4	1,4					
A13	Fancoil S28,4 y 5	BB2	1 · 380	3,6			3,6			
A14	Fancoil S28,8 y 9	BB2	1 · 380	3,6	3,6					
A15	Fancoil S26 y 27	BB2	1 · 190	1,4					1,4	
A16	Fancoil S26 y 27	BB2	1 · 190	1,4			1,4			
A17	B3. circula. H_2O	BB2	1 · 760	2	2		2		2	
A18	Fancoil S18	BB2	1 · 255	2,4					2,4	
A20	Fancoil S19	BB2	1 · 190	1,4			1,4			
A21	Fancoil S22	BB2	1 · 255	2,4	2,4					

(continúa en pág. siguiente)

(continuación)

N.º		Clase	P (W)	I (A)	Fase					
					L1		L2		L3	
A22	Fancoil S23	BB2	1 · 190	1,4					1,4	
A23	Fancoil S24	BB2	1 · 190	1,4	1,4					
A24	Fan. S25, 21 y 20	BB2	1 · 380	3,6			3,6			
A25	Fan. S25,16 y 17	BB2	1 · 380	3,6					3,6	
A00	Ambientador					3,5		2,5		3
A26	Fancoil S1	BB2	1 · 115	0,5	0,5					
A27	Fancoil S2	BB2	1 · 115	0,5			0,5			
A28	Fancoil S3	BB2	1 · 115	0,5					0,5	
A29	Fancoil S6	BB2	1 · 115	0,5	0,5					
A30	Fancoil S7	BB2	1 · 115	0,5			0,5			
A31	Fancoil S11 y 12	BB2	1 · 115	0,5					0,5	
A32	Fancoil S13 y 14	BB2	1 · 115	0,5	0,5					
A33	Fan. S28, 4 y 5	BB2	1 · 115	0,5			0,5			
A34	Fan. S28, 8 y 9	BB2	1 · 115	0,5	0,5					
A35	Fancoil S26 y 27	BB2	1 · 115	0,5					0,5	
A36	Fancoil S26 y 27	BB2	1 · 115	0,5	0,5					
A37	Fancoil S18	BB2	1 · 115	0,5					0,5	
A38	Fancoil S19	BB2	1 · 115	0,5			0,5			
A39	Fancoil S22	BB2	1 · 115	0,5	0,5					
A40	Fancoil S23	BB2	1 · 115	0,5					0,5	
A41	Fancoil S24	BB2	1 · 115	0,5	0,5					
A42	F. S25, 21 y 20	BB2	1 · 115	0,5			0,5			
A43	F. S25, 16 y 17	BB2	1 · 115	0,5					0,5	
R00	Renovación de aire					3		2,8		1,6
R01	Ex. 1.º planta 1.ª	BB1	1 · 190	1,4	1,4					
R02	Ex. 2.º planta 1.ª	BB1	1 · 190	1,4			1,4			
R03	Ex. Servicios 1.º	BB2	1 · 225	1,6					1,6	
R04	Ex. Servicios 2.º	BB2	1 · 225	1,6	1,6					
R05	Ex. Sala SAI	BB1	1 · 190	1,4			1,4			
I00	Alumbrado					37,07		37,73		37,55
I01	Despacho S1	BB1	6 · 54	0,45	2,7					
			8 · 50	0,22	1,76					
			1 . 55	0,24	0,24					
I02	Despacho S2	BB1	6 · 54	0,45					2,7	
			8 · 50	0,22					1,76	
			1 . 55	0,24					0,24	
03	Sala S3	BB1	8 · 54	0,45					3,6	
			13 · 50	0,22					2,86	
I04	Sala S4	BB1	3 · 54	0,45	1,35					
			4 · 50	0,22	0,88					
I05	Sala S5	BB1	3 · 54	0,45			1,35			
			4 · 50	0,22			0,88			
I06	Sala S36	BB1	8 · 54	0,45					3,6	
			13 · 50	0,22					2,86	
I07	Despacho S7	BB1	6 · 54	0,45					2,7	
			8 · 50	0,22					1,76	
			1 . 55	0,24					0,24	
I08	Vestuario H-8	BB1	2 · 54	0,45			0,9			
I09	Vestuario M-9	BB1	2 · 54	0,45	0,9					
I10	Pasillo 10	BB1	4 · 54	0,45	1,8					
I11	Servicio H-11	BB1	5 · 50	0,22	1,1					
I12	Servicio M-12	BB1	5 · 50	0,22					1,1	
I13	Servicio H-13	BB1	5 · 50	0,22	1,1					
I14	Servicio M-14	BB1	5 · 50	0,22			1,1			
I15	Pasillo 15	BB1	4 · 54	0,45					1,8	
I16	S. acondiciona.	BB2	2 · 54	0,45			0,9			
I17	S. SAI y batería	BB1	2 · 54	0,45			0,9			

(continúa en pág. siguiente)

(continuación)

N.º		Clase	P (W)	I (A)	Fase					
					L1		L2		L3	
I18	CPU-central-18	BB1	8 · 54	0,45					3,6	
I19	Despacho S19	BB1	6 · 54	0,45	2,7					
			8 · 50	0,22	1,76					
			1 . 55	0,24	0,24					
I20	Sala S20	BB1	8 · 54	0,45			3,6			
			13 · 50	0,22			2,86			
I21	Sala S21	BB1	3 · 54	0,45					1,35	
			4 · 50	0,22					0,88	
I03	Sala S3	BB1	8 · 54	0,45	3,6					
			13 · 50	0,22	2,86					
I23	Despacho S23	BB1	6 · 54	0,45			2,7			
			8 · 50	0,22			1,76			
			1 . 55	0,24			0,24			
I24	Despacho S24	BB1	6 · 54	0,45					2,7	
			8 · 50	0,22					1,76	
			1 . 55	0,24					0,24	
I25	Despacho S25	BB1	16 · 54	0,45	7,2					
			28 · 50	0,22	6,16					
			3 . 55	0,24	0,72					
I26	Vestíbulo S26	BB1	8 · 54	0,45			3,6			
			13 · 50	0,22			2,86			
I27	S. CGBT - 55	BB1	4 · 54	0,45					1,8	
I28	Despacho S28	BB1	16 · 54	0,45			7,2			
			28 · 50	0,22			6,16			
			3 . 55	0,24			0,72			
I29	A. emergencia	BB1	46 · 25		3,1		3,3		3,1	
E00	Electrodomésticos					2,6		2,6		2,6
E01	Dispensador 13	BB2	1 · 300	1,3			1,3			
E02	Dispensador 14	BB2	1 · 300	1,3					1,3	
E03	Dispensador 13	BB2	1 · 300	1,3	1,3					
E04	Dispensador 14	BB2	1 · 300	1,3	1,3					
C00	Conectores, enchufes					32		32,75		32
C01	Despacho 1	BB1	4 · 5 A ·0,1	2	2					
			3 · 5 A · 0,05	0,75						
C02	Despacho 2	BB1	4 · 5 A ·0,1	2			2			
			3 · 5 A · 0,05	0,75						
C03	Sala S3	BB1	4 · 5 A · 0,1	2					2	
			4 · 5 A · 0,05	1						
C04	Sala S4	BB1	3 · 5 A · 0,1	1,5	1,5					
			2 · 5 A · 0,05	0,5						
C05	Sala S5	BB1	3 · 5 A · 0,1	1,5			1,5			
			2 · 5 A · 0,05	0,5						
C06	Sala S6	BB1	4 · 5 A · 0,1	2					2	
			4 · 5 A · 0,05	1						
C07	Despacho 7	BB1	4 · 5 A ·0,1	2	2					
			3 · 5 A · 0,05	0,75						
C08	Vestuario H-S8	BB1	2 · 5 A · 0,1	1			1			
			2 · 5 A · 0,05	0,5						
C09	Vestuario M-S9	BB1	2 · 5 A · 0,1	1					1	
			2 · 5 A · 0,05	0,5						
C10	Pasillo S10	BB1	2 · 5 A · 0,1	1	1					
			2 · 5 A · 0,05	0,5						
C11	Servicio H-S11	BB2	2 · 5 A · 0,1	1			1			
			2 · 5 A · 0,05	0,5						
C12	Servicio M-S12	BB2	2 · 5 A · 0,1	1					1	
			2 · 5 A · 0,05	0,5						
C13	Servicio H-S13	BB2	2 · 5 A · 0,1	1	1					
			2 · 5 A · 0,05	0,5						

(continúa en pág. siguiente)

(continuación)

N.º		Clase	P (W)	I (A)	Fase					
					L1		L2		L3	
C14	Servicio M-S14	BB2	2 · 5 A · 0,1	1	1					
			2 · 5 A · 0,05	0,5						
C15	Pasillo S15	BB1	2 · 5 A · 0,1	1					1	
			2 · 5 A · 0,05	0,5						
C16	S. acondi. S16	BB2	2 · 5 A · 0,1	1	1					
			2 · 5 A · 0,05	0,5						
C17	S. SAI S17	BB1	2 · 5 A · 0,1	1					1	
			2 · 5 A · 0,05	0,5						
C18	Sala CPU-G S18	BB1	4 · 5 A · 0,1	2					2	
			4 · 5 A · 0,05	1						
C19	Despacho 19	BB1	4 · 5 A ·0,1	2	2					
			3 · 5 A ·0,05	0,75						
C20	Sala S20	BB1	3 · 5 A · 0,1	1,5			1,5			
			2 · 5 A · 0,05	0,5						
C21	Sala S21	BB1	3 · 5 A · 0,1	1,5					1,5	
			2 · 5 A · 0,05	0,5						
C22	Sala S22	BB1	4 · 5 A · 0,1	2	2					
			4 · 5 A · 0,05	1						
C23	Despacho 23	BB1	4 · 5 A ·0,1	2			2			
			4 · 5 A · 0,05	1						
			4 · 5 A · 0,05	1						
C23	Despacho 23	BB1	4 · 5 A ·0,1	2			2			
			3 · 5 A ·0,05	0,75						
C24	Despacho 24	BB1	4 · 5 A ·0,1	2					2	
			3 · 5 A ·0,05	0,75						
C25	Despacho 25	BB1	11 · 5 A ·0,1		5,5	5,5				
			8 · 5 A ·0,05	2						
	Fotocopiadora		1 · 3000	13	13					
C26	Despacho 26	BB1	4 · 5 A ·0,1	2			2			
			3 · 5 A ·0,05	0,75						
	Cadena HI-FI		1 · 100	0,4			0,4			
	Radio		1 · 25	0,1			0,1			
C27	S. CGBT-S27	BB1	2 · 5 A · 0,1	1			1			
			2 · 5 A · 0,05	0,5						
C28	Despacho 25	BB1	11 · 5 A ·0,1		5,5					5,5
			8 · 5 A ·0,05	2						
	Fotocopiadora		1 · 3000	13					13	
Conectores discriminados							20,75			
N00	Informática					34,9		32,6		35,4
N01	Despacho 1			2,8	2,8					
	CPU	BB1	1 · 300	1,3						
	Pantalla	BB1	1 · 220	1						
	Impresora	BB1	1 · 110	0,5						
N02	Despacho-2						2,8			
N03	Sala S3			11,7					11,7	
	CPU	BB1	1 · 300	1,3						
	Pantalla	BB1	1 · 220	1						
	Proyector	BB1	1 · 2.000	8,7						
	Impresora	BB1	1 · 110	0,5						
	Monitor TV	BB1	1 · 25	0,1						
	Vídeo	BB1	1 · 35	0,16						
N04	Sala S4			2,8	2,8					
	CPU	BB1	1 · 300	1,3						
	Pantalla	BB1	1 · 220	1						
	Impresora	BB1	1 · 110	0,5						
N05	Sala S5	BB1		2,8	2,8					
N06	Sala S6	BB1		11,7					11,7	
N07	Despacho 7	BB1		2,8	2,8					

(continúa en pág. siguiente)

(continuación)

N.º		Clase	P (W)	I (A)	Fase					
					L1		L2		L3	
N18	CPU-G	BB1	8 · 1100	19	19		19		19	
N19	Despacho 19	BB1		2,8			2,8			
N20	Sala S20	BB1		2,8	2,8					
N21	Sala S21	BB1		2,8	2,8					
N22	Sala S22	BB1		11,7			11,7			
N23	Despacho 23	BB1		2,8					2,8	
N24	Despacho 24	BB1		2,8	2,8					
N25	Despacho 25			15,3			15,3			
	CPU	BB1	3 · 300	3,9						
	Pantalla	BB1	3 · 220	3						
	Impresora	BB1	3 · 110	1,5						
	Impresora G	BB1	1 · 1100	6,9						
N26	Vestíbulo 26	BB1		9,2					9,2	
	CPU	BB1	1 · 300	1,3						
	Pantalla	BB1	1 · 220	1						
	C. telefónica	BB1	1 · 1100	6,9						
N28	Despacho 25			15,3	15,3					
T00	Alarmas técnicas				1,3					
T01	F. sist. dom.	BB1								
T02	C. humos	BB2		0,1	0,1					
T03	Sirena	BB1		0,2	0,2					
T04	Comunicación	BB1		0,2	0,2					
T05	DF agua	BB2		0,1	0,1					
T06	Electroválvula	BB2		0,3	0,3					
T07	Intrusión	BB1		0,1	0,1					
T08	Sirena	BB1		0,3	0,3					
O00	Confort					5,5		5,5		5,6
O01	S01 persiana	BB1	1 · 100	0,5	0,5					
O02	S02 persiana	BB1	1 · 100	0,5			0,5			
O03	S03 persiana	BB1	1 · 100	0,5					0,5	
O04	S03 persiana	BB1	1 · 140	0,6					0,6	
O05	S03 cortina	BB1	1 · 100	0,5					0,5	
O06	S03 cortina	BB1	1 · 140	0,6					0,6	
O07	S03 pantalla	BB1	1 · 80	0,4					0,4	
O08	S04 persiana	BB1	1 · 80	0,4	0,4					
O09	S05 persiana	BB1	1 · 80	0,4			0,4			
O10	S06 persiana	BB1	1 · 100	0,5	0,5					
O11	S06 persiana	BB1	1 · 140	0,6	0,6					
O12	S06 cortina	BB1	1 · 100	0,5	0,5					
O13	S06 cortina	BB1	1 · 140	0,6	0,6					
O14	S06 pantalla	BB1	1 · 80	0,4	0,4					
O15	S07 persiana	BB1	1 · 100	0,5			0,5			
O16	S09 persiana	BB1	1 · 80	0,4	0,4					
O17	S10 persiana	BB1	1 · 80	0,4					0,4	
O18	S15 persiana	BB1	1 · 80	0,4	0,4					
O19	S17 persiana	BB1	1 · 80	0,4	0,4					
O20	S18 persiana	BB1	1 · 100	0,5			0,5			
O22	S19 persiana	BB1	1 · 100	0,5			0,5			
O23	S19 persiana	BB1	1 · 140	0,6			0,6			
O24	S19 cortina	BB1	1 · 100	0,5			0,5			
O25	S19 cortina	BB1	1 · 140	0,6			0,6			
O26	S19 pantalla	BB1	1 · 80	0,4			0,4			
O27	S20 persiana	BB1	1 · 80	0,4	0,4					
O28	S21 persiana	BB1	1 · 80	0,4	0,4					
O29	S22 persiana	BB1	1 · 100	0,5					0,5	
O30	S22 persiana	BB1	1 · 140	0,6					0,6	
O31	S22 cortina	BB1	1 · 100	0,5					0,5	
O32	S22 cortina	BB1	1 · 140	0,6					0,6	

(continúa en pág. siguiente)

(continuación)

N.º		Clase	P (W)	I (A)	Fase					
					L1		L2		L3	
O33	S22 pantalla	BB1	1 · 80	0,4					0,4	
O34	S23 persiana	BB1	1 · 100	0,5			0,5			
O35	S24 persiana	BB1	1 · 100	0,5			0,5			
S00	Agua sanitaria caliente									5,2
S01	Planta termo 80 L	BB2	1 · 1.200	5,2					5,2	
Totales						241,37		243,18		242,85
A00	Aire acond. p. 1.ª			127,8		130,5		127,8		
R00	Renovación aire			3		2,8		1,6		
I00	Alumbrado				37,07		37,73		37,55	
E00	Electrodomésticos			2,6		1,3		1,3		
C00	Conec. enchufes			32		32,75		32		
N00	Informática				32,1		32,6		31,8	
T00	Alarmas técnicas				1,3					
O00	Confort				5,5		5,5		5,6	
S00	Agua sanit. cal.								5,2	
SA0	SAI									
	Informática 1.ª p				34,9		32,6		35,4	
	I. emergencia 1.º				3,1		3,3		3,1	
	Informática 2.ª p				51,3		52,9		50,6	
	I. emergencia 2.º									
	Informática 3.ª p				51,3		52,9		50,6	
	I. emergencia 3.º									
	Alarmas técnicas				1,8		1,8		1,8	

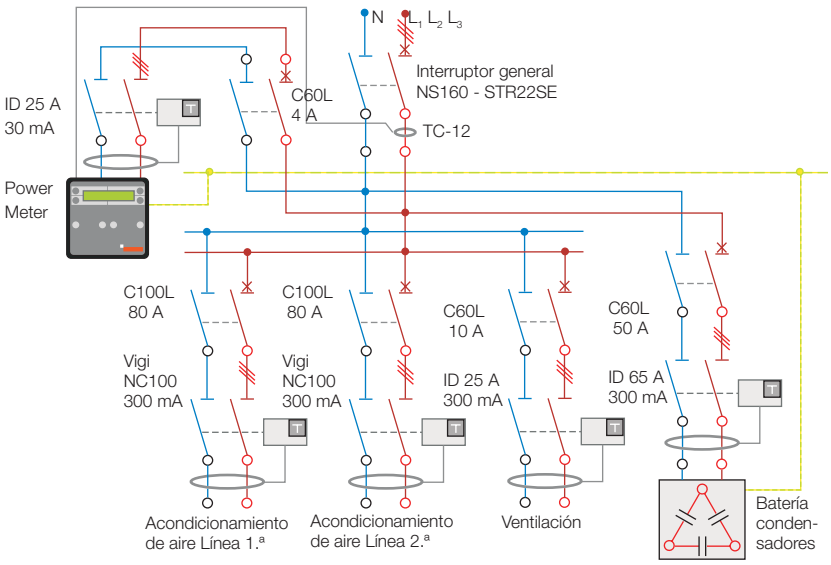
Tabla K5-068: *cargas de la primera planta.*

K
5

Esquemas eléctricos planta 1.ª

Aire acondicionado y renovación de aire

Desde el cuadro general distribuiremos en dos secciones, a la derecha y a la izquierda del mismo, todas las dependencias de la primera planta.



Nota: En todo el circuito de calefacción no hemos distribuido la línea de equipotencialidad (tierra) en los circuitos de distribución porque es fácil de asimilar que le corresponde la conexión a todas las masas y en cambio resulta engorroso en el esquema, con el solo fin de mantener una estética.

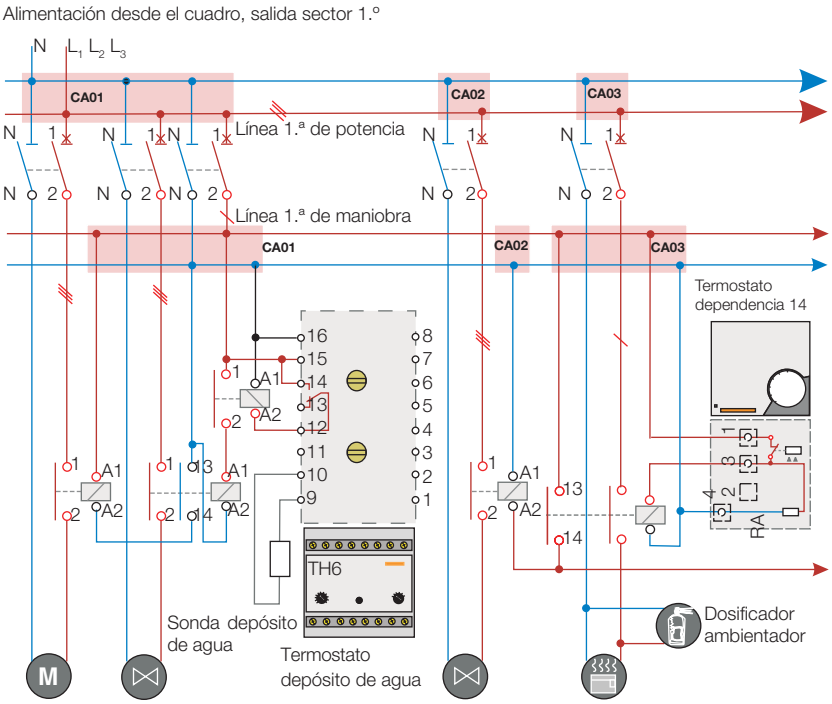
Fig. K5-069: *esquema de distribución general del acondicionamiento de aire.*

El sistema de renovación de aire lo alimentaremos a través del mismo interruptor general del aire acondicionado.
Las cargas correspondientes a estas líneas son generadoras de desfases de la tensión y la intensidad.
También son generadoras de armónicos y subarmónicos, pero en poca proporción la cual no hace aconsejable su tratamiento individualizado, pero el del desfase es oportuno tratarlo de forma individual.
Colocaremos un Power Meter para la lectura de la energía en el punto de suministro, tanto para los parámetros de calidad como para los de cantidad:

■ Los datos de calidad adecuados para este punto son:
□ Tensión, simple y compuesta.
□ Factor de potencia de las tres fases.
□ Corrimiento en las tres fases.
□ Armónicos desde el 1 al 40 y proporción.
■ Datos de cantidad:
□ Consumos por períodos.
□ Intensidades por fases (máxima y media).
□ Control en el tiempo de las intensidades máximas.

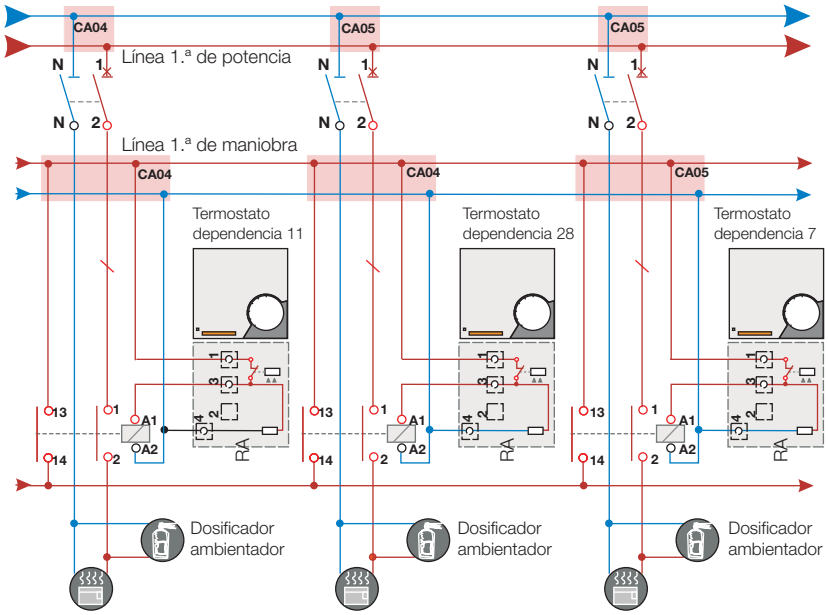
Deberemos introducir los datos en un registro para facilitar las posibles correcciones y el oportuno control.

■ Esquema acondicionamiento de aire, sector primero planta primera.



Nota: En todo el circuito de calefacción no hemos distribuido la línea de equipotencialidad (tierra) en los circuitos de distribución, porque es fácil de asimilar que le corresponde la conexión a todas las masas y en cambio resulta engorroso en el esquema, con el solo fin de mantener una estética.

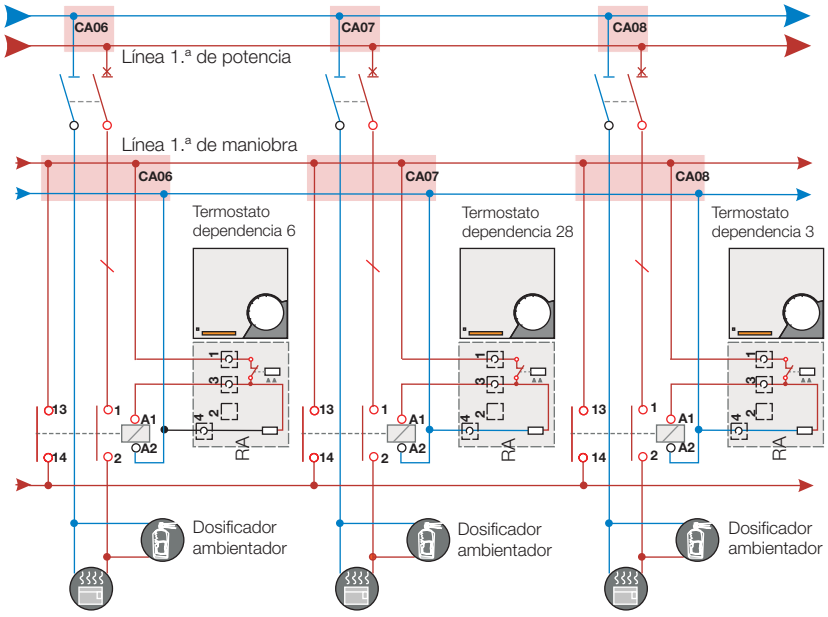
Fig. K5-070: *esquema circuito 1.º de acondicionamiento de aire.*



A11 Fancoil servicios, dependencias 12 y 11

A14 Fancoil vestuarios y despacho de secretaría dependencias 9, 8 y 28

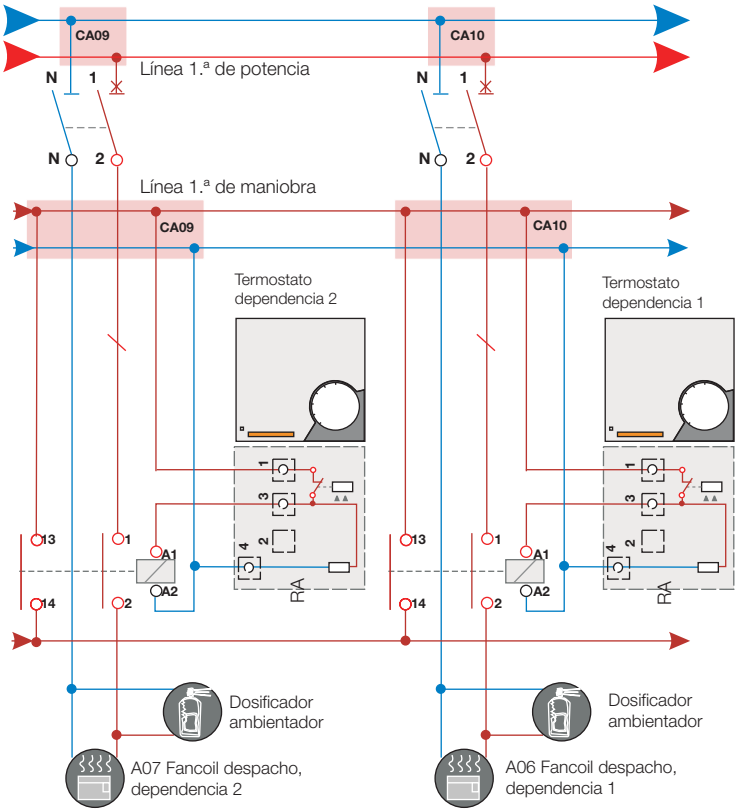
A10 Fancoil despacho dependencia 7

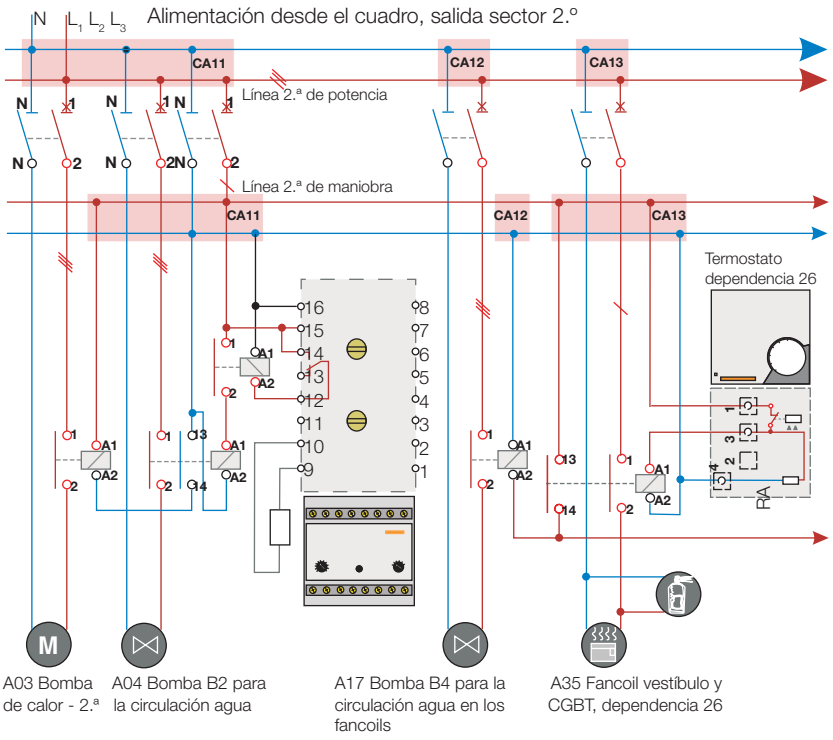


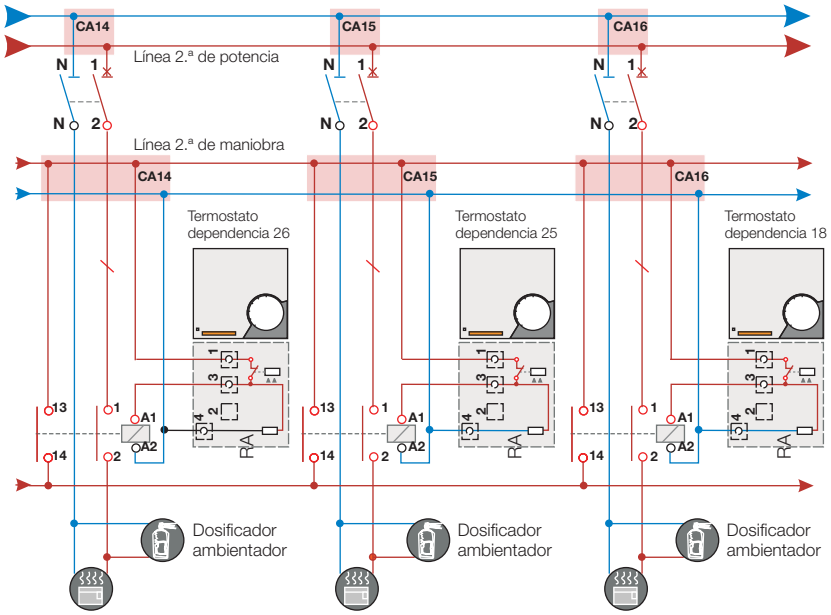
A09 Fancoil sala, reuniones, dependencia 6

A13 Pequeña sala de visitas despacho de secretaría dependencias 5, 4 y 28

A08 Fancoil sala de reuniones dependencia 3


CA09
CA10
Línea 1.ª de potencia
Línea 1.ª de maniobra
Termostato dependencia 2
Termostato dependencia 1
RA
Dosificador ambientador
Dosificador ambientador
A07 Fancoil despacho, dependencia 2
A06 Fancoil despacho, dependencia 1

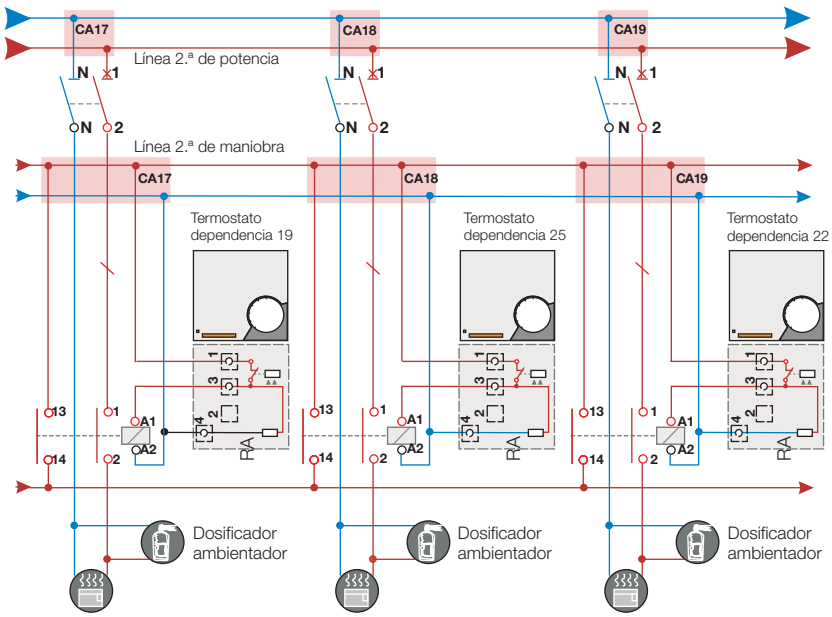

Alimentación desde el cuadro, salida sector 2.º
CA11
CA12
CA13
Línea 2.ª de potencia
Línea 2.ª de maniobra
Termostato dependencia 26
RA
A03 Bomba de calor - 2.ª
A04 Bomba B2 para la circulación agua
A17 Bomba B4 para la circulación agua en los fancoils
A35 Fancoil vestíbulo y CGBT, dependencia 26



A36 Fancoil vestíbulo y CGBT, dependencias 26 y 27

A36 Fancoil despacho secretaría, sala acondicionamiento y sala SAI dependencias 25, 16 y 17

A18 Fancoil, sala CPU central dependencia 18



A20 Fancoil despacho dependencia 19

A24 Fancoil despacho secretaría y dos salas visitas, dependencias 25, 20 y 21

A21 Fancoil sala reuniones dependencias 22

K
5

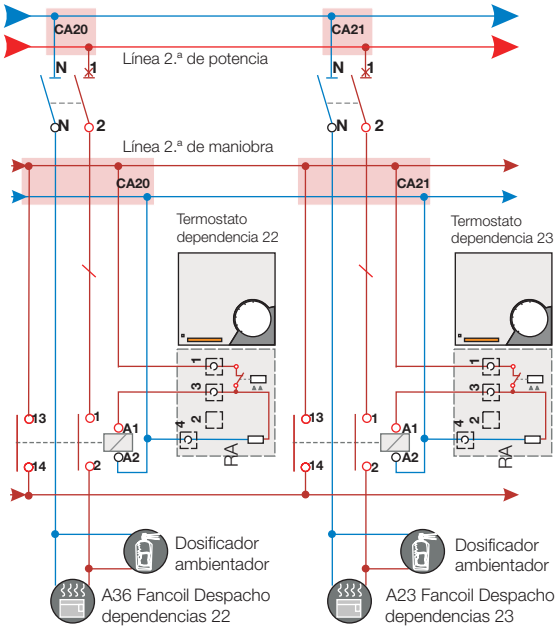


Fig. K5-071: *esquema circuito 2.º de acondicionamiento de aire.*

■ Esquema renovación de aire.

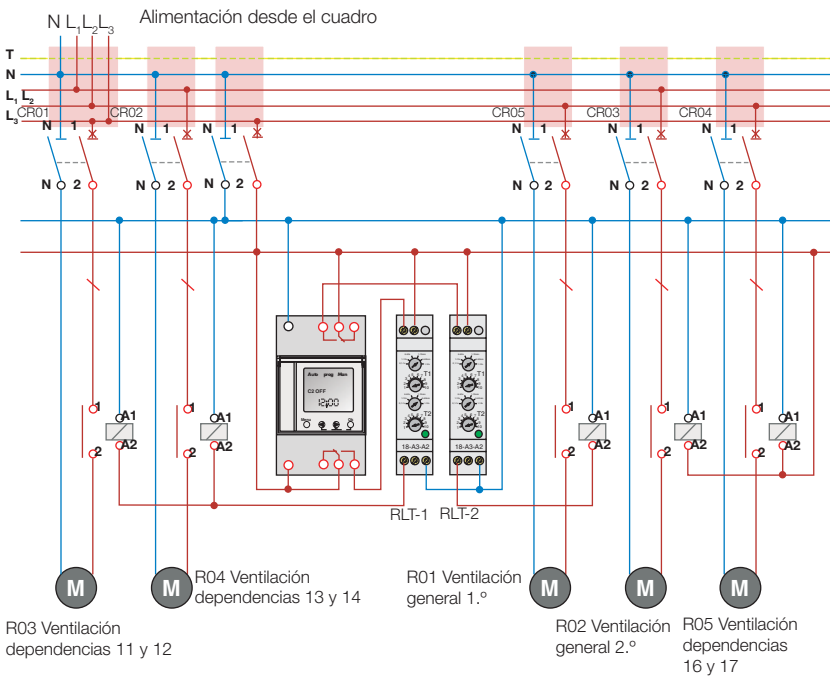


Fig. K5-072: *esquema renovación de aire, planta 1.ª.*

La renovación de aire la controlaremos con un reloj programador tipo calendario, con dos salidas programables individualmente. Para la ventilación forzada de los servicios durante la señal del programador a través de un relé de intermitencia RLT, que actuará con períodos de actividad y de paro en función de la regulación del relé.

Para la ventilación de la sala de las baterías del SAI y la sala de depósitos de acondicionamiento de aire, con otro relé RLT y otra salida del programador.

Alumbrado

Desde el cuadro general distribuiremos en dos secciones, a la derecha y a la izquierda del mismo, todas las dependencias de la primera planta.

Las cargas correspondientes a estas líneas son generadoras de desfases de la tensión y la intensidad, con un cos φ de 0,52 en el alumbrado fluorescente y un cos φ de 0,8 en el alumbrado incandescente con transformador.

También son generadoras de armónicos y subarmónicos en un 39% en los tubos fluorescentes y prácticamente despreciable en las lámpara de incandescencia con transformador, por lo cual hace aconsejable su tratamiento individualizado tanto los armónicos como el desfase.

Colocaremos un Power Meter para la lectura de la energía en el punto de suministro, tanto para los parámetros de calidad como para los de cantidad:

■ Los datos de calidad adecuados para este punto son:

□ Tensión, simple y compuesta.

□ Factor de potencia de las tres fases.

□ Corrimiento en las tres fases.

□ Armónicos desde el 1 al 40 y proporción.

■ Datos de cantidad:

□ Consumos por períodos.

□ Intensidades por fases (máxima y media).

□ Control en el tiempo de las intensidades máximas.

Deberemos introducir los datos en un registro para facilitar las posibles correcciones y el oportuno control.

■ Potencia reactiva:

□ Potencia con un cos φ = 0,52.

N.º		Caja	P (W)	I (A)	Fase		
					L1	L2	L3
I01	Despacho S1	C2I14	6 · 54	0,45	2,7		
I02	Despacho S2	C2I13	6 · 54	0,45			2,7
03	Sala S3	C2I12	8 · 54	0,45			3,6
I04	Sala S4	C2I11	3 · 54	0,45	1,35		
I05	Sala S5	C2I10	3 · 54	0,45		1,35	
I06	Sala S36	C2I09	8 · 54	0,45			3,6
I07	Despacho S7	C2I08	6 · 54	0,45			2,7
I08	Vestuario H-8	C2I07	2 · 54	0,45		0,9	
I09	Vestuario M-9	C2I06	2 · 54	0,45	0,9		
I10	Pasillo 10	C2I05	4 · 54	0,45	1,8		
I15	Pasillo 15	C105	4 · 54	0,45			1,8
I16	S. acondiciona.	C106	2 · 54	0,45		0,9	
I17	S. SAI y batería	C107	2 · 54	0,45		0,9	
I18	CPU-central-18	C108	8 · 54	0,45			3,6
I19	Despacho S19	C109	6 · 54	0,45	2,7		
I20	Sala S20	C110	8 · 54	0,45		3,6	
I21	Sala S21	C111	3 · 54	0,45			1,35
I22	Sala S22	C1I12	8 · 54	0,45	3,6		
I23	Despacho S23	C1I13	6 · 54	0,45		2,7	
I24	Despacho S24	C1I14	6 · 54	0,45			2,7
I25	Despacho S25	C1I15	16 · 54	0,45	7,2		
I26	Vestíbulo S26	C2I02	8 · 54	0,45		3,6	
I27	S. CGBT - 55	C1I01	4 · 54	0,45			1,8
I28	Despacho S28	C2I02	16 · 54	0,45		7,2	
Totales					**20,25**	**21,25**	**23,85**

Tabla K5-073: *intensidades con cos φ = 0,52.*

$$I = \frac{I_{L1} + I_{L2} + I_{L3}}{3} = \frac{20{,}25 + 21{,}25 + 23{,}85}{3} = 21{,}78\ A$$

■ Potencia aparente:

$$S = \frac{P}{\cos\varphi} = \frac{\sqrt{3}\cdot U\cdot I\cdot\cos\varphi}{\cos\varphi} = \sqrt{3}\cdot U\cdot I = \sqrt{3}\cdot 400\,V\cdot 21{,}78\,A \cong 15\ kVA$$

Si deseamos compensar hasta un cos φ = 0,98, según la Tabla E5-003 de la página E/49 del Volumen 1 debemos multiplicar por 1,441 la potencia activa:

$$Q_c(VAr) = 1{,}441\cdot P(kW) = 1{,}441\sqrt{3}\cdot U\cdot I\cdot\cos\varphi = 11.294\ VAr \cong 11{,}3\ kVAr$$

□ Potencia con un cos φ = 0,8.

N.º		Caja	P (W)	I (A)	Fase		
					L1	L2	L3
I01	Despacho S1	C2I14	8 · 50	0,22	1,76		
			1 . 55	0,24	0,24		
I02	Despacho S2	C2I13	8 · 50	0,22			1,76
			1 . 55	0,24			0,24
I03	Sala S3	C2I12	13 · 50	0,22			2,86
I04	Sala S4	C2I11	4 · 50	0,22	0,88		
I05	Sala S5	C2I10	4 · 50	0,22		0,88	
I06	Sala S36	C2I09	13 · 50	0,22			2,86
I07	Despacho S7	C2I08	8 · 50	0,22			1,76
			1 . 55	0,24			0,24
I11	Servicio H-11	C2I03	5 · 50	0,22	1,1		
I12	Servicio M-12	C2I04	5 · 50	0,22			1,1
I13	Servicio H-13	C1I03	5 · 50	0,22	1,1		
I14	Servicio M-14	C1I04	5 · 50	0,22		1,1	
I19	Despacho S19	C1I09	8 · 50	0,22	1,76		
			1 . 55	0,24	0,24		
I20	Sala S20	C1I10	13 · 50	0,22		2,86	
I21	Sala S21	C1I11	4 · 50	0,22			0,88
I22	Sala S22	C1I12	13 · 50	0,22	2,86		
I23	Despacho S23	C1I13	8 · 50	0,22		1,76	
			1 . 55	0,24		0,24	
I24	Despacho S24	C1I14	8 · 50	0,22			1,76
			1 . 55	0,24			0,24
I25	Despacho S25	C1I02	28 · 50	0,22	6,16		
			3 . 55	0,24	0,72		
I26	Vestíbulo S26	C2I01	13 · 50	0,22		2,86	
I28	Despacho S28	C2I02	28 · 50	0,22		6,16	
			3 . 55	0,24		0,72	
Total					**16,82**	**16,58**	**13,7**

Tabla K5-074: *intensidad de las cargas con cos φ = 0,8.*

$$I = \frac{I_{L1} + I_{L2} + I_{L3}}{3} = \frac{16{,}82 + 16{,}56 + 13{,}7}{3} = 16{,}7\ A$$

■ Potencia aparente:

$$S = \frac{P}{\cos\varphi} = \frac{\sqrt{3}\cdot U\cdot I\cdot\cos\varphi}{\cos\varphi} = \sqrt{3}\cdot U\cdot I = \sqrt{3}\cdot 400\ V\cdot 16{,}7\,A = 11.556\ VA$$

Si deseamos compensar hasta un cos φ = 0,98, según la Tabla E5-003 de la página E/49 del Volumen 1 debemos multiplicar por 0,541 la potencia activa:

$$Q_c(VAr) = 1{,}441\cdot P(kW) = 0{,}541\sqrt{3}\cdot U\cdot I\cdot\cos\varphi = 5.001\ VAr \cong 5\ kVAr$$

■ Potencia reactiva total:

$$Q_T = 11{,}3\ kVAr + 5\ kVAr = 16{,}3\ kVAr$$

Una batería Rectibloc clase H de 20 kVAr de tres grupos, con regulador Varlogic.

■ Armónicos.

La carga capaz de crear los armónicos son los tubos fluorescentes con un THDI del 37%. La intensidad media de la carga de tubos fluorescentes es:

$$I = \frac{I_{L1} + I_{L2} + I_{L3}}{3} = \frac{20{,}25 + 21{,}25 + 23{,}85}{3} = 21{,}78\ A$$

La intensidad armónica:

$$THDI = 0{,}37\ In = 0{,}37 \cdot 21{,}78 = 8{,}06\ A$$

$$Fase\ L3\ (THDI) = 0{,}37 \cdot 25{,}85 = 8{,}83\ A$$

Con un compensador activo SineWave SW20 compensaremos sobradamente los armónicos, aun cuando las lámparas de sobremesa permitieran una regulación de luminosidad, las cuales incrementarían los armónicos.

Atención al armónico tercero que circula por el neutro, se debe acorralar y compensar para que no llegue a los condensadores.

La distorsión más importante es que los armónicos generados con mayor proporción son el tercero y el quinto, los cuales circulan por el neutro. Si mantenemos el concepto utilizado, de que solamente circula por el neutro el desequilibrio de la suma vectorial de las fases, nos permitirá considerar una menor sección en el neutro, normalmente la mitad.

Pero al considerar la realidad, los 8 A de armónicos más el desequilibrio de la suma vectorial de las fases, nos obligará a considerar una sección no mitad de la de las fases, o sea considerar una sección igual a las fases.

■ Esquemas de los circuitos de alumbrado de la primera planta.

La distribución la realizaremos a través de dos líneas, a la derecha y a la izquierda del cuadro general.

■ Esquema de distribución del alumbrado de la primera planta.

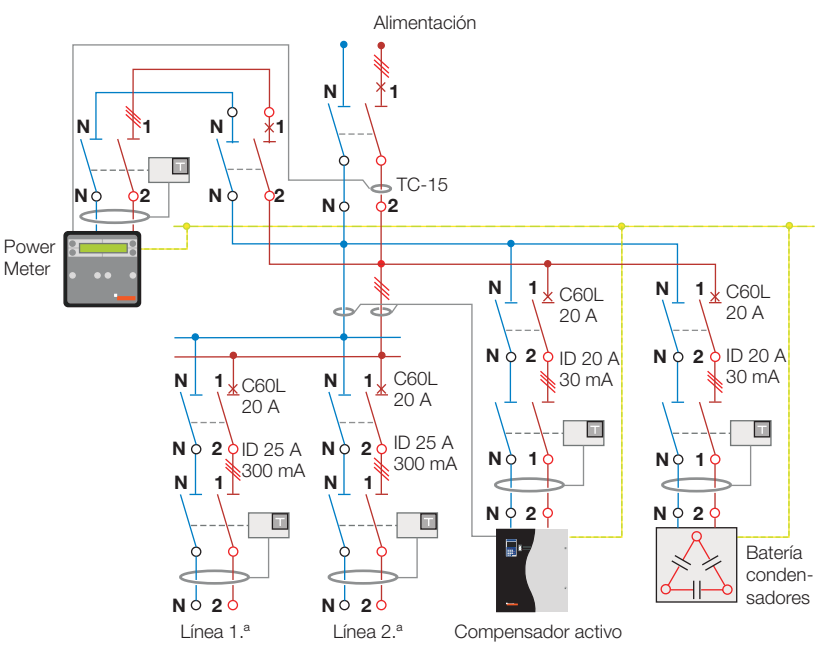
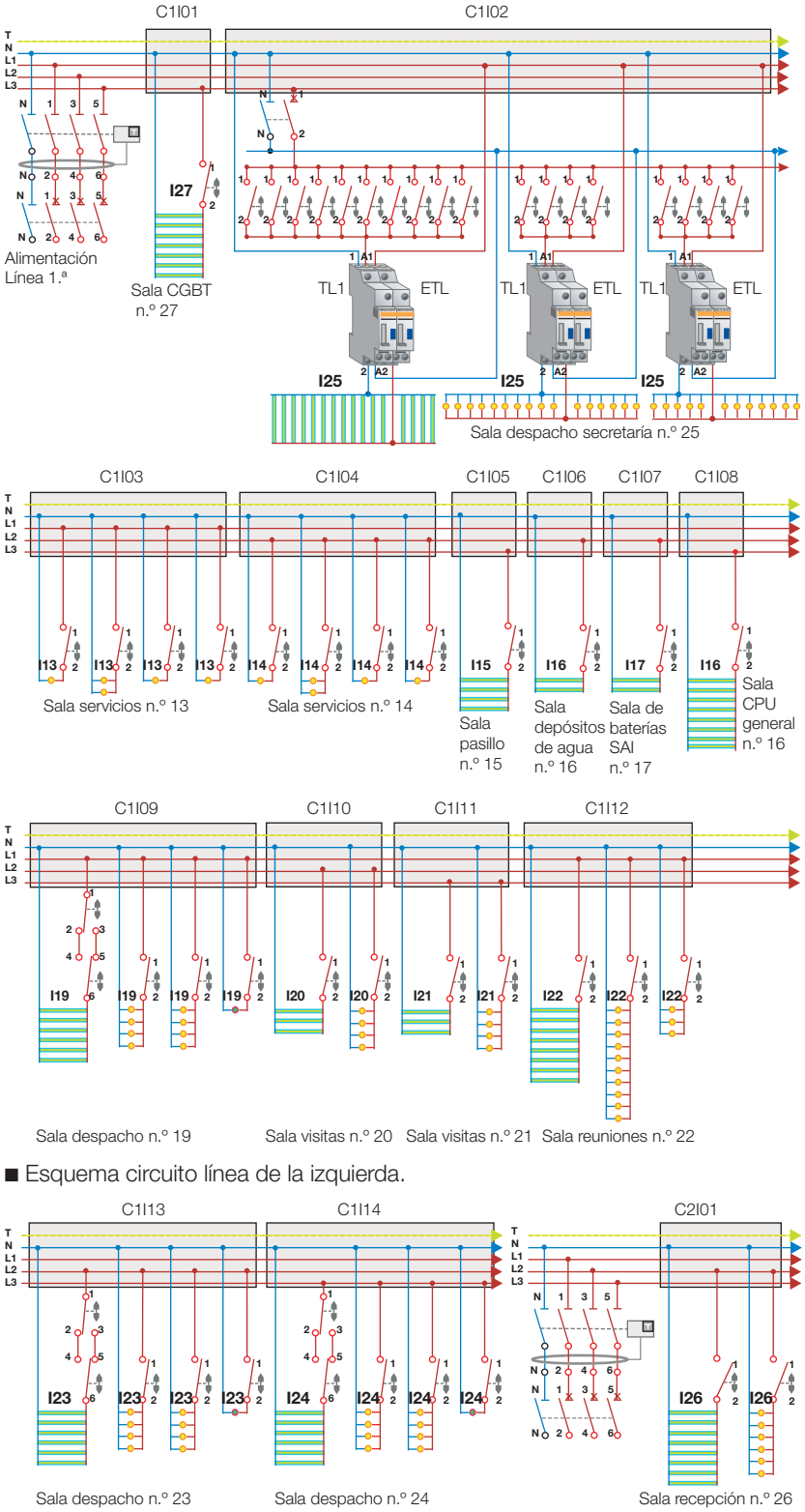


Fig. K5-075: *esquema de distribución y compensación del alumbrado planta primera.*

■ Esquema línea de la derecha.



■ Esquema circuito línea de la izquierda.

Fig. K5-076: *esquema del circuito de la línea de la derecha.*

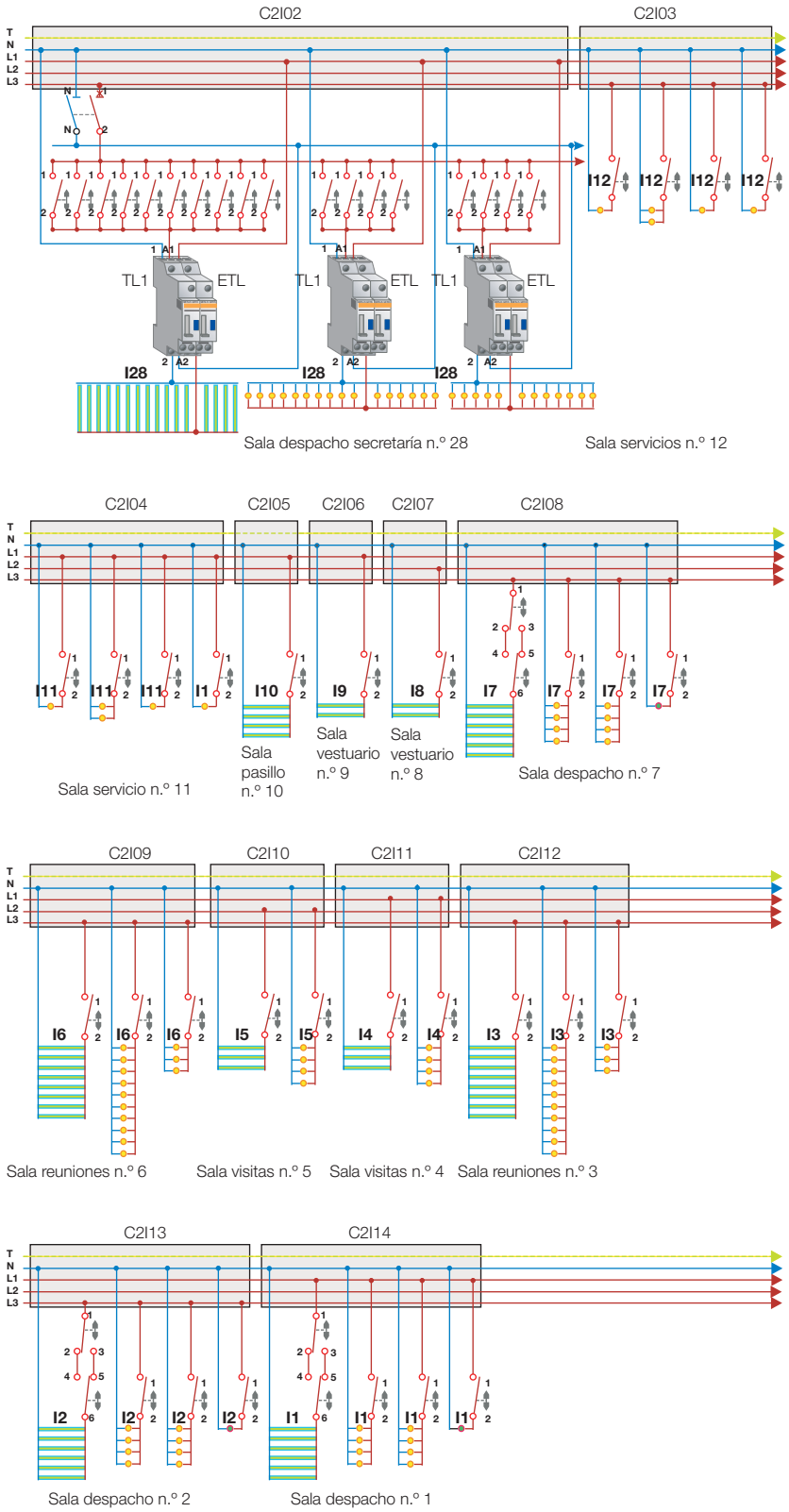


Fig. K5-077: *esquema del circuito de la línea de la izquierda.*

Red de 230 V

Desde el cuadro general distribuiremos en dos secciones, a la derecha y a la izquierda del mismo, todas las dependencias de la primera planta.

Con esta red alimentaremos:

- Las tomas de corriente de 230 V y las discriminadas.
- Los dispensadores de toallas.
- El hilo musical.
- El confort.

Desde las cajas de empalme de cada dependencia podremos derivar la energía para cada aplicación.

- Cargas de las dos líneas de alimentación a 230/400 V:
  - Línea 1.ª.

N.º		Caja	P (W)	I (A)	Fase					
					L1	29,7	L2	19,1	L3	10,1
C27	S. CGBT S27	CC01	2 · 5 A · 0,1	1			1	1		
			2 · 5 A · 0,05	0,75						
C25	Despacho 25	CC02	11 · 5 A ·0,1	5,5	5,5	18,5				
			8 · 5 A ·0,05	2						
	Fotocopiadora		1 · 3000	13	13					
C13	Servicio H-S13	CC03	2 · 5 A · 0,1	1	1	2,3				
			2 · 5 A · 0,05	0,5						
E03	Dispensador-13		1 · 300	1,3	1,3					
C14	Servicio M-S14	CC04	2 · 5 A · 0,1	1	1	2,3				
			2 · 5 A · 0,05	0,5						
E04	Dispensador-14		1 · 300	1,3	1,3					
C15	Pasillo S15	CC05	2 · 5 A · 0,1	1		0,4			1	1
			2 · 5 A · 0,05	0,5						
O18	S15 persiana		1 · 80	0,4	0,4					
C16	S. acondi. S16	CC06	2 · 5 A · 0,1 1		1	1				
			2 · 5 A · 0,05	0,5						
C17	S. SAI S17	CC07	2 · 5 A · 0,1 1			0,4			1	1
			2 · 5 A · 0,05	0,5						
O19	S17 persiana		1 · 80	0,4	0,4					
C18	Sala CPU-G S18	CC08	4 · 5 A · 0,1	2				0,5	2	2
			4 · 5 A · 0,05	1						
O20	S18 persiana		1 · 100	0,5			0,5			
C19	Despacho-19	CC09	4 · 5 A ·0,1	2	2	2		2,6		
			3 · 5 A ·0,05	0,75						
O22	S19 persiana		1 · 100	0,5			0,5			
O23	S19 persiana		1 · 140	0,6			0,6			
O24	S19 cortina		1 · 100	0,5			0,5			
O25	S19 cortina		1 · 140	0,6			0,6			
O26	S19 pantalla		1 · 80	0,4			0,4			
C20	Sala S20	CC10	3 · 5 A · 0,1	1,5		0,4	1,5	1,5		
			2 · 5 A · 0,05	0,5						
O27	S20 persiana		1 · 80	0,4	0,4					
C21	Sala S21	CC11	3 · 5 A · 0,1	1,5		0,4			1,5	1,5
			2 · 5 A · 0,05	0,5						
O28	S21 persiana		1 · 80	0,4	0,4					
C22	Sala S22	CC12	4 · 5 A · 0,1	2	2	2				2,6
			4 · 5 A · 0,05	1						
O29	S22 persiana		1 · 100	0,5					0,5	
O30	S22 persiana		1 · 140	0,6					0,6	
O31	S22 cortina		1 · 100	0,5					0,5	
O32	S22 cortina		1 · 140	0,6					0,6	
O33	S22 pantalla		1 · 80	0,4					0,4	
C23	Despacho 23	CC13	4 · 5 A ·0,1	2			2	2,5		
			3 · 5 A ·0,05	0,75						
O34	S23 persiana		1 · 100	0,5			0,5			
C24	Despacho 24	CC14	4 · 5 A ·0,1	2				0,5	2	2
			3 · 5 A ·0,05	0,75						
O35	S24 persiana		1 · 100	0,5			0,5			
Conectores discriminados							10,5			

□ Línea 2.ª

N.º		Caja	P (W)	I (A)	Fase					
					L1	11	L2	21,2	L3	34
C26	Despacho 26	CC15	4 · 5 A ·0,1	2			2	2,5		
			3 · 5 A ·0,05	0,75						
	Cadena HI-FI		1 · 100	0,4			0,4			
	Radio		1 · 25	0,1			0,1			
C28	Despacho 25	CC16	11 · 5 A ·0,1	5,5					5,5	18,5
			8 · 5 A ·0,05	2						
	Fotocopiadora		1 · 3000	13					13	
C12	Servicio M-S12	CC17	2 · 5 A · 0,1	1					1	7,5
			2 · 5 A · 0,05	0,5						
E02	Dispensador 12		1 · 300	1,3					1,3	
S01	Planta termo 80 L		1 · 1.200	5,2					5,2	
C11	Servicio H-S11	CC18	2 · 5 A · 0,1	1			1	2,3		
			2 · 5 A · 0,05	0,5						
E01	Dispensador 11		1 · 300	1,3			1,3			
C10	Pasillo S10	CC19	2 · 5 A · 0,1	1	1	1				0,4
			2 · 5 A · 0,05	0,5						
O17	S10 persiana		1 · 80	0,4					0,4	
C09	Vestuario M-S9	CC20	2 · 5 A · 0,1	1		1			1	1
			2 · 5 A · 0,05	0,5						
O16	S09 persiana		1 · 80	0,4	0,4					
C08	Vestuario H-S8	CC21	2 · 5 A · 0,1	1			1	1		
			2 · 5 A · 0,05	0,5						
C07	Despacho 7	CC22	4 · 5 A ·0,1	2	2	2		0,5		
			3 · 5 A ·0,05	0,75						
O15	S07 persiana		1 · 100	0,5			0,5			
C06	Sala S6	CC23	4 · 5 A · 0,1	2		2,6			2	2
			4 · 5 A · 0,05	1						
O10	S06 persiana		1 · 100	0,5	0,5					
O11	S06 persiana		1 · 140	0,6	0,6					
O12	S06 cortina		1 · 100	0,5	0,5					
O13	S06 cortina		1 · 140	0,6	0,6					
O14	S06 pantalla		1 · 80	0,4	0,4					
C05	Sala S5	CC24	3 · 5 A · 0,1	1,5			1,5	1,9		
			2 · 5 A · 0,05	0,5						
O09	S05 persiana		1 · 80	0,4			0,4			
C04	Sala S4	CC25	3 · 5 A · 0,1	1,5	1,5	1,9				
			2 · 5 A · 0,05	0,5						
O08	S04 persiana		1 · 80	0,4	0,4					
C03	Sala S3	CC26	4 · 5 A · 0,1	2					2	4,6
			4 · 5 A · 0,05	1						
O03	S03 persiana		1 · 100	0,5					0,5	
O04	S03 persiana		1 · 140	0,6					0,6	
O05	S03 cortina		1 · 100	0,5					0,5	
O06	S03 cortina		1 · 140	0,6					0,6	
O07	S03 pantalla		1 · 80	0,4					0,4	
C02	Despacho 2	CC27	4 · 5 A ·0,1	2			2	2,5		
			3 · 5 A ·0,05	0,75						
O02	S02 persiana		1 · 100	0,5			0,5			
C01	Despacho 1	CC28	4 · 5 A ·0,1	2	2	2,5				
			3 · 5 A ·0,05	0,75						
O01	S01 persiana		1 · 100	0,5	0,5					
Conectores discriminados							10,5			
Totales dos sectores					**L1**	**40,7**	**L2**	**40,3**	**L3**	**44,1**
Simultaneidad apreciada 60%						25		25		26,5

Tabla K5-078: *tabla de las cargas de la línea de alimentación a 230 V.*

■ Esquema para la alimentación de las tomas de corriente a 230 V.

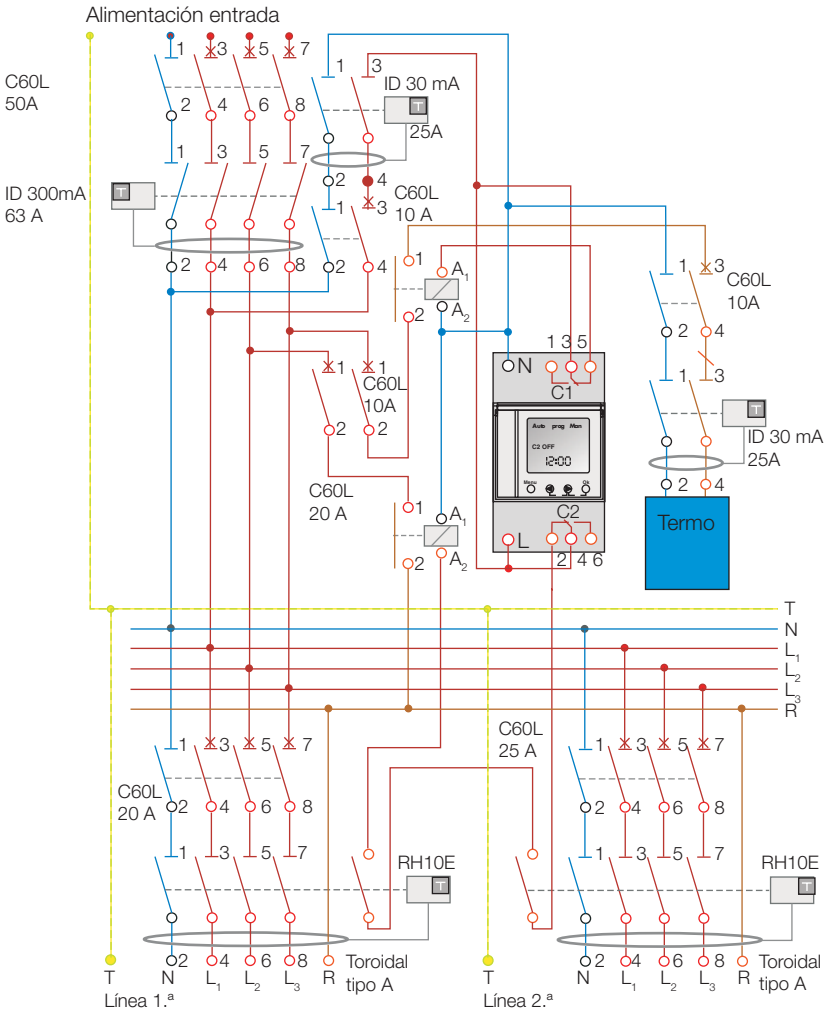


Fig. K5-079: *esquema alimentación circuito para las tomas de corriente de 230 V.*

La línea se deberá calcular para la fase más cargada.
En la alimentación para el confort deberemos diferenciar dos circuitos, el de las persianas, con capacidad para poderlas maniobrar individualmente o a la vez, y el de las cortinas y pantallas de proyección, que sólo las manipularemos de forma individual. Las tomas de potencia se realizarán desde la caja de bornes de cada dependencia.
Dispondremos de una fase discriminada para las tomas de corriente de los electrodomésticos de limpieza, a través de un reloj programador.
Dispondremos de un control en el tiempo del calentamiento del agua sanitaria a través del segundo circuito del reloj de las tomas de corriente discriminadas, para calentar el agua en las horas valle.
Tanto la generación de armónicos como el desfase de las cargas conocidas es insignificante, por tanto dejaremos su tratamiento englobado en la compensación general.
■ Alimentación de las cargas informáticas.
Desde la fuente de alimentación ininterrumpida SAI distribuiremos en dos secciones, a la derecha y a la izquierda del mismo, todas las dependencias de la primera planta.

Las cargas informáticas son generadoras de armónicos y trabajan con un cos φ del orden de 0,7.
Estas cargas son muy sensibles a los armónicos y ellas son generadoras, produciendo un efecto multiplicador con valores de factor de cresta de 2,4 a 2,8 veces. Su tasa global de distorsión es del orden del 93%, THDI = 93%.

□ Línea 1.ª.

N.º		Clase	P (W)	I (A)	Fase					
					L1	27,4	L2	48,8	L3	21,8
N25	Despacho 25	IT-01		15,3			15,3			
N18	CPU-G	IT-02	8 · 1100	19	19		19		19	
N19	Despacho 19	IT-03		2,8			2,8			
N20	Sala S20	IT-04		2,8	2,8					
N21	Sala S21	IT-05		2,8	2,8					
N22	Sala S22	IT-06		11,7			11,7			
N23	Despacho 23	IT-07		2,8					2,8	
N24	Despacho 24	IT-08		2,8	2,8					

□ Línea 2.ª.

N.º		Clase	P (W)	I (A)	Fase					
					L1	26,5	L2	2,8	L3	32,6
N26	Vestíbulo 26	IT-09		9,2					9,2	
N28	Despacho 25	IT-10		15,3	15,3					
N07	Despacho 7	IT-11		2,8	2,8					
N06	Sala S6	IT-12		11,7					11,7	
N05	Sala S5	IT-13		2,8	2,8					
N04	Sala S4	IT-14		2,8	2,8					
N03	Sala S3	IT-15		11,7					11,7	
N02	Despacho 2	IT-16					2,8			
N01	Despacho 1	IT-17		2,8	2,8					

Tabla K5-080: *consumos de las cargas informáticas de la primera planta.*

En la línea 1.ª tenemos incorporada la CPU central. Es conveniente tener un tratamiento individualizado para ella, tanto de armónicos como de factor de potencia, y un tratamiento para cada línea de alimentación.
Por tanto consideraremos primero la CPU central.
■ Tratamiento de la CPU:
□ Potencia de la CPU:

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot 400\ V \cdot 19\ A \cdot 0{,}7 = 9{,}2\ kW$$

Con un cos φ medio de 0,7 para pasar a un cos φ de 0,98 debemos multiplicar por 0,811, según la Tabla E5-003 de la página E/49 del Volumen 1.

$$Q_c\ (kVAr) = P(kW) \cdot K = 9{,}2\ kW \cdot 0{,}881 = 7{,}46\ kVAr$$

Consideraremos una batería Varplus clase SAH de 7,5 kVAr a 400 V.
□ Los armónicos con un THDI del 93%:

$$THDI = In \cdot 0{,}93 = 19 \cdot 0{,}93 = 17{,}67\ A$$

Podemos instalar un compensador activo SineWave SW20.
■ Tratamiento de la línea 1.ª.
Compensaremos el factor de potencia con una batería para la intensidad media de la línea:
□ Intensidad media:

$$I_{1.ª} = \frac{I_{L1} + I_{L2} + I_{L3}}{3} = \frac{8{,}4 + 29{,}8 + 2{,}8}{3} = 13{,}67\ A$$

□ La potencia media será:

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot 400\ V \cdot 13{,}67\ A \cdot 0{,}7 = 6{,}62\ kW$$

Con un cos φ medio de 0,7 para pasar a un cos φ de 0,98 debemos multiplicar por 0,811, según la Tabla E5-003 de la página E/49 del Volumen 1.

$$Q_c(kVAr) = P(kW) \cdot K = 6{,}62\ kW \cdot 0{,}881 = 5{,}37\ kVAr$$

Consideraremos una batería Varplus clase SAH de 5 kVAr a 400 V.

□ Los armónicos con un THDI del 93%:

$$THDI = In \cdot 93\% = 29{,}8 \cdot 0{,}93 = 27{,}71\ A$$

Podemos instalar un compensador activo SineWave SW30.

■ Tratamiento de la línea 2.ª.

Compensaremos el factor de potencia con una batería para la intensidad media de la línea:

□ Intensidad media:

$$I_{2.^a} = \frac{I_{L1} + I_{L2} + I_{L3}}{3} = \frac{26{,}5 + 2{,}8 + 32{,}6}{3} = 20{,}64\ A$$

□ La potencia media será:

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot 400\,V \cdot 20{,}64\,A \cdot 0{,}7 = 10\,kW$$

Con un cos φ medio de 0,7 para pasar a un cos φ de 0,98 debemos multiplicar por 0,811, según la Tabla E5-003 de la página E/49 del Volumen 1.

$$Q_c(kVAr) = P(kW) \cdot K = 10\ kW \cdot 0{,}881 = 8{,}8\ kVAr$$

Consideraremos una batería Varplus clase SAH de 7,5 kVAr a 400 V.

□ Los armónicos con un THDI del 93%:

$$THDI = In \cdot 93\% = 32{,}6 \cdot 0{,}93 = 30{,}32\ A$$

Podemos instalar un compensador activo SineWave SW30.

■ Consideración total de la red:

□ Intensidad media:

$$I_T = \frac{I_{L1} + I_{L2} + I_{L3}}{3} = \frac{53{,}9 + 51{,}6 + 54{,}4}{3} = 53{,}3\ A$$

□ La potencia media será:

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot 400\,V \cdot 53{,}3\ A \cdot 0{,}7 = 25{,}82\ kW$$

Con un cos φ medio de 0,7 para pasar a un cos φ de 0,98 debemos multiplicar por 0,811, según la Tabla E5-003 de la página E/49 del Volumen 1.

$$Q_c(kVAr) = P(kW) \cdot K = 25{,}02\ kW \cdot 0{,}881 = 20{,}29\ kVAr$$

Hemos colocado una batería Varplus clase SAH de 7,5 de 5 y de 7,5 kVAr, total 20 kVAr, por tanto está perfectamente compensado.

□ Los armónicos con un THDI del 93%:

$$THDI = In \cdot 93\% = 54{,}4 \cdot 0{,}93 = 50{,}6\ A$$

Hemos colocado un SineWave de SW20, un SW30 y un SW30, con una capacidad total de compensar de 80 A, por tanto está perfectamente compensado.

El circuito de distribución del SAI, tanto en la alimentación en régimen TT como la distribución en régimen IT, lo describiremos en la parte correspondiente al cuadro general de las tres plantas.

En este apartado solamente describiremos desde la toma de tensión de cada una de las dos líneas de distribución y la propia distribución:

■ Circuito telefónico.

En este apartado solamente describiremos la línea de distribución correspondiente a las dependencias tratadas de la primera planta.

Se efectuará una descripción de la distribución telefónica de las tres plantas.

■ Circuito TV.

En este apartado solamente describiremos la línea de distribución correspondiente a las dependencias tratadas de la primera planta.

Se efectuará una descripción de la distribución de la señal de TV de las tres plantas y de todo el edificio en los servicios generales.

■ Esquema de alimentación de la línea 1.ª de la red del SAI para las cargas informáticas.

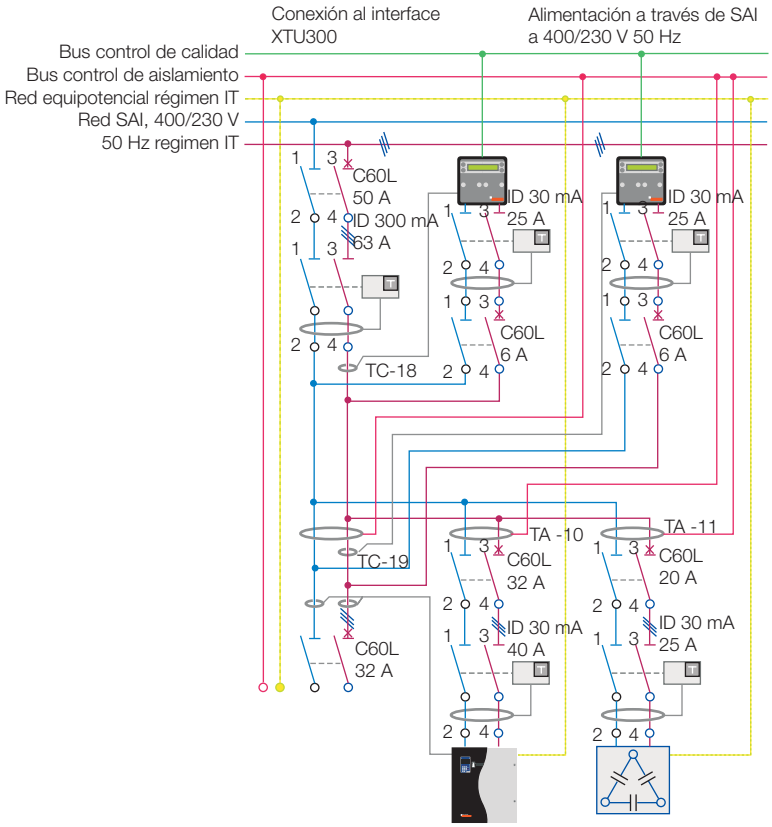


Fig. K5-081: *esquema de alimentación y compensación línea 1.ª de la 1.ª planta.*

Colocaremos dos Power Meter para la lectura de la energía en el punto de suministro, y entre las cargas y la corrección, para comparar los datos tanto para los parámetros de calidad como para los de cantidad.

■ Los datos de calidad adecuados para los dos puntos son:

□ Tensión, simple y compuesta.

□ Factor de potencia de las tres fases.

□ Corrimiento en las tres fases.

□ Armónicos desde el 1 al 40 y proporción.

■ Datos de cantidad para el punto de control de entrada:

□ Consumos por períodos.

□ Intensidades por fases (máxima y media).

□ Control en el tiempo de las intensidades máximas.

Deberemos introducir los datos en un registro para facilitar las posibles correcciones y el oportuno control.

■ Línea de distribución conectores n.º 1.

La distribución se realiza partiendo de los bornes de alimentación de la línea 1.ª (Fig. K5-081), con una red de:

□ Línea comunicación red informática (color verde).

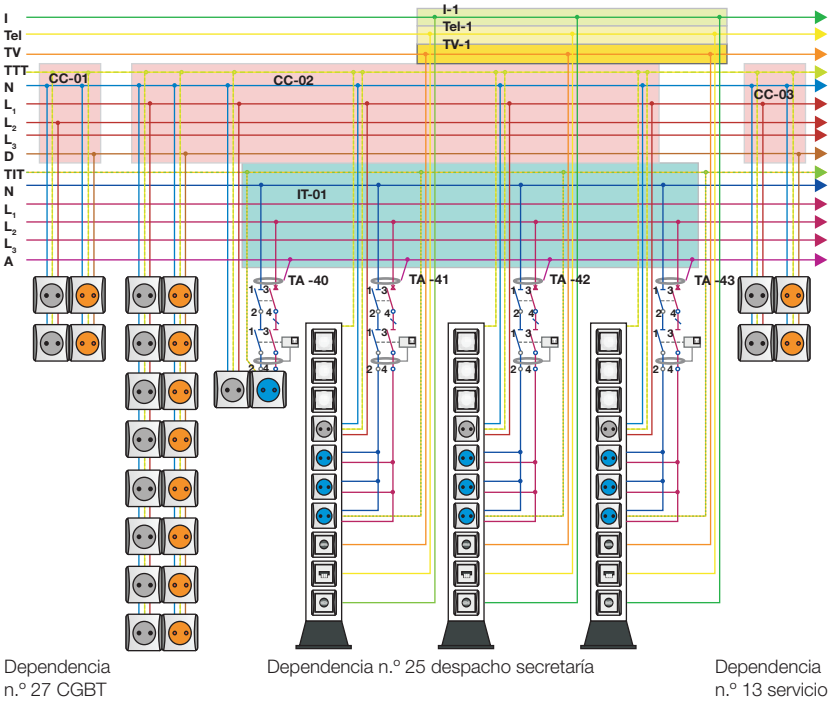
□ Línea telefónica (color amarillo).

□ Línea con señal de TV (color naranja).

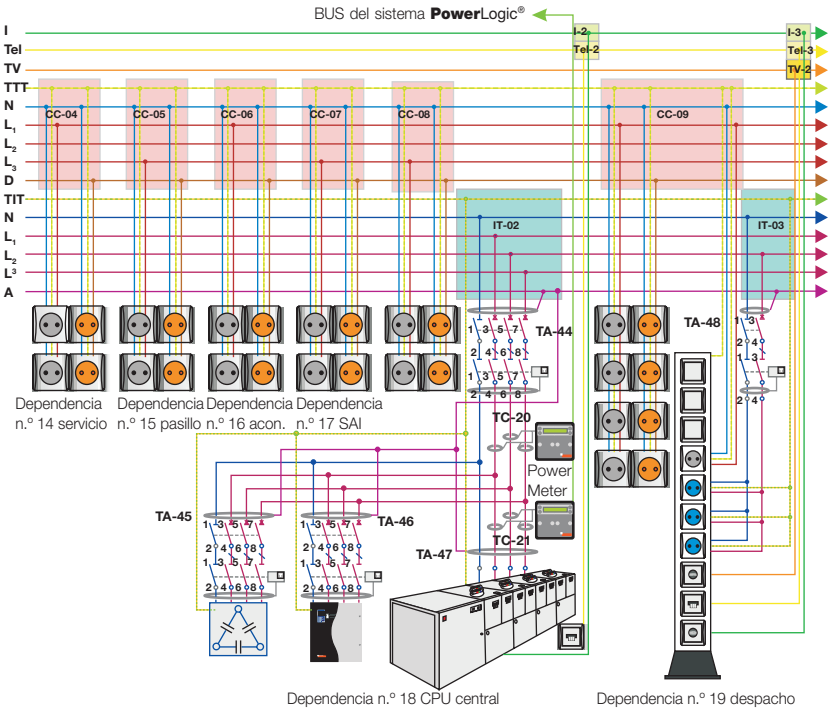
□ Línea equipotencial red de alimentación TT (color amarillo-verde a trazos).

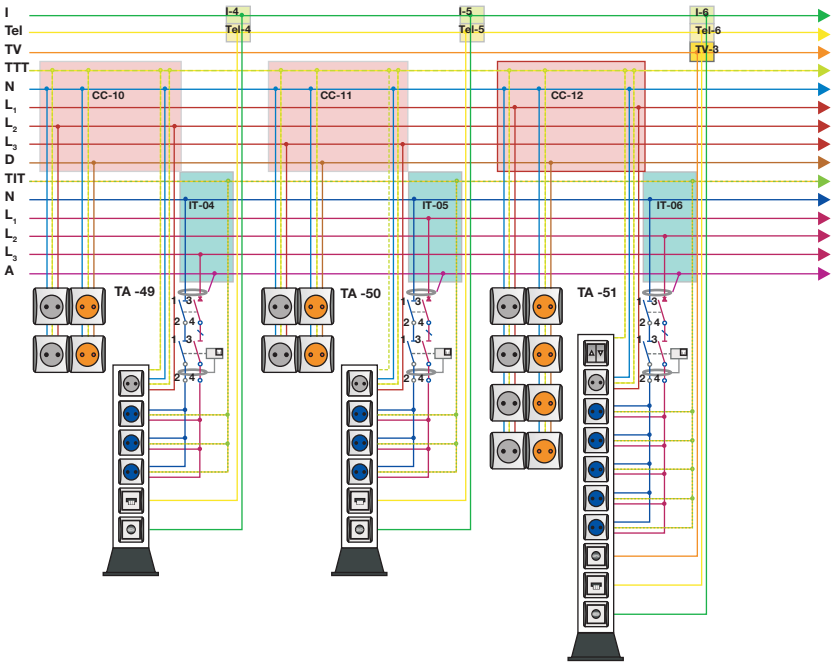
□ Línea a 400/230 V, 50 Hz (neutro color azul, fases color marrón, fase discriminada color marrón claro).

- Línea equipotencial red de alimentación IT (color amarilo-verde a puntos).
- Línea de alimentación ininterrumpida (SAI) de 400/230 V, 50 Hz (neutro color azul oscuro, fases color marrón-violeta).
- Bus de comunicación control de aislamiento (color violeta claro).



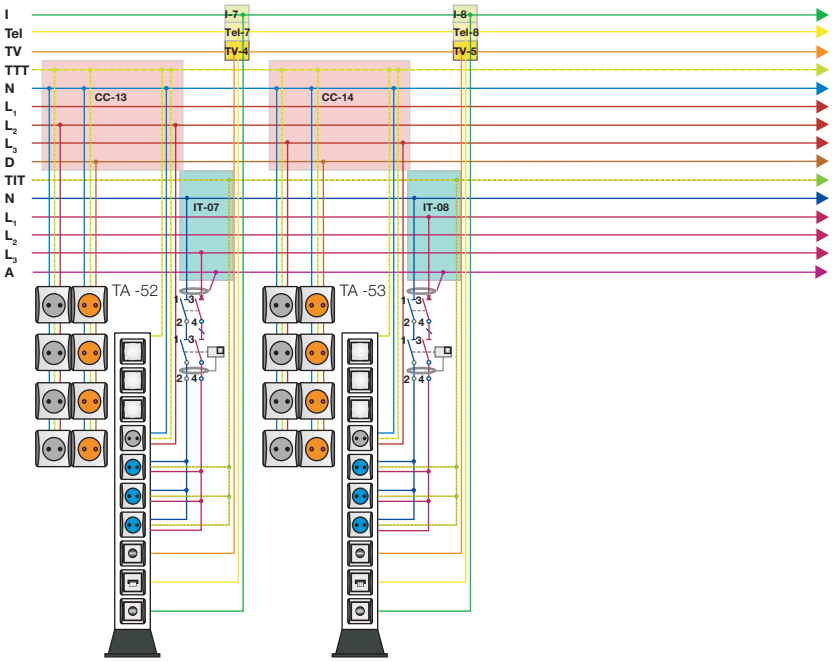
Cada línea efectuará sus derivaciones a través de una caja de bornes individual.





Dependencia n.º 20 sala visitas Dependencia n.º 21 sala visitas Dependencia n.º 22 sala reuniones.

Las tomas de corriente para las cargas se efectuará con bases de la serie Unica situadas en cajas empotradas o columnas del sistema Canalis.



Dependencia n.º 23 despacho Dependencia n.º 24 despacho

Fig. K5-082: *esquema distribución línea 1.ª de la primera planta.*

■ Esquema de alimentación de la línea 2.ª de la red de SAI, para las cargas informáticas.

Colocaremos dos Power Meter para la lectura de la energía en el punto de suministro y entre las cargas y la corrección para comparar los datos, tanto para los parámetros de calidad como para los de cantidad.

■ Los datos de calidad adecuados para los dos puntos son:

□ Tensión, simple y compuesta.

□ Factor de potencia de las tres fases.

□ Corrimiento en las tres fases.

□ Armónicos desde el 1 al 40 y proporción.

■ Datos de cantidad para el punto de control de entrada:

□ Consumos por períodos.

□ Intensidades por fases (máxima y media).

□ Control en el tiempo de las intensidades máximas.

Deberemos introducir los datos en un registro para facilitar las posibles correcciones y el oportuno control.

■ Línea de distribución conectores n.º 1.

La distribución se realiza partiendo de los bornes de alimentación de la línea 2.ª (Fig. K5-082), con una red de:

□ Línea comunicación red informática (color verde).

□ Línea telefónica (color amarillo).

□ Línea con señal de TV (color naranja).

□ Línea equipotencial red de alimentación TT (color amarillo-verde a trazos).

□ Línea a 400/230 V, 50 Hz (neutro color azul, fases color marrón, fase discriminada color marrón claro).

□ Línea equipotencial red de alimentación IT (color amarillo-verde a puntos).

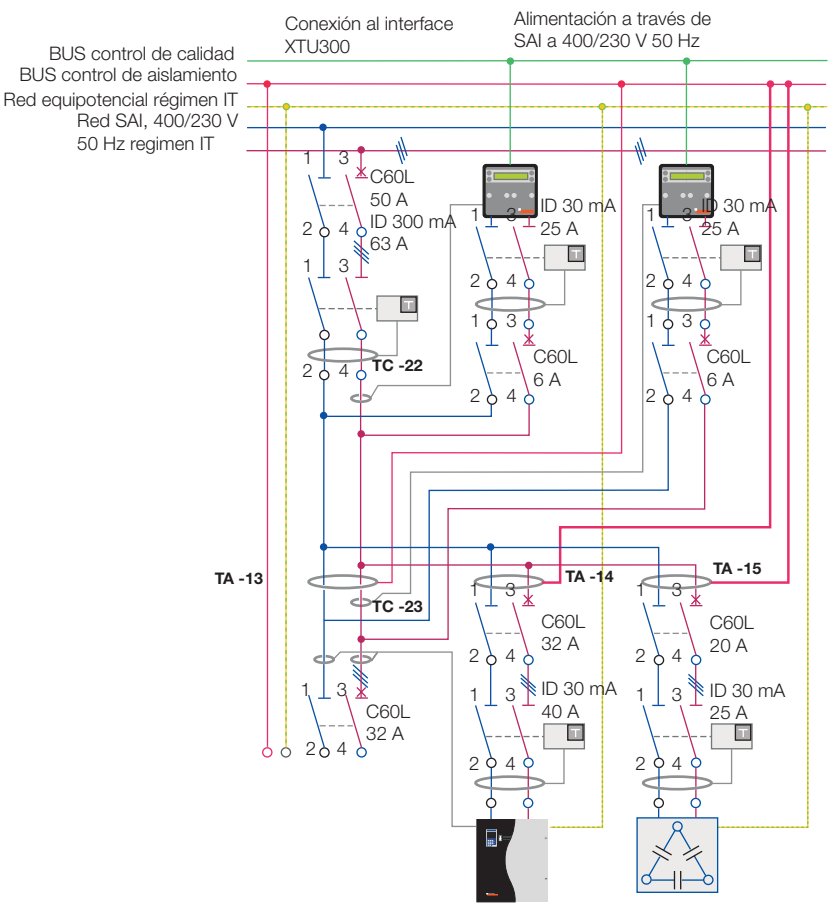
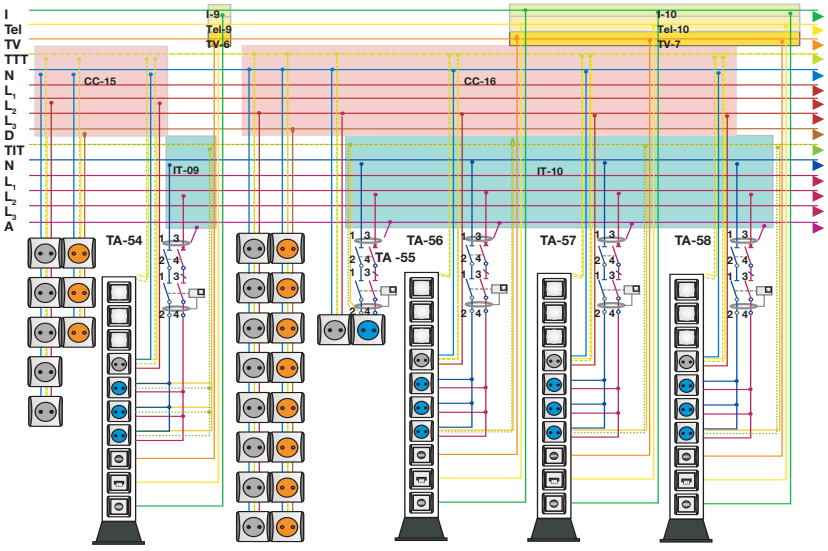


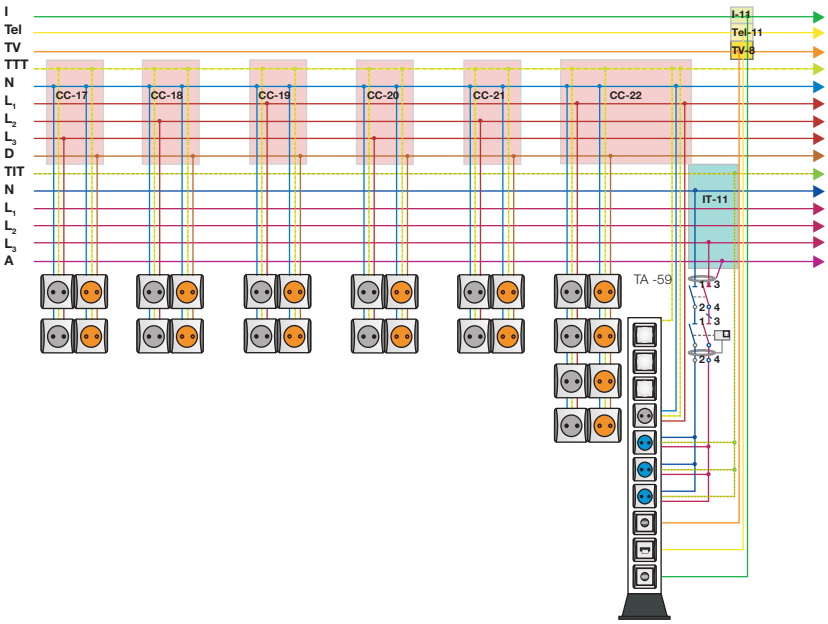
Fig. K5-083: *esquema de alimentación y compensación línea 2.ª de la 1.ª planta.*



Dependencia n.º 26 Vestíbulo.

Dependencia n.º 28 Despacho secretaría.

□ Línea de alimentación ininterrumpida (SAI) de 400/230 V, 50 Hz (neutro color azul oscuro, fases color marrón violeta).



Dependencia n.º 12 Servicio

Dependencia n.º 11 Servicio

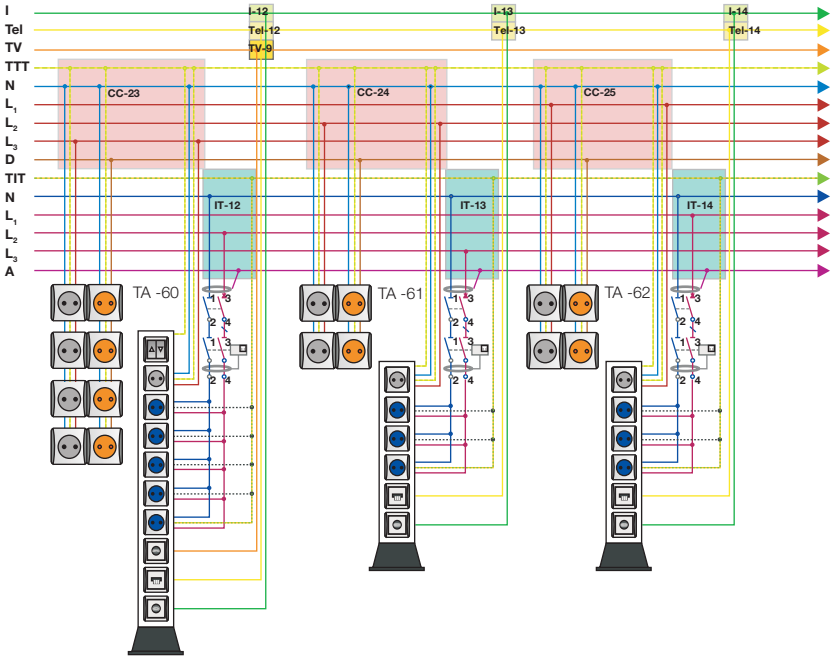
Dependencia n.º 10 Pasillo

Dependencia n.º 09 Vestuario

Dependencia n.º 08 Vestuario

Dependencia n.º 07 Despacho

K
5



□ Bus de comunicación control de aislamiento (color violeta claro).
Cada línea efectuará sus derivaciones a través de una caja de bornes individual.
Las tomas de corriente para las cargas se efectuará con bases de la serie Unica situadas en cajas empotradas o columnas del sistema Canalis.

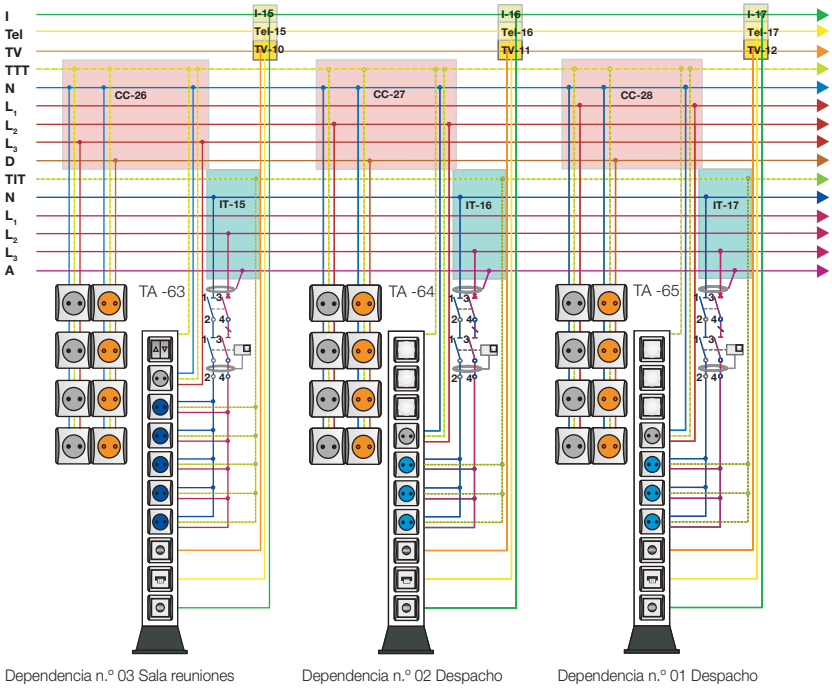


Fig. K5-084: *esquema de distribución tomas de corriente régimen IT línea 2.ª de la 1.ª planta.*

Confort

Las persianas las alimentaremos desde la caja de distribución de la red de tomas de corriente a 400/230 V 50 Hz en régimen TT y las controlaremos por medio del sistema domótico de forma individual y desde la recepción de forma centralizada. Las distribuiremos en dos líneas, la de la derecha y la de la izquierda, como hemos realizado para las tomas de corriente.

■ Esquema distribución y mando persianas circuito 1.º, derecha.

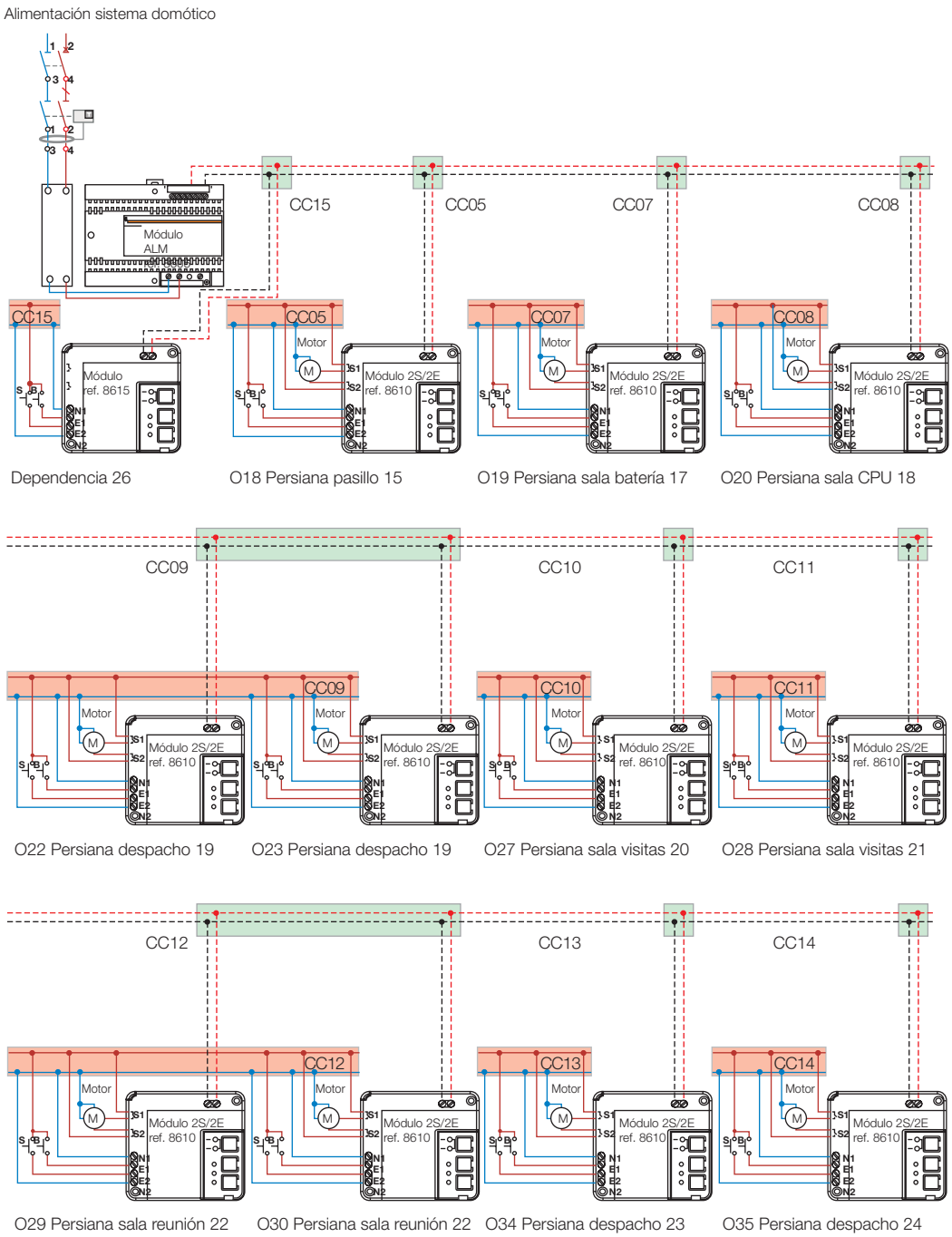


Fig. K5-085: *esquema de distribución y mando persiana línea 1.ª de la 1.ª planta.*

■ Esquema distribución y mando persianas circuito 2.º, izquierda.

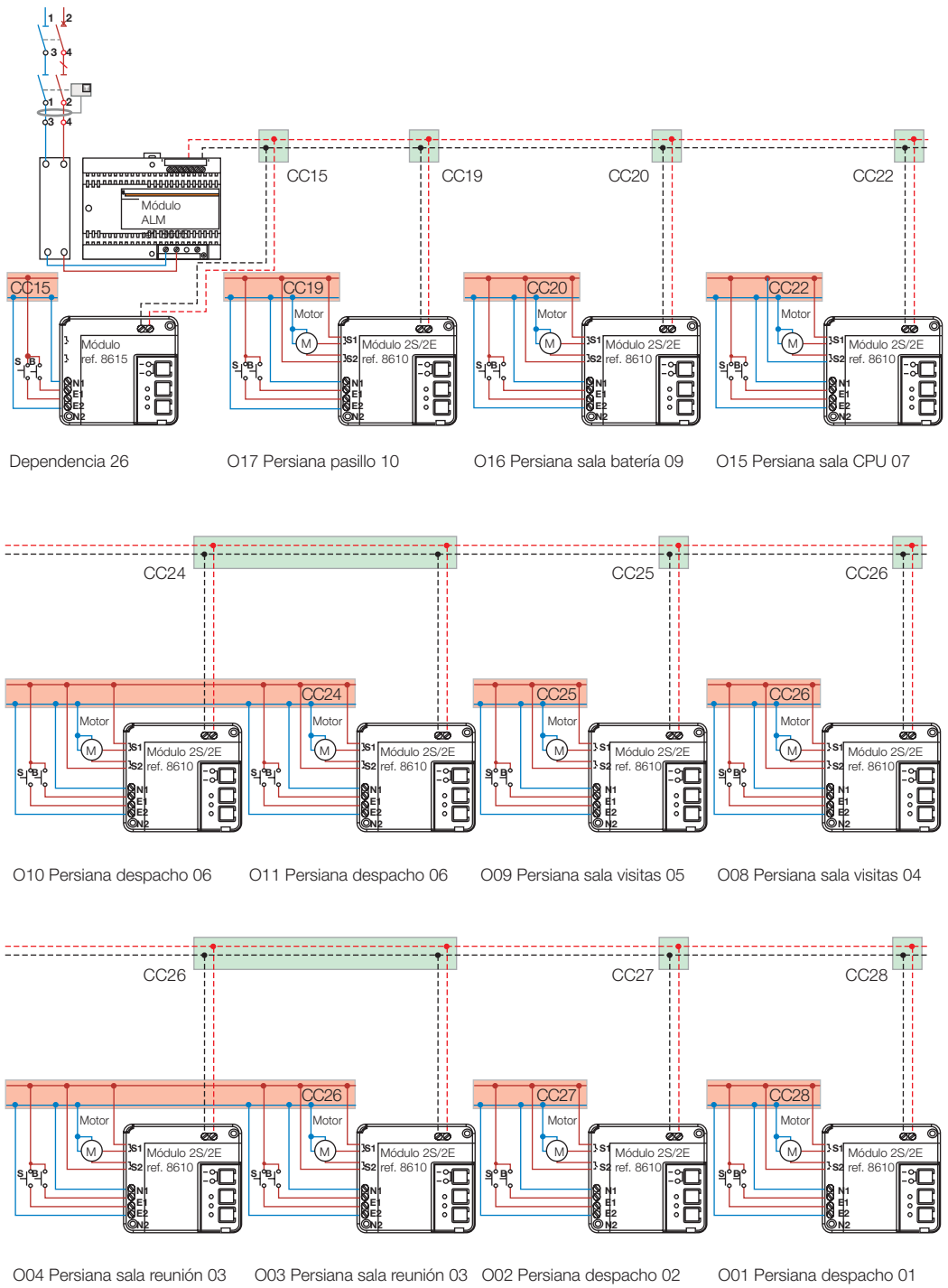
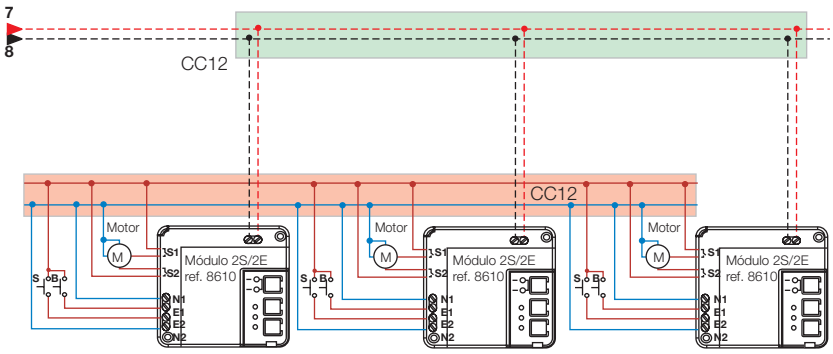
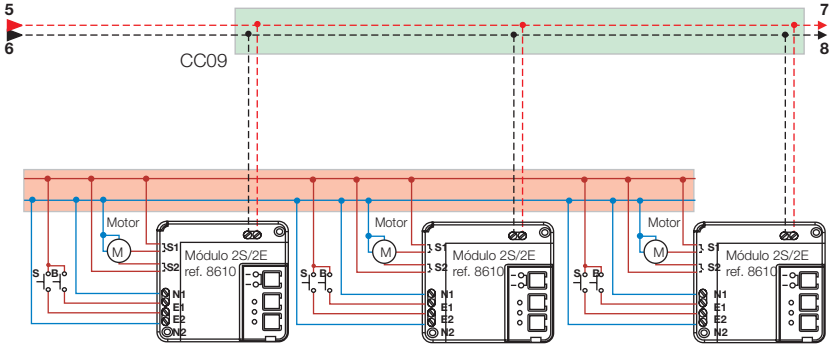


Fig. K5-086: *esquema de distribución y mando persiana línea 2.ª de la 1.ª planta.*

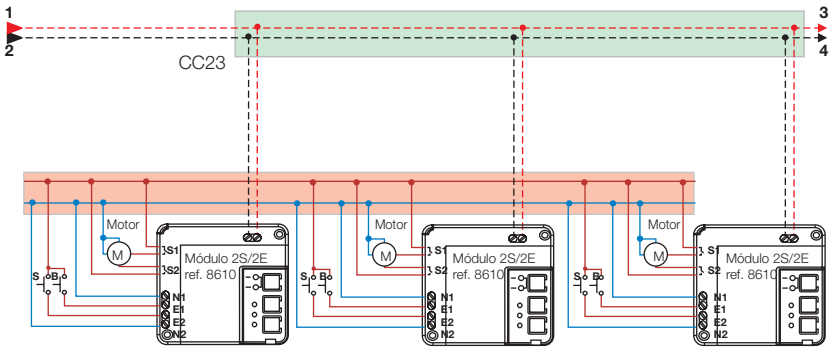
■ Esquema distribución y mando cortinas y pantalla 1.ª planta.



O31 Cortina sala reunión 22 O32 Cortina sala reunión 22 O33 Pantalla sala reunión 22

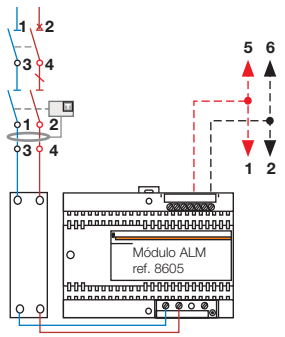


O24 Cortina despacho 19 O25 Cortina despacho 19 O26 Pantalla despacho 19



O12 Cortina sala reunión 06 O13 Cortina sala reunión 06 O14 Pantalla sala reunión 06

Alimentación sistema domótico



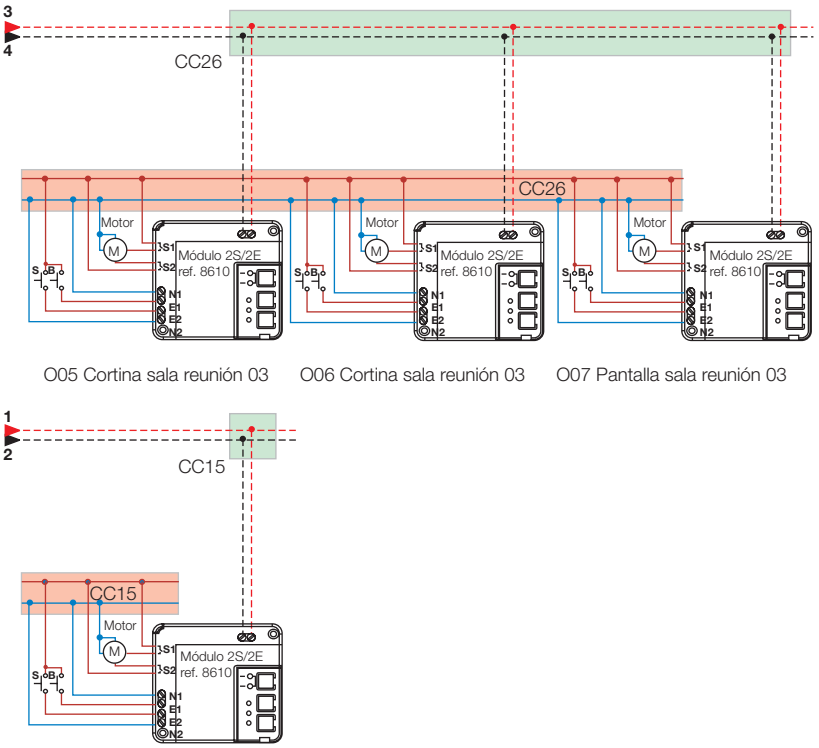


Fig. K5-087: *esquema de distribución y mando cortinas pantallas y puerta, 1.ª planta.*

Alarmas técnicas:

■ Esquema de alimentación general.

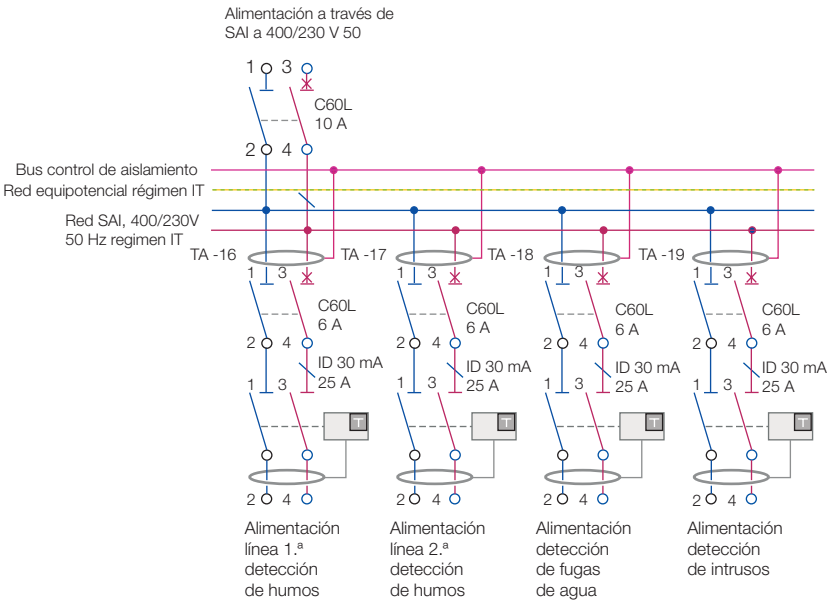


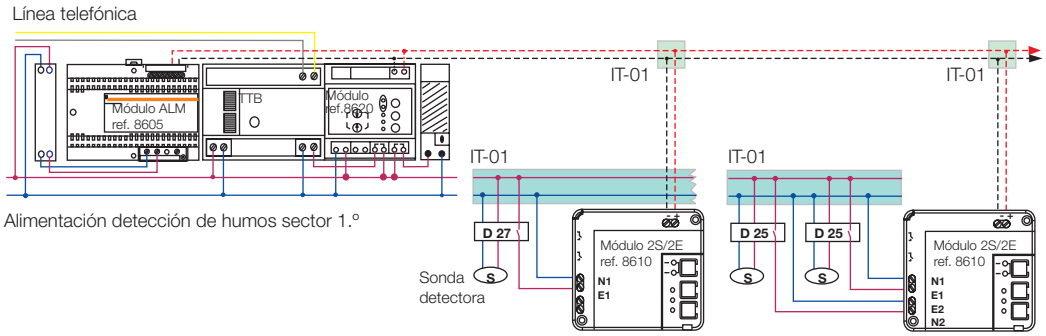
Fig. K5-088: *esquema alimentación circuito de alarmas técnicas.*

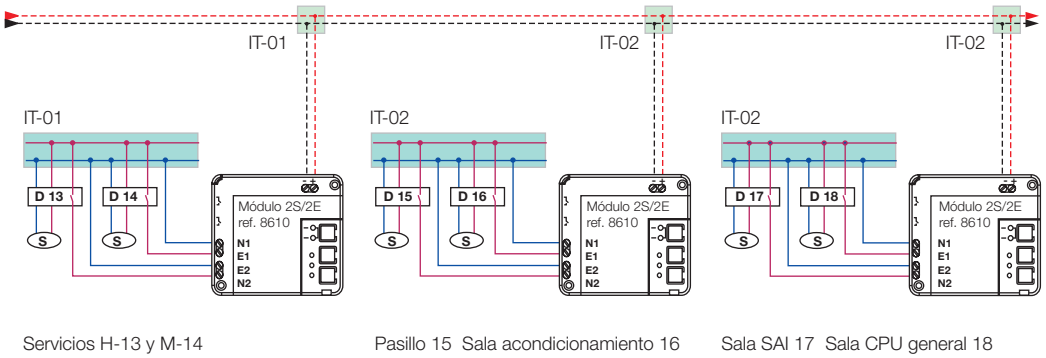
■ Detección de humos.

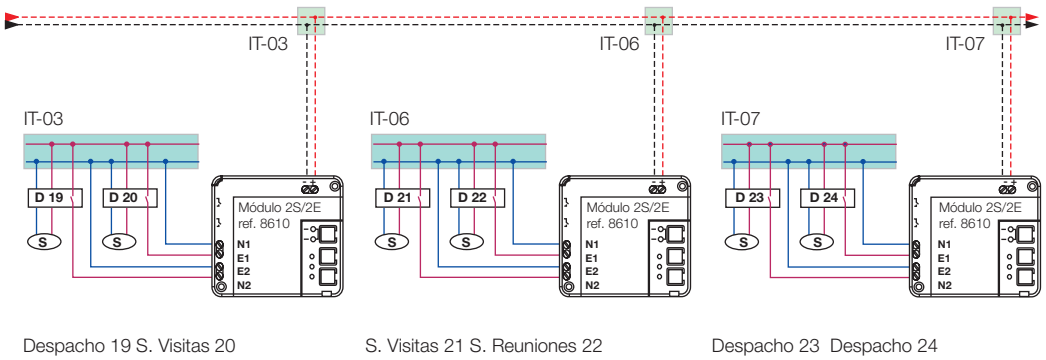
Con el sistema domótico podemos detectar la presencia de humos en cada dependencia, excitar una alarma acústica o luminosa y comunicar la situación a un centro particular de alarmas vía teléfonica.

Distribuiremos la red en dos sectores, el de la derecha y el de la izquierda y su alimentación la realizaremos a través de la SAI en la red de régimen IT.

□ Distribución sector 1.º.







□ Distribución sector 2.º.

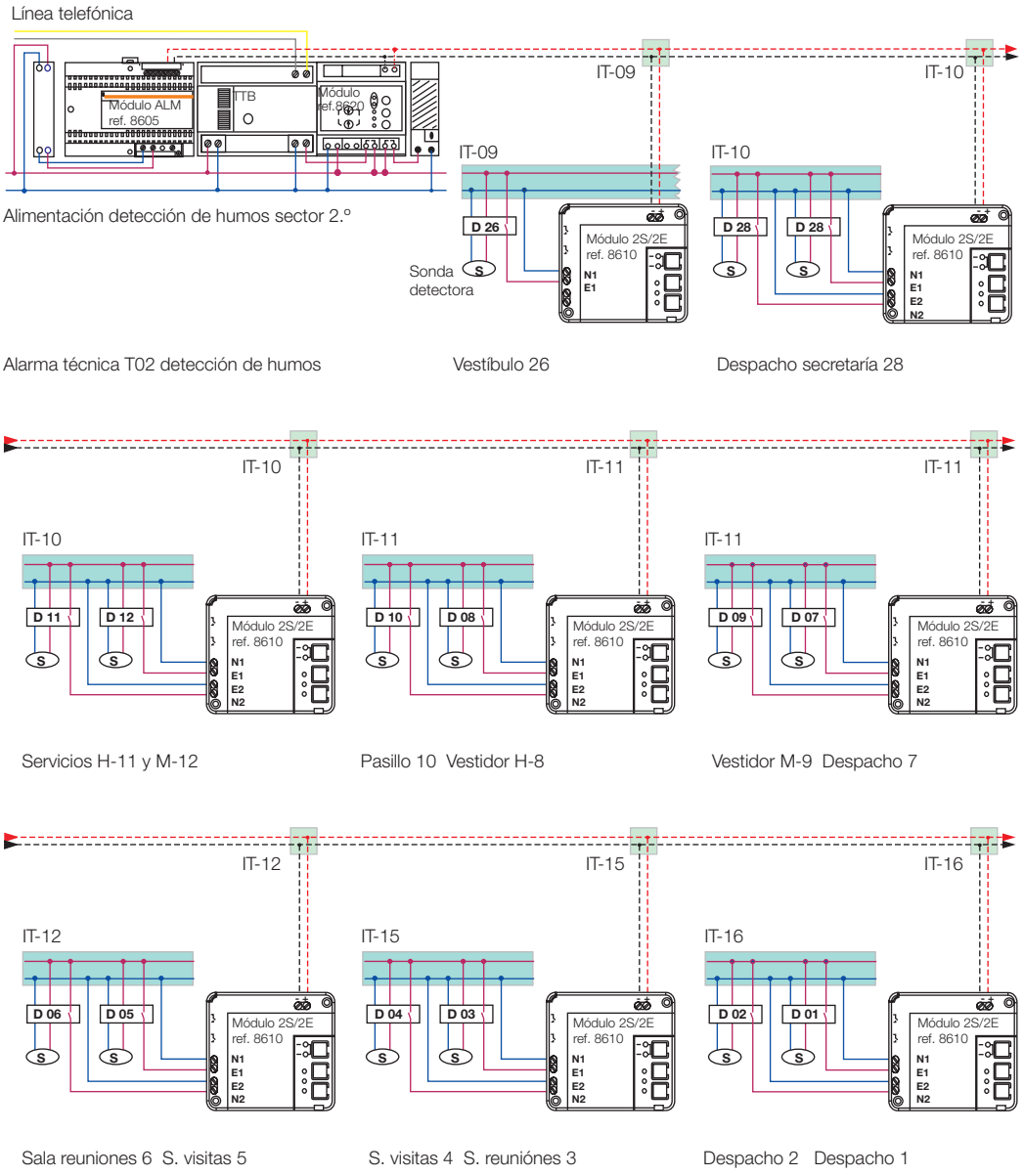


Fig. K5-089: *esquemas circuitos 1.º y 2.º de la detección de humos.*

Para la definición del tipo de detector de cada dependencia ver apartado J19 página J/831, del Volumen 3.

■ Detección de presencia.

La detección de presencia para el control de intrusos, en determinadas horas del día, puede activar una alarma acústica o luminosa y una conexión vía telefónica a una central de alarmas particular. Durante todo el día puede estar activando un sistema de control por grabación con registro por vídeo.

□ Esquema del circuito.

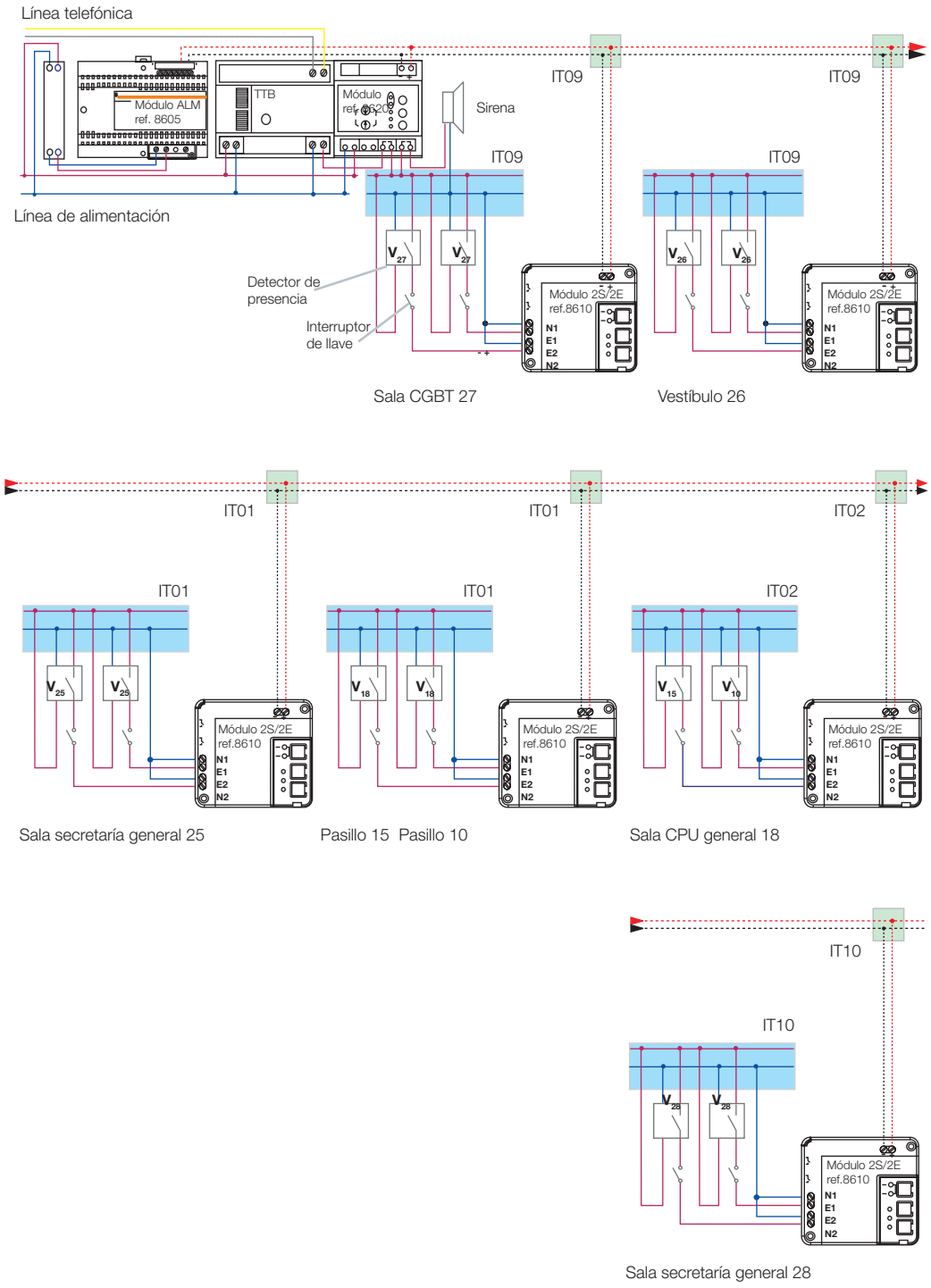


Fig. K-090: *esquema del circuito del control de presencia.*

■ Control de fugas de agua.

En las salas donde se dispone de suministro de agua en el momento que se detecte una fuga, deberá cortarse el suministro de la dependencia actuando sobre la llave general de la dependencia.

Disponemos del sistema domótico para poder controlar las posibles fugas.

□ Esquema de distribución y control.

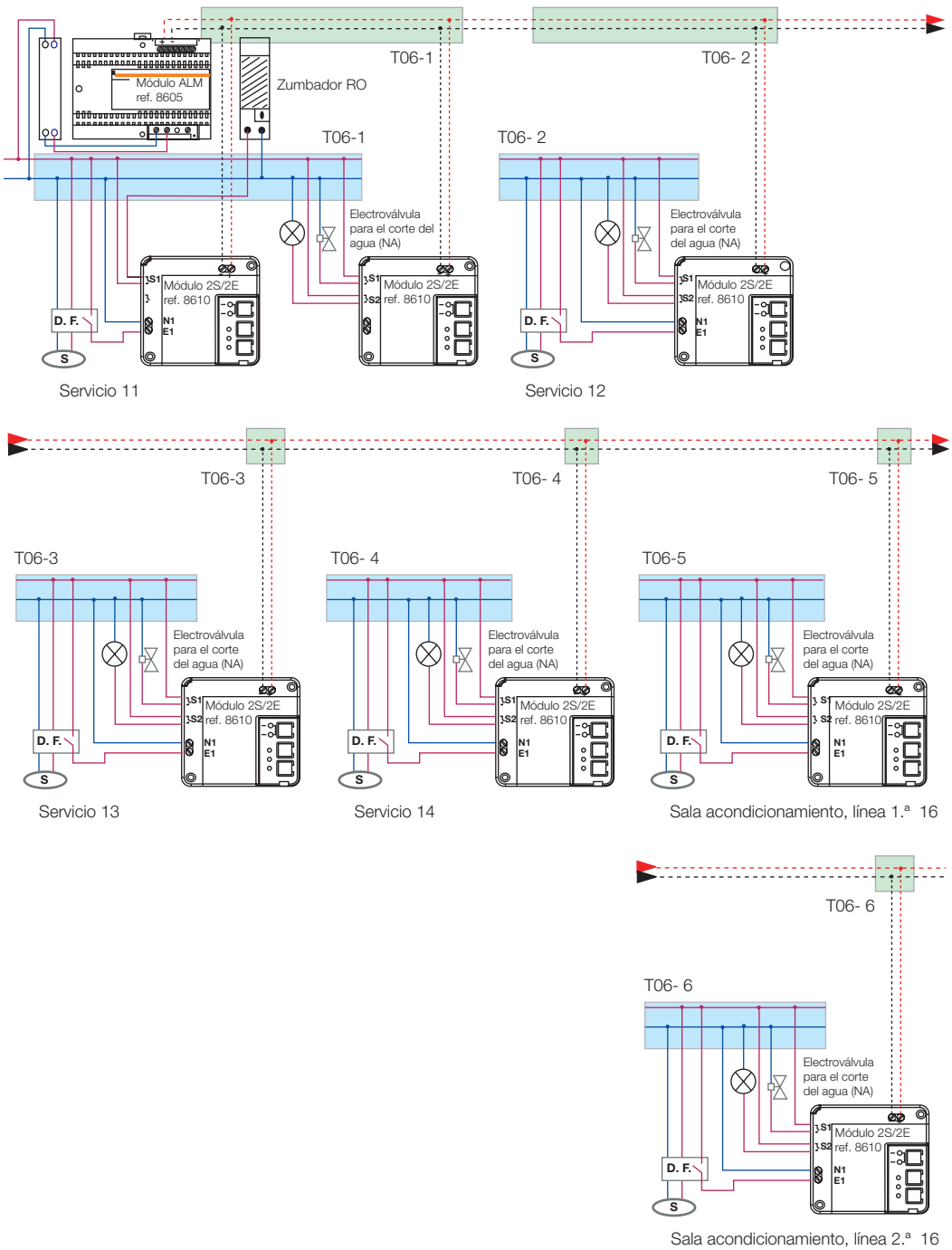


Fig. K5-091: *esquema del circuito para el control de las fugas de agua.*

■ Situación en planta de las alarmas técnicas.

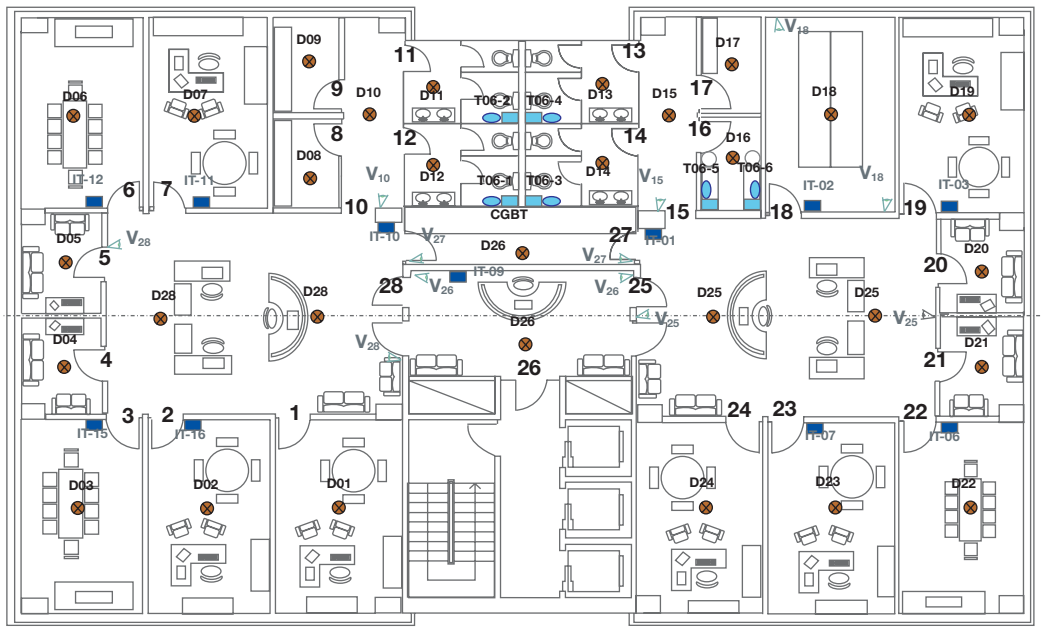


Fig. K5-092: *situación en planta de las alarmas técnicas.*

Planta 2.ª

Aire acondicionado

Disponen de dos bombas de calor situadas en la azotea, una para atender la parte derecha y otra para la izquierda del local de la planta 2.ª.

Las bombas de calor calientan o enfrían agua de un depósito. Esta agua se distribuye a los dos depósitos a través de sendas bombas de 3/4 de CV, a requerimiento de los termostatos que controlan la temperatura de los depósitos de la 2.ª planta.

Las bombas de calor desarrollan una potencia de 29,7 kW en la creación de frigorías y de 31,7 kW en calorías cada una.

Los fancoils son individualizados para los cuatro sectores en que hemos subdividido las dependencias:

■ Salas (n.os 6, 7 y 8): los fancoils permiten un caudal de 2.800 m^3/h, con una potencia de 1/2 CV a 230/400 V.

■ Salas (n.os 5, 3 y 4): los fancoils permiten un caudal de 2.800 m^3/h con una potencia de 1/2 CV a 230/400 V.

■ Los servicios (n.os 1 y 2) y (n.os 9 y 10): disponen de un fancoil cada grupo de 1.200 m^3/h con una potencia de 1/4 de CV a 230 V cada uno. El reparto para todos los departamentos de los servicios se realiza a través de conductos.

Los fancoils se alimentan de agua climatizada desde dos depósitos, a través de tres circuitos con bombas de agua, dos de 3/4 de CV y una de 1/4 de CV.

Una cámara permite juntar el aire de retorno con aire nuevo de la calle en la proporción deseada hasta un 80%, regulando las rejillas de las ventanas.

El aire del exterior se adquiere de una abertura a la calle, y el aire interior se recupera con un circuito de retorno por debajo de las estanterías y una comunicación a la cámara de mezcla.

El aire inyectado por los fancoils se reparte a través de unos distribuidores, esparciéndolo por la planta.

Renovación de aire

El mismo fancoil que distribuye el aire caliente y frío puede, durante los períodos que la temperatura ambiente exterior es confortable, renovar el aire del local manteniendo una temperatura agradable.

En los momentos de afluencia masiva debemos colaborar en la renovación de aire, expulsando aire con poco O_2 y bastante CO_2, adquiriendo mayor caudal del exterior.

Con un extractor de 3/4 de CV a 230 V que expulse aire polucionado obtendremos un mayor caudal de aire nuevo.

Incluso se puede mejorar el efecto con el funcionamiento de las bombas de calor, controlándolas por medio de un termostato de temperatura límite.

Dosificador de ambiente

En cada fancoil dispondremos de un ambientador y purificador, para mantener un ambiente agradecido a la sensibilidad humana.

■ Renovación de aire.

Debemos colaborar en la renovación de aire, expulsando aire con poco O_2 y bastante CO_2, adquiriendo mayor caudal del exterior. Con un aspirador de 3/4 de CV que expulse aire polucionado, obtendremos un caudal de aire nuevo que se introducirá en las dependencias a través de los fancoils.

Debemos tener en consideración las salas especiales que necesitan una renovación de aire propia, en consonancia con su actividad:

□ Los servicios: situaremos dos extractores con conducto para cada dependencia, que permite cada uno un caudal de 900 m^3/h, con una potencia de 225 W a 230 V, y un temporizador que los haga trabajar cinco minutos cada cuarto de hora.

□ La sala para comer y calentar la comida: situaremos un extractor con conducto, que permite un caudal de 900 m^3/h, con una potencia de 225 W a 230 V, y que pueda trabajar a voluntad de forma manual.

Alumbrado general de la planta

Cada dependencia dispondrá de un alumbrado general reducido de unos 300 lux y un alumbrado de refuerzo de unos 400 lux, ambos se encienden a voluntad a través de un interruptor manual. En las salas 3 y 8 el alumbrado general se actúa a través de una célula fotoeléctrica que enciende el alumbrado si la iluminación natural no llega a 300 lux.

La luminosidad se ha adecuado al trabajo con monitores, tanto en intensidad como en color. Si debemos trabajar en las mesas de despacho sin el monitor, podemos necesitar un incremento de luminosidad a unos 850 lux. Suplemento a obtener de una lámpara de sobremesa.

Alumbrado de emergencia

Dispondremos de un alumbrado de señalización con lámparas fluorescentes compactas de 25 W cos $\varphi = 0,5$; $I = 0,205$ A. La alimentación se realiza a través del SAI con una reserva de una hora (según reglamento).

Conectores para red de 230 V

Dispondrán en cada dependencia de una red de conectores a 230 V, del tipo Unica para dos unidades, de las cuales una, de color naranja, estará discriminado el horario de trabajo, que corresponden para el uso de los utensilios de la limpieza. Solamente dispondrán de tensión en las horas valle de la contratación.

Conectores para la red de 230 V a través de la SAI

Cada cuatro puntos informáticos dispondrán de una columna del sistema Canalis con los mandos del alumbrado, dos tomas de corriente a 230 V de la red de

conectores, un juego de tomas de corriente alimentadas por el SAI, para los equipos informáticos, una toma correspondiente a la red informática y una toma de teléfono.

Situación de las cargas en la 2.ª planta

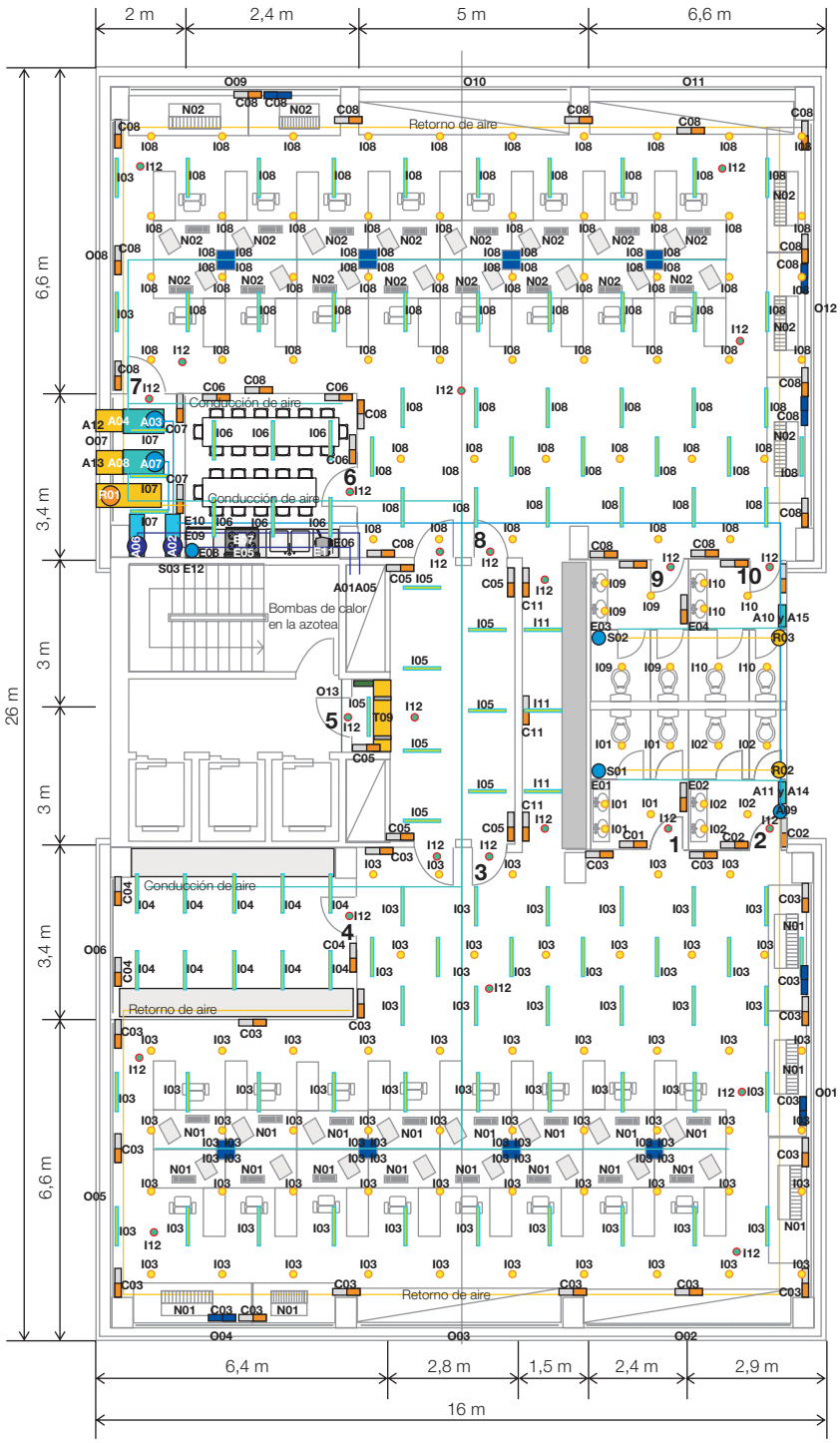


Fig. K5-093: *situación en planta de las cargas.*

Confort
La transparencia al exterior con grandes ventanales obliga a una protección de los rayos ultravioleta del sol, directos sobre las salas, con persianas.
Las persianas dispondrán de mandos individualizados y un mando centralizado desde la recepción de la primera planta.
La puerta de entrada a la planta es una abertura que, desde el rellano de la escalera del edificio, te conduce al interior de la planta; a las horas que no existe actividad debe cerrarse con una puerta metálica.

Control de personal
A la entrada existe un controlador de entradas y salidas del personal informatizado.

La antena de comunicación
Simplemente se dejará una toma en el comedor.

Hilo musical
La cadena HI-FI desde la primera planta alimenta un circuito de hilo musical para las tres plantas.

La central telefónica
La central telefónica situada en la recepción de la primera planta, alimenta las tres plantas.

Agua sanitaria caliente
El termo de agua caliente para los servicios es discriminable, para actuación exclusivamente en horas valle.

Las alarmas técnicas
Su consumo es esporádico en circunstancias excepcionales, solamente por la aptitud de su función.

Clasificación de las cargas

N.º		Clase	P (W)	I (A)	Fase					
					L1		L2		L3	
A00	Aire acondicionado planta 2.ª				125,8		125,3		125,3	
A01	Bomba calor, S1	BB2	1 . 31.700	58	58		58		58	
A02	B1. circula. H_2O	BB2	1 · 570	1,3	1,3		1,3		1,3	
A03	B2. circula. H_2O	BB2	1 · 570	1,3	1,3		1,3		1,3	
A04	Fancoil, S1	BB2	1 · 570	1,3	1,3		1,3		1,3	
A05	Bomba calor, S2	BB2	1 . 31.700	58	58		58		58	
A06	B1. circula. H_2O	BB2	1 · 570	1,3	1,3		1,3		1,3	
A07	B2. circula. H_2O	BB2	1 · 570	1,3	1,3		1,3		1,3	
A08	Fancoil, S2	BB2	1 · 570	1,3	1,3		1,3		1,3	
A09	B3. circula. H_2O	BB2	1 · 190	2	2					
A10	Fancoil S1 y 2	BB2	1 · 115	0,5			0,5			
A11	Fancoil S9 y 10	BB2	1 · 115	0,5					0,5	
A00	Ambientador				1				1	
A12	Fancoil S1	BB2	1 · 115	0,5					0,5	
A13	Fancoil S2	BB2	1 · 115	0,5	0,5					
A14	Fancoil S1 y 2	BB2	1 · 115	0,5	0,5					
A15	Fancoil S9 y 10	BB2	1 · 115	0,5					0,5	
R00	Renovación de aire				1,4		1,6		1,6	

(continúa en pág. siguiente)

(continuación)

N.º		Clase	P (W)	I (A)	Fase					
					L1		L2		L3	
R01	Ex. 1.º planta 1.ª	BB1	1 · 190	1,4	1,4					
R03	Ex. Servicios 1.º	BB2	1 · 225	1,6			1,6			
R04	Ex. Servicios 2.º	BB2	1 · 225	1,6					1,6	
I00	Alumbrado					27,36		27,81		27,63
I01	Servicio H-01	BB1	5 · 50	0,22		1,1				
I02	Servicio M-02	BB1	5 · 50	0,22				1,1		
I03	S. oficina S3	BB1	39 · 54	0,45		5,85		5,85	5,85	
			48 · 50	0,22		3,52		3,52	3,52	
			16 . 55	0,24		0,96		0,96	1,92	
I04	S. vestuario S4	BB1	10 · 54	0,45		4,5				
I05	S. vestíbulo S3	BB1	8 · 54	0,45				3,6		
I06	S. oficina S6	BB1	39 · 54	0,45		5,85		5,85	5,85	
			48 · 50	0,22		3,52		3,52	3,52	
			16 . 55	0,24		0,96		0,96	1,92	
I07	S. comedor S7	BB1	6 · 54	0,45					2,7	
I08	S. acondi. S8	BB1	3 · 54	0,45				1,35		
I09	Servicio H-09	BB1	5 · 50	0,22		1,1				
I10	Servicio M-10	BB1	5 · 50	0,22				1,1		
I11	Pasillo S11	BB1	3 · 54	0,45					1,35	
I12	A. emergencia	BB1	46 · 25	0,205	3,1		3,3		3,1	
E00	Electrodomésticos					17,4		13,5		13,9
E01	Dispensador 01	BB2	1 · 300	1,3	1,3					
E02	Dispensador 02	BB2	1 · 300	1,3			1,3			
E03	Dispensador 09	BB2	1 · 300	1,3	1,3					
E04	Dispensador 10	BB2	1 · 300	1,3			1,3			
E05	Cocina	BB2	1 · 2.000	8,7	8,7					
E06	Lavaplatos	BB2	1 · 2.500	10,9			10,9			
E07	Horno	BB2	1 · 2.000	8,7					8,7	
E08	Microondas	BB2	1 · 1.000	4,4	4,4					
E09	Congelador	BB2	1 · 400	1,7					1,7	
E10	Nevera	BB2	1 · 400	1,7	1,7					
E11	Cafetera	BB2	1 · 800	3,5					3,5	
C00	Conectores, enchufes					26		15,5		33
C01	Servicio H-S1	BB2	2 · 5 A · 0,1	1	1					
			2 · 5 A · 0,05	0,5						
C02	Servicio M-S2	BB2	2 · 5 A · 0,1	1			1			
			2 · 5 A · 0,05	0,5						
C03	S. Oficina S3	BB1	48 · 5 A · 0,1	24	11,5		6		6,5	
			17 · 5 A · 0,05	4,25						
C04	Vestuario S4	BB1	3 · 5 A · 0,1	1,5			1,5			
			3 · 5 A · 0,05	0,75						
C05	Vestíbulo S5	BB1	5 · 5 A · 0,1	2,5			2,5			
			5 · 5 A · 0,05	1,25						
C06	Comedor S6	BB2	7 · 5 A · 0,1	3,5			3,5			
			3 · 5 A · 0,05	0,75						
C07	S. acondi. S7	BB2	2 · 5 A · 0,1	1	1					
			2 · 5 A · 0,05	0,5						
C08	S. oficina S8	BB1	44 ·10 A ·0,1	22	10				12	
			20 · 5 A · 0,05	5						
C09	Servicio H-S11	BB2	2 · 5 A · 0,1	1	1					
			2 · 5 A · 0,05	0,5						

(continúa en pág. siguiente)

(continuación)

N.º		Clase	P (W)	I (A)	Fase					
					L1		L2		L3	
C10	Servicio M-S12	BB2	2 · 5 A · 0,1	1			1			
			2 · 5 A · 0,05	0,5						
C11	Pasillo CDBT S4	BB1	3 · 5 A · 0,1	1,5	1,5					
			3 · 5 A · 0,05	0,75						
Conectores discriminados.									14,5	
N00	Informática					34,2		34,5		34,5
N01	S. Oficina S3					17,1		18,4		16,1
	Punto 1.º				17,1					
	4 CPU	BB1	1 · 300	1,3						
	4 pantalla	BB1	1 · 220	1						
	1 impresora G	BB1	1 · 1.100	6,9						
	1 escáner	BB1		2						
	Punto 2.º						9,2			
	4 CPU	BB1	1 · 300	1,3						
	4 pantalla	BB1	1 · 220	1						
	Punto 3.º						9,2			
	4 CPU	BB1	1 · 300	1,3						
	4 pantalla	BB1	1 · 220	1						
	Punto 4.º								16,1	
	4 CPU	BB1	1 · 300	1,3						
	4 pantalla	BB1	1 · 220	1						
	1 impresora G	BB1	1 · 1.100	6,9						
N02	S. Oficina S8					17,1		16,1		18,4
	Punto 1.º				17,1					
	4 CPU	BB1	1 · 300	1,3						
	4 pantalla	BB1	1 · 220	1						
	1 impresora G	BB1	1 · 1.100	6,9						
	1 escáner	BB1		2						
	Punto 2.º								9,2	
	4 CPU	BB1	1 · 300	1,3						
	4 pantalla	BB1	1 · 220	1						
	Punto 3.º								9,2	
	4 CPU	BB1	1 · 300	1,3						
	4 pantalla	BB1	1 · 220	1						
	Punto 4.º						16,1			
	4 CPU	BB1	1 · 300	1,3						
	4 pantalla	BB1	1 · 220	1						
	1 impresora G	BB1	1 · 1.100	6,9						
T00	Alarmas técnicas					1,8				
T01	F. sist. dom.	BB1								
T02	C. humos	BB2		0,1	0,1					
T03	Sirena	BB1		0,2	0,2					
T04	Comunicación	BB1		0,2	0,2					
T05	DF agua	BB2		0,1	0,1					
T06	Electroválvula	BB2		0,3	0,3					
T07	Intrusión	BB1		0,1	0,1					
T08	Sirena	BB1		0,3	0,3					
T09	C. entradas	BB1		0,5	0,5					
O00	Confort					3,5		1,3		2,6
O01	S07 persiana	BB1	1 · 180	0,8			0,8			
O02	S08 persiana	BB1	1 · 140	0,6	0,6					

(continúa en pág. siguiente)

(continuación)

N.º		Clase	P (W)	I (A)	Fase					
					L1		L2		L3	
O03	S08 persiana	BB1	1 · 140	0,6	0,6					
O04	S08 persiana	BB1	1 · 140	0,6	0,6					
O05	S08 persiana	BB1	1 · 140	0,6	0,6					
O06	S08 persiana	BB1	1 · 100	0,5			0,5			
O07	S03 persiana	BB1	1 · 100	0,5	0,5					
O08	S03 persiana	BB1	1 · 140	0,6	0,6					
O09	S03 persiana	BB1	1 · 140	0,6					0,6	
O10	S03 persiana	BB1	1 · 140	0,6					0,6	
O11	S03 persiana	BB1	1 · 140	0,6					0,6	
O12	S04 persiana	BB1	1 · 180	0,8					0,8	
S00	Agua sanitaria caliente				5,2			5,2		5,2
S01	Servicios 80 L	BB2	1 · 1.200	5,2	5,2					
S02	Servicios 80 L	BB2	1 · 1.200	5,2			5,2			
S03	Comedor 80 L	BB2	1 · 1.200	5,2					5,2	
Totales						**229,34**		**228,81**		**245,83**
A00	Aire acondicionado planta 1.ª				125,8		125,3		125,3	
	Ambientador				1		1			
R00	Renovación de aire				1,4		1,6		1,6	
I00	Alumbrado				30,44		31,11		29,73	
E00	Electrodomésticos				17,4		13,5		13,9	
C00	Conectores, enchufes				26		15,5		33	
N00	Informática				34,2		34,5		34,5	
T00	Alarmas técnicas				1,8					
O00	Confort				3,5		1,3		2,6	
S00	Agua sanitaria caliente				5,2		5,2		5,2	

Tabla K5-094: *cargas de la segunda planta.*

El desequilibrio de la intensidad de la tercera fase L_3, está producido por la carga de los conectores discriminados (14,5 A). Si despreciamos esta carga, la intensidad se quedaría en 232,33 A, que nos permitiría considerar el consumo equilibrado.
No obstante, en el momento que realizaremos el estudio de simultaneidad de todas las cargas de las tres plantas, para definir el consumo medio y la potencia a contratar podremos efectuar el reajuste adecuado del sistema de distribución de las cargas.

Esquemas eléctricos planta 2.ª

Aire acondicionado y renovación de aire

Desde el cuadro general distribuiremos en dos secciones, a la derecha y a la izquierda del mismo, todas las dependencias de la segunda planta.
El sistema de renovación de aire lo alimentaremos a través del mismo interruptor general del aire acondicionado.
Las cargas correspondientes a estas líneas son generadoras de desfases de la tensión y la intensidad.
También son generadoras de armónicos y subarmónicos, pero en poca proporción, la cual no hace aconsejable su tratamiento individualizado, pero el del desfase es oportuno tratarlo de forma individual.
Colocaremos un Power Meter para la lectura de la energía en el punto de suministro, tanto para los parámetros de calidad como para los de cantidad:
- ■ Esquema acondicionamiento de aire, sector primero planta segunda.
- ■ Los datos de calidad adecuados para este punto son:
- □ Tensión, simple y compuesta.

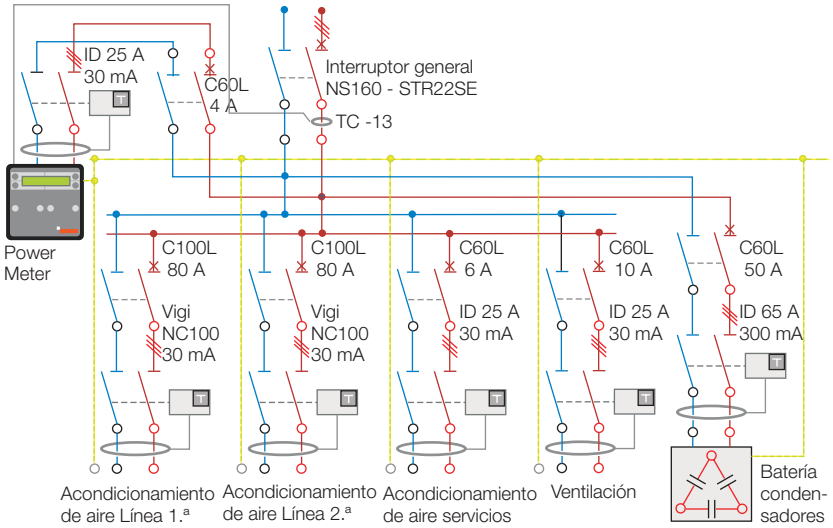


Fig. K5-095: *esquema de distribución acondicionamiento.*

□ Factor de potencia de las tres fases.
□ Corrimiento en las tres fases.
□ Armónicos desde el 1 al 40 y proporción.
■ Datos de cantidad:
□ Consumos por períodos.
□ Intensidades por fases (máxima y media).
□ Control en el tiempo de las intensidades máximas.
Deberemos introducir los datos en un registro para facilitar las posibles correcciones y el oportuno control.

Actuación del circuito de acondicionamiento:
■ En invierno mantener una temperatura durante las horas de los dos turnos de 22 ºC y durante las horas nocturnas de control 19 ºC. Lo podemos conseguir con el termostato programador THPA2.
■ En la primavera y el otoño, cuando no es necesaria una calefacción ni una refrigeración, solamente una renovación de aire, podemos fijar una temperatura límite de 21 ºC a partir de la cual se activa la renovación de aire. Lo conseguimos con el termostato programador THPA2, y además un termostato que a partir de los 26 ºC (internos) conecta la bomba de calor para la refrigeración durante los horarios de los dos turnos. Disponemos del termostato de la serie Unica.
■ En verano no todas las horas del día necesitamos una refrigeración, por tanto mantenemos el mismo sistema del otoño y la primavera durante las primeras horas del día. En el momento que la temperatura exterior tenga un valor entorno a 21 ºC deberemos desconectar la renovación de aire y mantener la temperatura interna con la bomba de calor y una renovación parcial de aire, actuación de verano.
Este sistema nos permite ajustar el consumo a la realidad de la necesidad en función de la temperatura climatológica, la aportación de calor de las lámparas y las personas.
Es obvio que en función de la climatología tendremos zonas con muy buenos resultados y otras con resultados medianos, pero siempre mantendrá un eficiente equilibrio en función de la climatología.
Es recomendable utilizar un relé de protección para la bomba de calor, que no permita el arranque cuando el gas está en una cumbre de presión para evitar las puntas de arranque elevadas. Las cuales pueden crear bajadas de tensión.
El relé para el control de las bombas de calor lo encontraremos en el apartado J9 “La aparamenta para la protección de receptores”, página J/487 del Volumen 3.
La alternativa de una acumulación de agua en un depósito da por resultado una mayor uniformidad de trabajo, con menos arranque y períodos más largos de actuación.

El esquema que presentamos tiene una parte manual a través de un interruptor de posiciones: calefacción, renovación de aire y refrigeración.
Esta manipulación puede automatizarse totalmente en función de la temperatura exterior, la interior y el grado de humedad.
Los consumos más elevados del local son para el acondicionamiento térmico, en función de la experiencia a lo largo de un año, es posible reajustar los aislamientos y las pérdidas, para reducir al máximo la intervención de las bombas de calor.
Este estudio puede llegar a permitir la instalación de un discriminador de circuitos para que las bombas de calor de las tres plantas no trabajen al mismo tiempo.
Esta posibilidad de discriminación permitiría una reducción de la potencia a contratar, reduciendo el término de potencia y economizando el coste energético.
No hemos tenido en consideración la posibilidad de la aportación de la energía solar, en el acondicionamiento térmico, porque esperamos poder tratar el tema de la energía solar en un capítulo genérico exclusivo para energías alternativas, con todas sus posibilidades, bajo la reglamentación que la regule.

■ Esquema del primer circuito de acondicionamiento de la segunda planta.

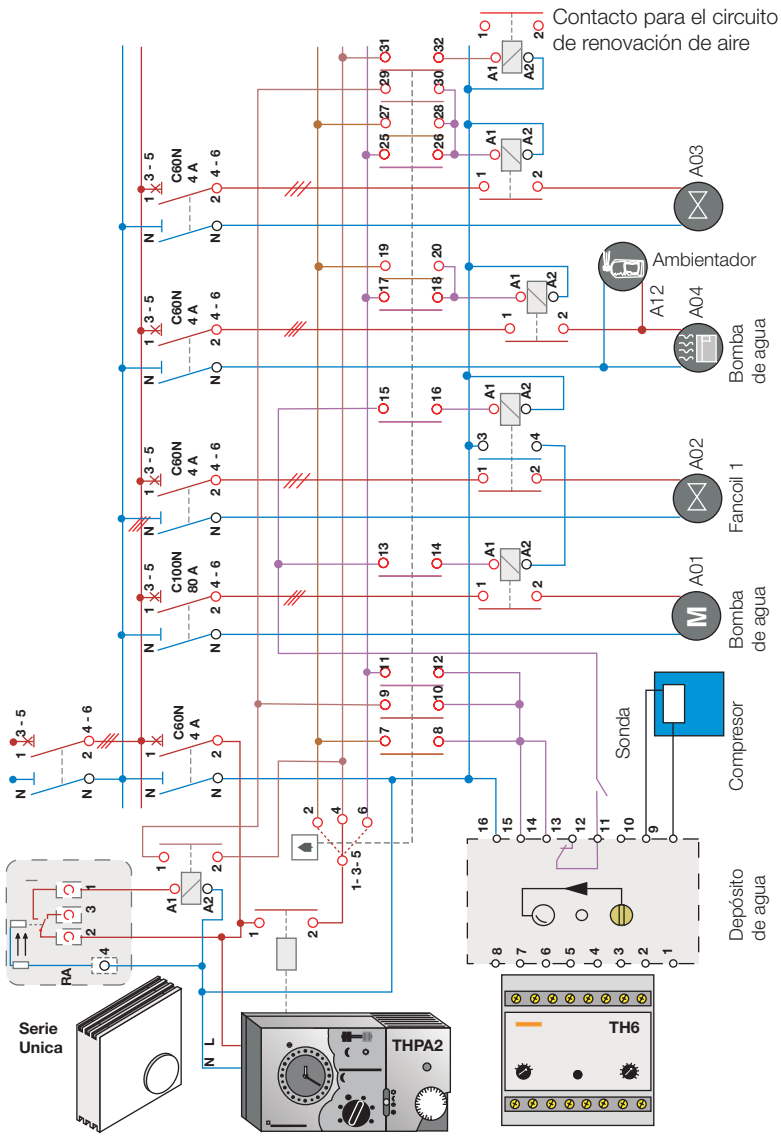


Fig. K5-096: *esquema circuito primero de acondicionamiento planta segunda.*

■ Esquema del segundo circuito de acondicionamiento de la segunda planta.

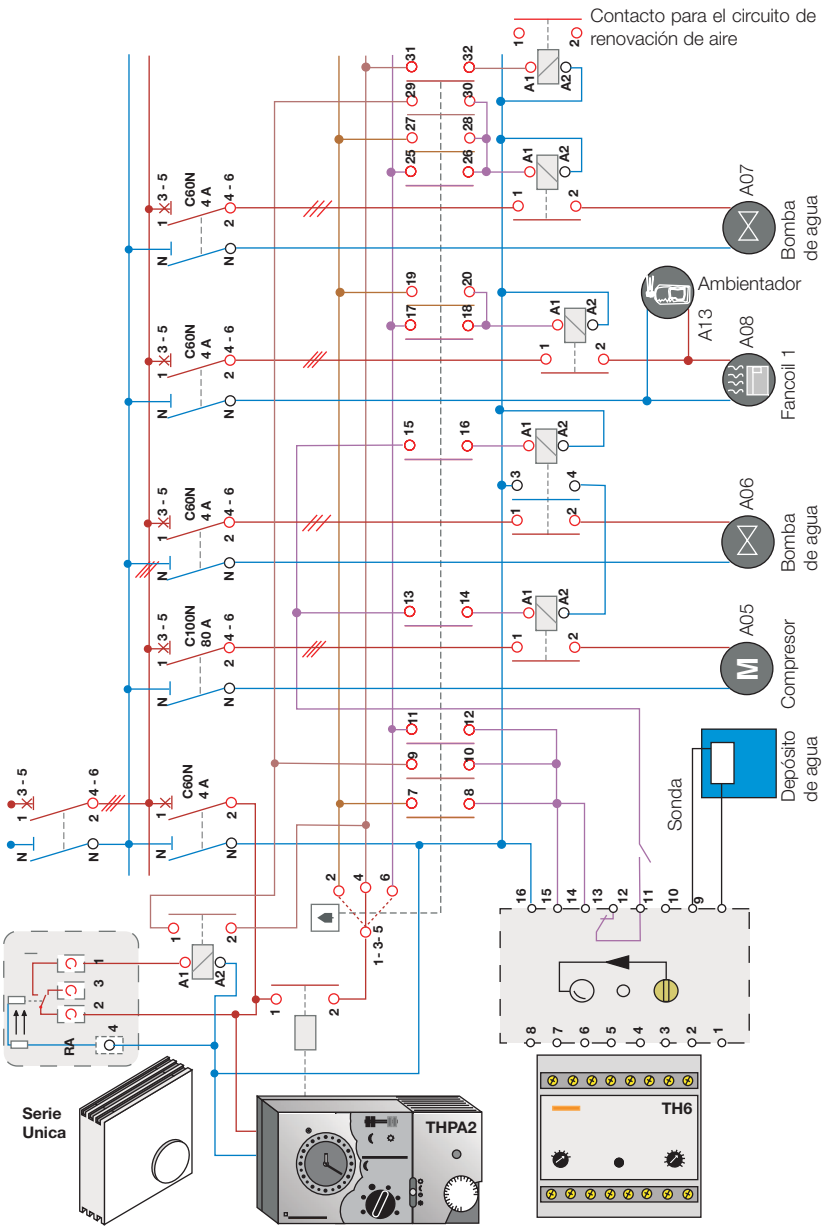


Fig. K5-097: *esquema circuito primero de acondicionamiento planta segunda.*

■ Esquema de acondicionamiento de los servicios de la segunda planta.
Los servicios, en consecuencia de su actividad, necesitan de una ventilación adecuada y diferenciada del resto de la planta.
Situaremos dos extractores con conducto para cada dependencia, que permiten cada uno un caudal de 900 m^3/h, de una potencia de 225 W a 230 V y un temporizador que los haga trabajar cinco minutos cada cuarto de hora.
También el comedor la necesitaría pero en un tiempo muy determinado que permite eximirle de un tratamiento especial de acondicionamiento.

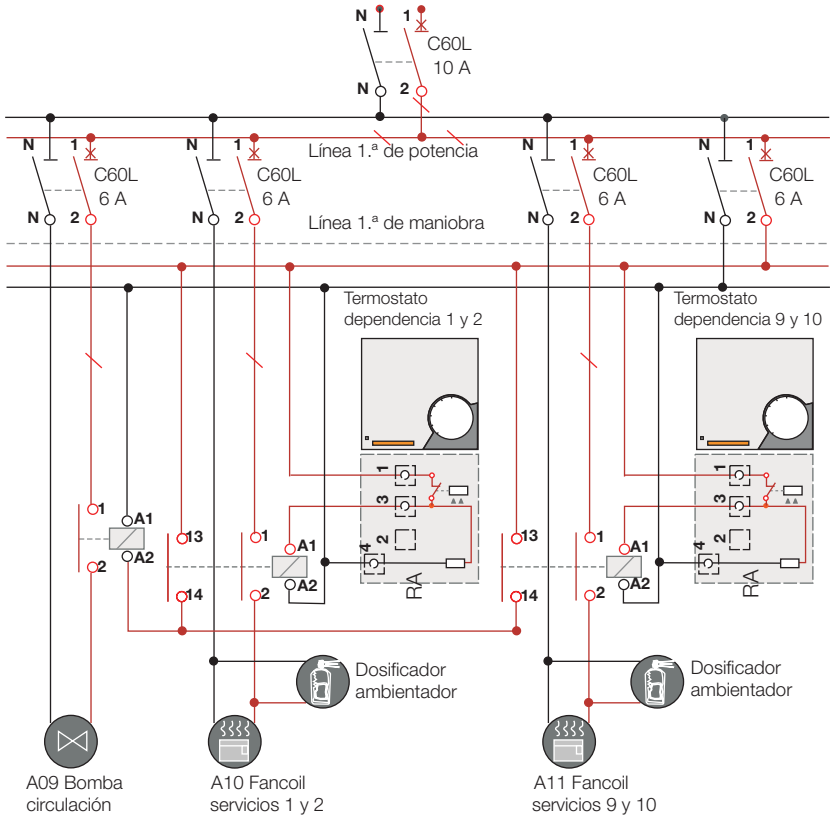


Fig. K5-098: *esquema circuito de acondicionamiento en los servicios de la planta segunda.*

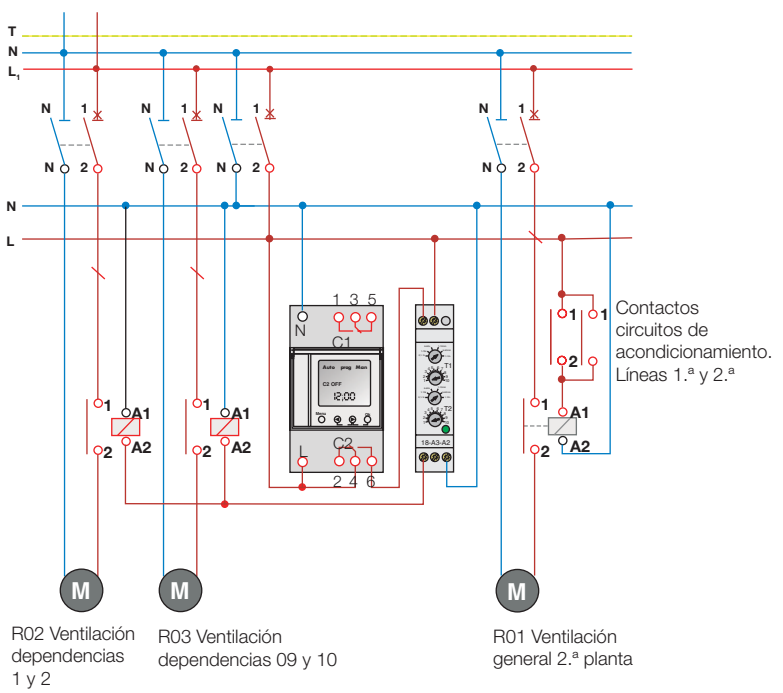


Fig. K5-099: *esquema circuito de ventilación planta 2.ª.*

La renovación del aire la controlaremos con un reloj programador tipo calendario con dos salidas programables individualmente. La ventilación forzada de los servicios, durante la señal del programador, se efectúa a través de un relé de intermitencia RLT, que actuará con períodos de conexión y de paro en función de la regulación de los potenciómetros del relé.

Alumbrado

Desde el cuadro general distribuiremos en dos secciones, a la derecha y a la izquierda del mismo, todas las dependencias de la segunda planta.

Las cargas correspondientes a estas líneas son generadoras de desfases de la tensión y la intensidad, con un cos φ de 0,52 en el alumbrado fluorescente y un cos φ de 0,8 en el alumbrado incandescente con transformador.

También son generadoras de armónicos y subarmónicos, en un 39% en los tubos fluorescentes y prácticamente despreciable en las lámparas de incandescencia con transformador, por lo cual hace aconsejable su tratamiento individualizado, tanto los armónicos como el desfase.

Colocaremos un Power Meter para la lectura de la energía en el punto de suministro, tanto para los parámetros de calidad como para los de cantidad.

■ Los datos de calidad adecuados para este punto son:

□ Tensión, simple y compuesta.

□ Factor de potencia de las tres fases.

□ Corrimiento en las tres fases.

□ Armónicos desde el 1 al 40 y proporción.

■ Datos de cantidad:

□ Consumos por períodos.

□ Intensidades por fases (máxima y media).

□ Control en el tiempo de las intensidades máximas.

Deberemos introducir los datos en un registro para facilitar las posibles correcciones y el oportuno control.

■ Potencia reactiva:

□ Potencia con un cos φ = 0,52.

N.°		Clase	P (W)	I (A)	Fase					
					L1		L2		L3	
I03	S. oficina S3	BB1	39 · 54	0,45	5,85		5,85		5,85	
			16 . 55	0,24	0,96		0,96		1,92	
I04	S. vestuario S4	BB1	10 · 54	0,45	4,5					
I05	S. vestíbulo S3	BB1	8 · 54	0,45			3,6			
I06	S. oficina S6	BB1	39 · 54	0,45	5,85		5,85		5,85	
			16 . 55	0,24	0,96		0,96		1,92	
I07	S. comedor S7	BB1	6 · 54	0,45					2,7	
I08	S. acondi. S8	BB1	3 · 54	0,45			1,35			
I11	Pasillo S11	BB1	3 · 54	0,45					1,35	
Totales					**18,12**		**18,57**		**19,59**	

Tabla K5-100: *intensidades con cos φ = 0,52.*

□ Intensidad media:

$$I = \frac{I_{L1} + I_{L2} + I_{L3}}{3} = \frac{18,12 + 18,57 + 19,59}{3} = 18,76\ A$$

□ Potencia aparente:

$$S = \frac{P}{\cos \varphi} = \frac{\sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi}{\cos \varphi} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I = \sqrt{3} \cdot 400V \cdot 18,76\,A = 12,99\ kVA$$

Si deseamos compensar hasta un cos φ = 0,98, según la Tabla E5-003 de la página E/49 del Volumen 1 debemos multiplicar por 1,441 la potencia activa.

$$Q_c(VAr) = 1{,}441 \cdot P(kW) = 1{,}441\sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi = 9{,}8\ kVAr$$

■ Potencia con un cos φ = 0,8.

N.º		Clase	P (W)	I (A)	Fase					
					L1		L2		L3	
I01	Servicio H-01	BB1	5 · 50	0,22	1,1					
I02	Servicio M-02	BB1	5 · 50	0,22			1,1			
03	S. oficina S3	BB1	48 · 50	0,22	3,52		3,52		3,52	
I06	S. oficina S6	BB1	48 · 50	0,22	3,52		3,52		3,52	
I09	Servicio H-09	BB1	5 · 50	0,22	1,1					
I10	Servicio M-10	BB1	5 · 50	0,22			1,1			
Totales						**9,24**		**9,24**		**7,04**

Tabla K5-101: *intensidad de las cargas con cos φ = 0,8.*

□ Intensidad media:

$$I = \frac{I_{L1} + I_{L2} + I_{L3}}{3} = \frac{9{,}24 + 9{,}24 + 7{,}04}{3} = 8{,}5\ A$$

□ Potencia aparente:

$$S = \frac{P}{\cos\varphi} = \frac{\sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi}{\cos\varphi} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I = \sqrt{3} \cdot 400\ V \cdot 8{,}5\ A = 5{,}89\ kVA$$

Si deseamos compensar hasta un cos φ = 0,98, según la Tabla E5-003 de la página E/49 del Volumen 1 debemos multiplicar por 0,541 la potencia activa:

$$Q_c(VAr) = 1{,}441 \cdot P(kW) = 0{,}541\sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi = 2{,}55\ kVAr$$

■ Potencia reactiva total:

$$Q_T = 9{,}8\ kVAr + 2{,}55\ kVAr = 12{,}35\ kVAr$$

Una batería Rectibloc clase H de 12,5 kVAr de tres grupos, con regulador Varlogic.

■ Armónicos.

Las cargas capaces de crear los armónicos son los tubos fluorescentes y las lámparas fluorescentes compactas con un THDI del 37%. La intensidad media de la carga de tubos fluorescentes es:

$$I = \frac{I_{L1} + I_{L2} + I_{L3}}{3} = \frac{18{,}12 + 18{,}57 + 19{,}59}{3} = 18{,}76\ A$$

□ La intensidad armónica:

$$THDI = 0{,}37In = 0{,}37 \cdot 18{,}76 = 6{,}95\ A$$

$$Fase\ L3\ (THDI) = 0{,}37 \cdot 19{,}59 = 7{,}25\ A$$

Con un compensador activo SineWave SW20 compensaremos sobradamente los armónicos.

Atención al armónico tercero que circula por el neutro, se debe acorralar y compensar para que no llegue a los condensadores.

El factor más importante es que los armónicos generados con mayor proporción son el tercero y el quinto, los cuales circulan por el neutro. Si mantenemos el concepto utilizado de que solamente circula por el neutro el desequilibrio de la suma vectorial de las fases, nos permitirá considerar una menor sección en el neutro, normalmente la mitad.

Pero al considerar la realidad, los 7 A de armónicos más el desequilibrio de la suma vectorial de las fases, nos obligará a considerar una sección no mitad de la de las fases, o sea igual sección.

■ Esquemas de los circuitos de alumbrado de la segunda planta.

La distribución la realizaremos a través de dos líneas, a la derecha y a la izquierda del cuadro general.

■ Esquema de distribución del alumbrado de la segunda planta.

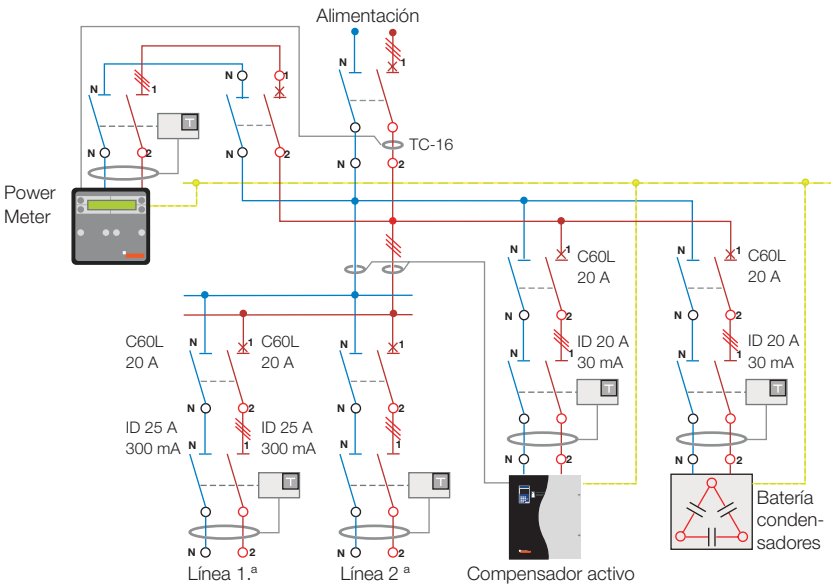
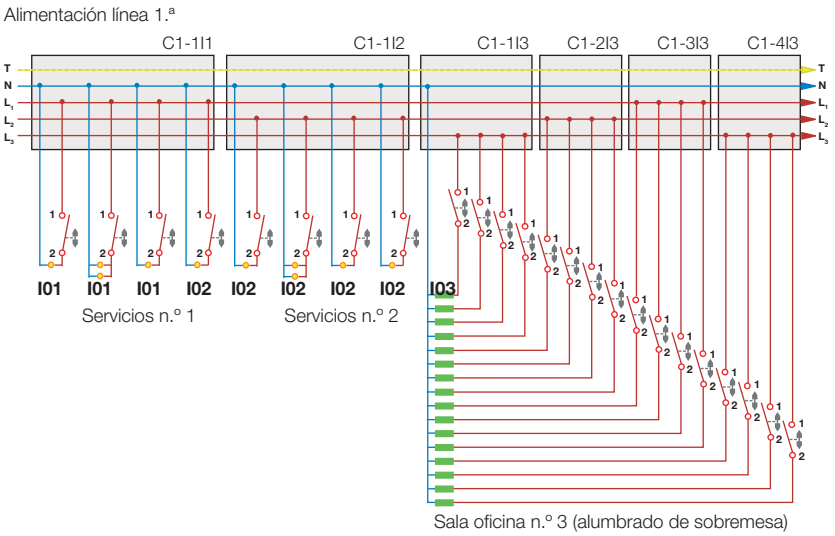


Fig. K5-102: *esquema de distribución y compensación del alumbrado planta segunda.*

■ Esquema de alumbrado línea derecha planta segunda.



■ Detalle punto de trabajo sala oficinas n.º 3 y 8 de la segunda y tercera planta.

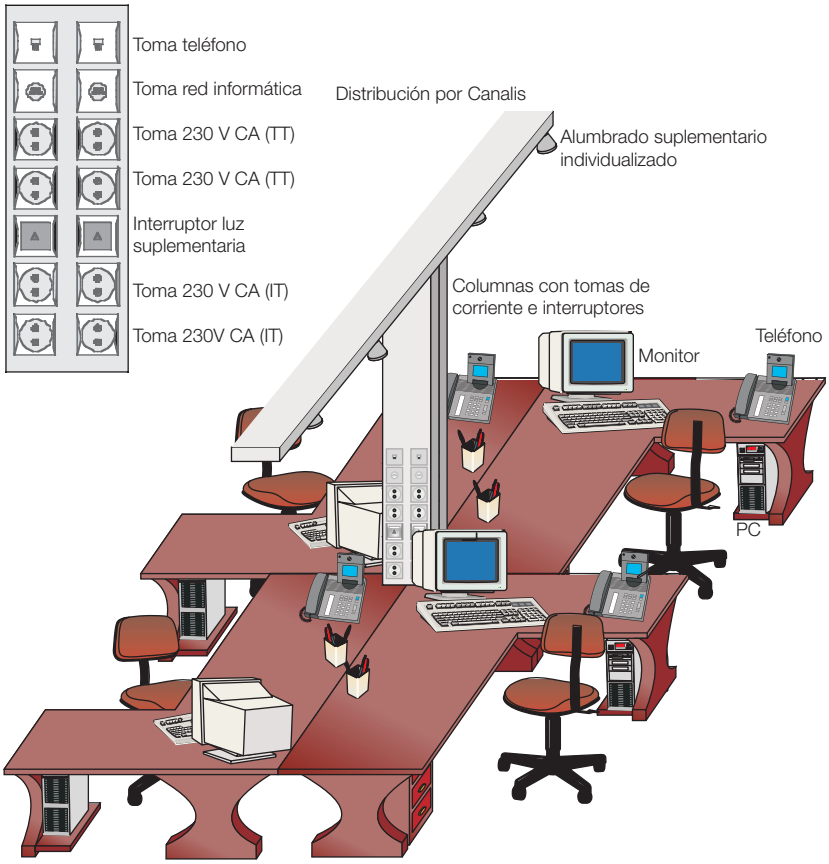


Fig. K5-103: *esquema de detalle puesto trabajo oficina de la segunda y tercera planta.*

■ Esquema de alumbrado línea derecha planta segunda.

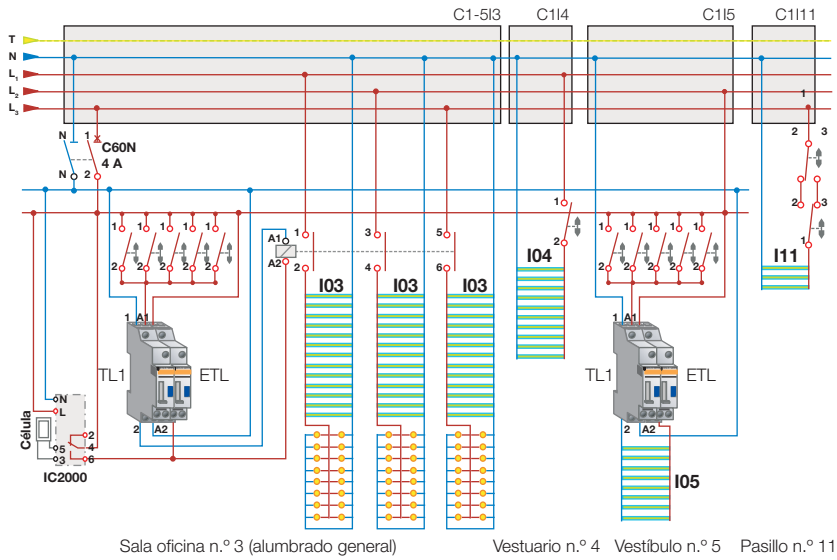


Fig. K5-104: *esquema línea 1.ª de alumbrado planta 2.ª.*

■ Esquema de alumbrado línea izquierda planta segunda.

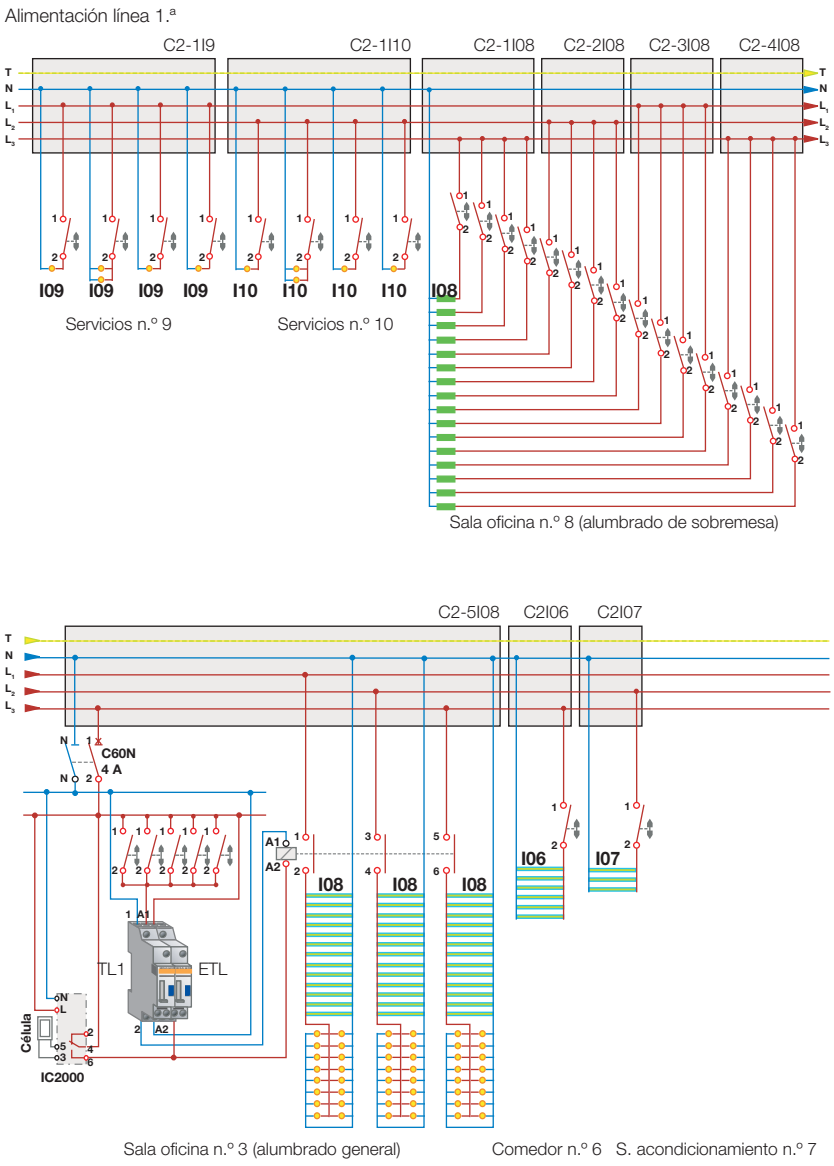


Fig. K5-105: *esquema línea 2.ª de alumbrado planta 2.ª.*

Red de 230 V

Desde el cuadro general distribuiremos en dos secciones, a la derecha y a la izquierda del mismo, todas las dependencias de la primera planta.

Con esta red alimentaremos:

■ Las tomas de corriente de 230 V y las discriminadas.

■ Los dispensadores de toallas.

■ El confort

Desde las cajas de empalme de cada dependencia podremos derivar la energía para cada aplicación.

■ Cargas de las dos líneas de alimentación a 230/400 V.
□ Línea.

N.º		Caja	P (W)	I (A)	Fase					
					L1	31,9	L2	34,5	L3	35,6
Línea 1.ª						16		13,5		13,5
C01	Servicio H-S11	C1C1	2 · 5 A · 0,1	1	1					
			2 · 5 A · 0,05	0,5						
E01	Dispensador 01		1 · 300W	1,3	1,3					
C02	Servicio M-S12	C1C2	2 · 5 A · 0,1	1			1			
			2 · 5 A · 0,05	0,5						
E02	Dispensador 02		1 · 300W	1,3			1,3			
C03	S. oficina S3	C1C3-1	5 · 5 A · 0,1	2,5					2,5	
			5 · 5 A · 0,05	1,25						
		C1C3-2	12 · 5 A · 0,1	6	6					
			4 · 5 A · 0,05	1						
O02	S03 persiana		1 · 140W	0,6	0,6					
O03	S03 persiana		1 · 140W	0,6	0,5					
O04	S03 persiana		1 · 140W	0,6	0,5					
		C1C3-3	12 · 5 A · 0,1	6			6			
			4 · 5 A · 0,05	1						
O01	S03 persiana		1 · 180W	0,8			0,8			
		C1C3-4	8 · 5 A · 0,1	4					4	
		C1C3-5	11 · 5 A · 0,1	5,5	5,5					
			3 · 5 A · 0,05	0,75						
O05	S03 persiana		1 · 140W	0,6	0,6					
C04	Vestuario S4	C1C4	3 · 5 A · 0,1	1,5			1,5			
			3 · 5 A · 0,05	0,75						
O06	S03 persiana		1 · 100W	0,5			0,5			
C05	Vestíbulo S5	C1C5	5 · 5 A · 0,1	2,5			2,5			
			5 · 5 A · 0,05	1,25						
Circuito discriminado				7					7	
Línea 2.ª						15,9		21		22,1
C11	Pasillo CDBT S4	C2C11	3 · 5 A · 0,1	1,5		1,5				
			3 · 5 A · 0,05	0,5						
C09	Servicio H-S09	C2C9	2 · 5 A · 0,1	1	1					
			2 · 5 A · 0,05	0,5						
E03	Dispensador 09		1 · 300W	1,3	1,3					
C10	Servicio M-S10	C2C10	2 · 5 A · 0,1	1			1			
			2 · 5 A · 0,05	0,5						
E04	Dispensador 010		1 · 300W	1,3			1,3			
C08	S. oficina S8	C2C8-1	3 · 5 A · 0,1	1,5	1,5					
			3 · 5 A · 0,05	0,75						
		C2C8-2	12 · 5 A · 0,1	6					6	
			4 · 5 A · 0,05	1						
O12	S08 persiana		1 · 180W	0,8					0,8	
		C2C8-3	12 · 5 A · 0,1	6					6	
			4 · 5 A · 0,05	1						
O09	S08 persiana		1 · 140W	0,6					0,6	
O10	S08 persiana		1 · 140W	0,6					0,6	
O11	S08 persiana		1 · 140W	0,6					0,6	
		C2C8-4	4 · 5 A · 0,1	2	2					
			4 · 5 A · 0,05	1						
		C2C8-5	13 · 5 A · 0,1	6,5	6,5					
			5 · 5 A · 0,05	1,25						
O08	S08 persiana		1 · 140W	0,6	0,6					

(continúa en pág. siguiente)

(continuación)

N.º		Caja	P (W)	I (A)	Fase					
					L1	**31,9**	L2	**34,5**	L3	**35,6**
C07	S. acondi. - S7	C2C7	2 · 5 A · 0,1	1	1					
			2 · 5 A · 0,05	0,5						
O07	S03 persiana		1 · 100W	0,5	0,5					
C06	Comedor S6	C2C8-4	7 · 5 A · 0,1	1			3,5			
			3 · 5 A · 0,05	0,5						
	Cocina		1 · 2.000	8,7	8,7					
	Lavaplatos		1 · 2.500	10,9			10,9			
	Horno		1 · 2.000	8,7					8,7	
	Microondas		1 · 1.000	4,4	4,4					
	Congelador		1 · 400	1,7					1,7	
	Nevera		1 · 400	1,7	1,7					
	Cafetera		1 · 800						3,5	
Conectores discriminados				7,5					7,5	
S00	Agua sanitaria caliente									
S01	Servicios 80 L	BB2	1 · 1.200	5,2	5,2					
S02	Servicios 80 L	BB2	1 · 1.200				5,2			
S03	Comedor 80 L	BB2	1 · 1.200						5,2	
Totales dos sectores					**L1**	**40,7**	**L2**	**40,3**	**L3**	**44,1**
Simultaneidad apreciada 60%						**25**		**25**		**26,5**

Tabla K5-106: *tabla de las cargas de la línea de alimentación tomas de corriente 2.ª planta a 230 V.*

La línea se deberá calcular para la fase más cargada.
En la alimentación para el confort deberemos disponer de capacidad para poderlas maniobrar individualmente o a la vez.
Las tomas de potencia se realizarán desde la caja de bornes de cada dependencia.
Dispondremos de una fase discriminada para las tomas de corriente de los electrodomésticos de limpieza, a través de un reloj programador.
Dispondremos de un control en el tiempo del calentamiento del agua sanitaria a través del segundo circuito del reloj de las tomas de corriente discriminadas, para calentar el agua en las horas valle.
Tanto la generación de armónicos como el desfase de las cargas conocidas es insignificante, por tanto dejaremos su tratamiento englobado en la compensación general.

■ Alimentación de las cargas informáticas.

Desde la fuente de alimentación ininterrumpida SAI distribuiremos en dos secciones, a la derecha y a la izquierda del mismo, todas las dependencias de la primera planta.
Las cargas informáticas son generadoras de armónicos y trabajan con un cos φ del orden de 0,7.
Estas cargas son muy sensibles a los armónicos y ellas mismas son generadoras, produciendo un efecto multiplicador con valores de factor de cresta de 2,4 a 2,8 veces.
Su tasa global de distorsión es del orden del 93%, THDI = 93%.

□ Línea 1.ª.

N.º		**Clase**	**P (W)**	**I (A)**	**Fase**	**36,0**		**34,5**		**34,5**
Línea 1.ª					L1	17,1	L2	18,4	L3	16,1
N01	S. oficina S3					17,1		18,4		16,1
	Punto 1.º				17,1					
	Punto 2.º						9,2			
	Punto 3.º						9,2			
	Punto 4.º								16,1	

■ Esquema para la alimentación de las tomas de corriente a 230 V.

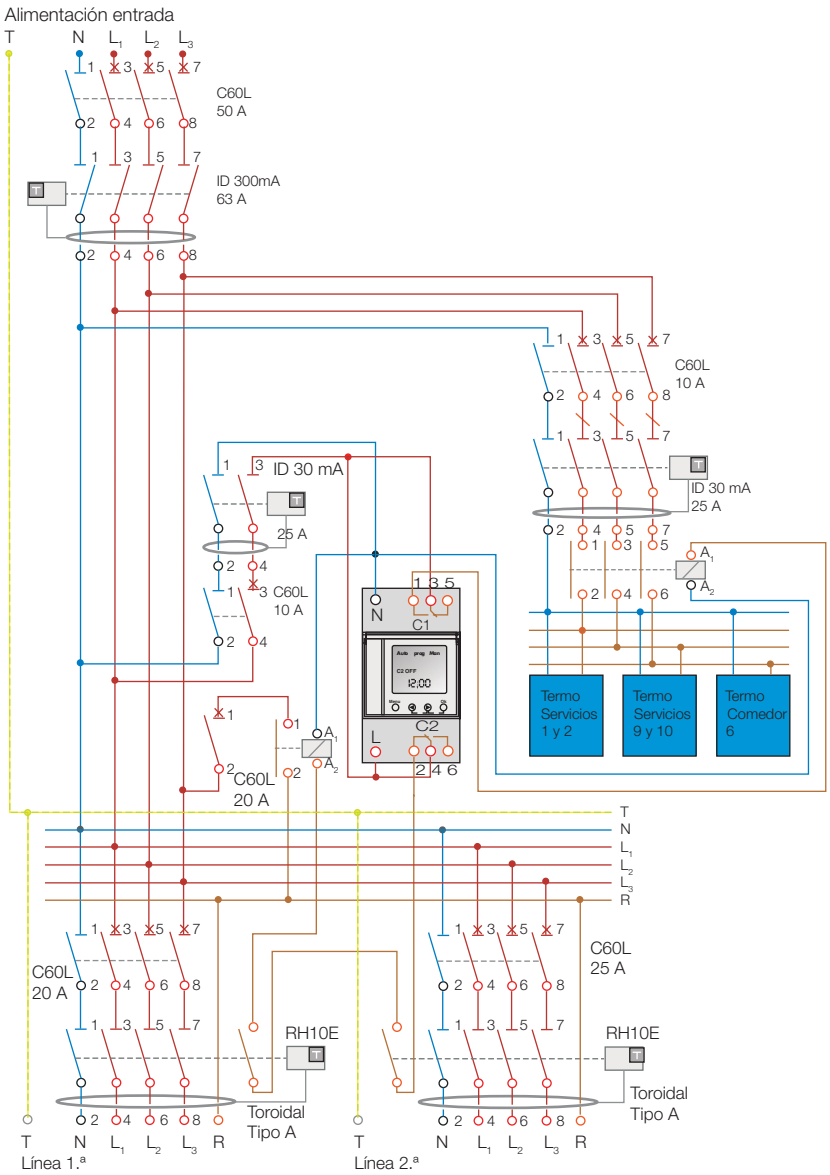


Fig. K5-107: *esquema alimentación circuito para las tomas de corriente de 230 V.*

□ Línea 2.ª

N.º	L1		L2		L3	
Línea 2.ª	18,9		16,1		18,4	
N02 S. oficina S8		18,9		16,1		18,4
Punto 1.º	17,1					
Punto 2.º					9,2	
Punto 3.º					9,2	
Punto 4.º			16,1			
Alarmas técnicas	1,8					

Tabla K5-108: *consumos de las cargas informáticas de la segunda planta.*

■ Tratamiento de la línea 1.ª.
Compensaremos el factor de potencia con una batería para la intensidad media de la línea.
□ Intensidad media:

$$I_{1^a} = \frac{I_{L1} + I_{L2} + I_{L3}}{3} = \frac{17{,}1 + 18{,}4 + 16{,}1}{3} = 17{,}2\ A$$

□ La potencia media será:

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot 400\ V \cdot 17{,}2 \cdot 0{,}7 = 8{,}34\ kW$$

Con un cos φ medio de 0,7 para pasar a un cos φ de 0,98 debemos multiplicar por 0,811, según la Tabla E5-003 de la página E/49 del Volumen 1:

$$Q_c(kVAr) = P(kW) \cdot K = 8{,}34\ kW \cdot 0{,}881 = 7{,}34\ kVAr$$

Consideraremos una batería Varplus clase S A H de 7,5 kVAr a 400 V
□ Los armónicos con un THDI del 93%:

$$THDI = I_{nf} \cdot 93\% = 18{,}4\ A \cdot 0{,}93 = 17{,}12\ A$$

Podemos instalar un compensador activo SineWave SW20.
■ Tratamiento de la línea 2.ª.
Compensaremos el factor de potencia con una batería para la intensidad media de la línea.
□ Intensidad media:

$$I_{2^a} = \frac{I_{L1} + I_{L2} + I_{L3}}{3} = \frac{18{,}9 + 16{,}1 + 18{,}4}{3} = 17{,}8\ A$$

□ La potencia media será:

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot 400\ V \cdot 17{,}8 \cdot 0{,}7 = 8{,}63\ kW$$

Con un cos φ medio de 0,7 para pasar a un cos φ de 0,98 debemos multiplicar por 0,811, según la Tabla E5-003 de la página E/49 del Volumen 1:

$$Q_c(kVAr) = P(kW) \cdot K = 8{,}63\ kW \cdot 0{,}881 = 7{,}6\ kVAr$$

Consideraremos una batería Varplus clase S A H de 7,5 kVAr a 400 V
□ Los armónicos con un THDI del 93%:

$$THDI = I_{nf} \cdot 93\% = 18{,}9A \cdot 0{,}93 = 17{,}58\ A$$

Podemos instalar un compensador activo SineWave SW20.
■ Consideración total de la red:
□ Intensidad media:

$$I_T = \frac{I_{L1} + I_{L2} + I_{L3}}{3} = \frac{36 + 34{,}5 + 34{,}5}{3} = 35\ A$$

□ La potencia media será:

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot 400\ V \cdot 35 \cdot 0{,}7 = 16{,}96\ kW$$

Con un cos φ medio de 0,7 para pasar a un cos φ de 0,98 debemos multiplicar por 0,811, según la Tabla E5-003 de la página E/49 del Volumen 1:

Hemos colocado una batería Varplus clase SAH de 7,5 y de 7,5 kVAr, total 15 kVAr, por tanto está perfectamente compensado.
□ Los armónicos con un THDI del 93%:

$$THDI = I_{nf} \cdot 93\% = 36\ A \cdot 0{,}93 = 33{,}48\ A$$

Hemos colocado dos SineWave de SW20, de una capacidad total para compensar una intensidad armónica de 40 A, perfectamente compensado.

El circuito de distribución de las SAI, tanto en la alimentación en régimen TT y la distribución en régimen IT, lo describiremos en la parte correspondiente al cuadro general de las tres planta.

En este apartado solamente describiremos desde la toma de tensión de cada una de las dos líneas de distribución y la propia distribución:

■ Circuito telefónico.

En este apartado solamente describiremos la línea de distribución correspondiente a las dependencias tratadas de la segunda planta.

Se efectuará una descripción de la distribución telefónica de las tres plantas.

■ Circuito TV.

En este apartado solamente describiremos la línea de distribución correspondiente a las dependencias tratadas de la segunda planta.

Se efectuará una descripción de la distribución de la señal de TV de las tres plantas y de todo el edificio en los servicios generales.

■ Esquema de alimentación de la línea 1.ª de la red de SAI para las cargas informáticas de la segunda planta.

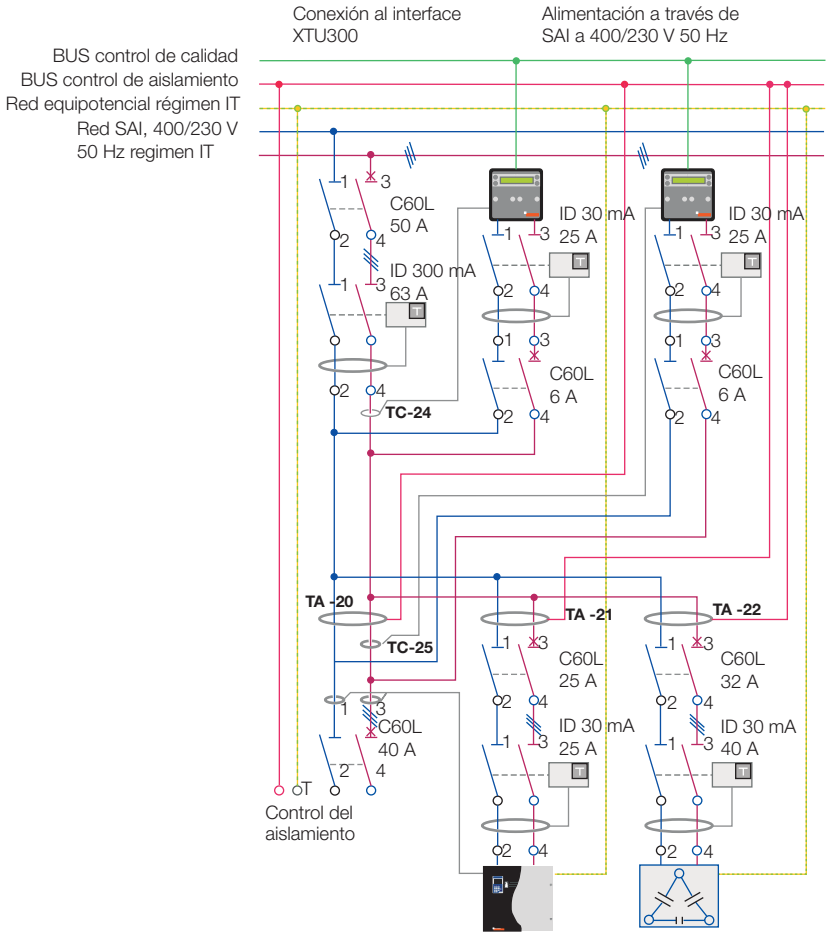


Fig. K5-109: *esquema de alimentación y compensación línea 1.ª de la 2.ª planta.*

Colocaremos dos Power Meter para la lectura de la energía en el punto de suministro y entre las cargas y la corrección para comparar los datos, tanto para los parámetros de calidad como para los de cantidad.

■ Los datos de calidad adecuados para los dos puntos son:
□ Tensión, simple y compuesta.
□ Factor de potencia de las tres fases.
□ Corrimiento en las tres fases.
□ Armónicos desde el 1 al 40 y proporción.
■ Datos de cantidad para el punto de control de entrada.
□ Consumos por períodos.
□ Intensidades por fases (máxima y media).
□ Control en el tiempo de las intensidades máximas.
Deberemos introducir los datos en un registro para facilitar las posibles correcciones y el oportuno control.
■ Línea de distribución conectores n.º 1.
La distribución se realiza partiendo de los bornes de alimentación de la línea 1.ª (Fig. K5-110), con una red de:
□ Línea comunicación red informática (color verde).
□ Línea telefónica (color amarillo).
□ Línea con señal de TV (color naranja).
□ Línea equipotencial red de alimentación TT (verde-amarillo a trazos).
□ Línea a 400/230 V, 50 Hz (neutro color azul claro, fases color marrón, fase discriminada color marrón claro).
□ Línea equipotencia red de alimentación IT (Verde-amarillo a puntos).
□ Línea de alimentación ininterrumpida (SAI) de 400/230 V, 50 Hz (neutro color azul, fases color marrón-violeta).
□ Bus de comunicación control de aislamiento (color violeta claro).
■ Esquema de alimentación de la línea 2.ª de la red de SAI, para las cargas informáticas.
Colocaremos dos Power Meter para la lectura de la energía en el punto de suministro y entre las cargas y la corrección para comparar los datos, tanto para los parámetros de calidad como para los de cantidad.
■ Los datos de calidad adecuados para los dos puntos son:
□ Tensión, simple y compuesta.
□ Factor de potencia de las tres fases.
□ Corrimiento en las tres fases.
□ Armónicos desde el 1 al 40 y proporción.
■ Datos de cantidad para el punto de control de entrada:
□ Consumos por períodos.
□ Intensidades por fases (máxima y media).
□ Control en el tiempo de las intensidades máximas.
Deberemos introducir los datos en un registro para facilitar las posibles correcciones y el oportuno control.
■ Línea de distribución conectores n.º 2.
La distribución se realiza partiendo de los bornes de alimentación de la línea 1.ª (Fig. K5-111), con una red de:
□ Línea comunicación red informática (color verde).
□ Línea telefónica (color amarillo).
□ Línea con señal de TV (color naranja).
□ Línea equipotencial red de alimentación TT (verde-amarillo a trazos).
□ Línea a 400/230 V, 50 Hz (neutro color azul claro, fases color marrón, fase discriminada color marrón claro).
□ Línea equipotencial red de alimentación IT (verde-amarillo a puntos).
□ Línea de alimentación ininterrumpida (SAI) de 400/230 V, 50 Hz (neutro color azul, fases color marrón-violeta).

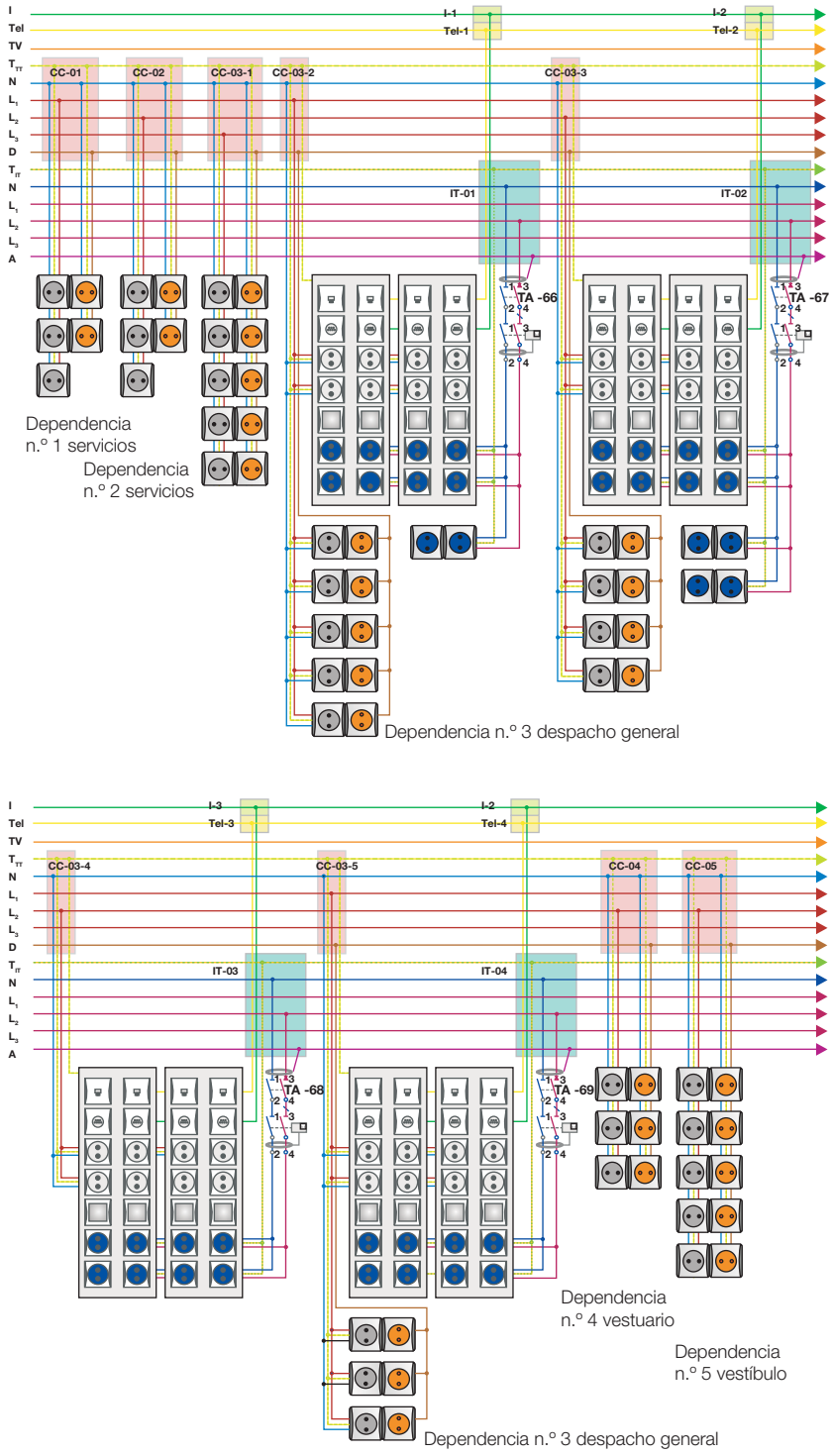


Fig. K5-110: *esquema distribución línea 1ª de la primera planta.*

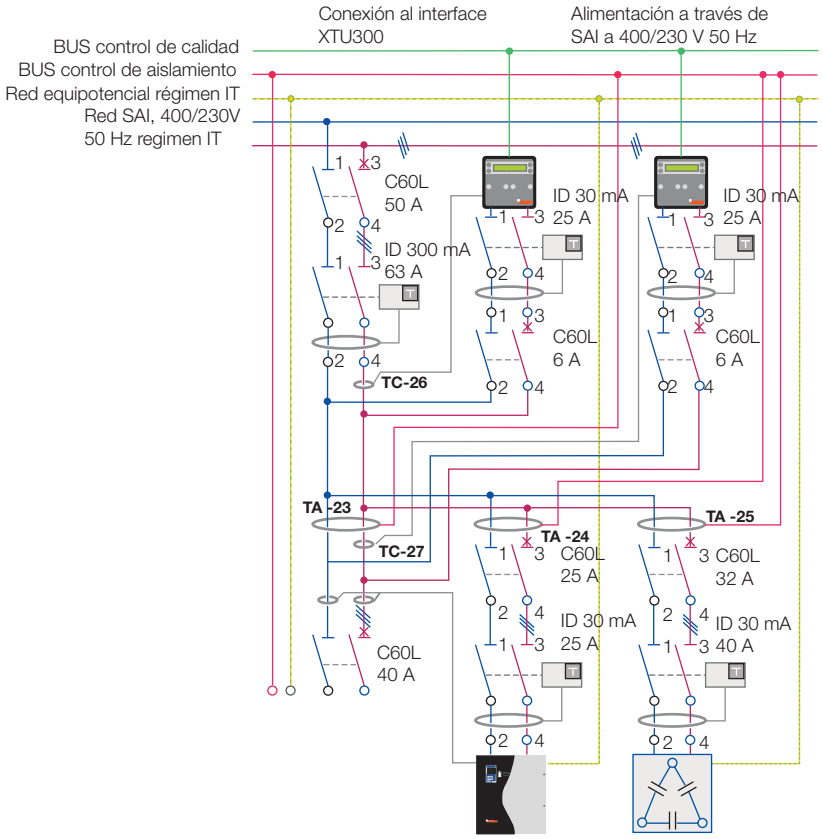
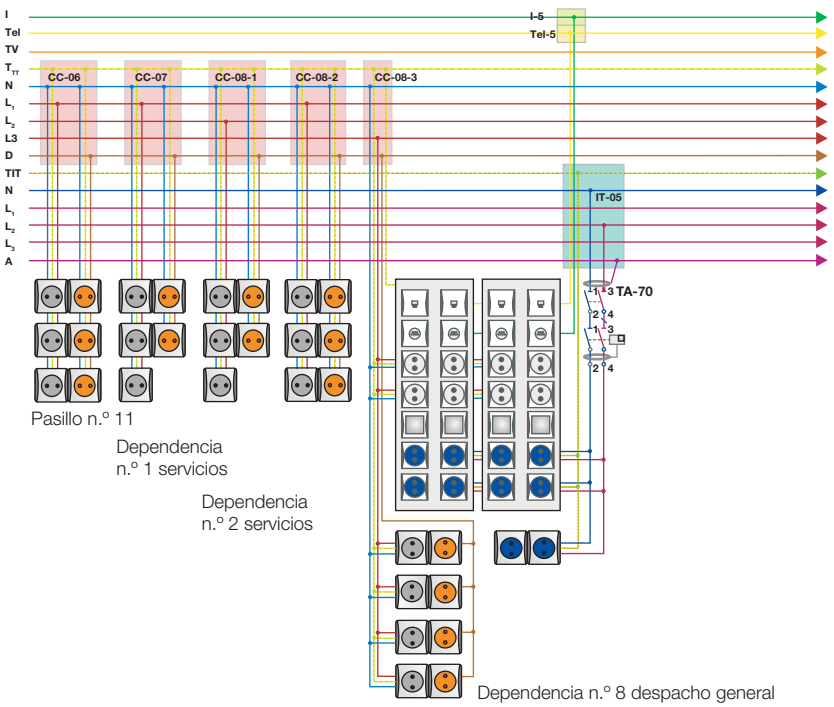


Fig. K5-111: *esquema de alimentación y compensación línea 2.ª de la 1.ª planta.*



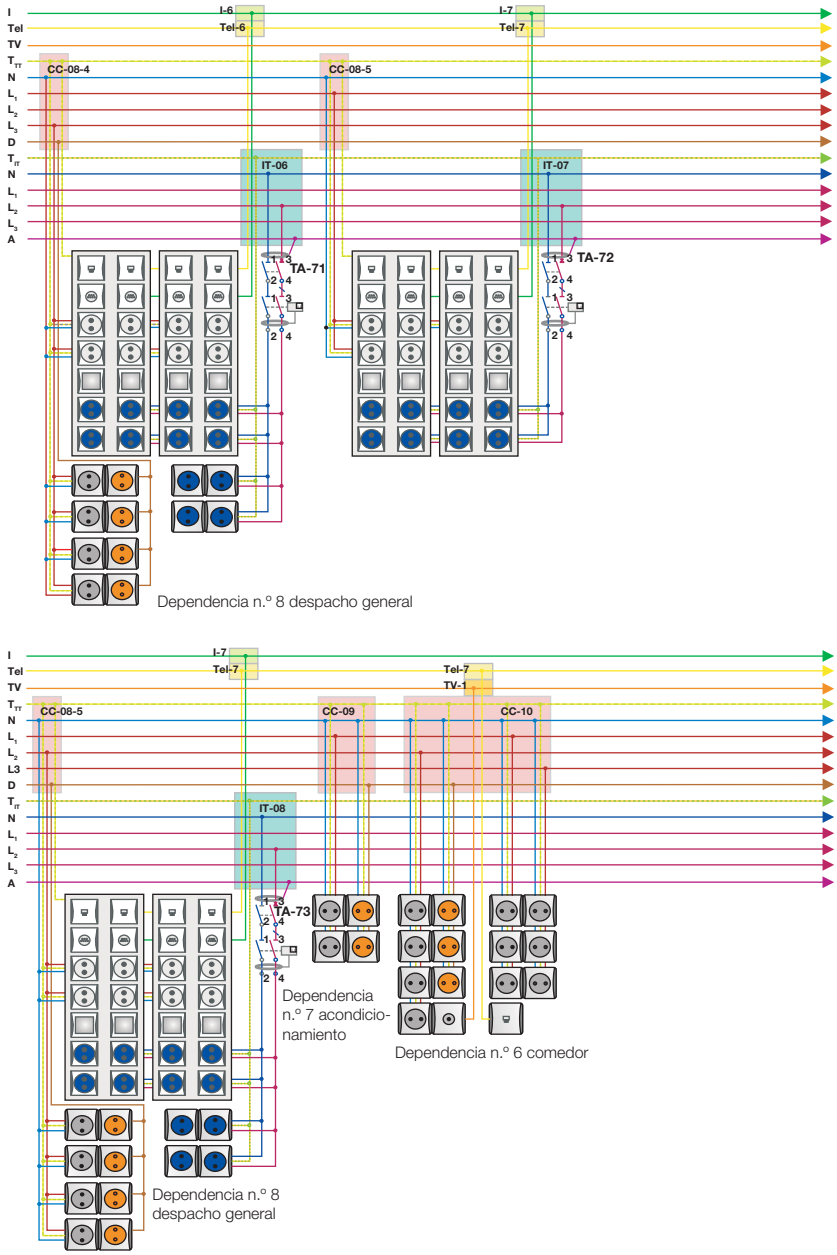


Fig. K5-112: *esquema de distribución tomas de corriente régimen IT línea 2.ª de la 1.ª planta.*

□ Bus de comunicación control de aislamiento (color violeta claro).
Cada línea efectuará sus derivaciones a través de una caja de bornes individual.
Las tomas de corriente para las cargas se efectuarán con bases de la serie Unica situadas en cajas empotradas o columnas del sistema Canalis.

Confort

Las persianas las alimentaremos desde la caja de distribución de la red de tomas de corriente a 400/230 V 50 Hz en régimen TT y las controlaremos por medio del sistema domótico de forma individual y desde la recepción de la primera planta de forma centralizada.
Las distribuiremos en dos líneas, las de la derecha y las de la izquierda, como hemos realizado para las tomas de corriente.

■ Esquema distribución y mando persianas circuito 1.º, derecha.

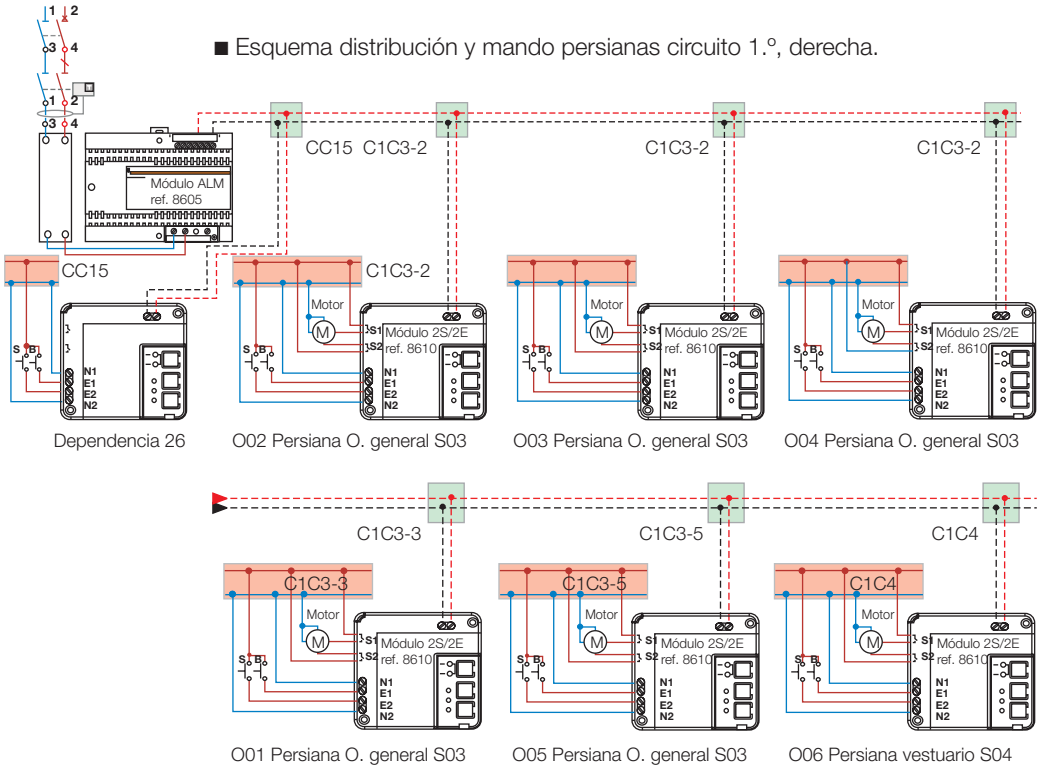


Fig. K5-113: *esquema de distribución y mando persiana línea 1.ª de la 2.ª planta.*

■ Esquema distribución y mando persianas circuito 2.º, izquierda.

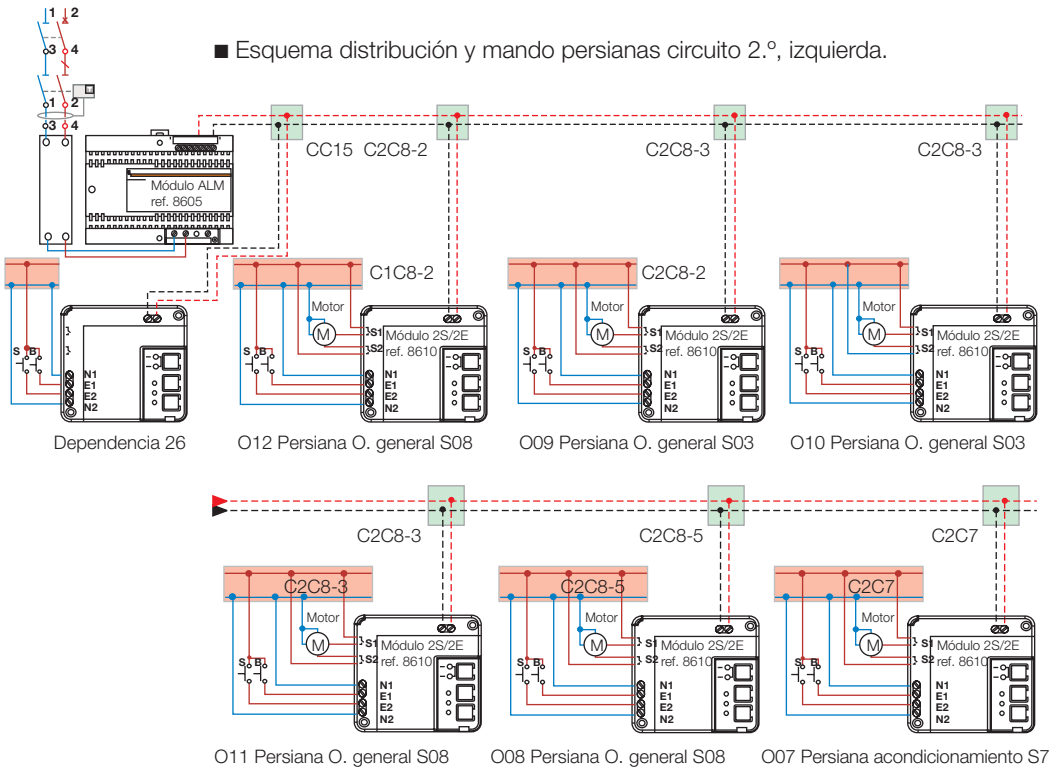


Fig. K5-114: *esquema de distribución y mando persiana línea 2.ª de la 2.ª planta.*

■ Esquema distribución y mando de la puerta de entrada.

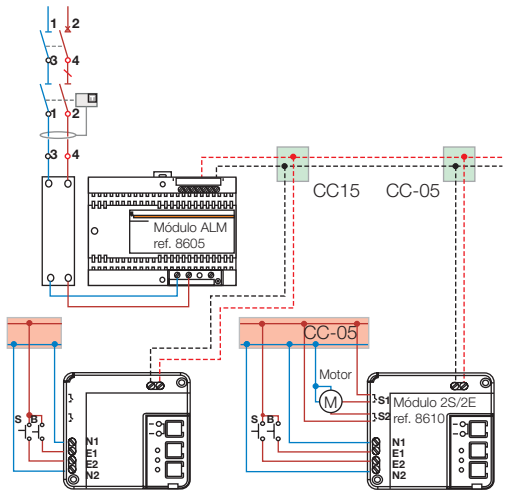


Fig. K5-115: *esquema de distribución y mando puerta general de la 2.ª planta.*

Alarmas técnicas:

■ Esquema de alimentación general.

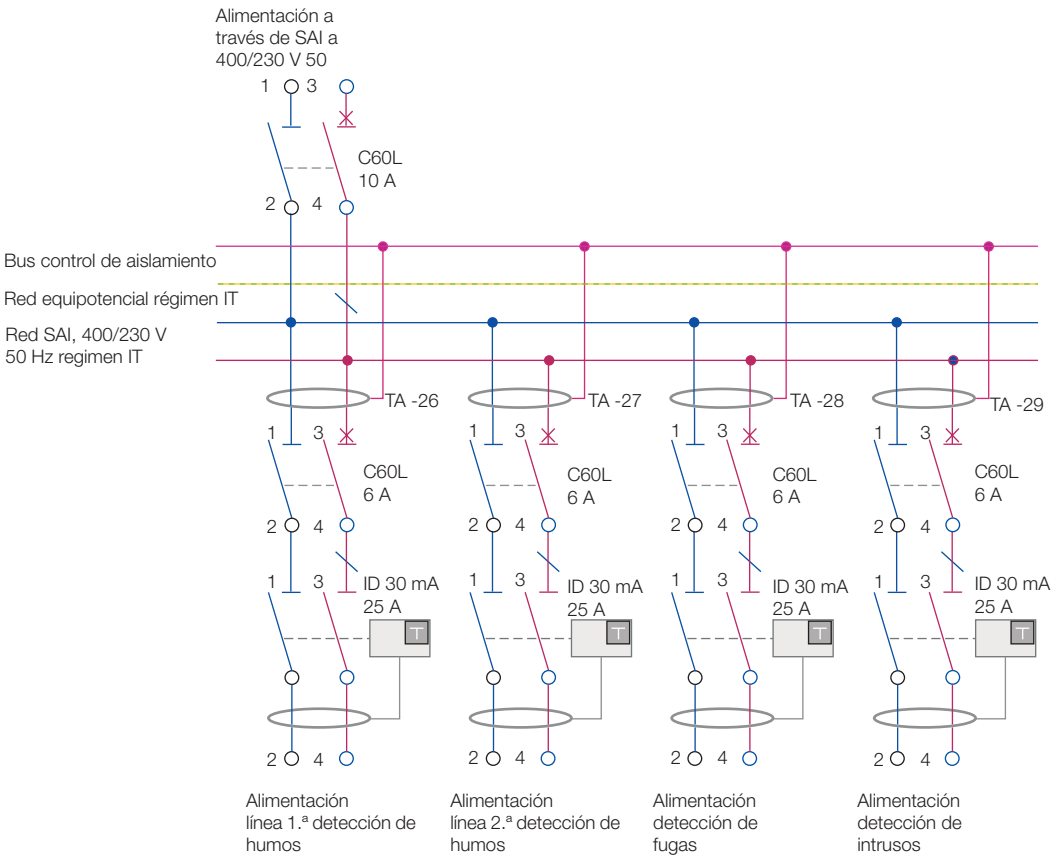


Fig. K5-116: *esquema alimentación circuito de alarmas técnicas planta 2.ª o 3.ª.*

■ Detección de humos.

Con el sistema domótico podemos detectar la presencia de humos en cada dependencia, excitar una alarma acústica o luminosa y comunicar la situación a un centro particular de alarmas vía teléfono.

Distribuiremos la red en dos sectores, el de la derecha y el de la izquierda y su alimentación la realizaremos a través de la SAI en la red de régimen IT.

□ Distribución sector 1.º.

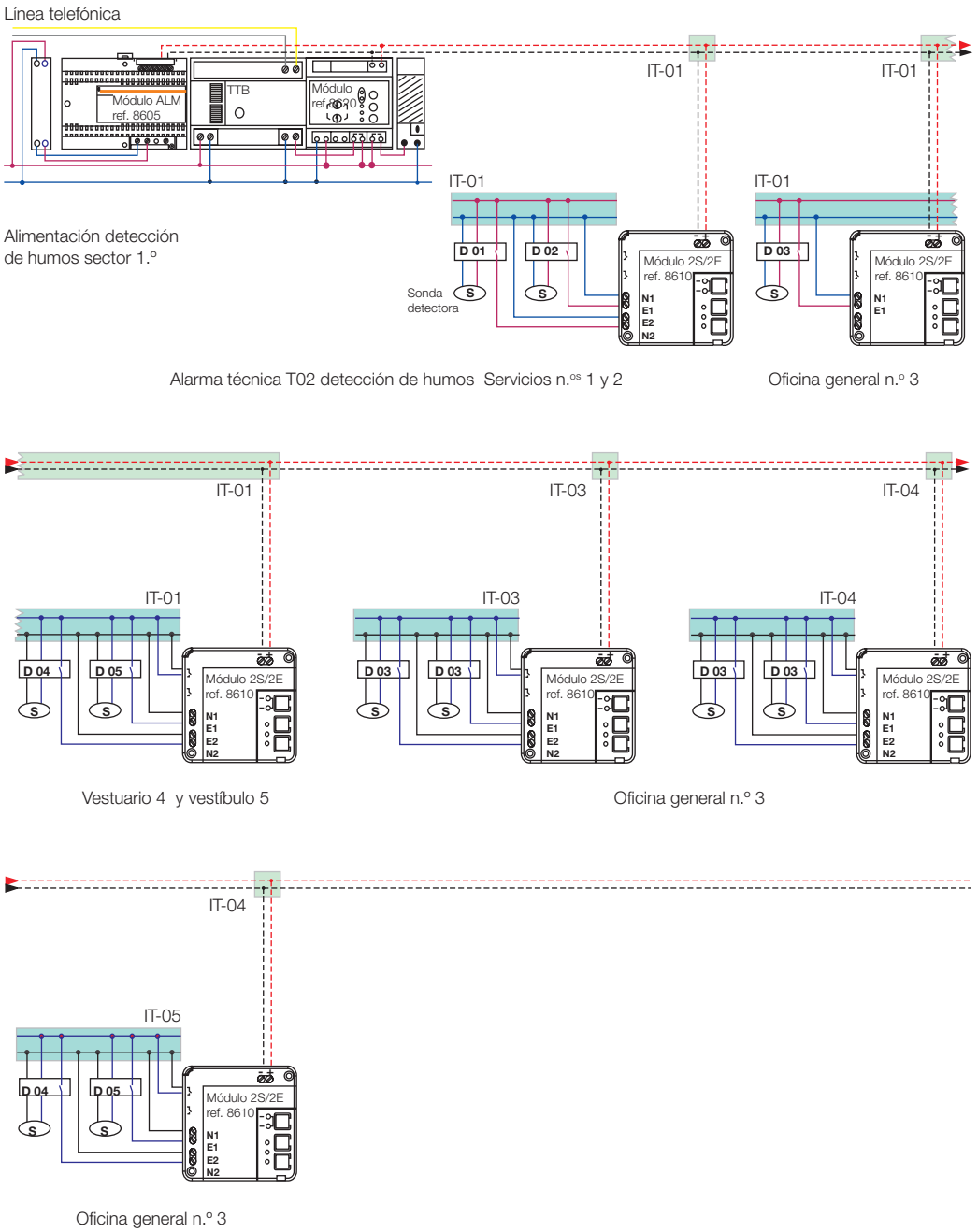


Fig. K5-117: *esquema distribución sector 1.º detección de humos.*

□ Distribución sector 2.

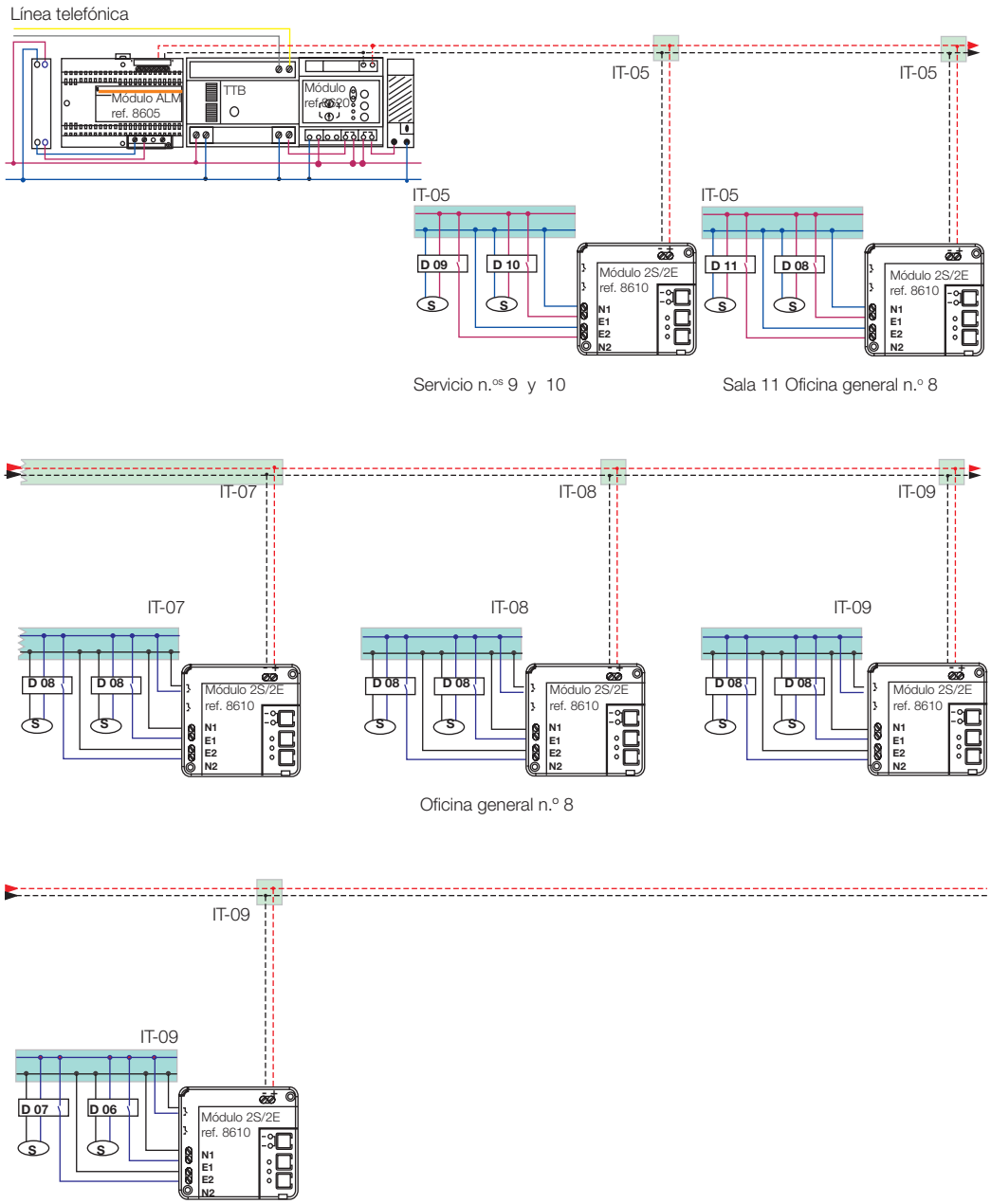


Fig. K5-118: *esquema distribución sector segundo detección de humos.*

Para la definición del tipo de detector de cada dependencia, ver apartado J19, página J/831 del Volumen 3.

■ Detección de presencia.

La detección de presencia para el control de intrusos en determinadas horas del día puede activar una alarma acústica o luminosa y una conexión vía telefónica a una central de alarmas particular. Durante todo el día puede estar activando un sistema de control por grabación con registro por vídeo.

□ Esquema del circuito.

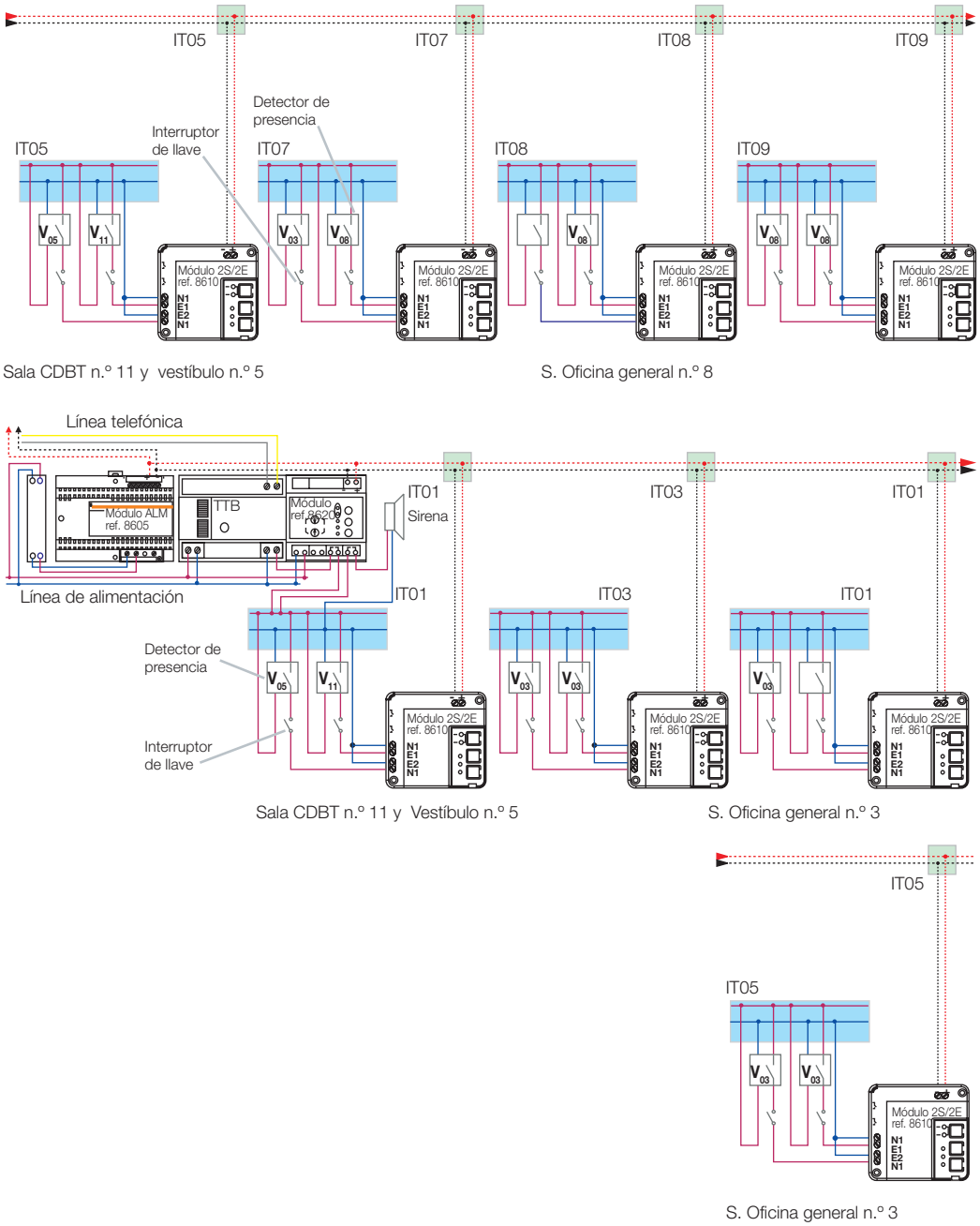


Fig. K-119: *esquema del circuito del control de presencia en la segunda planta.*

■ Control de fugas de agua.

En las salas donde se dispone de suministro de agua, en el momento que se detecte una fuga deberá cortarse el suministro de la dependencia actuando sobre la llave general de la dependencia.

Disponemos del sistema domótico para poder controlar las posibles fugas.

□ Esquema de distribución y control.

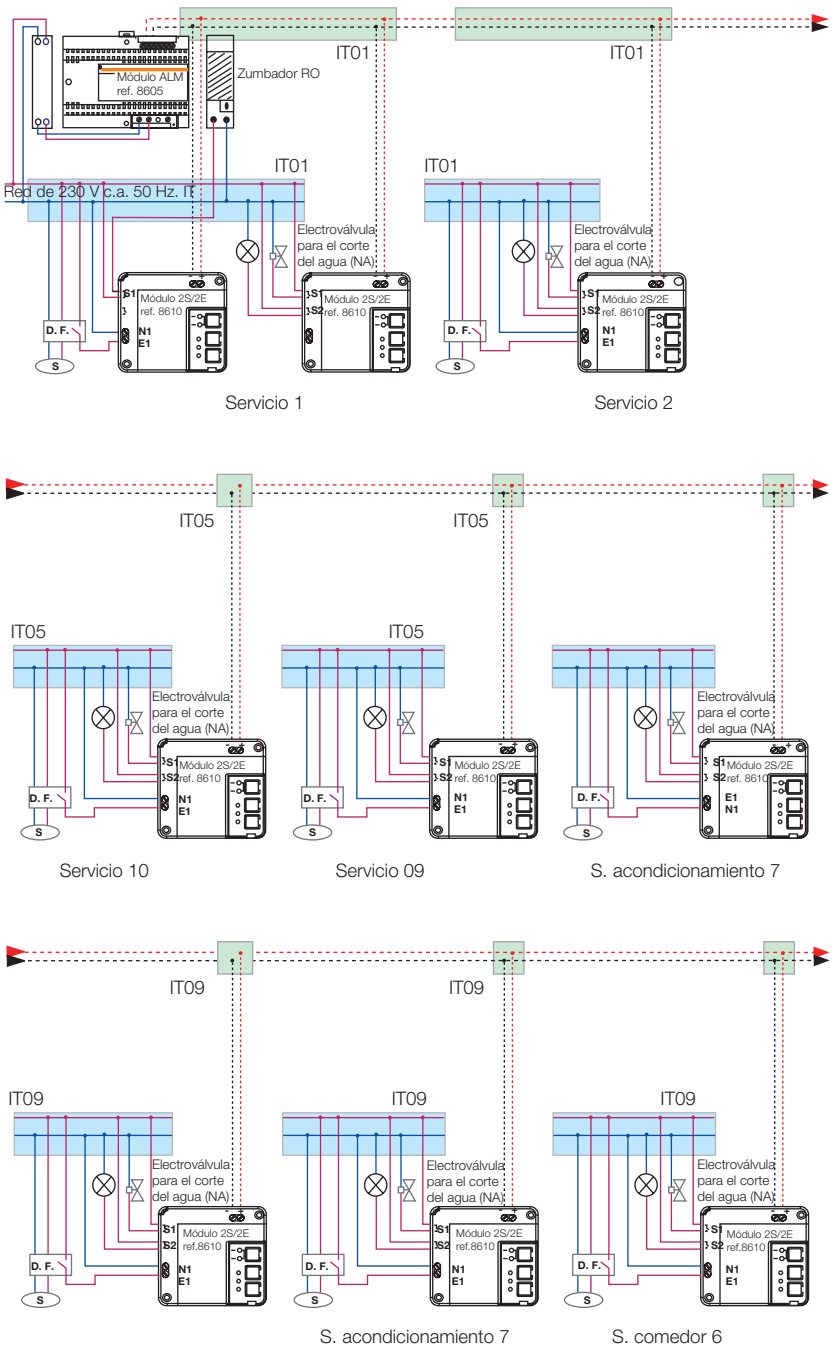


Fig. K5-120: *esquema del circuito para el control de las fugas de agua de la segunda planta.*

■ Situación en planta de las alarmas técnicas.

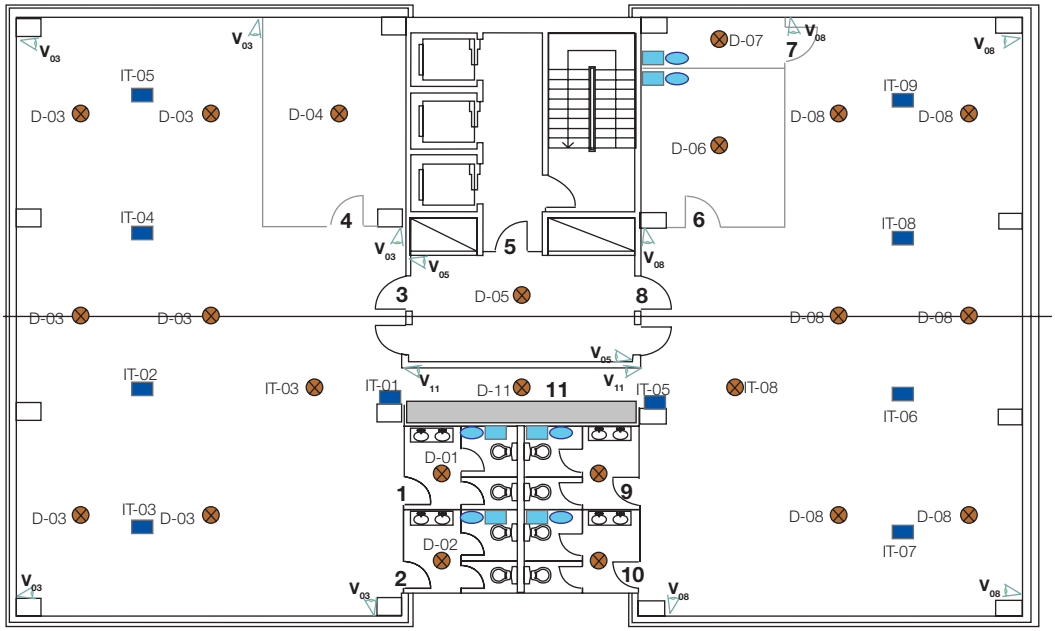


Fig. K5-121: *situación en planta de las alarmas técnicas.*

Planta 3.ª

La tercera planta es idéntica a la segunda y los planteamientos de instalación son iguales, por tanto podemos considerar una duplicidad de la segunda planta.

Coordinación de las cargas y los consumos de las tres plantas

Hemos descrito las cargas y su suministro, ahora debemos estudiar su coordinación para lograr el consumo más inverso a la relación coste de la energía en función del horario, según la tarifa a contratar más adecuada.
Al disponer de un doble suministro debemos controlar la potencia consumida a cada suministrador para poder respetar los mínimos contratados.
Este estudio bien realizado es el que nos permitirá obtener la energía al menor coste posible.

Potencias y consumos de las tres plantas por diferentes conceptos

Estudiaremos los consumos para cada concepto del global de las tres plantas.

Clasificación de las cargas						
N.º		Fase				
		L1		L2		L3	
A00	Aire acondicionado.		390,7		389,6		388,2
A00	Aire acondicionado planta 1.ª	127,8		130,5		127,8	
A00	Ambientador planta 1.ª	3,5		2,5		3	
R00	Renovación de aire planta 1.ª	3		2,8		1,6	
A00	Aire acondicionado planta 2.ª	125,8		125,3		125,3	
A00	Ambientador planta 2.ª	1				1	
R00	Renovación de aire planta 2.ª	1,4		1,6		1,6	
A00	Aire acondicionado planta 2.ª	125,8		125,3		125,3	
A00	Ambientador planta 2.ª	1				1	
R00	Renovación de aire planta 2.ª	1,4		1,6		1,6	

(continúa en pág. siguiente)

(continuación)

N.º		Fase					
		L1		L2		L3	
I00	Alumbrado		91,79		93,35		92,81
I00	Alumbrado planta 1.ª	37,07		37,73		37,55	
I00	Alumbrado planta 2.ª	27,36		27,81		27,63	
I00	Alumbrado planta 3.ª	27,36		27,81		27,63	
E00	Electrodomésticos		37,4		29,6		29,6
E00	Electrodomésticos planta 1.ª	2,6		2,6		2,6	
E00	Electrodomésticos planta 2.ª	17,4		13,5		13,9	
E00	Electrodomésticos planta 3.ª	17,4		13,5		13,9	
C00	Conectores, enchufes		84		63,75		98
C00	Conectores, enchufes planta 1.ª	32		32,75		32	
C00	Conectores, enchufes planta 2.ª	26		15,5		33	
C00	Conectores, enchufes planta 3.ª	26		15,5		33	
O00	Confort		12,5		8,1		10,8
O00	Confort planta 1.ª	5,5		5,5		5,6	
O00	Confort planta 2.ª	3,5		1,3		2,6	
O00	Confort planta 3.ª	3,5		1,3		2,6	
S00	Agua sanitaria caliente		10,4		15,6		10,4
S01	Agua sanitaria caliente planta 1.ª			5,2			
S00	Agua sanitaria caliente planta 2.ª	5,2		5,2		5,2	
S00	Agua sanitaria caliente planta 3.ª	5,2		5,2		5,2	
Total potencia régimen TT			**626,79**		**605,0**		**629,81**
N00	Informática		103,3		101,6		104,4
N00	Informática planta 1.ª	34,9		32,6		35,4	
N00	Informática planta 2.ª	34,2		34,5		34,5	
N00	Informática planta 3.ª	34,2		34,5		34,5	
I00	A. emergencia		9,3		9,9		9,3
I29	A. emergencia planta 1.ª	3,1		3,3		3,1	
I12	A. emergencia planta 2.ª	3,1		3,3		3,1	
I12	A. emergencia planta 3.ª	3,1		3,3		3,1	
T00	Alarmas técnicas		1,8		3,1		
T00	Alarmas técnicas planta 1.ª			1,3			
T00	Alarmas técnicas planta 2.ª			1,8			
T00	Alarmas técnicas planta 3.ª	1,8					
Total potencia régimen IT			**114,4**		**114,6**		**113,7**
Total potencia			**741,39**		**719,6**		**743,51**

Tabla K5-122: *total potencia instalada.*

Aire acondicionado

Es el concepto con más potencia instalada, hemos superado con creces la potencia de unos 110 W/m^2 de la previsión, con el fin de poder consumir mas kilowatios durante las horas valle y poder conservar un simple mantenimiento en las horas punta.

La intensidad media instalada es:

$$I = \frac{I_1 + I_2 + I_3}{3} = \frac{390{,}7\,A + 369{,}6\,A + 388{,}2\,A}{3} = 382{,}84\,A$$

La potencia media instalada es:

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi = 1{,}73 \cdot 400\,V \cdot 382{,}84\,A \cdot 0{,}8 = 211{,}94\,kW$$

Es obvio que durante las 24 h del día no funcionará esta carga.

Si analizamos los consumos vemos que la mayor potencia es para las bombas de calor.

Contratamos con las Cías. suministradoras de energía en base a la tarifa n.º 4, con discriminación horaria.

La jornada de trabajo es de dos turnos desde las 7 h hasta las 23 h.

Por el sistema de acondicionar térmicamente agua, de un depósito de 4 m^3 para cada bomba de calor, podemos confeccionar un programa que las bombas de

calor acondicionen el agua desde las 23 h hasta las 7 horas del día siguiente, donde coinciden con una hora de concepto tarifario llano y 7 h de valle (–43% del coste del kW/h) y durante las horas laborales comprendidas desde las 7 h de la mañana hasta las 23 h, programamos una discriminación con dos grupos de bombas, en el que cada bomba pueda funcionar durante 20 minutos cada hora, en función de las necesidades del mantenimiento de la temperatura del agua tendremos:

■ Consumo medio desde las 23 h hasta las 7 h:

□ Bombas de calor planta 1.ª	2 · 31.700 W
□ Bomba de circulación de agua planta 1.ª	2 · 570 W
□ Bombas de calor planta 2.ª	2 · 31.700 W
□ Bomba de circulación de agua planta 2.ª	2 · 570 W
□ Bombas de calor planta 3.ª	2 · 31.700 W
□ Bomba de circulación de agua planta 3.ª	2 · 570 W
Total potencia	193.620 W

Esta programación es ideal para los períodos que durante las jornadas de trabajo necesitamos complementar el ambiente con aire caliente o aire frío. En los períodos que la climatología necesita, para compensar el ambiente, durante unas horas aire caliente y otras aire frío, a través de un sistema de electroválvulas podemos hacer trabajar las dos bombas de calor de cada planta, una refrescando agua de su depósito y otra calentando el agua de su depósito, y así dispondremos de aire caliente y aire refrigerado durante las horas de la jornada de trabajo.

La condición de trabajar las bombas de calor en régimen restringido la da el PowerMeter que controla la potencia de entrada. Cuando podemos superar la potencia contratada actúa el contacto K1, que mantienen una señal acústica y luminosa y el contacto K2 que activa un relé, el cual permite transmitir una señal al microprocesador de inicio del sistema restringido.

En el momento que el consumo es inferior al límite fijado, desactiva el relé y podemos volver al sistema normal.

Un sistema de estas condiciones necesita de termostatos, electroválvulas, contactores y un microprocesador para controlar el programa. En el capítulo M expondremos la tecnología de las máquinas y realizaremos este ejemplo práctico.

La CEI permite considerar un factor de simultaneidad de 5 a 9 circuitos del 70%, pero en el caso que nos ocupa que forzamos la situación en el período de trabajo, podemos considerar un 80%. Por tanto la potencia a considerar será:

$$P = P_{instalada} \cdot K_s = 194\,kW \cdot 0{,}8 = 155\ kW$$

■ Consumo medio desde las 7 h hasta las 23 h con dos grupos de tres conjuntos de bomba de calor y bomba de circulación durante 20 minutos cada hora:

□ Grupo 1.º	
Una bomba de calor	1 · 31.700 W
Una bomba de circulación	1 · 570 W
□ Grupo 2.º	
Una bomba de calor	1 · 31.700 W
Una bomba de circulación	1 · 570 W
Total potencia	64.540 W

Los fancoils, las bombas de circulación de agua y la renovación de aire funcionará básicamente durante la jornada de trabajo de 7 h a 23 h.

Los 120 kW restantes están repartidos en más de 10 consumos y la CEI permite considerar una simultaneidad, para más de 10 circuitos, de un 60 %. En el caso que nos ocupa y debido que forzamos la situación durante este período de tiempo, consideraremos solamente una simultaneidad del 70 %.

□ Potencia del resto de acondicionamiento será:

$$P = P_{instalada} \cdot K_s = 120\,kW \cdot 0{,}7 = 84\,kW$$

□ La potencia de acondicionamiento será:
– Consumo medio desde las 23 h hasta las 7 h:
Potencia de 155 kW.
– Consumo medio desde las 7 h hasta las 23 h:
Potencia de mantenimiento de temperatura del agua 65 kW.
Potencia del resto de cargas 84 kW.
Total: 65 kW + 84 kW = 149 kW.

Alumbrado

Hemos instalado mayor potencia que en la previsión con la finalidad de incrementar en calidad luminosa y cromática en el puesto de trabajo.
La intensidad media instalada es:

$$I = \frac{I_1 + I_2 + I_3}{3} = \frac{91{,}79\,A + 93{,}35\,A + 92{,}81\,A}{3} = 92{,}65\,A$$

La potencia media instalada, compensada hasta un cos φ de 0,95 es:

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi = 1{,}73 \cdot 400\,V \cdot 92{,}65\,A \cdot 0{,}95 = 60{,}9\,kW$$

■ Consumo medio desde las 7 h hasta las 23 h.
El alumbrado lo consideramos generalmente con factor de simultaneidad 1, en el caso que nos ocupa con la cantidad de ventanales que dispone el edificio y la posibilidad de complementar el alumbrado diurno con dos niveles no podemos considerar que durante las 16 h laborales tendremos un consumo total, considerar un 80 % es un factor de consumo generoso:

$$P = P_{instalada} \cdot K_s = 61\,kW \cdot 0{,}8 \cong 49\,kW$$

■ Consumo medio desde las 23 h hasta las 7 h.
Para el alumbrado nocturno de vigilancia podemos considerar: el alumbrado de los pasillos de los cuadros, planta 1.ª pasillo n.º 11 CDBT, planta 2.ª pasillo CGBT y en la planta 3.ª pasillo CDBT. Todos ellos disponen de cuatro tubos fluorescentes y el alumbrado general de emergencia que podremos encender de forma manual. Es conveniente que el alumbrado de emergencia no sea una instalación que solamente exista y se compruebe periódicamente, en períodos más o menos largos, si se usa diariamente su mantenimiento es mucho más efectivo.
Al estar diseñado con lámparas fluorescentes de 25 W y una proporción de 46 unidades por planta, permite un alumbrado suficiente para la vigilancia y permite dar a la inversión una utilidad permanente.
Alumbrado de vigilancia planta 1.ª, $P = (4 \cdot 54) + (46 \cdot 25) = 1.366$ W.
Alumbrado de vigilancia planta 2.ª, $P = (4 \cdot 54) + (46 \cdot 25) = 1.366$ W.
Alumbrado de vigilancia planta 3.ª, $P = (4 \cdot 54) + (46 \cdot 25) = 1.366$ W.
Total potencia alumbrado general nocturno 4.098 W.
Debemos tener en consideración el alumbrado necesario para la limpieza que al menos durante dos horas tendrán el 20% del alumbrado encendido:

$$P = P_{instalada} \cdot K_s = 61\ kW \cdot 0{,}0166 \cong 1{,}02\ kW$$

$$P = 4.098 + 1{,}02 \cong 4{,}12\ kW$$

Electrodomésticos

En la planta 1.ª solamente disponemos de los dispensadores de toallas de papel de los servicios que comportan consumos esporádicos.
En las plantas 2.ª y 3.ª disponemos de los dispensadores de toallas de papel de los servicios y de los electrodomésticos correspondientes para las horas de comida.

Si la política social de la empresa considera adecuado situar máquinas dispensadoras de café y agua deberíamos tener en consideración estos consumos. No obstante en la proporción de su consumo no alterarán la decisión total.
Electrodomésticos en planta 1.ª, 1.200 W: coeficiente de simultaneidad 0,2.
Electrodomésticos en planta 1.ª, 10.300 W: coeficiente de simultaneidad 0,3.
Electrodomésticos en planta 1.ª, 10.300 W: coeficiente de simultaneidad 0,3.
■ Consumo medio desde las 7 h hasta las 23 h:

$$P = (1.200 \cdot 0,2) + (10.300 \cdot 0,3) + (10.300 \cdot 0,3) = 6,4 \text{ kW}$$

■ Consumo medio desde las 23 h hasta las 7 h.
Puede funcionar algún dispensador de toallas y algún electrodoméstico o nevera en una planta, dificil aproximación:

$$P = (1.200 \cdot 0,02) + (10.300 \cdot 0,03) = 0,333 \text{ kW}$$

Conectores y enchufes
Debemos tener en consideración los conectores discriminados para uso exclusivo de los electrodomésticos para la limpieza:
■ Consumo medio desde las 7 h hasta las 23 h:
□ Intensidad media conectores diurnos:

$$I = \frac{I_1 + I_2 + I_3}{3} = \frac{84 + 43 + 67}{3} \cong 65 \text{ A}$$

□ Potencia media conectores diurnos.

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi = 1,73 \cdot 400 \cdot 65 \cdot 0,8 = 35,8 \text{ kW}$$

Al tener tres líneas podemos considerar un factor de simultaneidad de 0,9.

$$P = P_{instalada} \cdot K_s = 35,8 \text{ kW} \cdot 0,9 \cong 32,2 \text{ kW}$$

■ Consumo medio desde las 23 h hasta las 7 h.
En este período solamente tendremos conectados los electrodomésticos de la limpieza durante dos horas:
□ Intensidad media conectores nocturnos:

$$I = \frac{I_1 + I_2 + I_3}{3} = \frac{20,75 + 14,5 + 14,5}{3} \cong 16,6 \text{ A}$$

□ Potencia media conectores nocturnos:

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi = 1,73 \cdot 400 \cdot 16,6 \cdot 0,8 = 9,2 \text{ kW}$$

Debemos tener en consideración que los electrodomésticos necesarios para la limpieza que solamente los dispondremos durante dos horas y al estar repartidas las cargas en seis electrodomésticos podemos considerar un factor de simultaneidad del 0,7:

$$P = P_{instalada} \cdot K_s = 9,2 \text{ kW} \cdot 0,7 \cong 6,5 \text{ kW}$$

Confort
Las persianas y cortinas que disponemos se activarán muy esporádicamente y superarán los diez circuitos, por tanto podemos considerar un factor de simultaneidad del 0,6:
■ Consumo medio desde las 7 h hasta las 23 h:
□ Intensidad media:

$$I = \frac{I_1 + I_2 + I_3}{3} = \frac{12,5 + 8,1 + 10,8}{3} \cong 10,47 \text{ A}$$

□ Potencia media:

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi = 1,73 \cdot 400 \cdot 10,47 \cdot 0,8 \cong 5,8 \text{ kW}$$

□ Factor de simultaneidad de 0,6:

$$P = P_{instalada} \cdot K_s = 5,6 \text{ kW} \cdot 0,6 \cong 3,5 \text{ kW}$$

■ Consumo medio desde las 23 h hasta las 7 h.
No consideramos su activación en este período de tiempo.

Agua sanitaria caliente
Actuará como circuito discriminado solamente en horas valle de 0 h a 8 h, por tanto solamente la consideraremos en horario nocturno:
■ Consumo medio desde las 23 h hasta las 7 h:
□ Intensidad media:

$$I = \frac{I_1 + I_2 + I_3}{3} = \frac{10,4 + 15,6 + 10,4}{3} \cong 12,14 \text{ A}$$

□ Potencia media:

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi = 1,73 \cdot 400 \cdot 12,14 \cdot 0,98 \cong 8,23 \text{ kW}$$

Es previsible que durante este período de tiempo, la mayor parte del mismo, estén activados todos los calentadores, factor de simultaneidad de 1.

Informática
En la previsión general no podemos prever una actividad determinada que comporte un consumo de energía tan específico y concentrado, por tanto este consumo nos reportará una desviación de la previsión.
Debemos tener en consideración que durante las 24 h del día en la memoria central se almacenan los datos llegados de los diferentes puntos de información y que dos monitores están de servicio permanente para atender las peticiones y el control de la recepción de los datos:
■ Consumo medio desde las 7 h hasta las 23 h:
□ Intensidad media:

$$I = \frac{I_1 + I_2 + I_3}{3} = \frac{103,3 + 101,6 + 104,4}{3} \cong 103,1 \text{ A}$$

□ Potencia media, aunque el factor de potencia en las cargas informáticas es de una media del 0,7 al equipar la red con baterías para compensación de potencia. Consideraremos una media de 0,95:

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi = 1,73 \cdot 400 \cdot 103,1 \cdot 0,95 \cong 67,78 \text{ kW}$$

□ Factor de simultaneidad 1.
■ Consumo medio desde las 23 h hasta las 7 h:
□ Potencia media.

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi = 1,73 \cdot 400 \cdot 23 \cdot 0,95 \cong 1,5 \text{ kW}$$

□ Factor de simultaneidad 1.

Alarmas técnicas
No podemos considerar el consumo más elevado que son los zumbadores y las lámparas de alarma, el consumo de alimentación del sistema no llega a un amperio unos 400 W.

Potencia considerada		Día		Noche	
		Media	Punta	Media	Punta
A00	Aire acondicionado	149	204	155	194
I00	Alumbrado	49	61	4,12	4,12
E00	Electrodomésticos	6,4	6,4	0,34	3,4
C00	Conectores, enchufes	32,2	35,8	6,5	9,2
O00	Confort	3,5	5,6		
S00	Agua sanitaria caliente			8,23	8,23
N00	Informática	67,78	67,78	12,2	12,2
T00	Alarmas técnicas	0,4	0,4	0,4	0,4
Totales		**308,28**	**380,98**	**186,79**	**231,55**

Tabla K5-123: *potencia considerada en el ejemplo.*

La contratación de 330 kW con maxímetro permite utilizar casi toda la potencia. Si consideramos los días laborales de la semana en 5 y 2 de descanso tendremos:

■ Potencia consumida de día:

$$P_{consumida/mes} = n.º\ días \cdot 16\ h \cdot P_m = 20 \cdot 16\ h \cdot 308{,}28\ kW = 98.649{,}64\ kW/h$$

■ Potencia consumida de noche:

$$P_{consumida/mes} = n.º\ días \cdot 16\ h \cdot P_m = 20 \cdot 8h \cdot 186{,}79\ kW = 29.886{,}4\ kW/h$$

■ La potencia total consumida:

$$Días/mes = \frac{128.536{,}04\ kW/h/mes}{330\ kW} = 389\ h/mes$$

Para poder contratar la tarifa n.º 4 reducida debemos consumir más de 117 h/mes la potencia contratada. Con un contrato de 330 kW tendremos que las 389 h/mes que representa el consumo, nos permite mantener el mismo contrato con las dos compañías suministradoras de fluido.

El sistema de suministro ininterrumpido SAI

La potencia aparente necesaria por fase es:

$$S = U \cdot I = 230\ V \cdot 120\ A = 27{,}6\ kVA$$

■ Coeficiente de Extensión/Seguridad.

El SAI se suministra para poder trabajar a su intensidad nominal, pero debemos considerar un coeficiente de ampliación y una reserva de seguridad. Considerar un coeficiente de 1,2 (+20%), es adecuado.

$$S = U \cdot I \cdot K = 230\ V \cdot 120\ A \cdot 1{,}2 = 33{,}12\ kVA$$

Una Galaxy PW100 (100 kVA de potencia aparente). SAI con salida III+N de 33,3 kVA de potencia aparente por fase y en régimen IT.

La batería es necesaria para una autonomía de 60 minutos.

Es muy importante adaptar la instalación a sistemas de máxima seguridad de suministro.

Por ello se opta por la instalación de un sistema redundante de 2 SAI, cada uno con su propia batería y cada uno de ellos trabajando al 50% de su potencia nominal. Ello nos garantiza, casi, un 100% de seguridad, pues en caso de fallo o mantenimiento de cualquiera de los dos, el aparato se puede aislar totalmente y el sistema es alimentado a plena potencia por el otro.

■ Esquema de la SAI doble conversión permanente (on-Line).

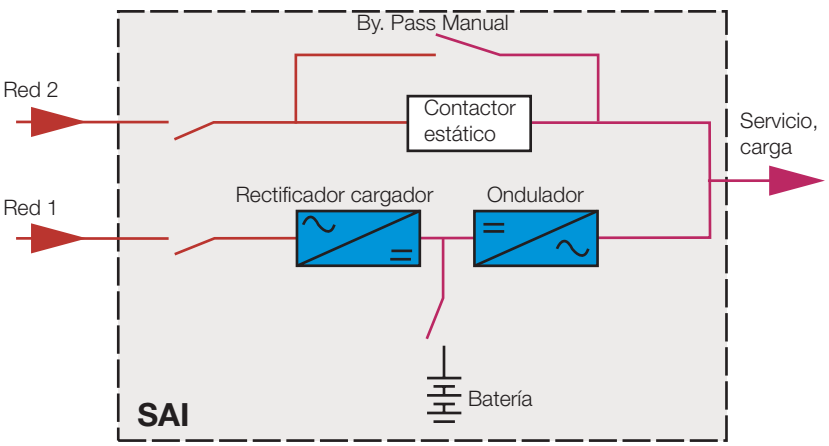


Fig. K5-124: *esquema de instalación de la SAI.*

El coeficiente de Extensión/Seguridad, nos permite posibles futuras ampliaciones y evitar obligar a trabajar el SAI al 100% de su potencia nominal permanentemente.
Debemos equipar el SAI con una tarjeta de comunicación "RS232C" para trasladar la información generada por el programa informático del SAI al equipo de control de la calidad y el aislamiento.
La alimentación de cada SAI se realizará a través de un transformador de aislamiento estrella, con régimen TT en el primario e IT en el secundario, para garantizar los mínimos cortes de suministro.
Es muy conveniente trabajar con SAI que mantengan la conversión permanentemente. Las fuentes que normalmente suministran la energía de la red y en el momento del corte inician la actuación de la conversión de la energía de la batería en corriente alterna, siempre tendrán un tiempo de espera entre un régimen de alimentación de la red y el propio, no es conveniente este SAI de tensión.

El control de aislamiento del régimen IT

Según hemos descrito en el capítulo G del Volumen 2, instalaremos un régimen IT con control permanente de aislamiento, con indicación sonora y luminosa de una reducción de aislamiento hasta niveles de prevención (1 a 299 kΩ) y otra señal acústica y luminosa con indicación de niveles de alarma (0,2 a 99,9 kΩ):
■ Los cinco controladores XL316 llevan un indicador luminoso de alarma de cada uno de los 16 ramales que controlan.
■ Los dos controladores generales de aislamiento XM300c generan la corriente de baja frecuencia para darnos las alarmas generales de prevención y general.
Hemos colocado una unidad de transformador de aislamiento a cada uno de los ramales de alimentación del sistema de régimen IT, funcionando uno o el otro según el ramal conectado.
Se ha instalado un desconectador de sobretensiones Cadwer, para derivar las posibles sobretensiones, no eliminadas por los descargadores de sobretensión, de la instalación.
En la instalación del Cadwer se ha colocado una protección con indicador luminoso y acústico para detectar la posible cristalización del carbono de silicio o el óxido de zinc, que en algunas condiciones se vuelve conductor permanente.
■ Un interface XTU300 nos comunicará con el programa central de control de toda la instalación, aportando los datos de control del aislamiento en valores y niveles.
Los equipos de control de aislamiento se alimentan desde una salida propia del cuadro general, en régimen IT.
Todos los equipos están situados en el cuadro general para facilitar el control.

Control de la calidad de la energía suministrada para las tres plantas

Partiremos de unos analizadores de tensión e intensidad Power Meter repartidos en puntos estratégicos de la instalación que realizarán las lecturas a través de transformadores de intensidad y tomas de tensión, debidamente protegidas, y las distribuirán vía bus RS485, con protocolo Modbus, a un analizador de datos tipo Circuit Monitor que, a través de su hardware, estructurará los datos para mandarlos vía bus RS485 al interface XTU300, el cual transmitirá al PC central, de control de la instalación, vía bus RS485. El PC central dispondrá de una tarjeta de conversión del bus RS485 a RS232, adaptado al lenguaje normal de los programas de los PC.
La alimentación se realiza desde una salida propia, de la red de régimen IT, del cuadro general. Con el correspondiente control de aislamiento.
La estructuración de los datos se realizará en el PC general de control de la instalación eléctrica, aprovechando el hardware propio del Circuit Monitor.
Esquema de conxionado del sistema **Power**Logic® de control de red.

■ Esquema del circuito para el control del aislamiento.

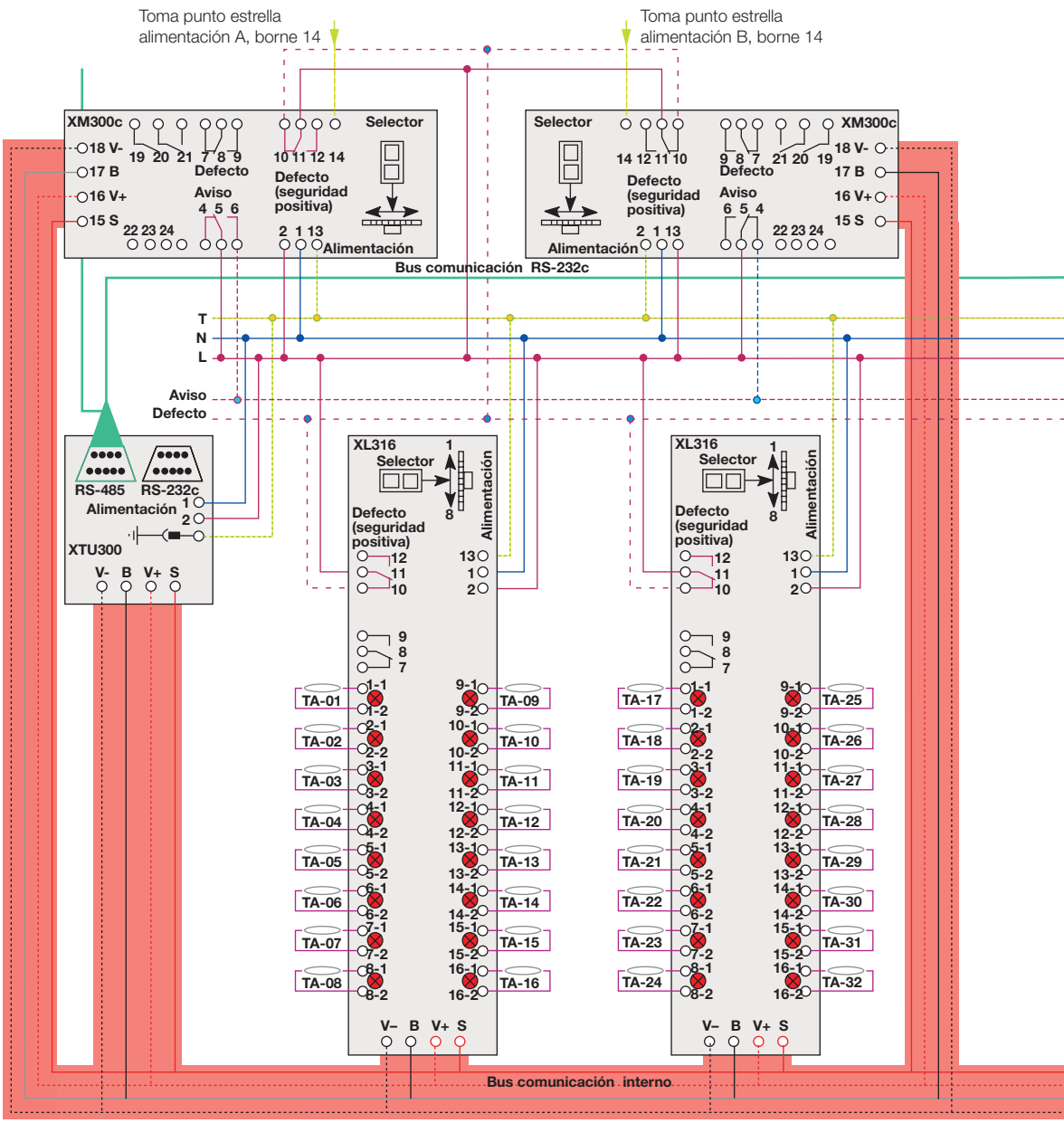
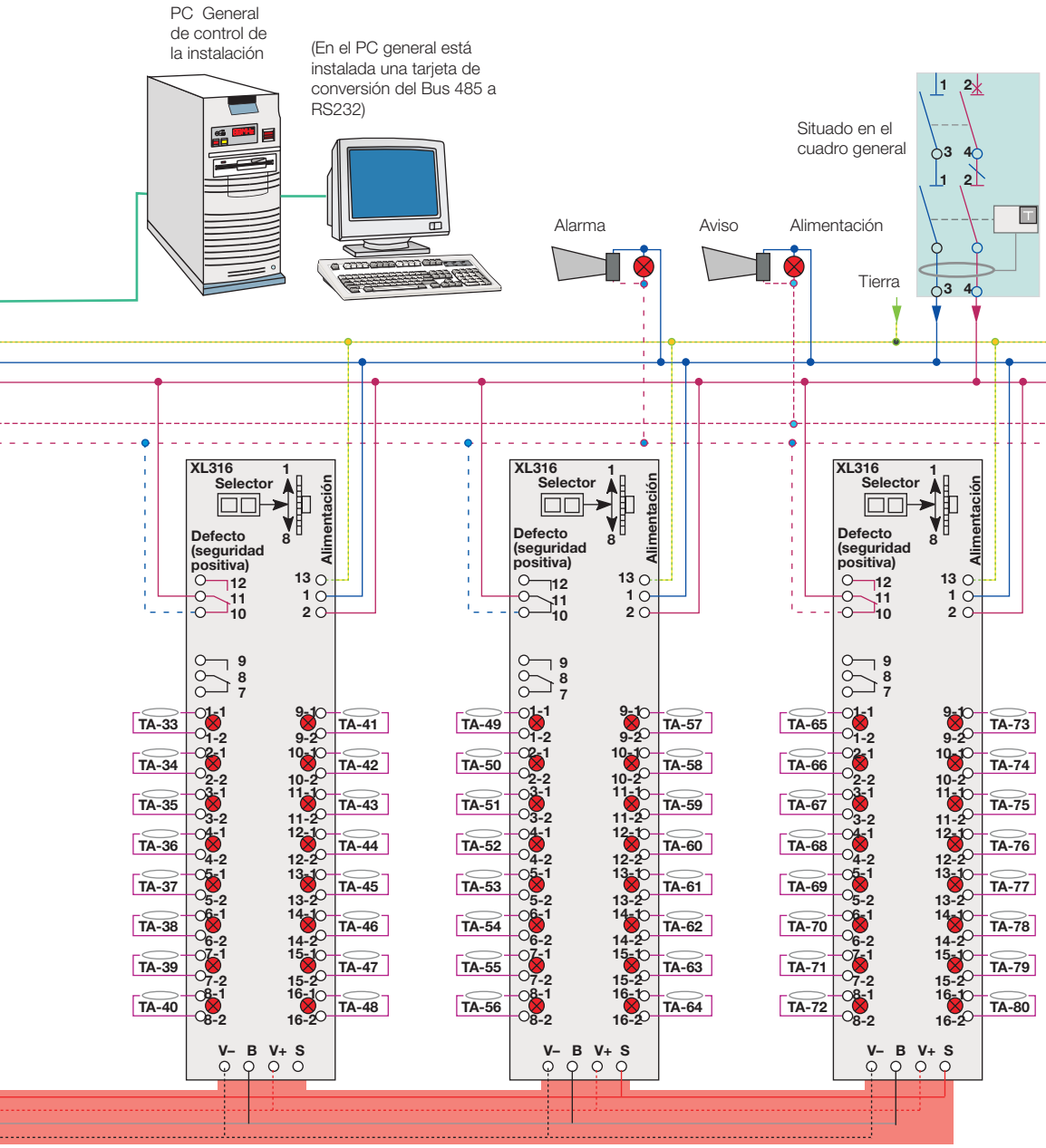


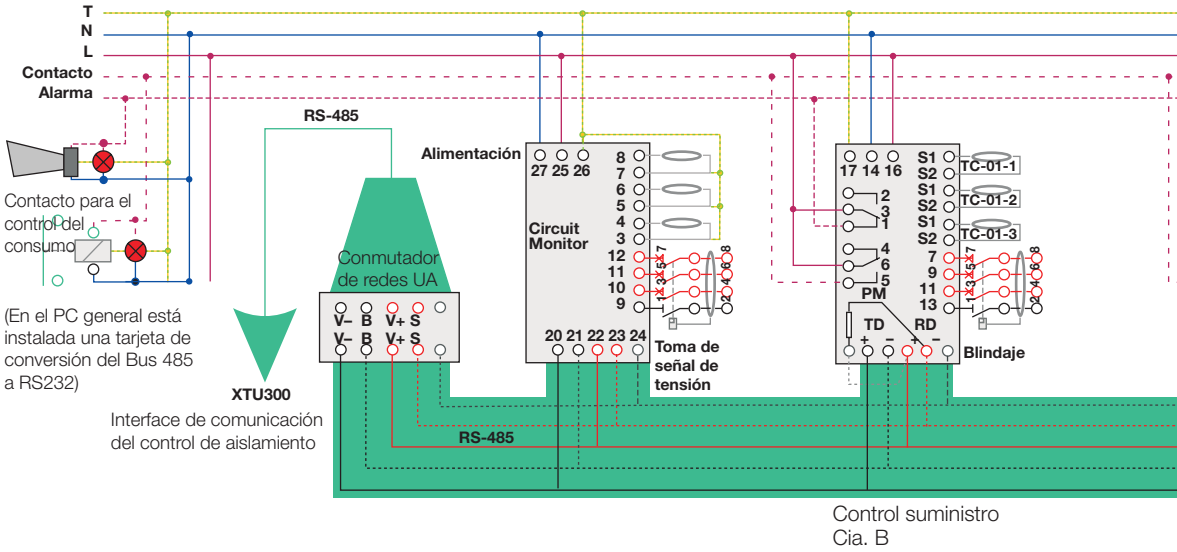
Fig. K5-125: *esquema del circuito de control de aislamiento.*

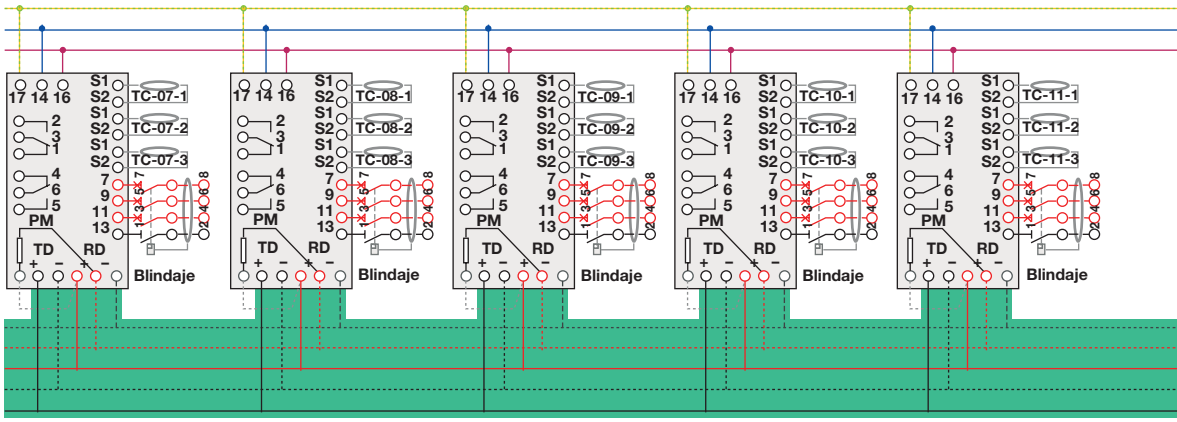

PC General de control de la instalación
(En el PC general está instalada una tarjeta de conversión del Bus 485 a RS232)
Situado en el cuadro general
Alarma
Aviso
Alimentación
Tierra
XL316
Selector
Defecto (seguridad positiva)
Alimentación
V– B V+ S
TA-33 TA-34 TA-35 TA-36 TA-37 TA-38 TA-39 TA-40
TA-41 TA-42 TA-43 TA-44 TA-45 TA-46 TA-47 TA-48
TA-49 TA-50 TA-51 TA-52 TA-53 TA-54 TA-55 TA-56
TA-57 TA-58 TA-59 TA-60 TA-61 TA-62 TA-63 TA-64
TA-65 TA-66 TA-67 TA-68 TA-69 TA-70 TA-71 TA-72
TA-73 TA-74 TA-75 TA-76 TA-77 TA-78 TA-79 TA-80

K
5

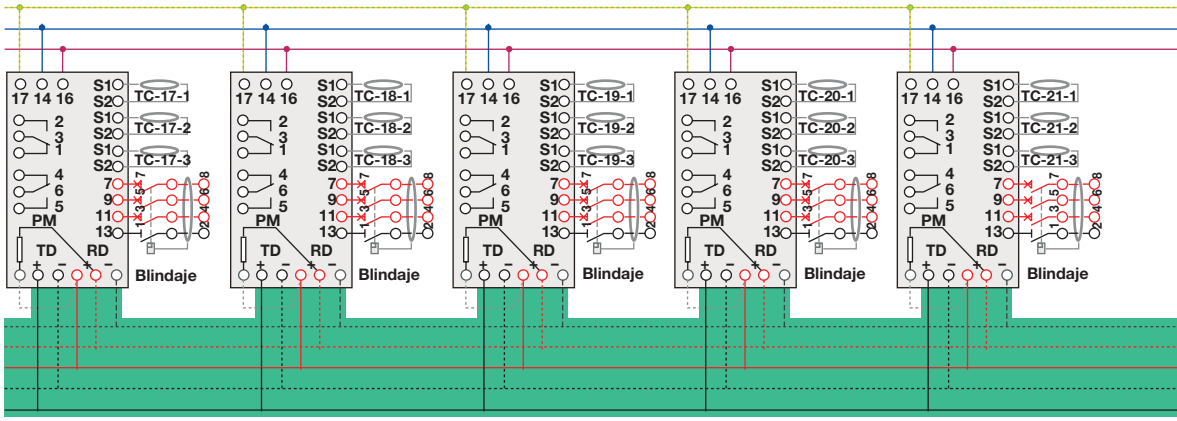
■ Circuito control de calidad.

Alimentación general de circuito de control de calidad desde una salida propia del CGBT

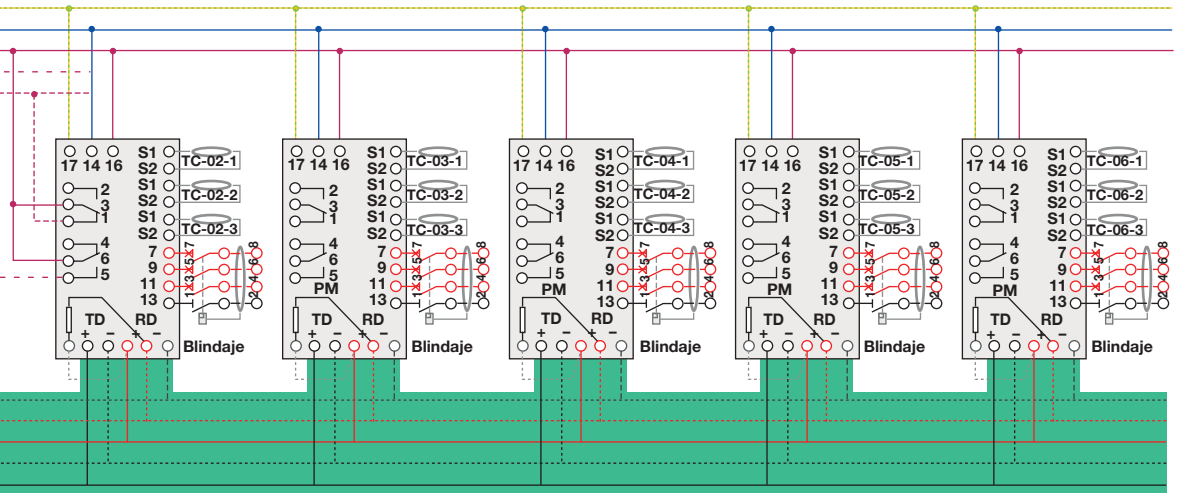




C. alumbrado general | C. línea general tomas de corriente | C. línea 1.ª SAI | C. línea 2.ª SAI | C. salida SAI



Alumbrado planta 3.ª | Conectores red IT línea 1, planta 1.ª | Conectores red IT línea 1, planta 1.ª | CPU general línea 1, planta 1.ª | CPU general línea 1, planta 1.ª



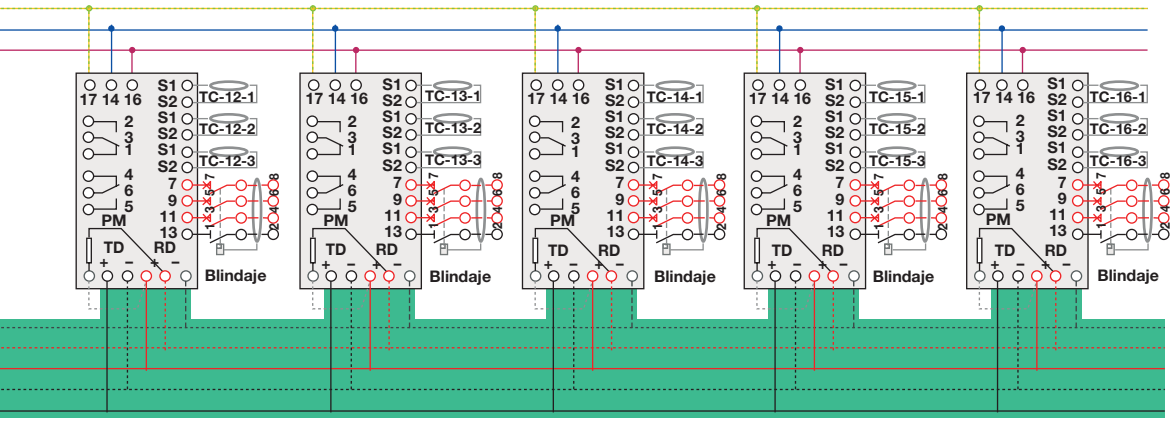
Control suministro Cia. A

C. descargador sobretensión

C. batería condensadores

C. compensador activo generalSW20

C. salida acondicionamiento general



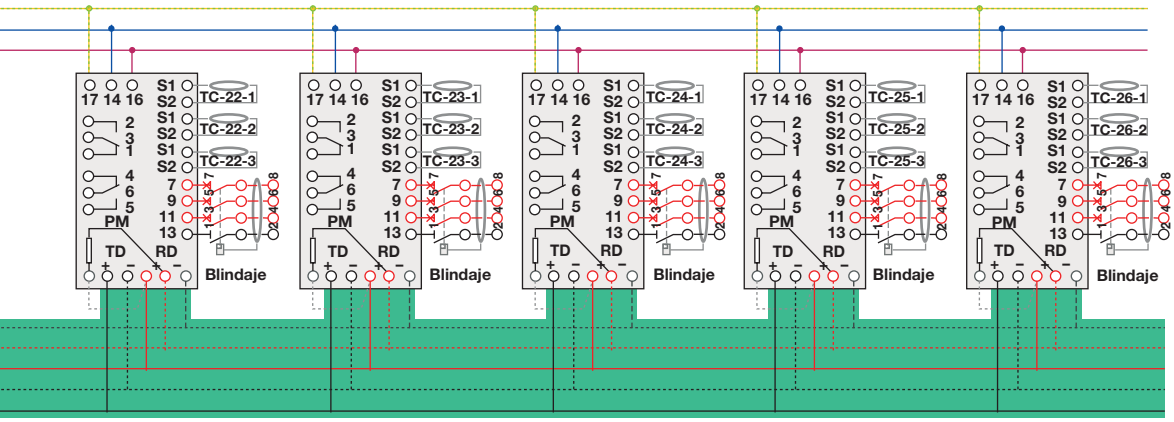
Acondicionamiento planta 1.ª

Acondicionamiento planta 2.ª

Acondicionamiento planta 3.ª

Alumbrado planta 1.ª

Alumbrado planta 2.ª



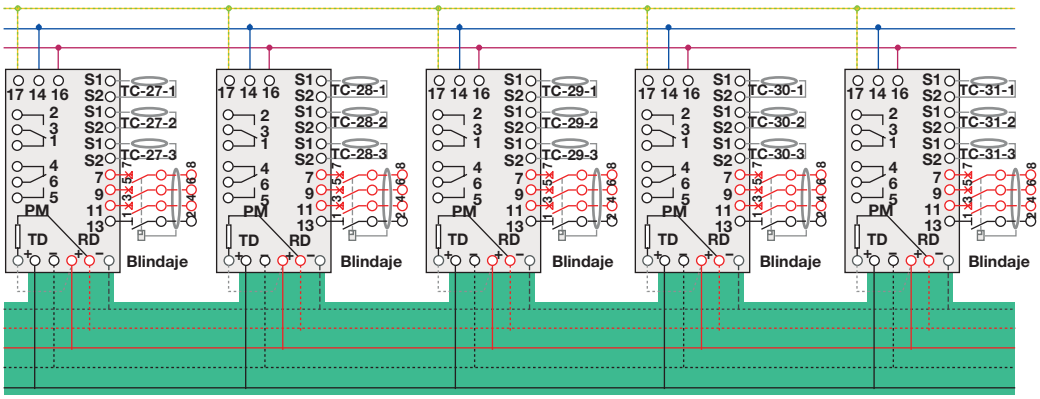
Conectores red IT línea 2, planta 1.ª

Conectores red IT línea 2, planta 1.ª

Conectores red IT línea 1, planta 2.ª

Conectores red IT línea 1, planta 2.ª

Conectores red IT línea 2, planta 2.ª



Conectores red IT línea 2, planta 2.ª | Conectores red IT línea 1, planta 3.ª | Conectores red IT línea 1, planta 3.ª | Conectores red IT línea 2, planta 3.ª | Conectores red IT línea 2, planta 3.ª

Fig. K5-126: *esquema circuito control de calidad de la energía.*

Situación de los controles de aislamiento y calidad en los cuadros

Indicación de la situación de los transformadores de intensidad y de las tomas de tensión en los cuadros CGBT, CDBT 1.º P. CDBT 2.ª P y CDBT 3.ª P. Los puntos de control en las líneas están indicados en los esquemas de las mismas.

Distribución red IT en planta 1.ª, CDBT 1.ª P.

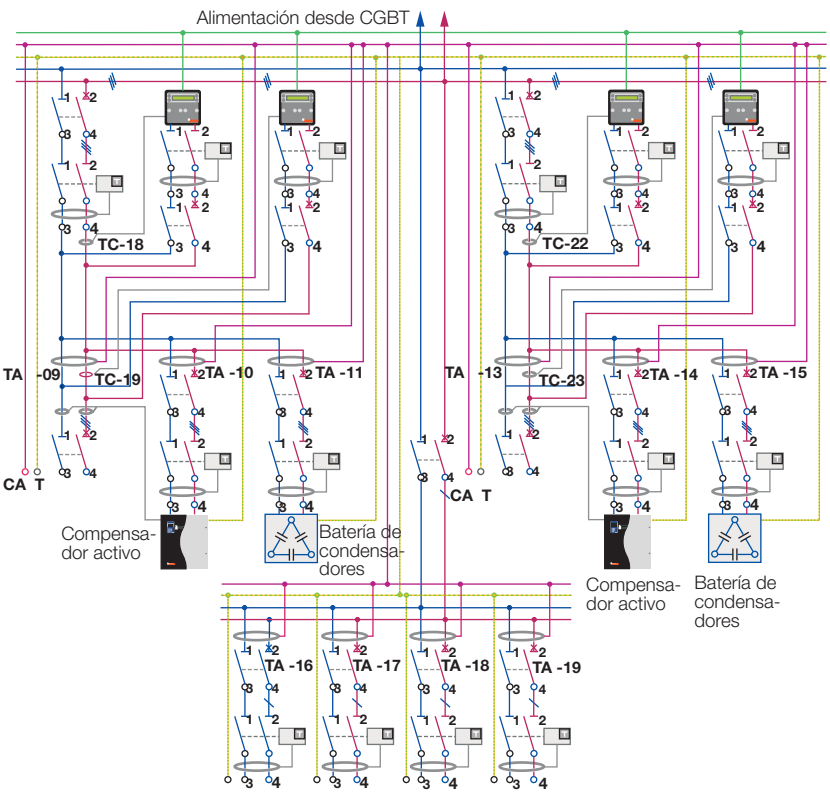


Fig. K5-127: *esquema distribución en el CDBT 1.ª P.*

Distribución red IT en planta 2.ª, CDBT 2.ª P.

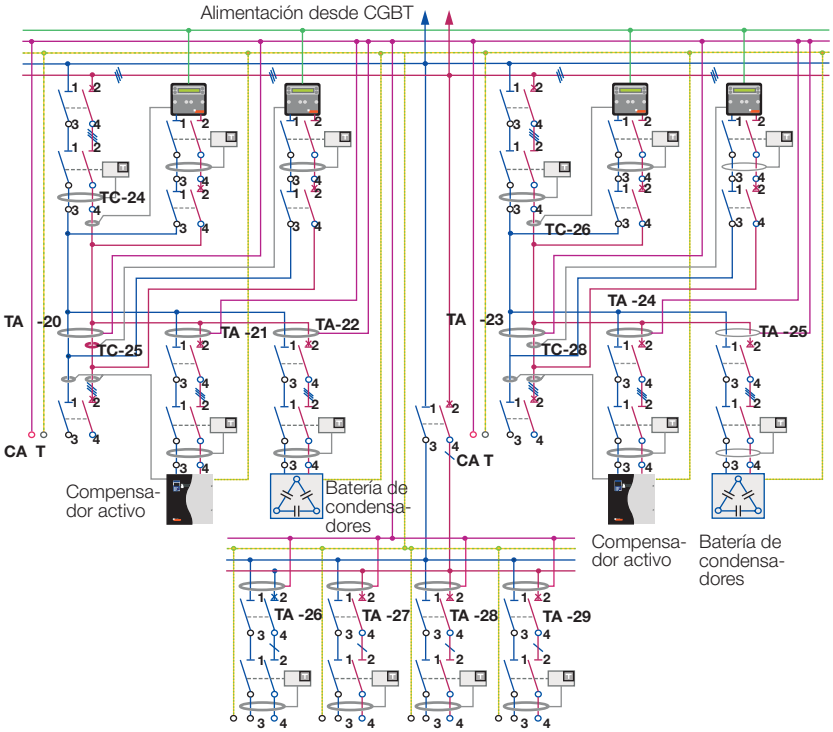


Fig. K5-128: *esquema distribución en el CDBT 2.ª P.*

Distribución red IT en planta 3.ª, CDBT 3.ª P.

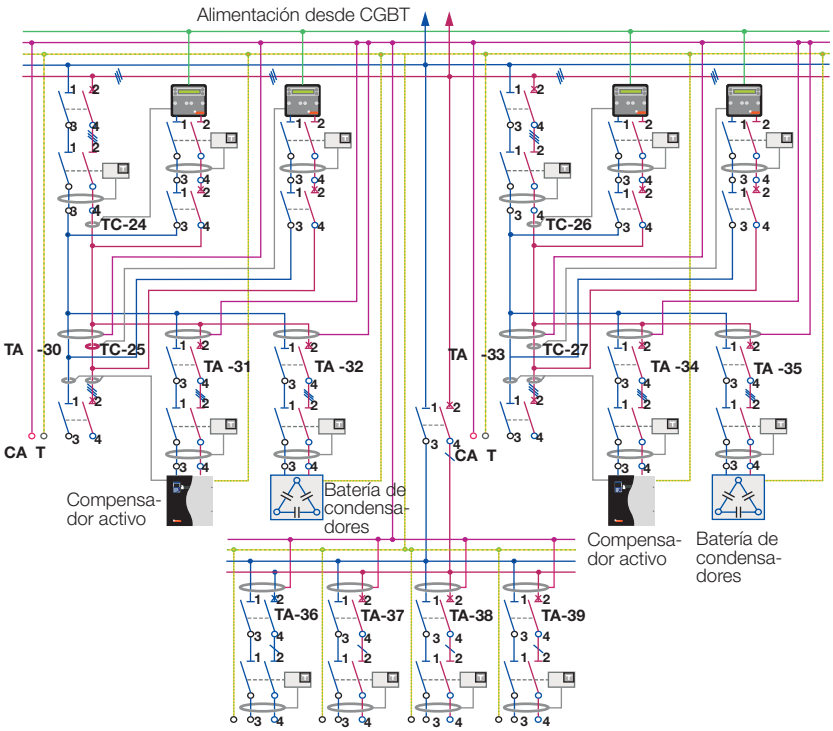


Fig. K5-129: *esquema distribución en el CDBT 3.ª P.*

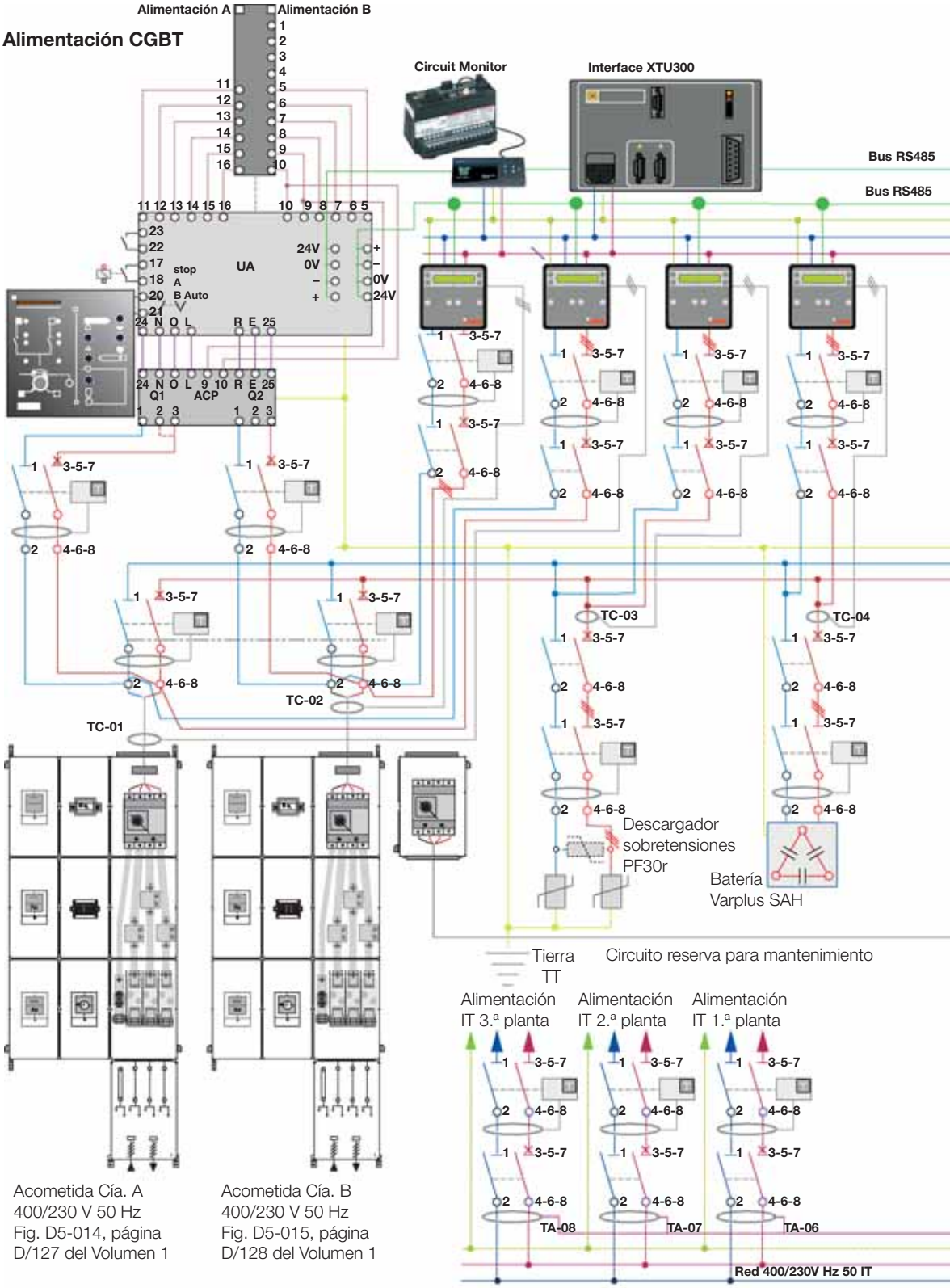
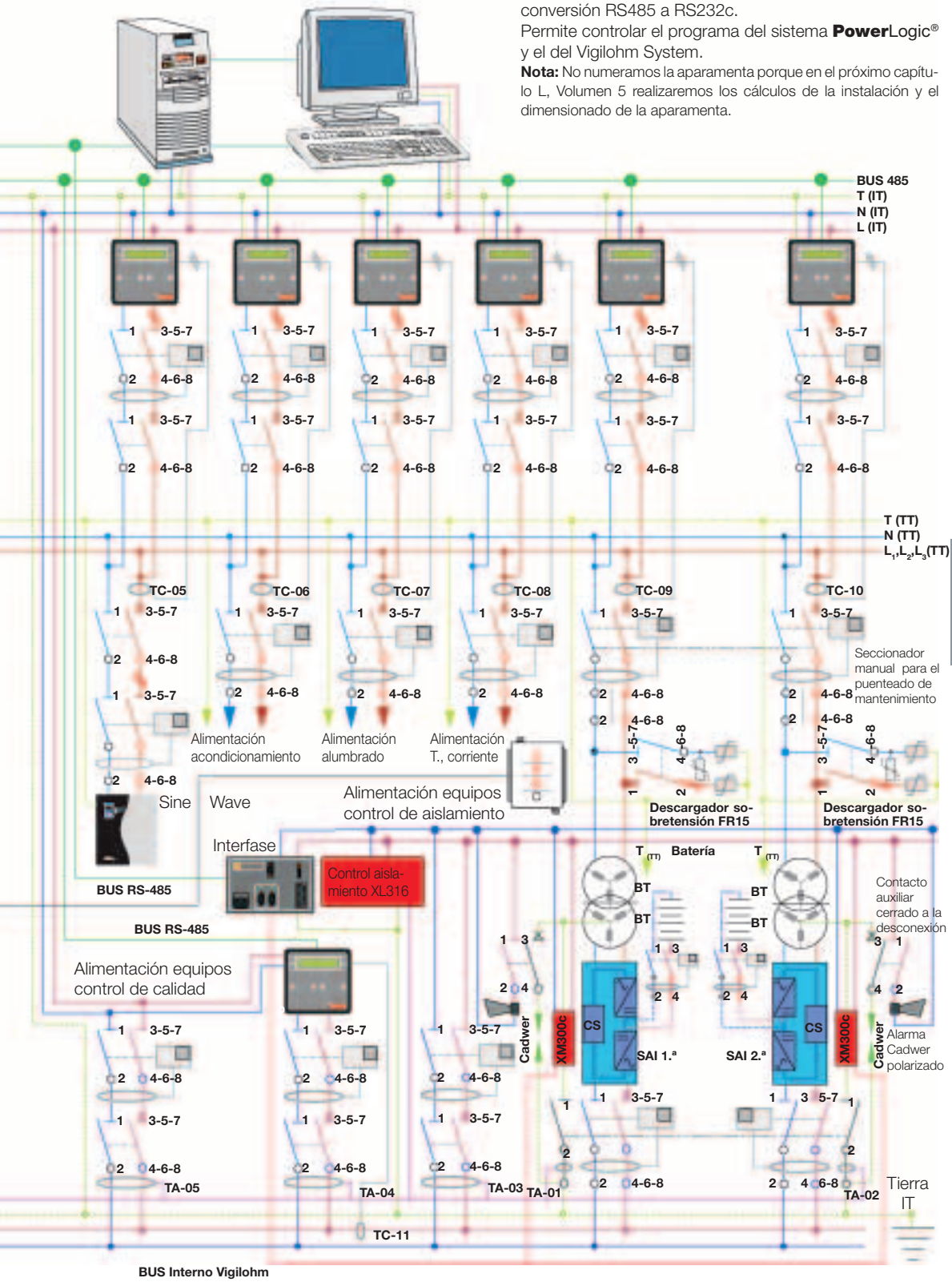


Fig. K5-130: *esquema CGBT.*

PC central de control de la energía, con tarjeta de conversión RS485 a RS232c.
Permite controlar el programa del sistema **Power**Logic® y el del Vigilohm System.
Nota: No numeramos la aparamenta porque en el próximo capítulo L, Volumen 5 realizaremos los cálculos de la instalación y el dimensionado de la aparamenta.



Circuito general de acondicionamiento CGBT

Del circuito general derivaremos las alimentaciones de cada planta y de ellas el control de calidad y la compensación del factor de potencia, a partir de este punto alimentaremos el circuito de distribución de acondicionamiento de cada planta.

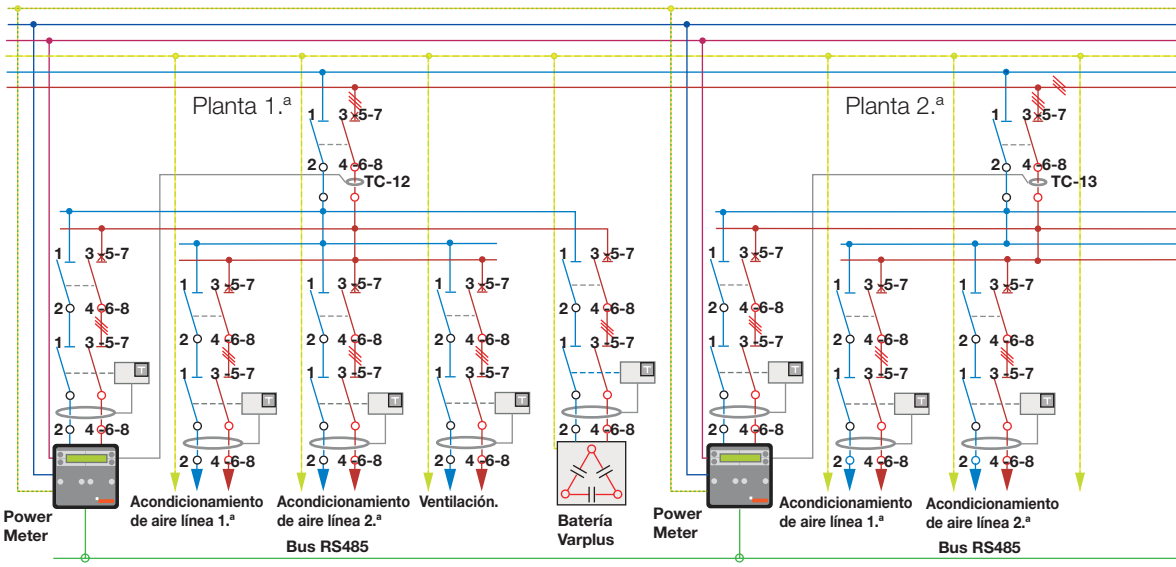


Fig. K5-131: *esquema del circuito general de acondicionamiento de las tres plantas en el CGBT.*

Circuito general de alumbrado CGBT

Del circuito general derivaremos las alimentaciones de cada planta y de ellas el control de calidad, la compensación del factor de potencia y la compensación de armónicos, a partir de este punto alimentaremos el circuito de distribución de alumbrado de cada planta.

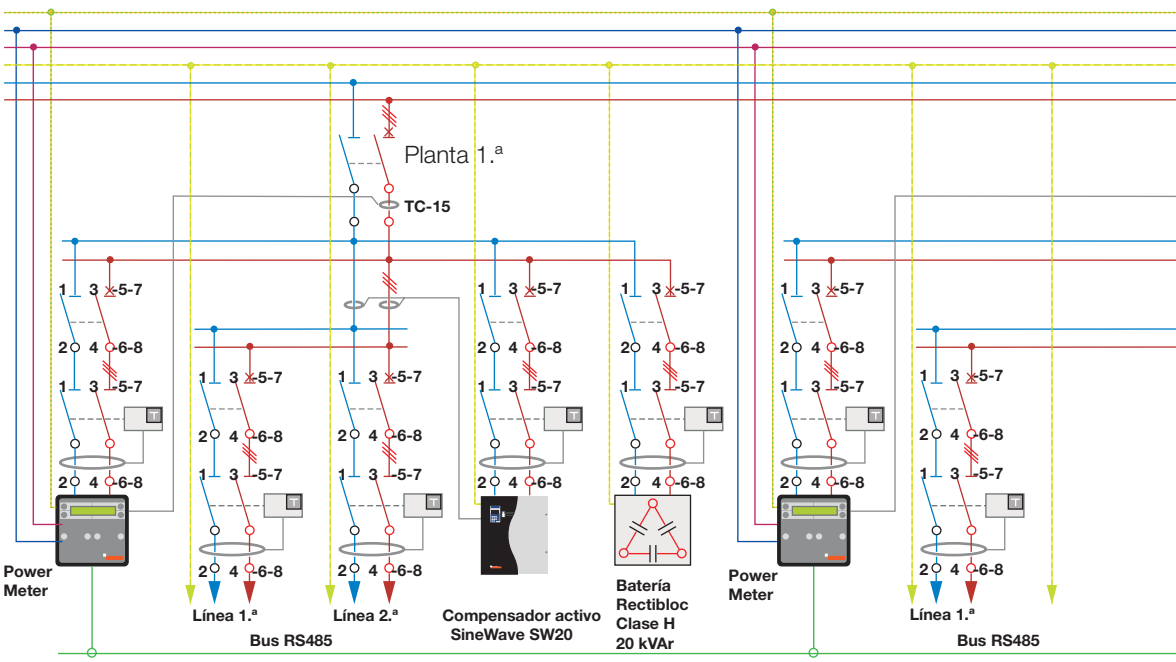
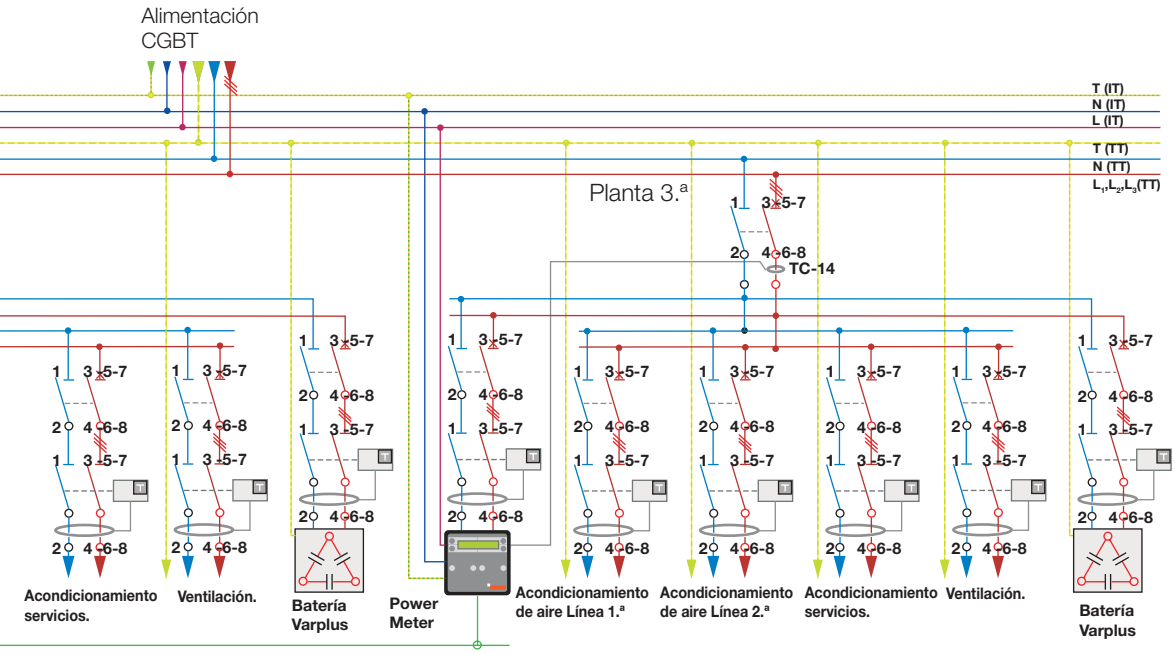
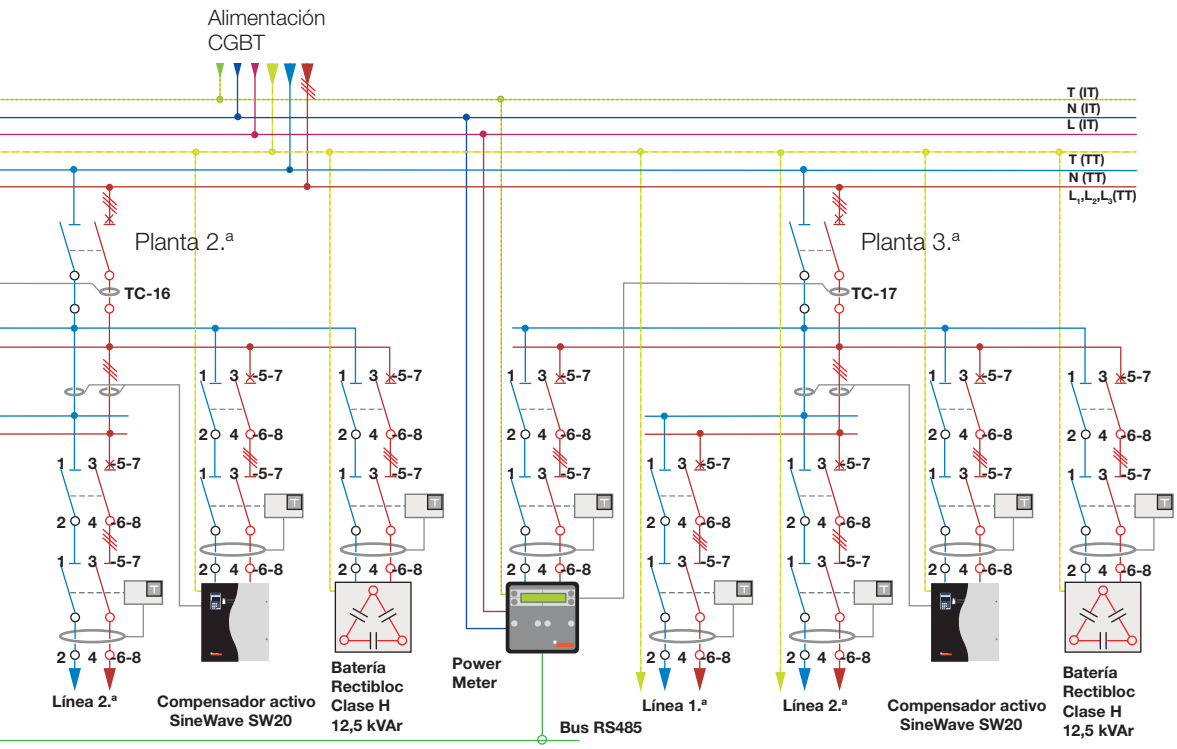


Fig. K5-132: *esquema del circuito general de alumbrado de las tres plantas en el CGBT.*


Alimentación
CGBT
T (IT)
N (IT)
L (IT)
T (TT)
N (TT)
L1,L2,L3(TT)
Planta 3.ª
TC-14
Acondicionamiento servicios.
Ventilación.
Batería Varplus
Power Meter
Acondicionamiento de aire Línea 1.ª
Acondicionamiento de aire Línea 2.ª
Acondicionamiento servicios.
Ventilación.
Batería Varplus


Alimentación
CGBT
T (IT)
N (IT)
L (IT)
T (TT)
N (TT)
L1,L2,L3(TT)
Planta 2.ª
TC-16
Planta 3.ª
TC-17
Línea 2.ª
Compensador activo SineWave SW20
Batería Rectibloc Clase H 12,5 kVAr
Power Meter
Bus RS485
Línea 1.ª
Línea 2.ª
Compensador activo SineWave SW20
Batería Rectibloc Clase H 12,5 kVAr

Red de tomas de corriente régimen TT y calentamiento del agua sanitaria, CGBT

Del circuito general derivaremos las alimentaciones de cada planta y de ellas alimentaremos el circuito de distribución de tomas de corriente y agua sanitaria de cada planta.

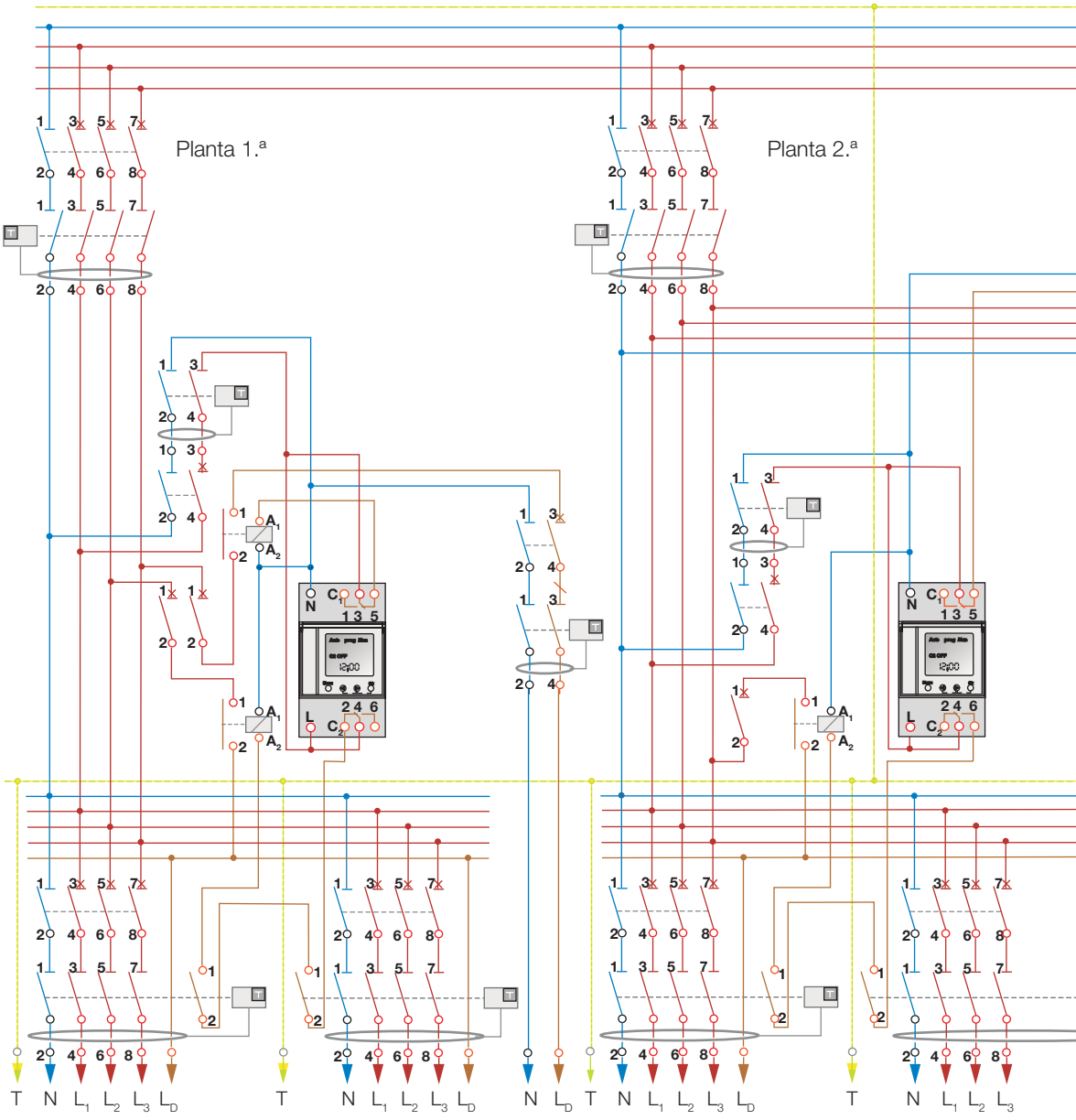
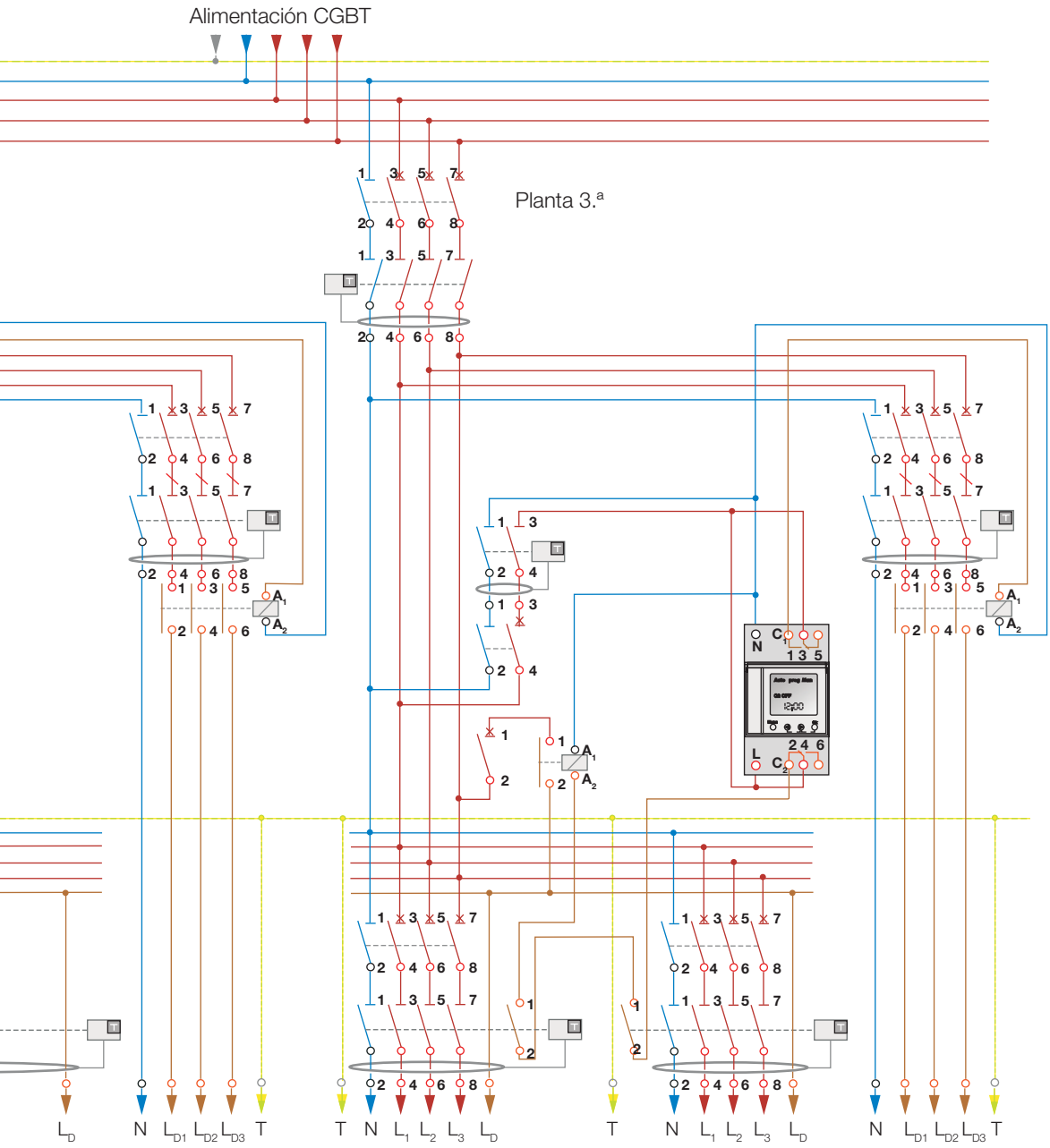


Fig. K5-133: *esquema del circuito general de tomas de corriente y agua sanitaria de las tres plantas en el CGBT.*


Alimentación CGBT
Planta 3.ª
L_D
N L_{D1} L_{D2} L_{D3} T
T N L_1 L_2 L_3 L_D
T N L_1 L_2 L_3 L_D
N L_{D1} L_{D2} L_{D3} T
Agua sanitaria
Tomas corriente línea 1.ª
Tomas corriente línea 2.ª
Agua sanitaria

Plantas 4.ª y 5.ª

Las han alquilado para un "Consulting" (gestoría, asesoría fiscal, asesoría mercantil, asesoría económica y asesoría laboral).

Planta 4.ª

Se sitúan los despachos de los asesores y las salas de espera y atención al público, la recepción en dos secciones y la central telefónica.
Dos vestuarios, los servicios y dos salas para archivos.

Planta 5.ª

Se sitúan las dependencias de los encargados de negociados, los despachos generales, la sala de climatización, el comedor, los servicios y un archivo.

Aire acondicionado de las plantas 4.ª y 5.ª

Disponen de tres bombas de calor situadas en la azotea, para atender las dos plantas.
Las bombas de calor calientan o enfrían agua de unos depósitos, situados en la planta 5.ª, y unidos a un colector por medio de tres electroválvulas.
Esta agua se distribuye a los fancoils, repartidos por las dependencias, a través de cuatro bombas para agua de 3/4 de CV a requerimiento de los termostatos que controlan la temperatura de las dependencias de las dos plantas.
Las bombas de calor desarrollan una potencia de 29,7 kW en la creación de frigorías y de 31,7 kW en calorías cada una.

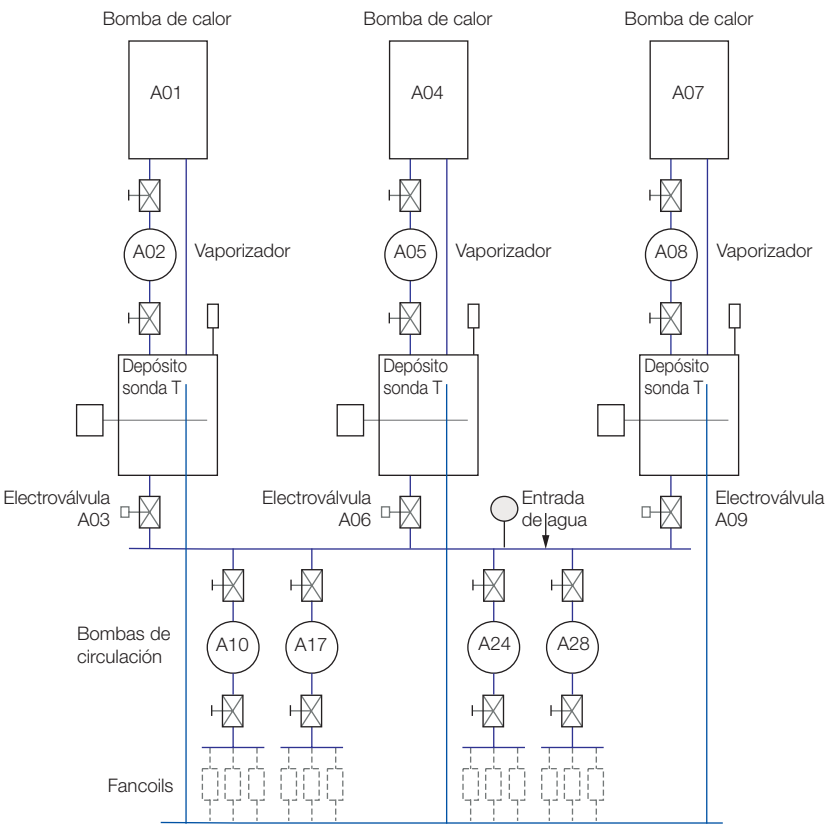


Fig. K5-134: *esquema del circuito hidráulico del acondicionamiento.*

Situación en planta de las cargas:

■ Planta 4.ª:

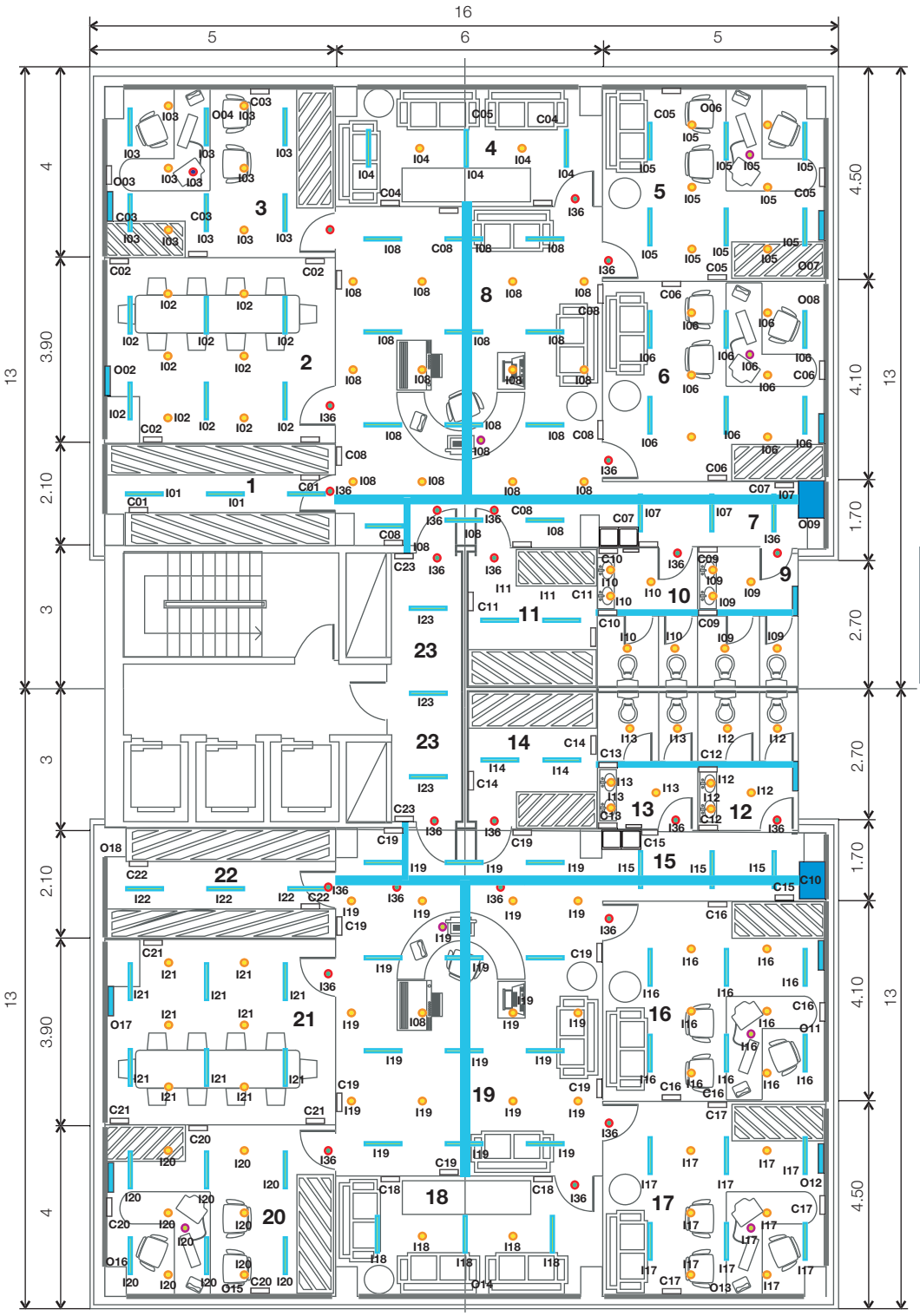


Fig. K5-135: *situación de las cargas en la planta 4.ª.*

■ Planta 5.ª:

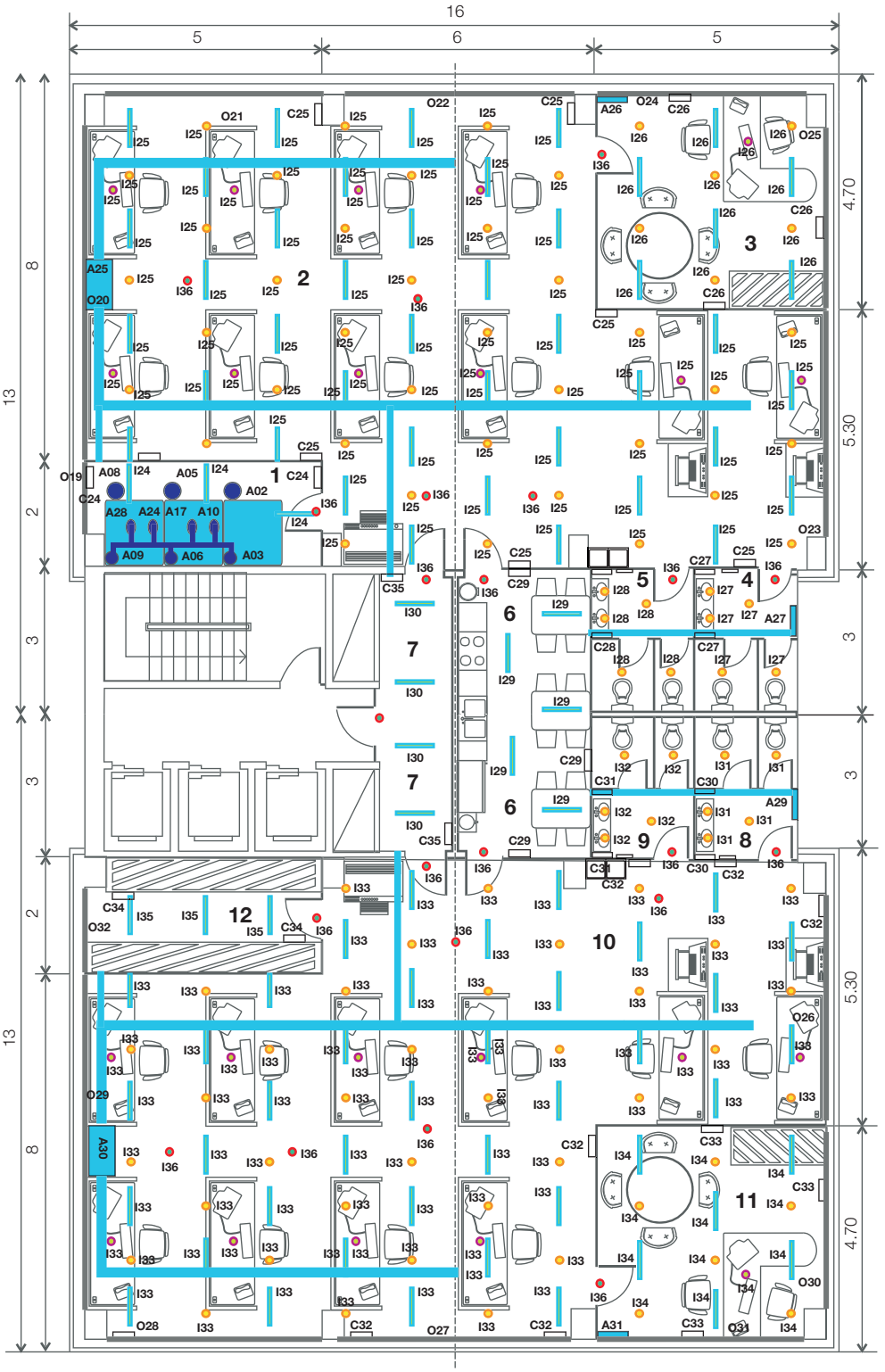


Fig. K5-136: *situación de las cargas en la planta 5.ª.*

Esta distribución permite individualizar el trabajo de cada bomba de calor, permitiendo que una trabaje calentando y otra enfriando y disponer durante la jornada de agua caliente o fría segun necesidades.
Las electroválvulas escogen, en función de los termostatos programadores y la ayuda de los interruptores manuales, el depósito de agua caliente o fría.
En el capítulo M (en preparación) expondremos la forma de automatizar este proceso y desarrollaremos el ejemplo.
Para una mayor optimización de la energía, las tres bombas trabajan durante las horas valle a pleno rendimiento y durante las horas punta de forma secuencial, 20 minutos cada una. Este control horario lo realizan los programadores horarios (en colaboración con temporizadores), los termostatos y el control manual, seleccionan la necesidad de trabajo de las bombas de calor en función de la temperatura ambiente y la del agua.
□ Los fancoils son individualizados para cada dependencia:
□ Despachos (n.os 3, 5, 6,16, 17, 20): el fancoil permite un caudal de 1.500 m^3/h, con una potencia de 1/4 de CV a 230 V cada uno.
□ Salas de reunión (n.º 2 y 21): el fancoil permite un caudal de 2.000 m^3/h con una potencia de 1/3 de CV a 230 V cada uno.
□ Los servicios (n.os 9, 10 y 11) y vestuario (n.os 12, 13 y 14): disponen cada grupo de un fancoil que permiten un caudal de 1.500 m^3/h con una potencia de 1/4 de CV a 230 V cada uno. El reparto para todos los departamentos de los servicios y vestuario se realiza a través de conductos.
□ Despacho para el secretariado (n.º 8), archivo (n.º 1), pasillo (n.º 7), sala de visitas (n.º 4) y vestíbulo (n.º 23): disponen de un fancoil, de un caudal de 2.400 m^3/h, con una potencia de 1/2 CV a 230 V. Desde el fancoil y a través de conductos se alimentan las diferentes dependencias.

Esquema de distribución eléctrica del acondicionamiento.

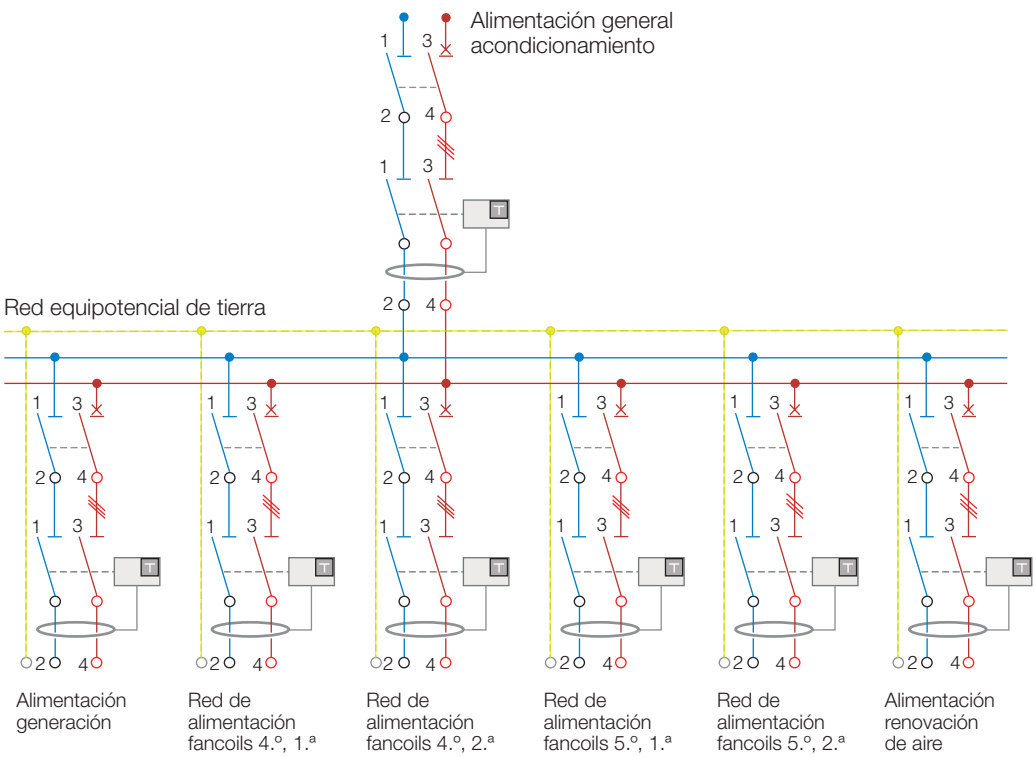


Fig. K5-137: *esquema de distribución general del acondicionamiento.*

□ Despacho para el secretariado (n.º 19), archivo (n.º 22), pasillo (n.º 7) y sala de visitas (n.º 18): disponen de un fancoil, de un caudal de 2.400 m^3/h, con una potencia de 1/2 CV a 230 V. Desde el fancoil y a través de conductos se alimentan las diferentes dependencias.
Los fancoils se alimentan de agua aclimatada desde un colector, a través de dos circuitos con bombas de 1 CV.
El 1.er circuito alimenta los fancoils n.os 1, 2, 3, 4, 5 y 6 y el 2.º circuito los fancoils n.º 7, 8, 9, 10, 11 y 12.
■ Planta 5.ª:
□ Despachos (n.os 3 y 11): el fancoil permiten un caudal de 1.500 m^3/h, con una potencia de 1/4 de CV a 230 V cada uno.
□ Los servicios (n.os 4, 5 y 6) y parte del comedor (n.os 8, 9 y 6): disponen, cada grupo, de un fancoil que permiten un caudal de 1.500 m^3/h con una potencia de 1/4 de CV a 230 V. El reparto para todos los departamentos de los servicios se realiza a través de conductos.
□ Despacho para el secretariado (n.º 2) y sala acondicionamiento: disponen de un fancoil, de un caudal de 2.400 m^3/h, con una potencia de 1/2 CV a 230 V. Desde el fancoil y a través de conductos se alimentan las diferentes dependencias.
□ Despacho para el secretariado (n.º 10), archivo (n.º 12) y el vestíbulo (n.º 7): disponen de un fancoil, de un caudal de 2.400 m^3/h, con una potencia de 1/2 CV a 230 V. Desde el fancoil y a través de conductos se alimentan las diferentes dependencias.
Los fancoils se alimentan de agua aclimatada desde un colector, a través de dos circuitos con bombas de 1 CV.
El 1.er circuito alimenta los fancoils n.os 1, 2, y 3, y el 2.º circuito los fancoils n.os 4, 5 y 6.
Para una mayor optimización de la energía, las tres bombas trabajan durante las horas valle a pleno rendimiento y durante las horas punta de forma secuencial, 20 minutos cada una.
Este control horario lo realizan los programadores horarios y los termostatos seleccionan la necesidad de trabajo de las bombas de calor en función de la temperatura del agua.

Dosificador de ambiente
En cada fancoil dispondremos de un dosificador de ambientador y desinfectante, para mantener un ambiente agradecido a la sensibilidad humana.

Renovación de aire
Debemos colaborar en la renovación de aire, expulsando aire con poco O_2 y bastante CO_2, adquiriendo mayor caudal del exterior.
Los fancoils están conectados al exterior para poder adquirir aire de renovación a través de una ventanilla de paso regulable.
Debemos tener en consideración las salas especiales que necesitan una renovación de aire propia, en consonancia con su actividad:
■ Los servicios: situaremos dos extractores con conducto para cada dependencia, que permiten, cada uno, un caudal de 900 m^3/h, de una potencia de 225 W a 230 V y un temporizador que los haga trabajar cinco minutos o más cada cuarto de hora.
■ El comedor dispondrá de una campana extractora propia de 300 W a 230 V y estará conectada a los mismos circuitos de extracción de aire de los servicios.

Alumbrado general de las plantas 4.ª y 5.ª
Cada dependencia dispondrá de un alumbrado general reducido de unos 300 lux y un alumbrado de refuerzo de unos 400 lux, ambos se encienden a voluntad a través de un interruptor manual.
La luminosidad se ha adecuado al trabajo con monitores, tanto en intensidad como en color, si debemos trabajar en las mesas de despacho sin el monitor,

podemos necesitar un incremento de luminosidad a unos 850 lux. Suplemento a obtener de una lámpara de sobremesa.

Alumbrado de emergencia
Dispondremos de un alumbrado de señalización con lámparas fluorescentes compactas de 25 W cos φ = 0,5; I = 0,205 A.
La alimentación se realiza a través de un SAI, con una reserva de una hora (según reglamento), para las dos plantas.

Conectores para red de 230 V
Dispondrán en cada dependencia de una red de conectores a 230 V, de la serie Unica para dos unidades, de las cuales una, la de color naranja, estará discriminada en horario de trabajo y son las que corresponden para el uso de los utensilios de la limpieza. Solamente dispondrán de tensión en las horas valle de la contratación.

Conectores para red de 230 V a través del SAI
Cada punto informático dispondrá de una columna del sistema Canalis con los mandos del alumbrado, una o más tomas de corriente de la red de conectores a 230 V, un juego de tomas de corriente alimentadas por SAI, para los equipos informáticos, una toma correspondiente a la red informática, una toma de TV y una toma de teléfono.
Los monitores y las CPU se alimentan a través de un SAI. Cada SAI alimentará seis elementos como máximo, tres monitores y tres CPU, y permiten una autonomía de 30 minutos para el caso de fallo de tensión poder guardar el fichero y cerrar el programa debidamente.
En las dependencias de la 4.ª planta, los SAI son individualizados para cada una de ellas.
El circuito de alimentación de los SAI y el de salida de las mismas, es en régimen TT.

Confort
La transparencia al exterior, con grandes ventanales, obliga a una protección con persianas de los rayos ultravioletas del sol, incidentes sobre las salas.
La puerta de entrada de cada planta es una abertura que, desde el rellano del edificio, conduce al interior de la oficina; a las horas que no existe actividad, debe cerrarse con una puerta metálica.

La antena de comunicación
La alimentación de la amplificación de la señal de TV comunitaria no es discriminable.

Hilo musical
Alimentaremos un equipo de cadena HI-FI, para las dos plantas.

La central telefónica
Estará situada en la recepción y alimentada a través del SAI.

Agua sanitaria caliente
El termo de agua caliente para los servicios de cada planta y el comedor es discriminable para actuación exclusivamente en horas valle.

Las alarmas técnicas
Su consumo es esporádico en circunstancias excepcionales, solamente por la aptitud de su función, pero estarán alimentadas a través de un SAI, propia, con reserva para una hora.

■ Esquema del circuito de generación de frigorías y calorías.

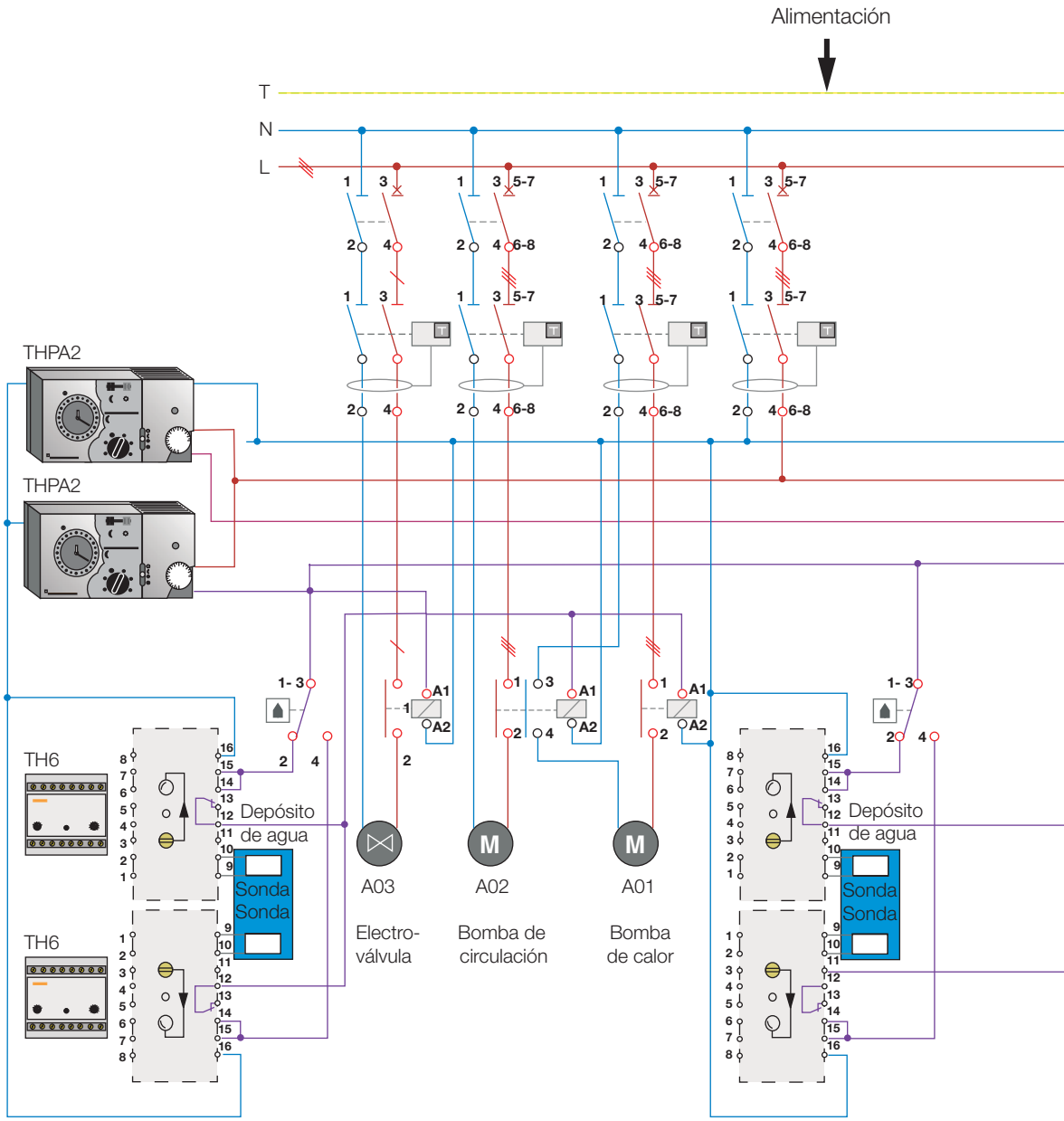
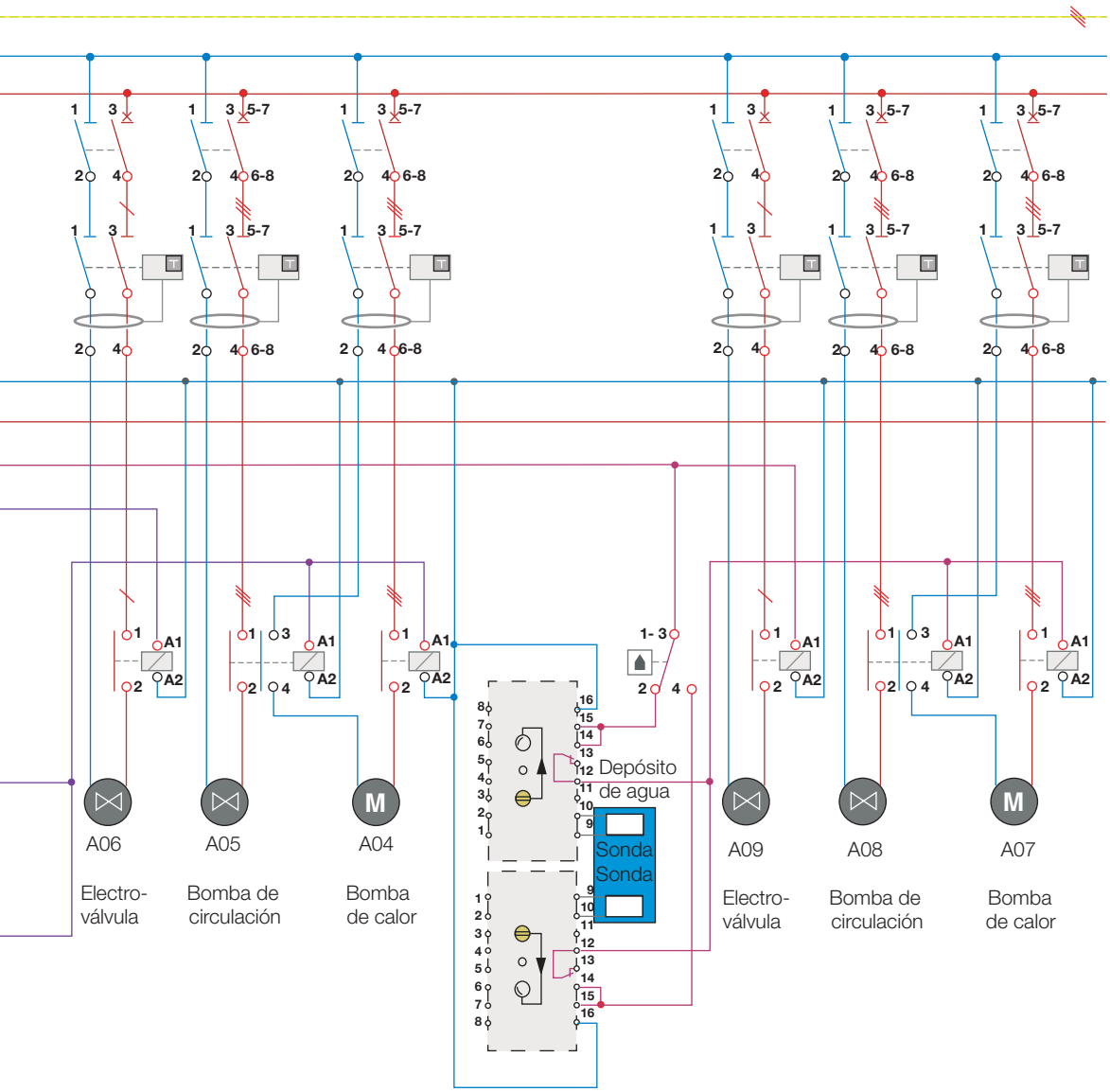


Fig. K5-138: *Esquema eléctrico, generación acondicionamiento.*


A06
Electro-
válvula
A05
Bomba de
circulación
A04
Bomba
de calor
Depósito
de agua
Sonda
Sonda
A09
Electro-
válvula
A08
Bomba de
circulación
A07
Bomba
de calor

■ Circuito alimentación fancoils planta 4.ª, circuito primero.

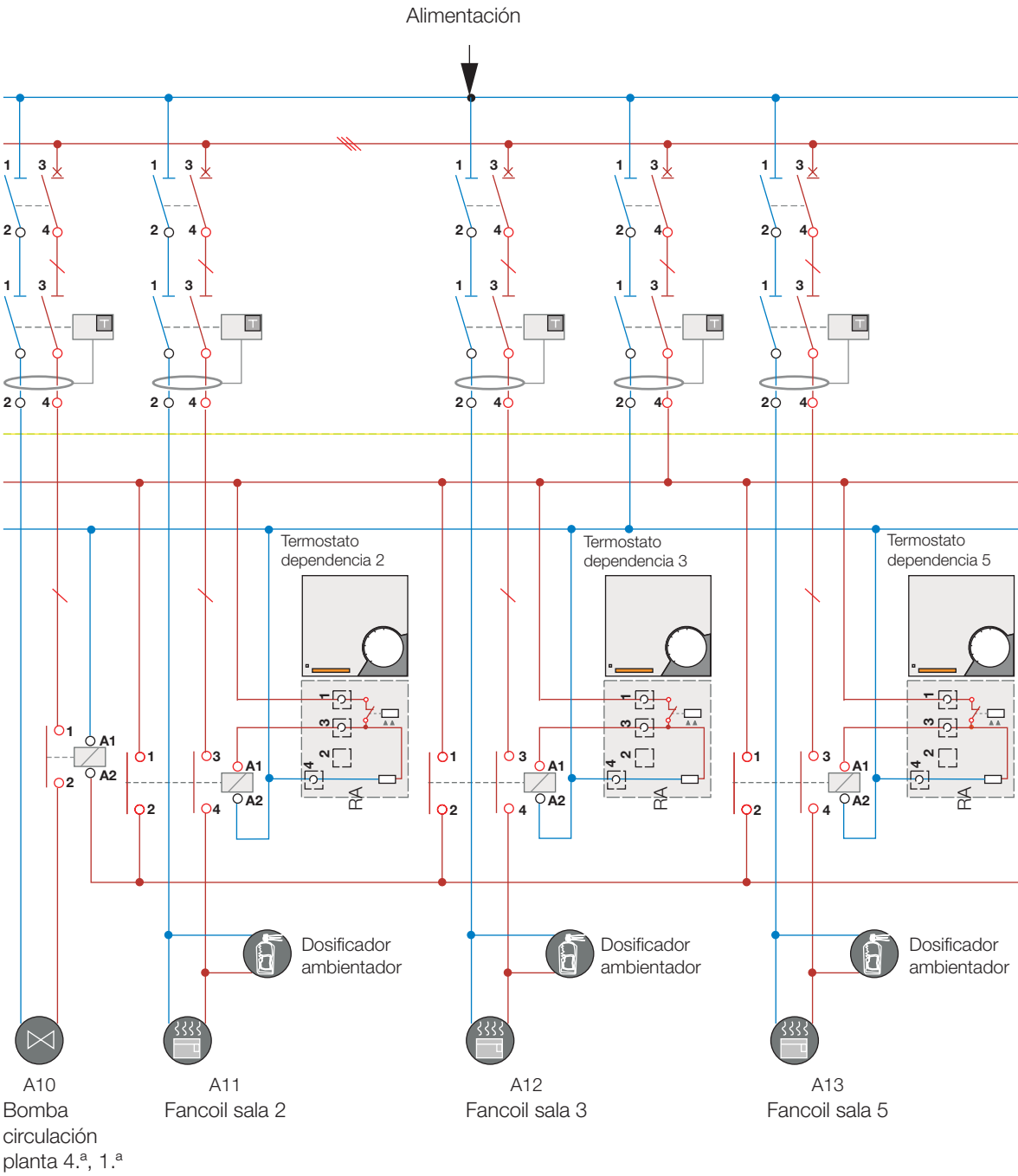
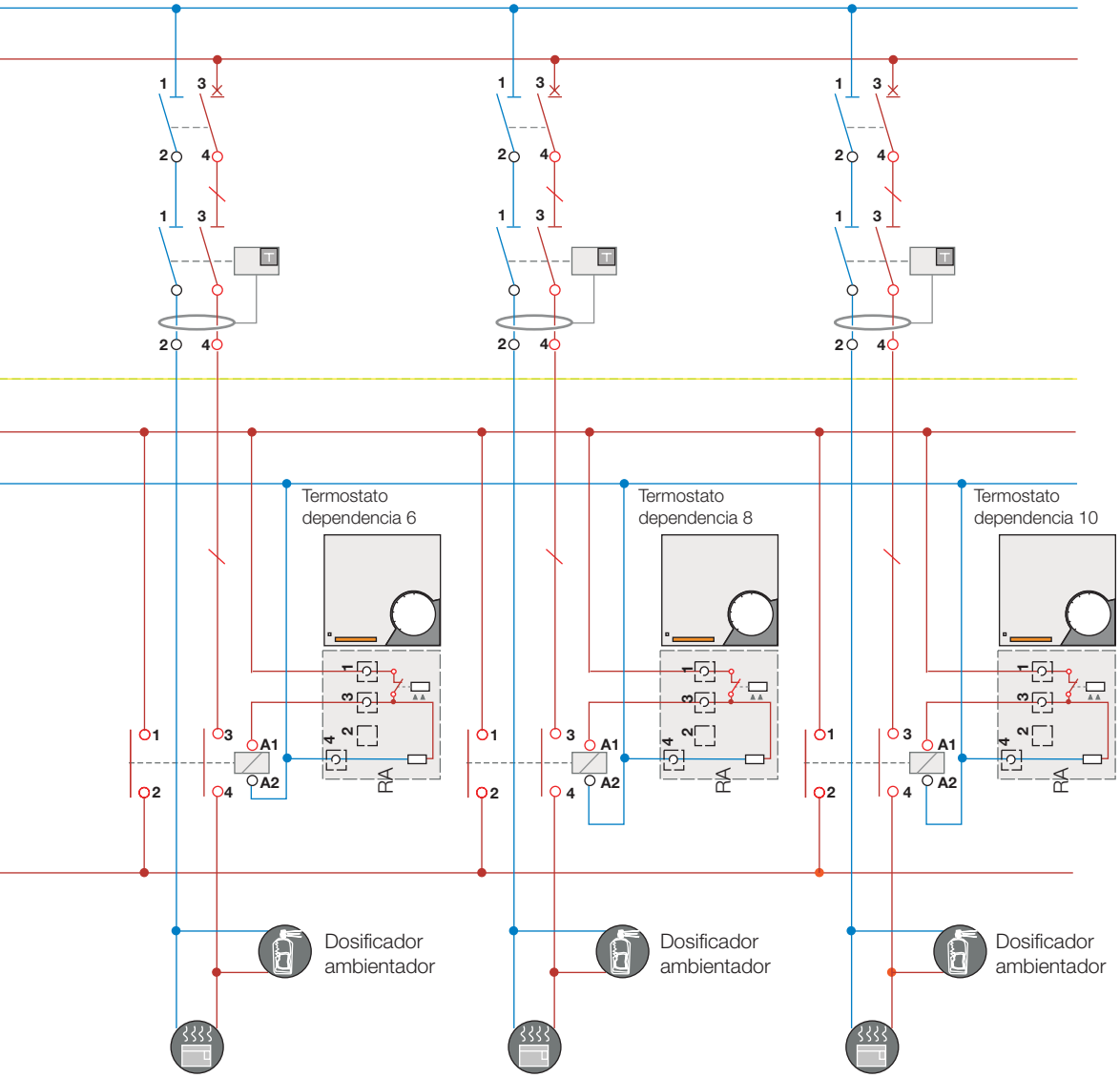


Fig. K5-139: *esquema circuito alimentación fancoils, línea 1 planta 4.ª.*



A14
Fancoil sala 6

A15
Fancoil salas 1-4-7-8 y 23

A16
Fancoil salas 9-10 y 11

■ Circuito alimentación fancoils planta 4.ª, circuito segundo.

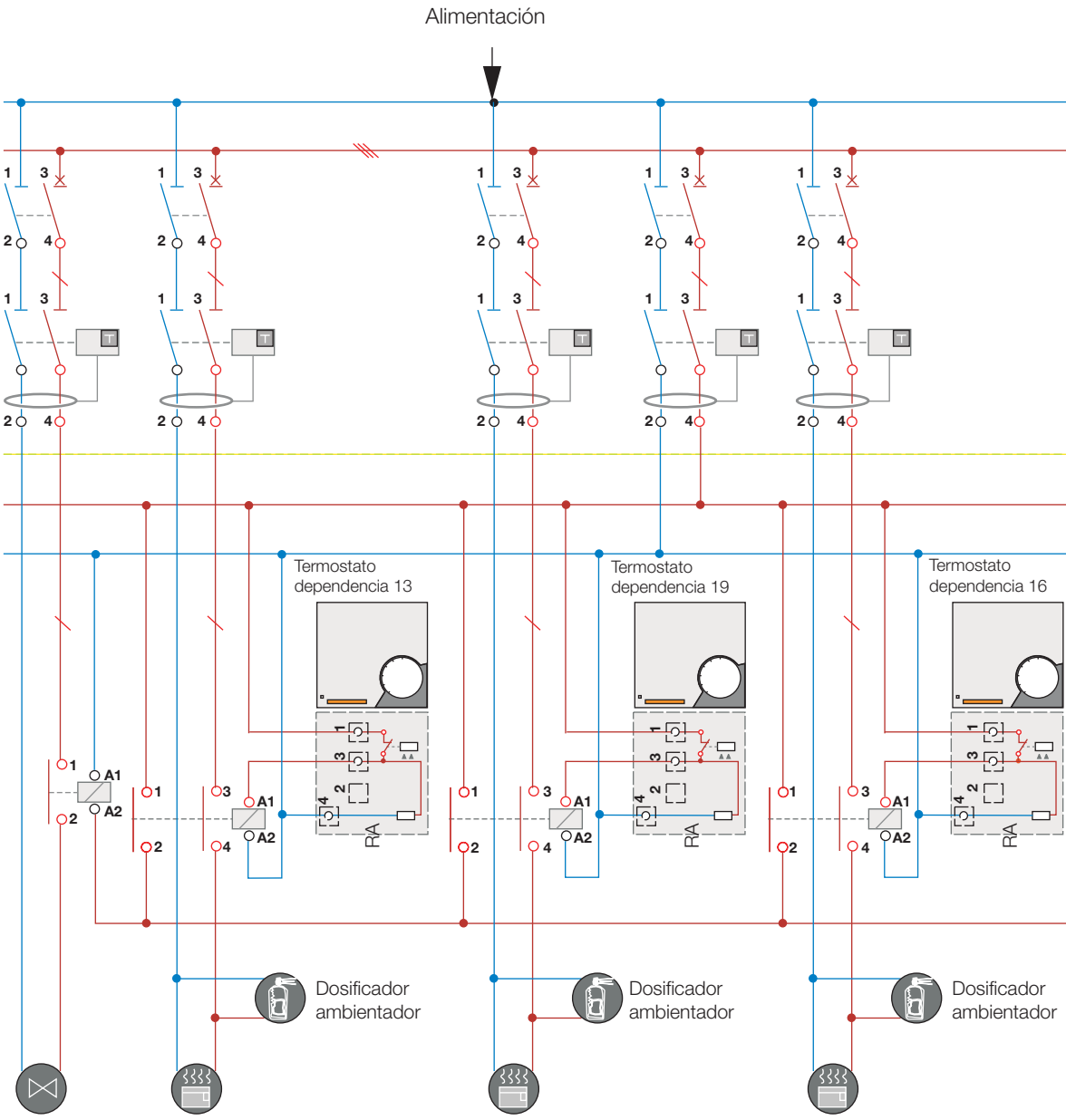
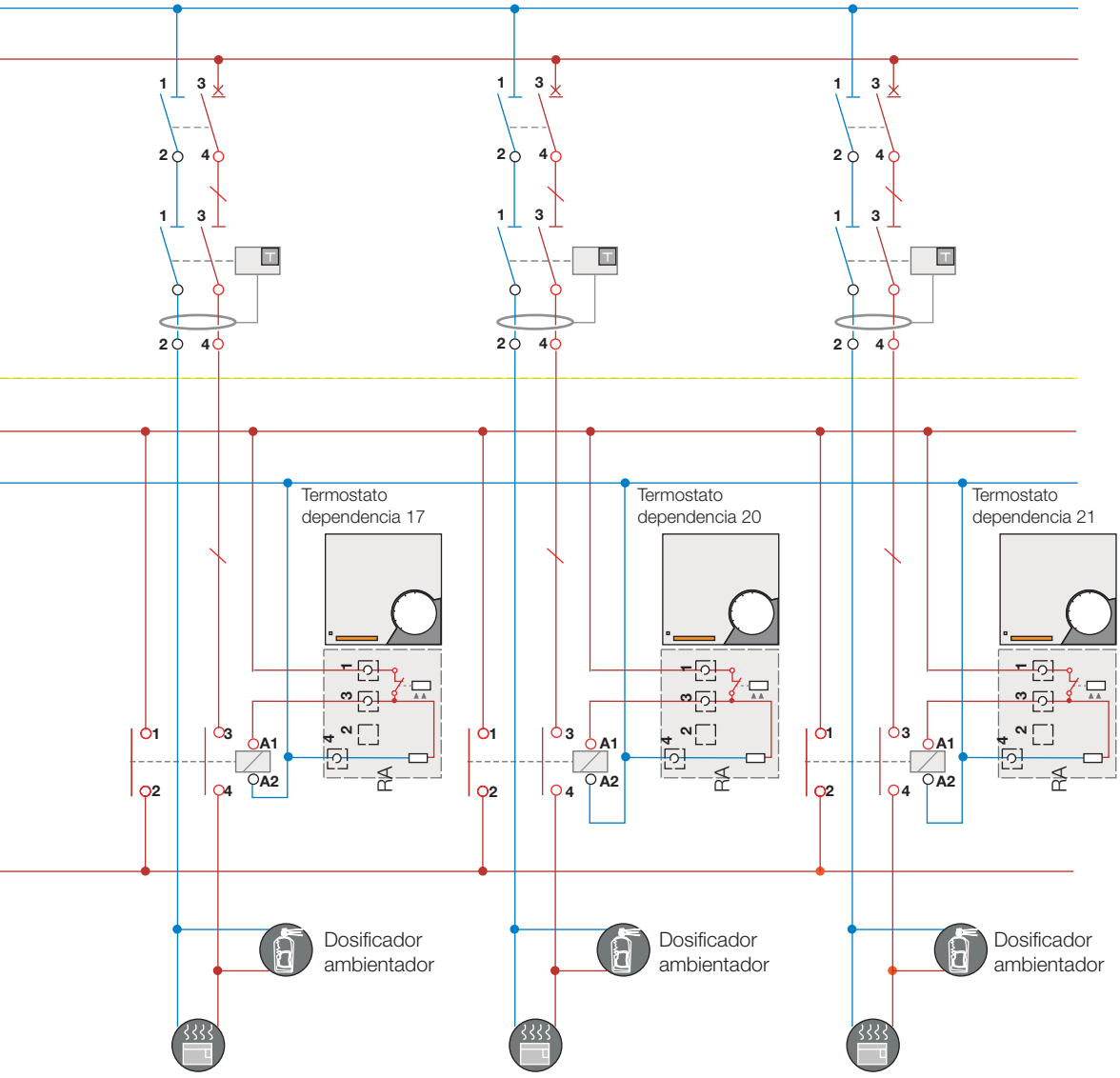
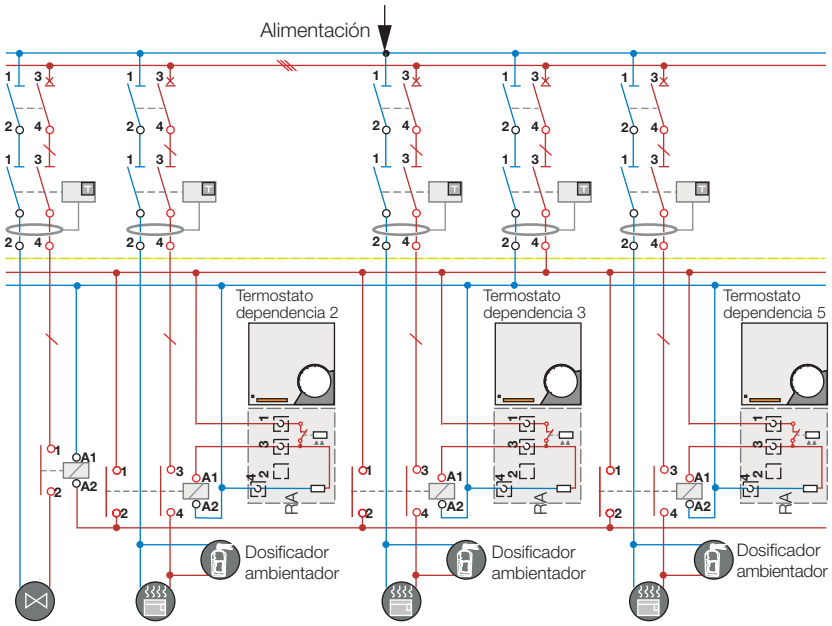


Fig. K5-140: *esquema circuito alimentación fancoils, línea 2 planta 4.ª.*


Termostato
dependencia 17
Termostato
dependencia 20
Termostato
dependencia 21
Dosificador
ambientador
Dosificador
ambientador
Dosificador
ambientador
A21
Fancoil sala 17
A22
Fancoil sala 20
A23
Fancoil sala 21

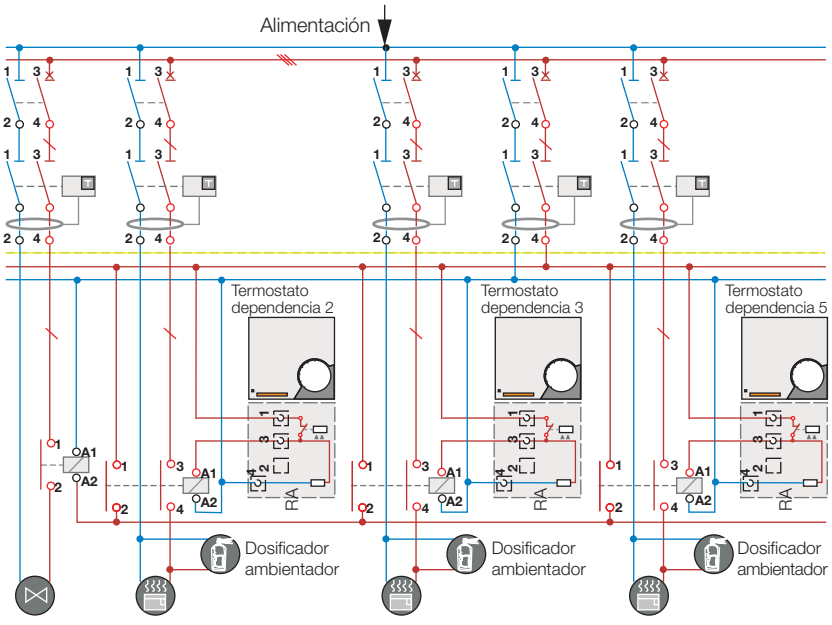
■ Circuito alimentación fancoils planta 5.ª, circuito primero.



Bomba circulación planta 5.ª, 1.ª | Fancoil salas 1-2 y 7 | Fancoil sala 3 | Fancoil salas 4-5 y 6

Fig. K5-141: *esquema circuito alimentación fancoils, línea 1 planta 5.ª.*

■ Circuito alimentación fancoils planta 5.ª, circuito segundo.



Bomba circulación planta 5.ª, 2.ª | Fancoil salas 8-9 y 6 | Fancoil salas 10 y 12 | Fancoil sala 11

Fig. K5-142: *esquema circuito alimentación fancoils, línea 2 planta 5.ª.*

■ Distribución de la renovación de aire.

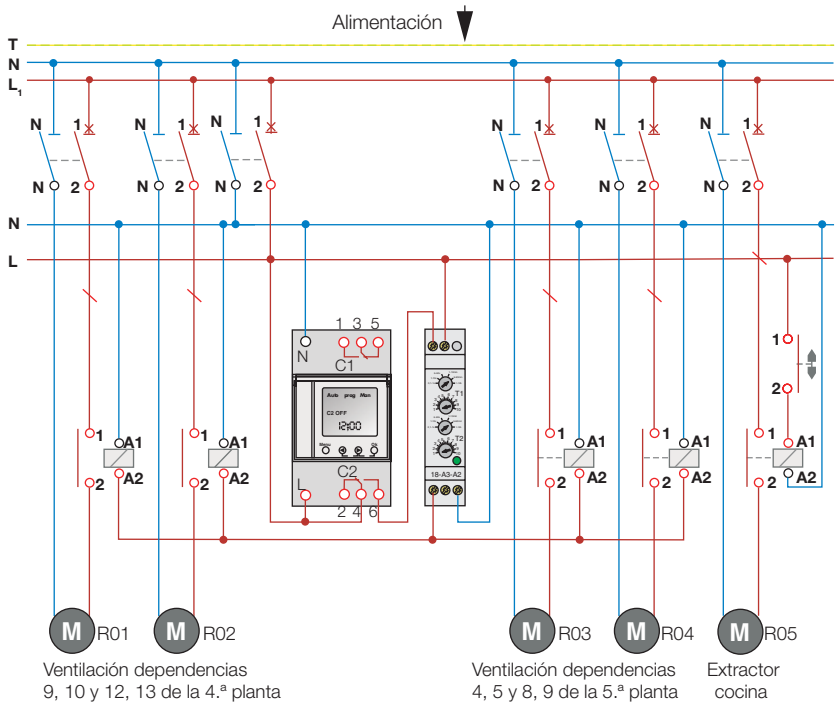


Fig. K5-143: *esquema de distribución de la renovación de aire.*

■ Distribución alumbrado plantas 4.ª y 5.ª.

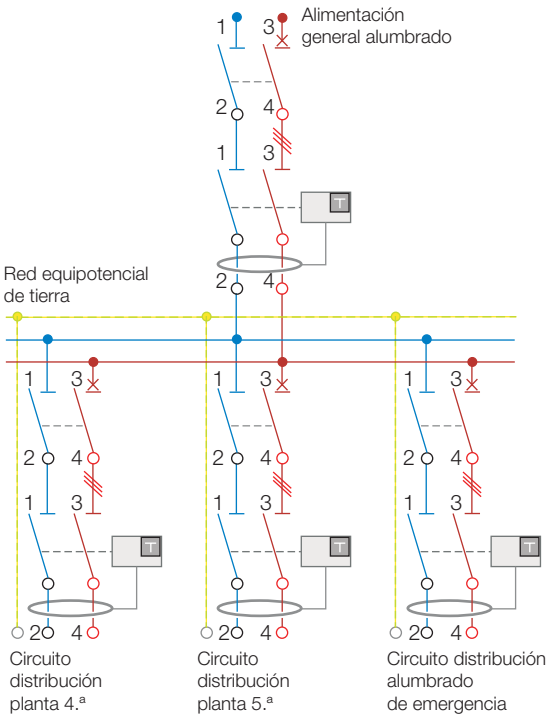
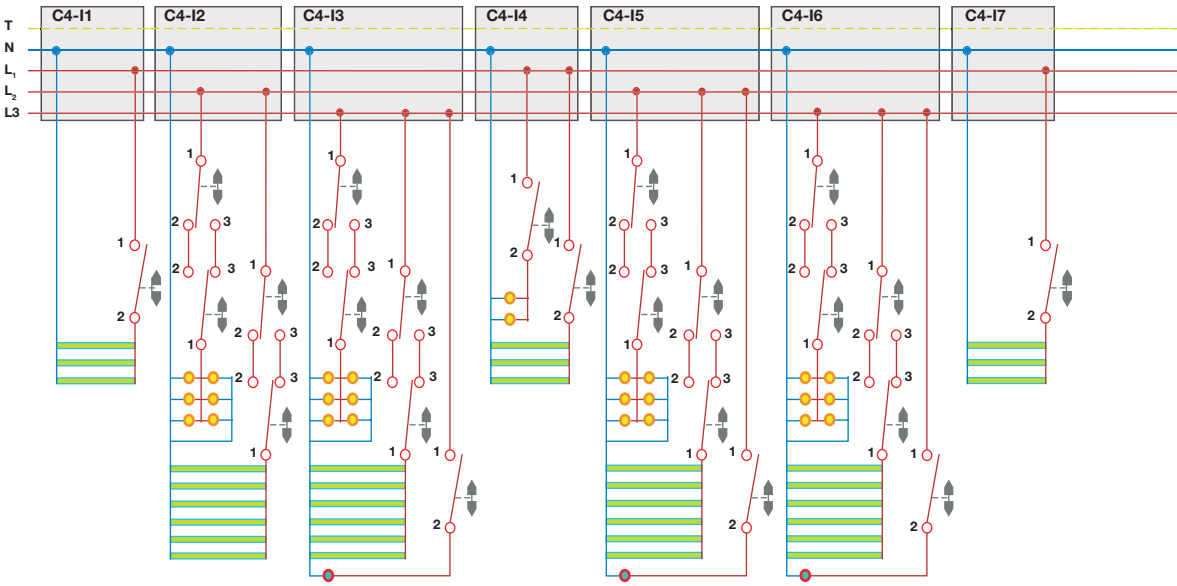
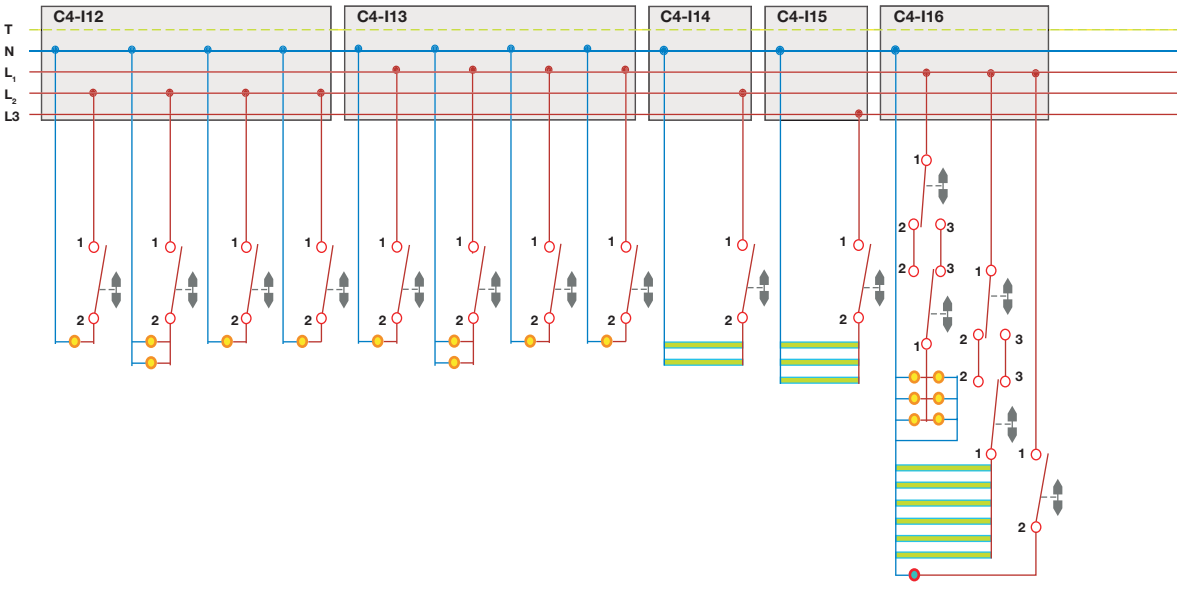


Fig. K5-144: *esquema de distribución general del alumbrado en las plantas 4.ª y 5.ª.*

■ Distribución alumbrado planta 4.ª.

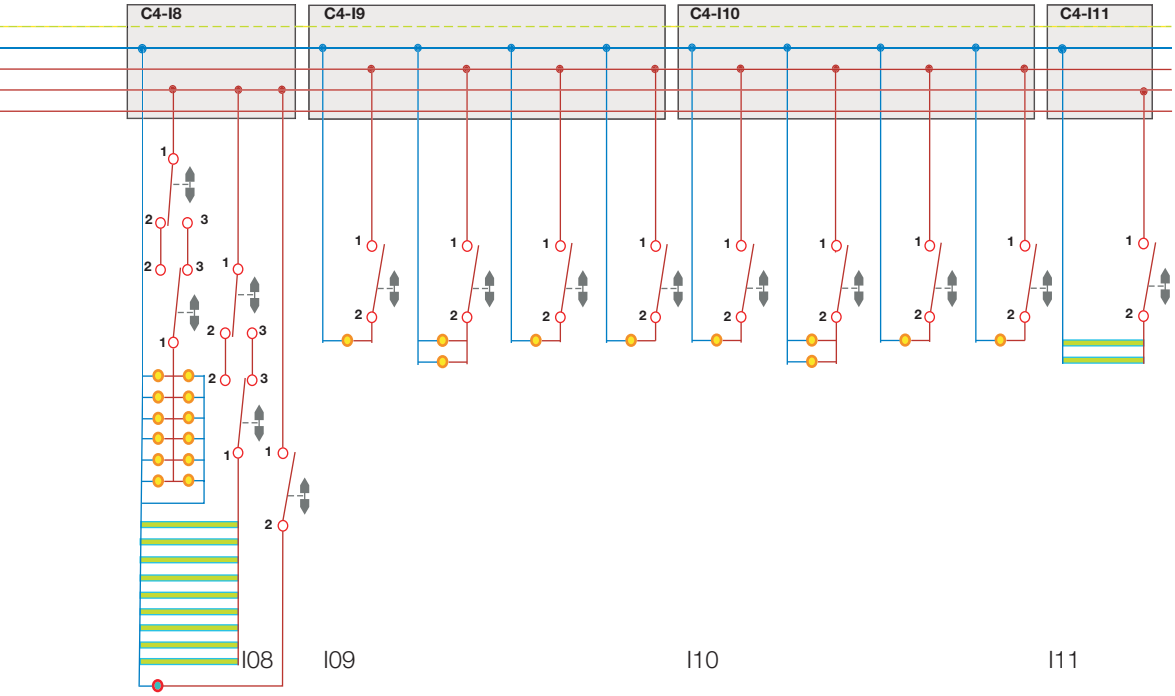


I01	I02	I03	I04	I05	I06	I07
Archivo 1	Sala 2	Despacho 3	Sala 4	Despacho 5	Despacho 6	Pasillo 7



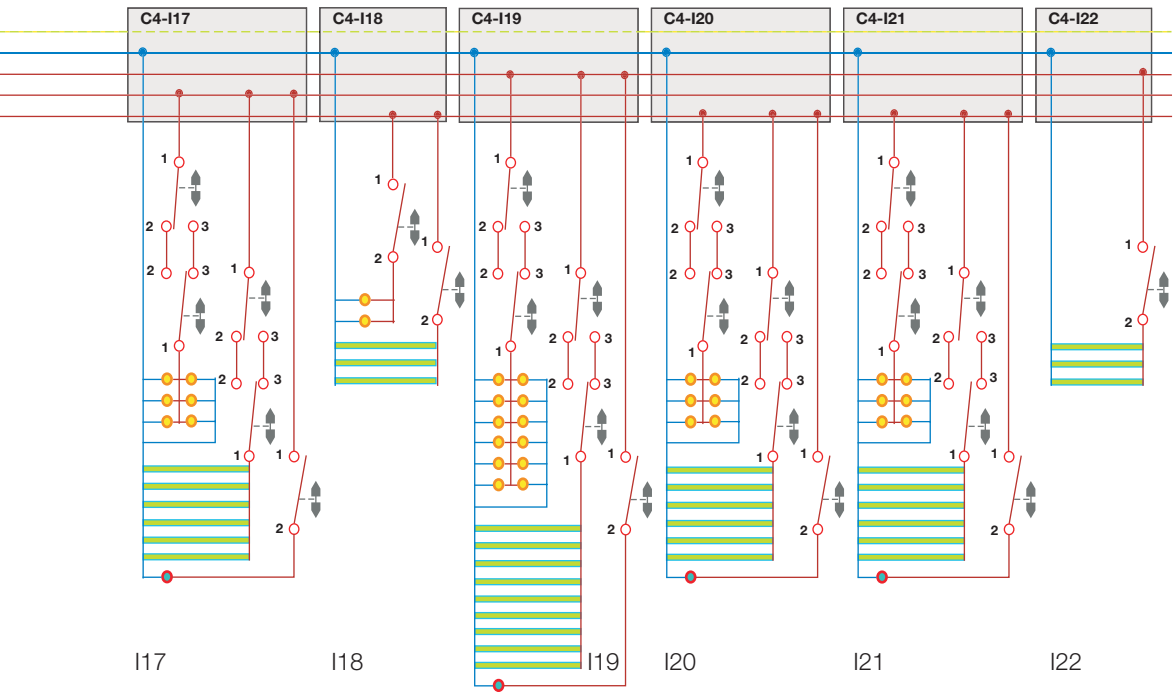
I12	I13	I14	I15	I16
Servicio 12	Servicio 3	Vestuario 14	Pasillo 15	Despacho 16

Fig. K5-145: *esquema de distribución del alumbrado de la planta 4.ª.*



I08 I09 I10 I11

Despacho 8 Servicio 9 Servicio 10 Vestuario 11



I17 I18 I19 I20 I21 I22

Despacho 17 Sala 18 Despacho 19 Despacho 20 Despacho 21 Archivo 22

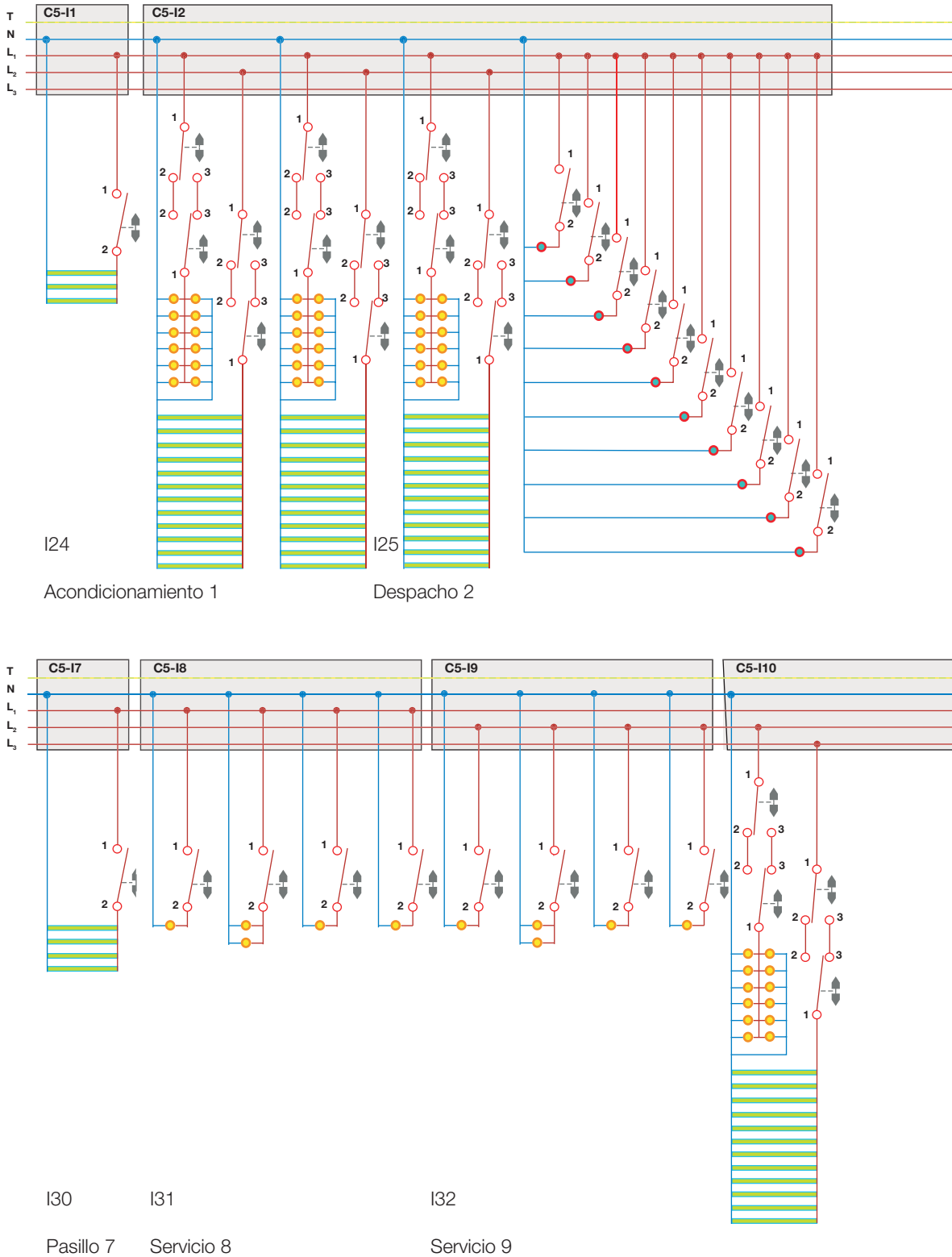
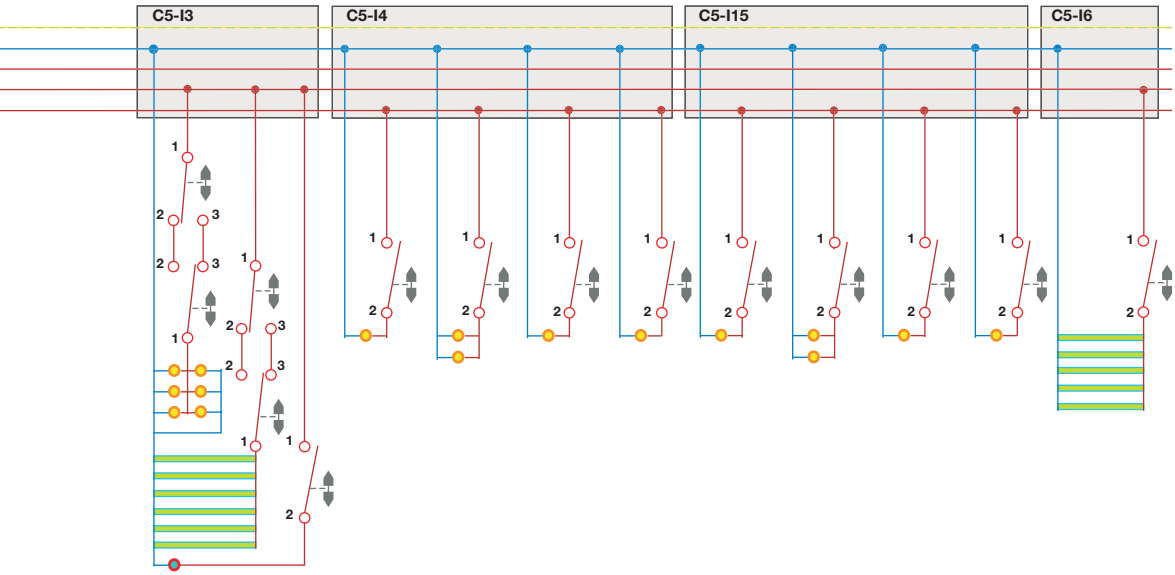
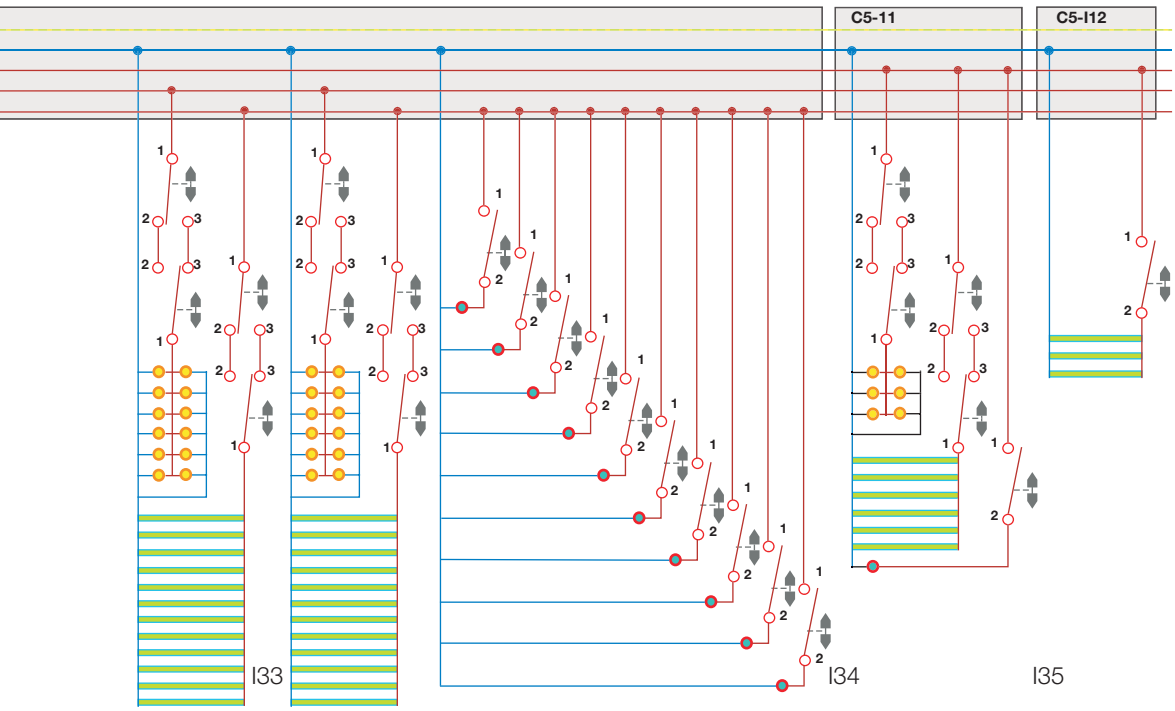


Fig. K5-146: *esquema distribución alumbrado planta 5.ª.*

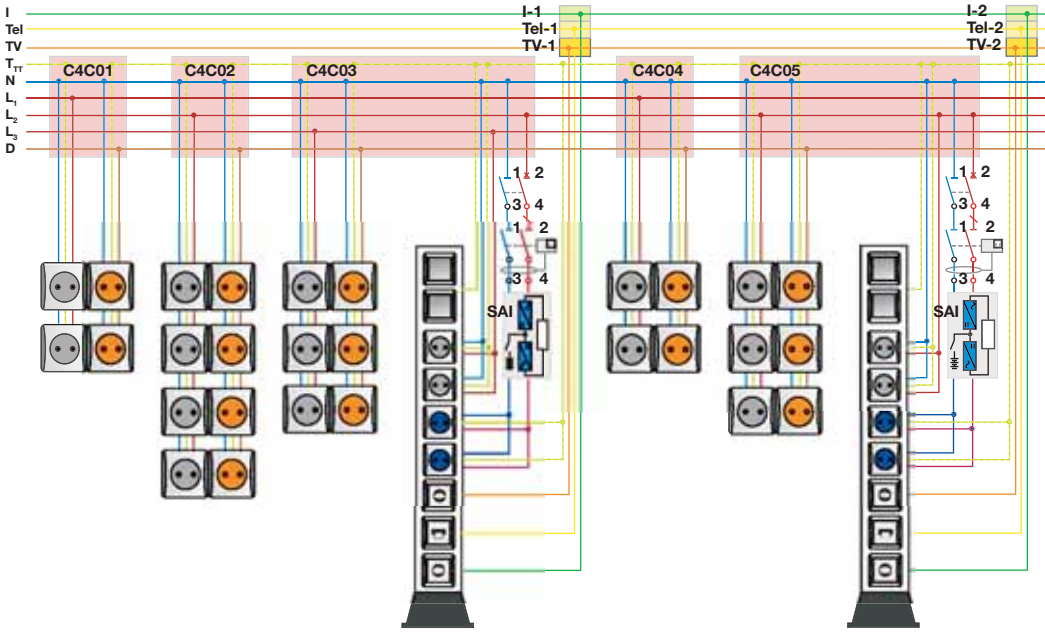


I26	I27	I28	I1829
Despacho 3	Servicio 4	Servicio 5	Comedor 6



I33	I34	I35
Despacho 10	Despacho 11	Pasillo 12

■ Circuito para electrodomésticos, tomas de corriente e informática, de la 4.ª planta.



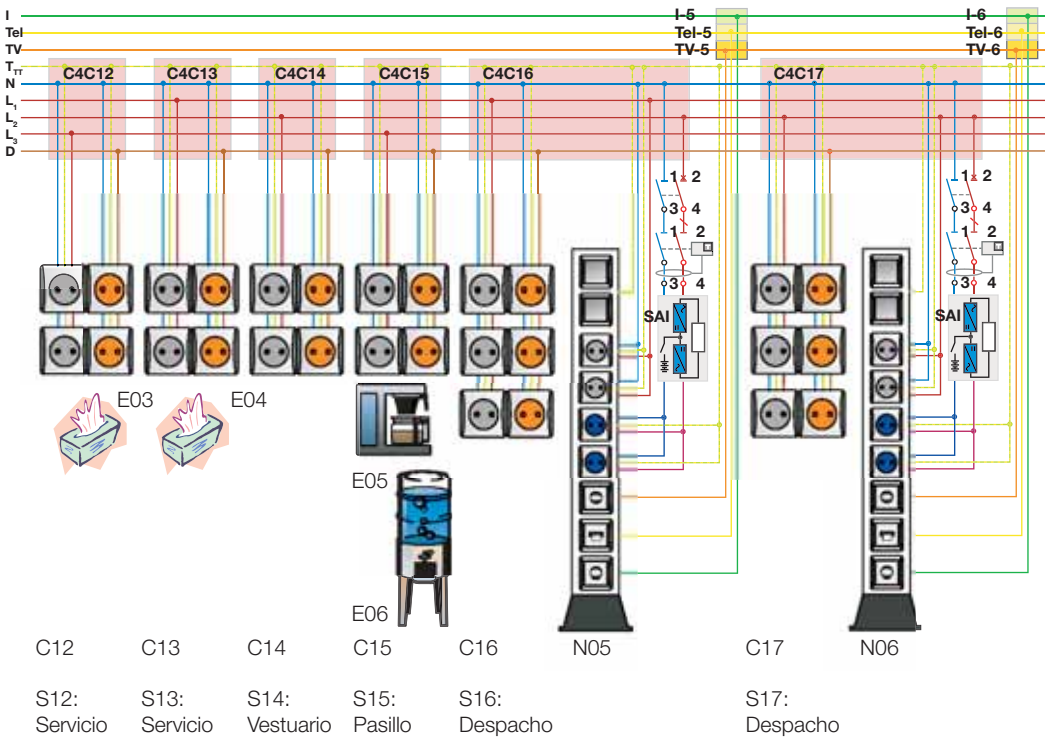
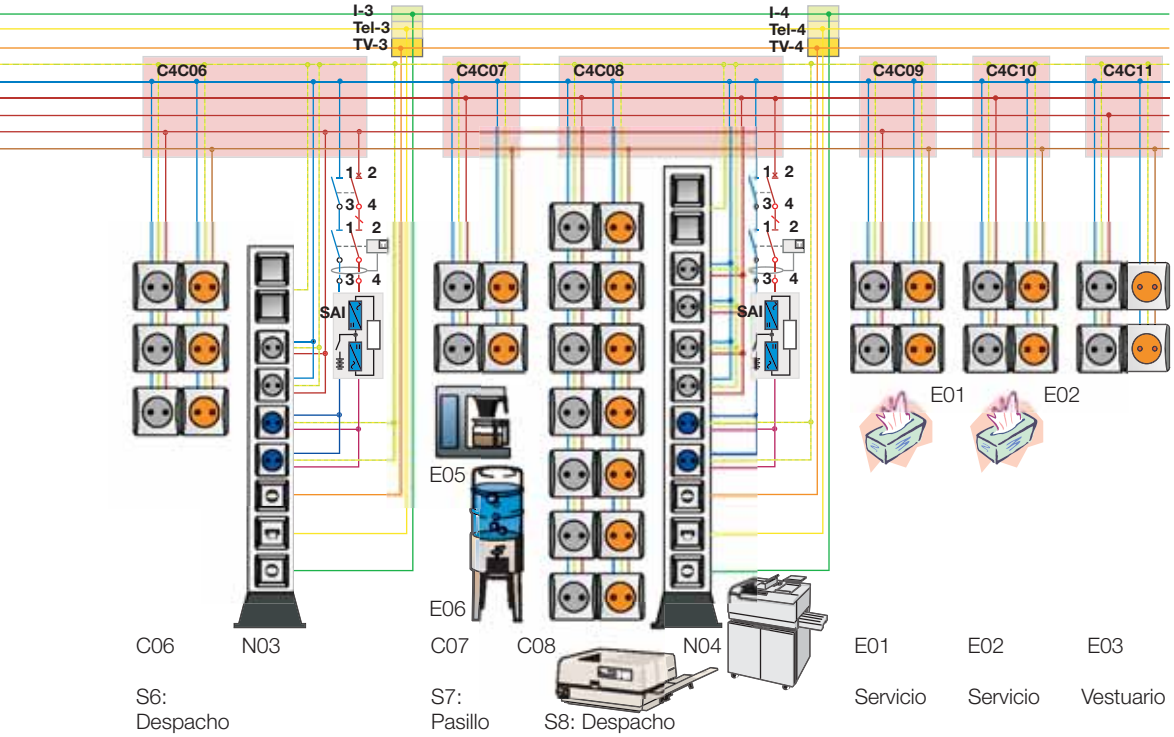
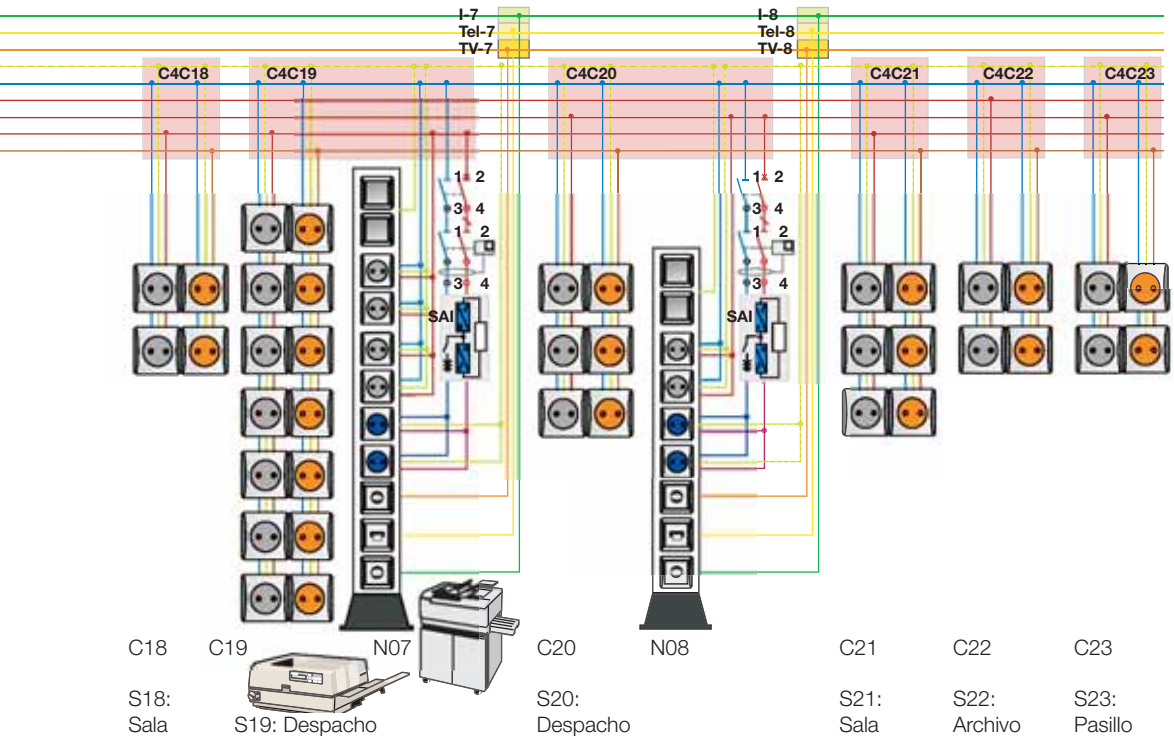


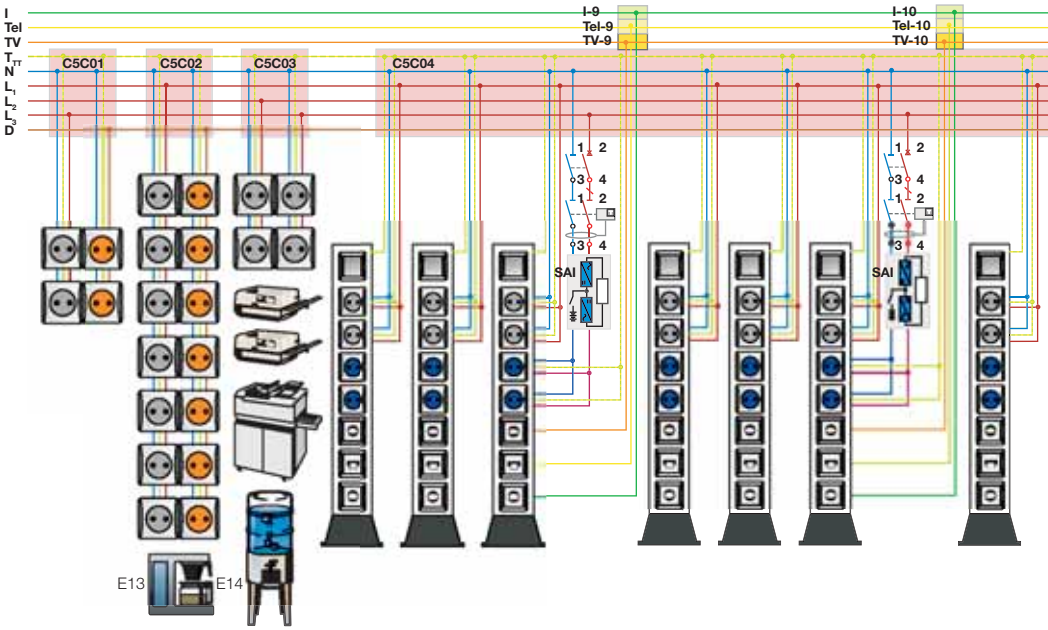
Fig. K5-148: *esquema distribución tomas de corriente, electrodomésticos e informática de la 4.ª planta.*


I-3
Tel-3
TV-3
I-4
Tel-4
TV-4
C4C06
C4C07
C4C08
C4C09
C4C10
C4C11
SAI
SAI
E01
E02
E05
E06
C06
N03
C07
C08
N04
E01
E02
E03
S6:
Despacho
S7:
Pasillo
S8: Despacho
Servicio
Servicio
Vestuario


I-7
Tel-7
TV-7
I-8
Tel-8
TV-8
C4C18
C4C19
C4C20
C4C21
C4C22
C4C23
SAI
SAI
C18
C19
N07
C20
N08
C21
C22
C23
S18:
Sala
S19: Despacho
S20:
Despacho
S21:
Sala
S22:
Archivo
S23:
Pasillo

K
5

■ Circuito para electrodomésticos, tomas de corriente e informática, de la 5.ª planta.



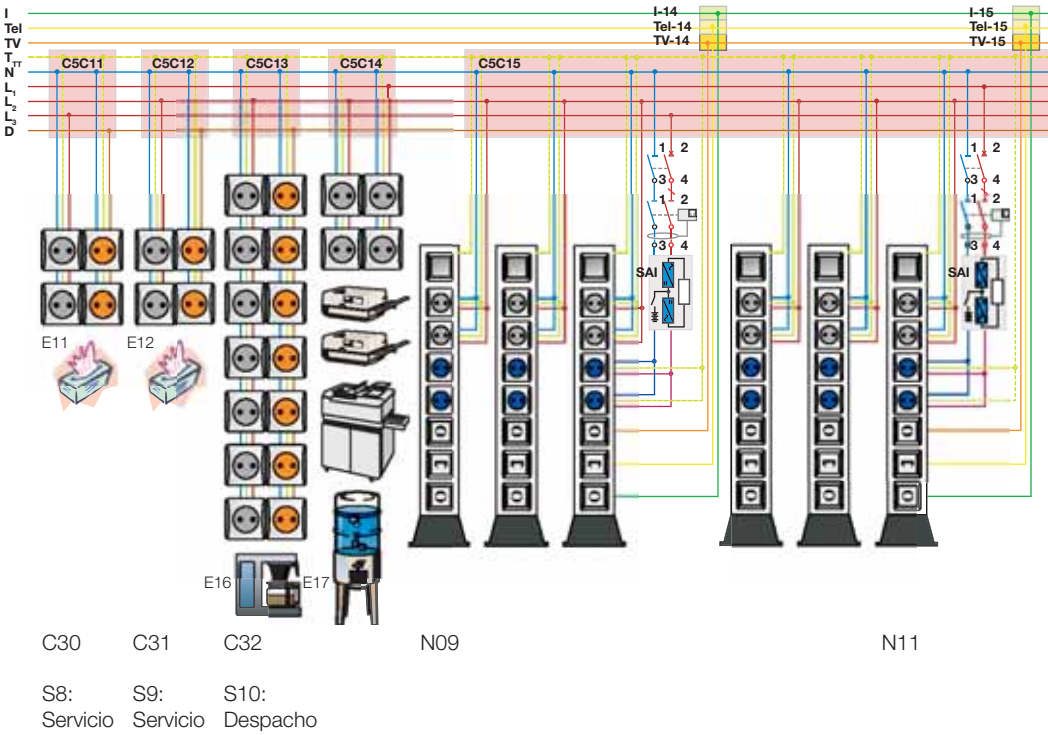
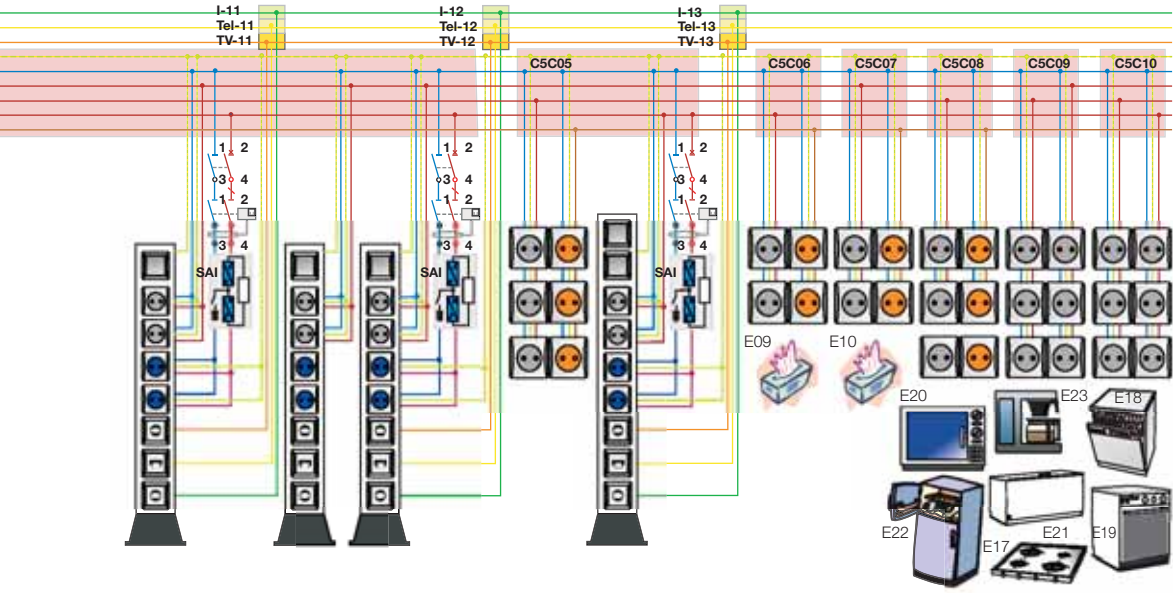


Fig. K5-149: *esquema distribución tomas de corriente, electrodomésticos e informática de la 5.ª planta*



C26

S3:
Despacho

C27

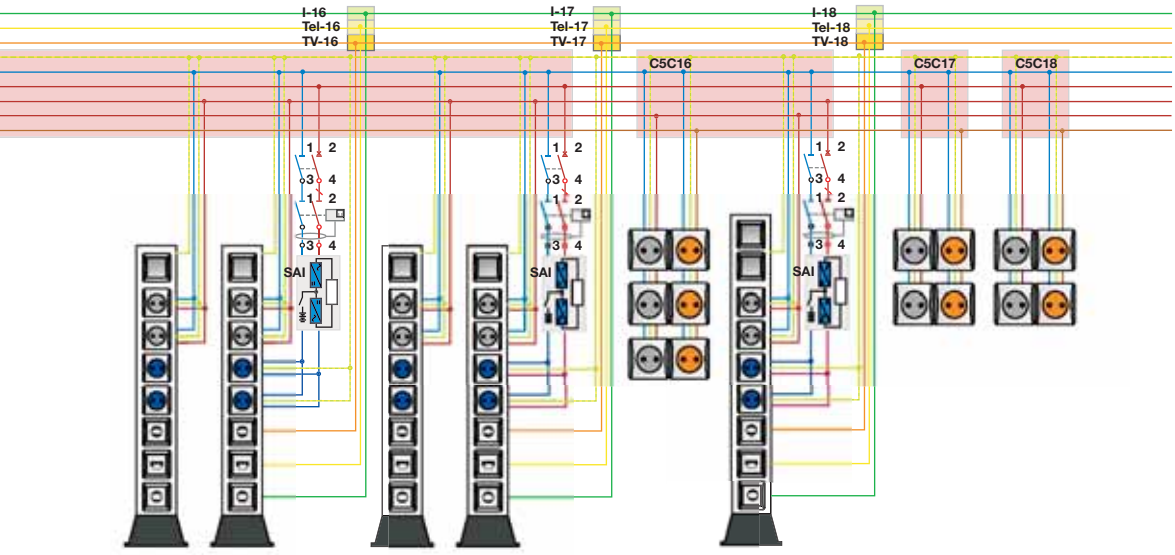
S4:
Servicio

C28

S5:
Despacho

C29

S6:
Comedor



C33

S11:
Archivo

N12

C34

S12:
Archivo

C35

S7:
Pasillo

K
5

■ Alumbrado de emergencia de las dos plantas.

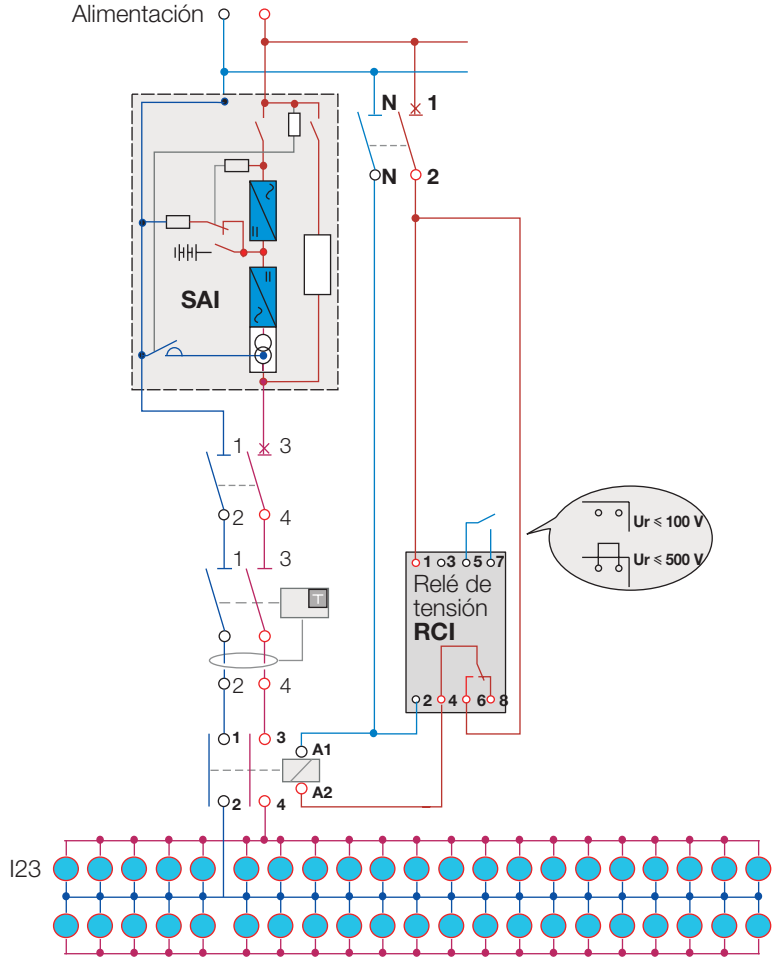


Fig. K5-147: *esquema circuito alumbrado de emergencia.*

Clasificación de las cargas

N.°		Clase	P (W)	I (A)	Fase					
					L1		L2		L3	
A00	Aire acondicionado planta 4.ª y 5.ª				186,0		185,8		184,4	
A01	Bomba calor 1	BB2	1 . 31.700	54	54		54		54	
A02	B1. Circula. H_2O	BB2	1 · 570	1,6	1,6		1,6		1,6	
A03	Electroválvula 1	BB2	1 · 25	0,2	0,2					
A04	Bomba calor 2	BB2	1 . 31.700	54	54		54		54	
A05	B2. Circula. H_2O	BB2	1 · 570	1,6	1,6		1,6		1,6	
A06	Electroválvula 2	BB2	1 · 25	1,5			0,2			
A07	Bomba calor 3	BB2	1 . 31.700	54	54		54		54	
A08	B3. Circula. H_2O	BB2	1 · 570	1,6	1,6		1,6		1,6	
A09	Electroválvula 3	BB2	1 · 25	0,2					0,2	
A10	B4. Cir. H_2O, 4.ª, 1.ª	BB2	1 · 570	1,6	1,6		1,6		1,6	
A11	Fancoil S2	BB2	1 · 255	1,8	1,8					
A12	Fancoil S3	BB2	1 · 190	1,4			1,4			
A13	Fancoil S5	BB2	1 · 190	1,4					1,4	
A14	Fancoil S6	BB2	1 · 190	1,4	1,4					

(continúa en pág. siguiente)

(continuación)

N.º		Clase	P (W)	I (A)	Fase					
					L1		L2		L3	
A15	F. S1-4-7-8 y 23	BB2	1 · 380	2,6			2,6			
A16	F. S9-10 y 11	BB2	1 · 190	1,4					1,4	
A17	B5. Cir. H_2O, 4.ª, 2.ª	BB2	1 · 570	1,6	1,6		1,6		1,6	
A18	F. S12-13 y 14	BB2	1 · 190	1,4	1,4					
A19	F. S15-19-18 y 22	BB2	1 · 380	2,6					2,6	
A20	Fancoil S16	BB2	1 · 190	1,4					1,4	
A21	Fancoil S17	BB2	1 · 190	1,4	1,4					
A22	Fancoil S20	BB2	1 · 190	1,4			1,4			
A23	Fancoil S21	BB2	1 · 255	1,8					1,8	
A24	B6. Cir. H_2O, 5.ª, 1.ª	BB2	1 · 570	1,6	1,6		1,6		1,6	
A25	Fancoil S1, 2 y 7	BB2	1 · 760	5,2	5,2					
A26	Fancoil S3	BB2	1 · 255	1,8			1,8			
A27	Fancoil S4 5 y 6	BB2	1 · 190	1,4					1,4	
A28	B7. Cir. H_2O, 5.ª, 2.ª	BB2	1 · 570	1,6	1,6		1,6		1,6	
A29	Fancoil S8-9 y 6	BB2	1 · 190	1,4	1,4					
A30	F. S7-10 y 12	BB2	1 · 760	5,2			5,2			
A31	Fancoil S11	BB2	1 · 255	1,7					1,7	
A00	Ambientador					3,0		3,0		2,5
A32	Fancoil A11	BB2	1 · 115	0,5	0,5					
A33	Fancoil A12	BB2	1 · 115	0,5			0,5			
A34	Fancoil A13	BB2	1 · 115	0,5					0,5	
A35	Fancoil A15	BB2	1 · 115	0,5	0,5					
A36	Fancoil A16	BB2	1 · 115	0,5			0,5			
A37	Fancoil A18	BB2	1 · 115	0,5					0,5	
A38	Fancoil A19	BB2	1 · 115	0,5	0,5					
A39	Fancoil A20	BB2	1 · 115	0,5			0,5			
A40	Fancoil A21	BB2	1 · 115	0,5					0,5	
A41	Fancoil A22	BB2	1 · 115	0,5	0,5					
A42	Fancoil A23	BB2	1 · 115	0,5			0,5			
A43	Fancoil A25	BB2	1 · 115	0,5					0,5	
A44	Fancoil A26	BB2	1 · 115	0,5	0,5					
A45	Fancoil A27	BB2	1 · 115	0,5			0,5			
A40	Fancoil A29	BB2	1 · 115	0,5					0,5	
A41	Fancoil A30	BB2	1 · 115	0,5	0,5					
A42	Fancoil A31	BB2	1 · 115	0,5			0,5			
R00	Renovación de aire					3,2		3,5		1,6
R01	Ex. 1.º planta 4.ª	BB1	1 · 225	1,6	1,6					
R02	Ex. 2.º planta 4.ª	BB1	1 · 225	1,6			1,6			
R03	Ex. 1.º planta 5.ª	BB2	1 · 225	1,6					1,6	
R04	Ex. 2.º planta 5.ª	BB2	1 · 225	1,6	1,6					
R05	Ex. 3.º planta 5.ª	BB2	1 · 300	1,9			1,9			
I00	Alumbrado					46,80		47,18		44,09
Planta 4.ª						22,64		22,37		20,14
I01	Archivo S1	BB1	3 · 54	0,45	1,35					
I02	Sala S2	BB1	6 · 54	0,45			2,7			
			6 · 50	0,22			1,32			
I03	Despacho S3	BB1	6 · 54	0,45					2,7	
			6 · 50	0,22					1,32	
			1 · 50	0,22					0,2	
I04	Sala S4	BB1	3 · 54	0,45	1,35					
			2 · 50	0,22	0,44					
I05	Despacho S5	BB1	6 · 54	0,45			2,7			
			6 · 50	0,22			1,32			
			1 · 55	0,24			0,24			

(continúa en pág. siguiente)

(continuación)

N.º		Clase	P (W)	I (A)	Fase					
					L1		L2		L3	
I06	Despacho S6	BB1	6 · 54	0,45					2,7	
			6 · 50	0,22					1,32	
			1 · 55	0,24					0,24	
I07	Pasillo S7	BB1	3 · 54	0,45	1,35					
I08	Despacho S8	BB1	9 · 54	0,45			4,05			
			12 · 50	0,22			2,64			
			1 · 55	0,24			0,24			
I09	Servicio H-9	BB2	5 · 50	0,22	1,1					
I10	Servicio M-12	BB2	5 · 50	0,22	1,1					
I11	Vestuario H-9	BB1	2 · 54	0,45			0,9			
I12	Servicio H-13	BB2	5 · 50	0,22			1,1			
I13	Servicio M-14	BB2	5 · 50	0,22	1,1					
I14	Vestuario M-9	BB1	2 · 54	0,45			0,9			
I15	Pasillo 15	BB1	3 · 54	0,45					1,35	
I16	Despacho S16	BB1	6 · 54	0,45	2,7					
			6 · 50	0,22	1,32					
			1 . 55	0,24	0,24					
I17	Despacho S16	BB1	6 · 54	0,45			2,7			
			6 · 50	0,22			1,32			
			1 . 55	0,24			0,24			
I18	Sala S18	BB1	3 · 54	0,45					1,35	
			2 · 50	0,22					0,44	
I19	Despacho S19	BB1	9 · 54	0,45	4,05					
			12 · 50	0,22	2,64					
			1 . 55	0,24	0,24					
I20	Despacho S20	BB1	6 · 54	0,45					2,7	
			6 · 50	0,22					1,32	
			1 . 55	0,24					0,24	
I21	Despacho S21	BB1	6 · 54	0,45					2,7	
			6 · 50	0,22					1,32	
			1 . 55	0,24					0,24	
I22	Archivo S22	BB1	3 · 54	0,45	1,35					
I23	A. emergencia	BB1	21 · 25	0,11	2,31					
Planta 5.ª						24,16		24,8		23,95
I24	Acondicio. S1	BB2	3 · 54	0,45					1,35	
I25	Despacho S2	BB1	36 · 54	0,45	16,2					
			36 · 50	0,22			7,92			
			10 . 55	0,24	2,4					
I26	Despacho S3	BB1	6 · 54	0,45			2,7			
			6 · 50	0,22			1,32			
			1 . 55	0,24			0,24			
I27	Servicio H-4	BB2	5 · 50	0,22					1,1	
I28	Servicio M-5	BB2	5 · 50	0,22					1,1	
I29	Comedor S6	BB2	5 · 54	0,45			2,25			
I30	Pasillo S7	BB1	4 · 54	0,45					1,8	
I31	Servicio H-8	BB2	5 · 50	0,22	1,1					
I32	Servicio M-9	BB2	5 · 50	0,22			1,1			
I33	Despacho S10	BB1	36 · 54	0,45					16,2	
			36 · 50	0,22			7,92			
			10 . 55	0,24					2,4	
I34	Despacho S11	BB1	6 · 54	0,45	2,7					
			6 · 50	0,22	1,32					
			1 . 55	0,24	0,24					
I35	Archivo S12	BB1	3 · 54	0,45			1,35			

(continúa en pág. siguiente)

(continuación)

N.º		Clase	P (W)	I (A)	Fase					
					L1		L2		L3	
I36	A. Emergencia	BB1	42 · 25	0,11			4,62			
E00	Electrodomésticos					27,5		18,8		30,6
Planta 4.ª						9,2		0,5		9,2
E01	Dispensador S9	BB2	1 · 300	1,3					1,3	
E02	Dispensador S10	BB2	1 · 300	1,3	1,3					
E03	Dispensador S12	BB2	1 · 300	1,3					1,3	
E04	Dispensador S13	BB2	1 · 300	1,3	1,3					
E05	Dispen. C S7	BB2	1 · 800	4,4	4,4					
E06	Dispen. A S7	BB2	1 · 400	2,2	2,2					
E07	Dispen. C S15	BB2	1 · 800	4,4					4,4	
E08	Dispen. A S15	BB2	1 · 400	2,2					2,2	
E09	Cadena HI-FI	BB3		0,5			0,5			
Planta 5.ª						18,3		18,3		21,4
E09	Dispensador S4	BB2	1 · 300	1,3					1,3	
E10	Dispensador S5	BB2	1 · 300	1,3	1,3					
E11	Dispensador S8	BB2	1 · 300	1,3					1,3	
E12	Dispensador S9	BB2	1 · 300	1,3			1,3			
E13	Dispen. C S2	BB2	1 · 800	4,4			4,4			
E14	Dispen. A S2	BB2	1 · 400	2,2					2,2	
E15	Dispen. C S10	BB2	1 · 800	4,4	4,4					
E16	Dispen. A S10	BB2	1 · 400	2,2			2,2			
E17	Cocina S6	BB2	1 · 2.000	8,7					8,7	
E18	Lavaplatos S6	BB2	1 · 2.500	10,9	10,9					
E19	Horno S6	BB2	1 · 2.000	8,7			8,7			
E20	Microondas S6	BB2	1 · 1.000	4,4					4,4	
E21	Congelador S6	BB2	1 · 400	1,7	1,7					
E22	Nevera S6	BB2	1 · 400	1,7			1,7			
E23	Cafetera S6	BB2	1 · 800	3,5					3,5	
C00	Conectores, enchufes					32,5		30,5		33,5
Planta 4.ª						14		12,5		15
C01	Archivo S1	BB1	2 · 5 A · 0,1	1	1					
			2 · 5 A · 0,05	0,5						
C02	Sala S2	BB1	4 · 5 A · 0,1	2			2			
			4 · 5 A · 0,05	1						
C03	Despacho S3	BB1	5 · 5 A · 0,1	2,5					2,5	
			3 · 5 A · 0,05	0,75						
C04	Sala S4	BB1	2 · 5 A · 0,1	1	1					
			2 · 5 A · 0,05	0,5						
C05	Despacho S5	BB1	5 · 5 A · 0,1	2,5			2,5			
			3 · 5 A · 0,05	0,75						
C06	Despacho S6	BB1	5 · 5 A · 0,1	2,5					2,5	
			3 · 5 A · 0,05	0,75						
C07	Pasillo S7	BB1	2 · 5 A · 0,1	1	1					
			2 · 5 A · 0,05	0,5						
C08	Despacho S8	BB1	11 · 5 A · 0,1	5,5	5,5					
			7 · 5 A · 0,05	1,75						
C09	Servicio H S9	BB2	2 · 5 A · 0,1	1					1	
			2 · 5 A · 0,05	0,5						
C10	Servicio M S10	BB2	2 · 5 A · 0,1	1	1					
			2 · 5 A · 0,05	0,5						
C11	Vestuario S11	BB2	2 · 5 A · 0,1	1			1			
			2 · 5 A · 0,05	0,5						
C12	Servicio H S12	BB2	2 · 5 A · 0,1	1					1	
			2 · 5 A · 0,05	0,5						

(continúa en pág. siguiente)

(continuación)

N.º		Clase	P (W)	I (A)	Fase					
					L1		L2		L3	
C13	Servicio M S13	BB2	2 · 5 A · 0,1	1	1					
			2 · 5 A · 0,05	0,5						
C14	Vestuario S14	BB1	2 · 5 A · 0,1	1			1			
			2 · 5 A · 0,05	0,5						
C15	Pasillo S15	BB1	2 · 5 A · 0,1	1					1	
			2 · 5 A · 0,05	0,5						
C16	Despacho S16	BB2	5 · 5 A · 0,1	2,5	2,5					
			3 · 5 A · 0,05	0,75						
C17	Despacho S17	BB1	5 · 5 A · 0,1	2,5			2,5			
			3 · 5 A · 0,05	0,75						
C18	Sala S18	BB1	2 · 5 A · 0,1	1					1	
			2 · 5 A · 0,05	0,5						
C19	Despacho 19	BB1	11 · 5 A · 0,1	5,5					5,5	
			7 · 5 A · 0,05	1,75						
C20	Despacho S20	BB1	5 · 5 A · 0,1	2,5			2,5			
			3 · 5 A · 0,05	0,75						
C21	Sala S21	BB1	3 · 5 A · 0,1	1,5					1,5	
			3 · 5 A · 0,05	0,75						
C22	Archivo S22	BB1	2 · 5 A · 0,1	1	1					
			2 · 5 A · 0,05	0,5						
C23	Pasillo S23	BB1	2 · 5 A · 0,1	1			1			
			2 · 5 A · 0,05	0,5						
Planta 5.ª						18,5		18		18,5
C24	Acondicio. S1	BB2	2 · 5 A · 0,1	1					1	
			2 · 5 A · 0,05	0,5						
C25	Despacho S2	BB1	31 · 5 A · 0,1	15,5	15,5					
			7 · 5 A · 0,05	1,75						
C26	Despacho 3	BB1	5 · 5 A · 0,1	5,5			5,5			
			3 · 5 A · 0,05	0,75						
C27	Servicio H S4	BB2	2 · 5 A · 0,1	1					1	
			2 · 5 A · 0,05	0,5						
C28	Servicio M S5	BB2	2 · 5 A · 0,1	1	1					
			2 · 5 A · 0,05	0,5						
C29	Comedor S6	BB1	7 · 5 A · 0,1	3,5			2,5			
			3 · 5 A · 0,05	0,75						
C30	Servicio H S8	BB2	2 · 5 A · 0,1	1					1	
			2 · 5 A · 0,05	0,5						
C31	Servicio M S9	BB2	2 · 5 A · 0,1	1			1			
			2 · 5 A · 0,05	0,5						
C32	Despacho S10	BB1	31 · 5 A ·0,1	15,5					15,5	
			7 · 5 A ·0,05	1,75						
C33	Despacho S11	BB1	5 · 5 A ·0,1	5,5			5,5			
			3 · 5 A ·0,05	0,75						
C34	Archivo S12	BB1	2 · 5 A · 0,1	1	1					
			2 · 5 A · 0,05	0,5						
C35	Pasillo S7	BB1	2 · 5 A · 0,1	1	1					
			2 · 5 A · 0,05	0,5						
Conectores discriminados										
Planta 4.ª						15,25				
Planta 5.ª								8,75		
N00	Informática					41,3		42,6		44,4
Planta 4.ª						15,3		16,3		18,1
N01	Despacho S3									
	CPU	BB1	1 · 300	1,3					1,3	
	Pantalla	BB1	1 · 220	1					1	

(continúa en pág. siguiente)

(continuación)

N.º		Clase	P (W)	I (A)	Fase					
					L1		L2		L3	
N02	Despacho S5									
	CPU	BB1	1 · 300	1,3			1,3			
	Pantalla	BB1	1 · 220	1			1			
N03	Despacho S6			2,3						
	CPU	BB1	1 · 300	1,3			1,3			
	Pantalla	BB1	1 · 220	1			1			
N04	Despacho S8									
	CPU	BB1	1 · 300	1,3			1,3			
	Pantalla	BB1	1 · 220	1			1			
	Impresora	BB1	1 · 110	0,5			0,5			
	Fotocopiadora	BB1	1· 3.000	13	13					
	C. telefónica	BB1	1 · 1100	2			2			
N05	Despacho S16									
	CPU	BB1	1 · 300	1,3			1,3			
	Pantalla	BB1	1 · 220	1			1			
N06	Despacho S17									
	CPU	BB1	1 · 300	1,3			1,3			
	Pantalla	BB1	1 · 220	1			1			
N07	Despacho S19									
	CPU	BB1	1 · 300	1,3					1,3	
	Pantalla	BB1	1 · 220	1					1	
	Impresora	BB1	1 · 110	0,5					0,5	
	Fotocopiadora	BB1	1· 3.000	13					13	
N08	Despacho S20									
	CPU	BB1	1 · 300	1,3			1,3			
	Pantalla	BB1	1 · 220	1			1			
Planta 5.ª						26		26,3		26,3
N09	Despacho S02									
	CPU	BB1	10 · 300	13					13	
	Pantalla	BB1	10 · 220	1					1	
	Impresora	BB1	2 · 1.100	10					10	
	Fotocopiadora	BB1	1· 3.000		13					
N10	Despacho S3									
	CPU	BB1	1 · 300	1,3					1,3	
	Pantalla	BB1	1 · 220	1					1	
N11	Despacho S10									
	CPU	BB1	10 · 300	13			13			
	Pantalla	BB1	10 · 220	1			1			
	Impresora	BB1	2 · 1.100	10			10			
	Fotocopiadora	BB1	1· 3.000	13	13					
N12	Despacho S3									
	CPU	BB1	1 · 300	1,3			1,3			
	Pantalla	BB1	1 · 220	1			1			
T00	Alarmas técnicas							2,6		
Planta 4.ª										
T01	F. sist. dom.	BB1								
T02	C. humos	BB2		0,1			0,1			
T03	Sirena	BB1		0,2			0,2			
T04	Comunicación	BB1		0,2			0,2			
T05	D.F. agua	BB2		0,1			0,1			
T06	Electroválvula	BB2		0,3			0,3			
T07	Intrusión	BB1		0,1			0,1			
T08	Sirena	BB1		0,3			0,3			

(continúa en pág. siguiente)

(continuación)

N.º		Clase	P (W)	I (A)	Fase					
					L1		L2		L3	
Planta 5.ª								1,3		
T01	F. sist. dom.	BB1								
T02	C. humos	BB2		0,1			0,1			
T03	Sirena	BB1		0,2			0,2			
T04	Comunicación	BB1		0,2			0,2			
T05	D.F. agua	BB2		0,1			0,1			
T06	Electroválvula	BB2		0,3			0,3			
T07	Intrusión	BB1		0,1			0,1			
T08	Sirena	BB1		0,3			0,3			
O00	Confort					6,5		5,9		5,6
Planta 4.ª						3,6		3,2		3
O01	S01 persiana	BB1	1 · 100	0,5	0,5					
O02	S02 persiana	BB1	1 · 100	0,5			0,5			
O03	S03 persiana	BB1	1 · 100	0,5					0,5	
O04	S03 persiana	BB1	1 · 140	0,6	0,6					
O05	S04 persiana	BB1	1 · 140	0,6			0,6			
O06	S05 persiana	BB1	1 · 140	0,6					0,6	
O07	S05 persiana	BB1	1 · 100	0,5	0,5					
O08	S06 persiana	BB1	1 · 100	0,5			0,5			
O09	S07 persiana	BB1	1 · 80	0,4					0,4	
O10	S15 persiana	BB1	1 · 80	0,4	0,4					
O11	S16 persiana	BB1	1 · 100	0,5			0,5			
O12	S17 persiana	BB1	1 · 100	0,5					0,5	
O13	S17 persiana	BB1	1 · 100	0,5	0,5					
O14	S18 persiana	BB1	1 · 140	0,6			0,6			
O15	S20 persiana	BB1	1 · 140	0,6					0,6	
O16	S20 persiana	BB1	1 · 100	0,5	0,5					
O17	S21 persiana	BB1	1 · 100	0,5			0,5			
O18	S22 persiana	BB1	1 · 80	0,4					0,4	
O19	S18 puerta en.	BB1	1 · 140	0,6	0,6					
Planta 5.ª										
O20	S1 persiana	BB1	1 · 80	0,4			0,4			
O21	S2 persiana	BB1	1 · 140	0,6					0,6	
O22	S2 persiana	BB1	1 · 140	0,6	0,6					
O23	S2 persiana	BB1	1 · 140	0,6			0,6			
O24	S2 persiana	BB1	1 · 100	0,5					0,5	
O25	S3 persiana	BB1	1 · 140	0,6	0,6					
O26	S3 persiana	BB1	1 · 140	0,6			0,6			
O27	S10 persiana	BB1	1 · 100	0,5					0,5	
O28	S10 persiana	BB1	1 · 140	0,6	0,6					
O29	S10 persiana	BB1	1 · 140	0,6			0,6			
O30	S10 persiana	BB1	1 · 140	0,6					0,6	
O31	S11 persiana	BB1	1 · 100	0,5	0,5					
O32	S11 persiana	BB1	1 · 100	0,5			0,5			
O33	S12 persiana	BB1	1 · 80	0,4					0,4	
O34	S18 puerta en.	BB1	1 · 140	0,6	0,6					
S00	Agua sanitaria caliente					10,4		10,4		5,2
S01	Servicios 4.º 80 L	BB2	1 · 1.200	5,2	5,2					
S01	Servicios 4.º 80 L	BB2	1 · 1.200	5,2			5,2			
S01	Servicios 5.º 80 L	BB2	1 · 1.200	5,2					5,2	
S01	Servicios 5.º 80 L	BB2	1 · 1.200	5,2	5,2					
S01	Comedor 80 L	BB2	1 · 1.200	5,2			5,2			
Totales						**410,74**		**410,96**		**411,99**

Tabla K5-150: *tabla de potencias instaladas.*

■ Esquema para la alimentación de las tomas de corriente a 230 V.
La línea se deberá calcular para la fase más cargada.
En la alimentación para el confort deberemos diferenciar dos circuitos, las persianas; que efectuaremos un circuito con capacidad para poderlas maniobrar individualmente o a la vez y el de las puertas de acceso de cada planta, que solo las manipularemos de forma individual. Las tomas de potencia se realizarán desde la caja de bornes de cada dependencia.
Dispondremos de una fase discriminada para las tomas de corriente de los electrodomésticos de limpieza, a través de un reloj programador.
Dispondremos de un control en el tiempo del calentamiento del agua sanitaria a través del segundo circuito del reloj de las tomas de corriente discriminadas, para calentar el agua en las horas valle.
Tanto la generación de armónicos como el desfase, de las cargas conocidas, es insignificante, por tanto dejaremos su tratamiento englobado en la compensación general.
■ Circuito general de alimentación de las tomas de corriente.

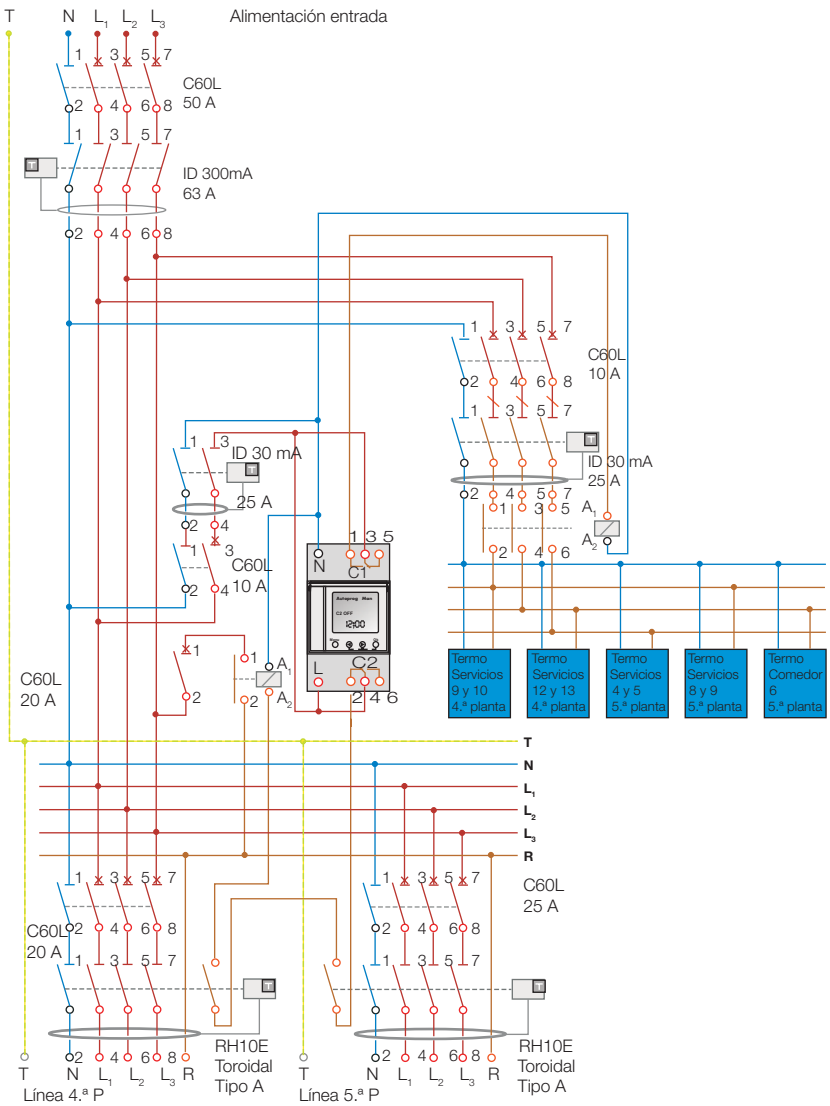


Fig. K5-151: *esquema de alimentación circuitos de las tomas de corriente.*

■ Alimentación cargas informáticas.

Desde las tomas de corriente alimentaremos las fuentes de alimentación ininterrumpida SAI, distribuiremos en dos secciones, la planta 4.ª y la planta 5.ª.

Las cargas informáticas son generadoras de armónicos y trabajan con un cos φ del orden de 0,7.

Estas cargas son muy sensibles a los armónicos y ellas mismas son generadoras, produciendo un efecto multiplicador con valores de factor de cresta de 2,4 a 2,8 veces.

Su tasa global de distorsión es del orden del 93%, THDI = 93%.

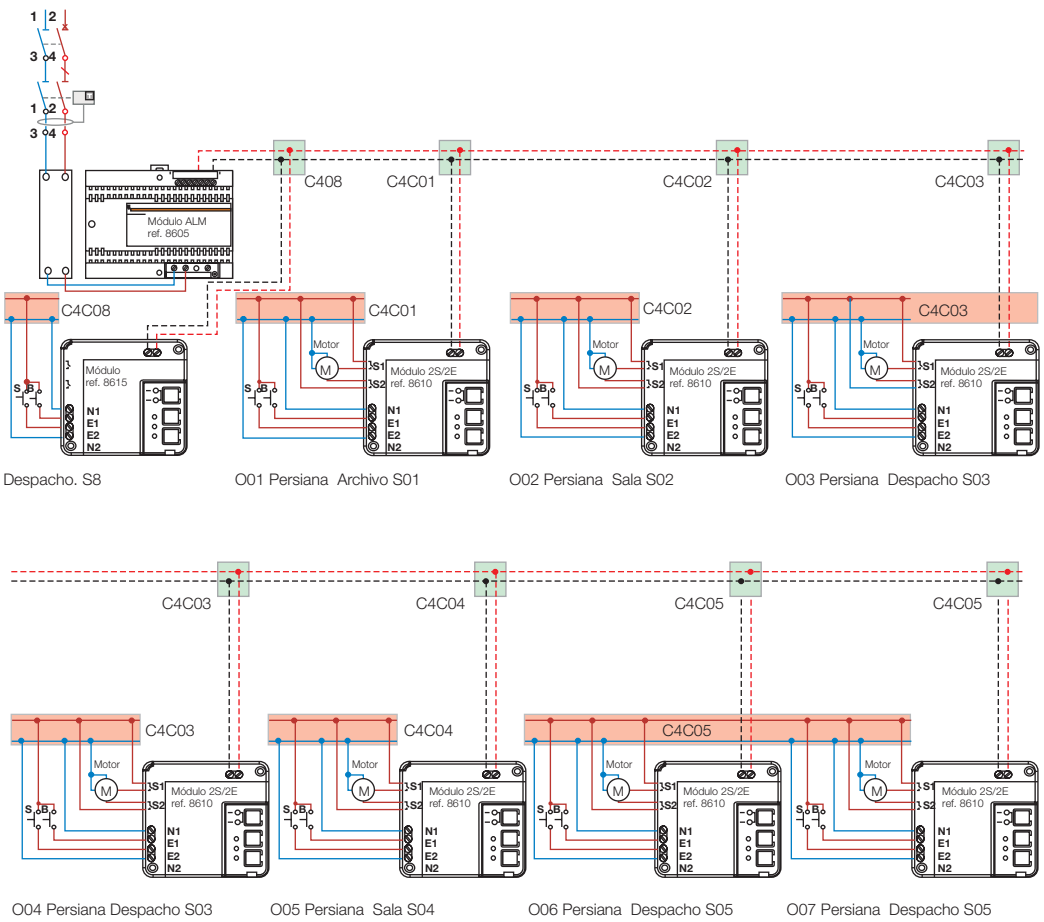
Circuito telefónico

En este apartado describiremos la línea de distribución correspondiente a las dependencias tratadas de las dos plantas.

Circuito TV

En este apartado solamente describiremos la línea de distribución correspondiente a las dependencias tratadas de las dos plantas.

■ Esquema distribución y mando confort circuito 4.ª planta.



Confort

Las persianas las alimentaremos desde la caja de distribución de la red de tomas de corriente a 400/230 V 50 Hz en régimen TT y las controlaremos por medio del sistema domótico de forma individual y desde la recepción de la primera planta de forma centralizada.

Las distribuiremos en dos líneas una por planta, como hemos realizado para las tomas de corriente.

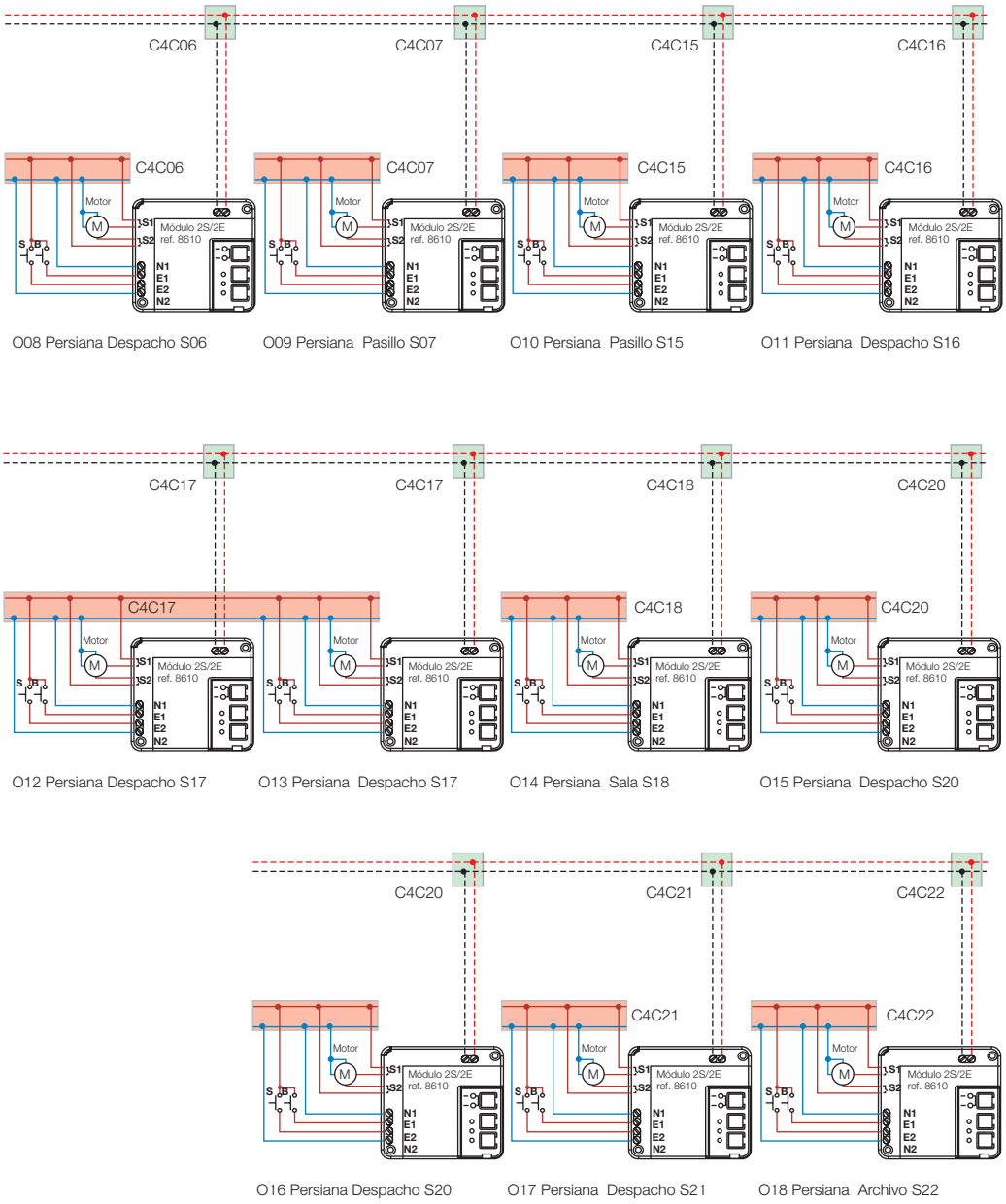
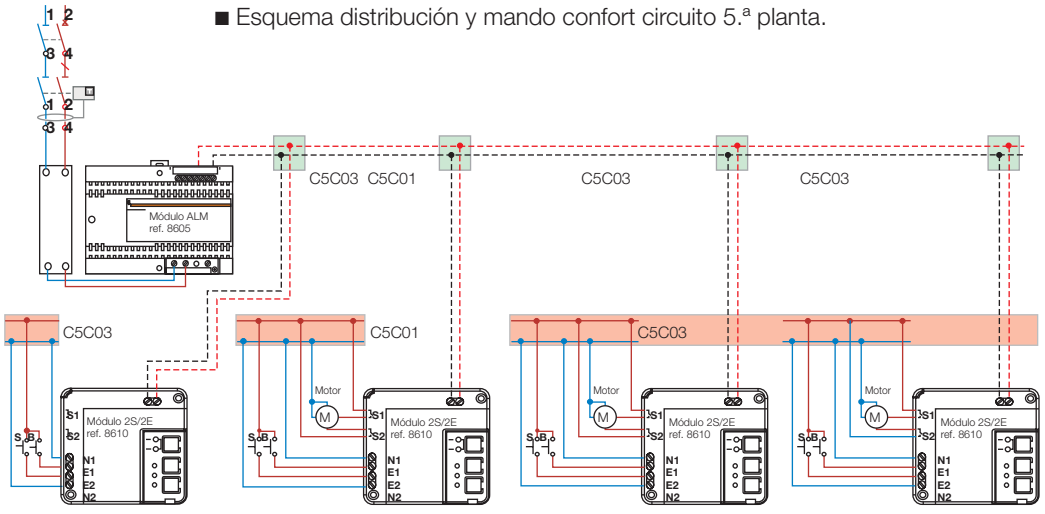
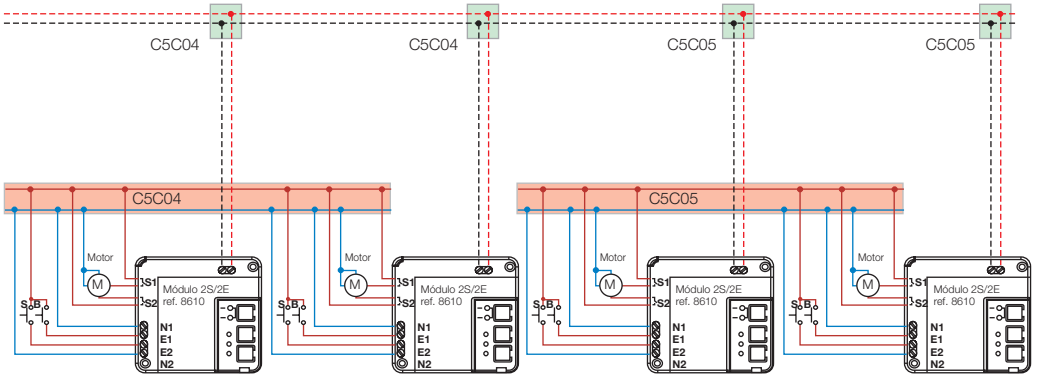


Fig. K5-152: *esquema distribución confort planta 4.ª.*

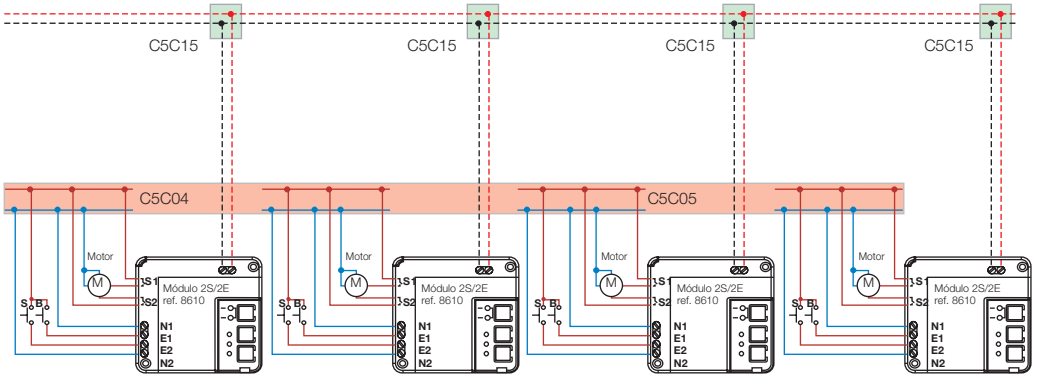
■ Esquema distribución y mando confort circuito 5.ª planta.



Despacho S2 | O20 Persiana Acondicionamiento S01 | O21 Persiana Despacho S02 | O22 Persiana Despacho S02



O23 Persiana Despacho S2 | O24 Persiana Despacho S2 | O25 Persiana Depacho S03 | O26 Persiana Despacho S03



O27 Persiana Despacho S10 | O28 Persiana Despacho S10 | O29 Persiana Depacho S10 | O30 Persiana Despacho S10

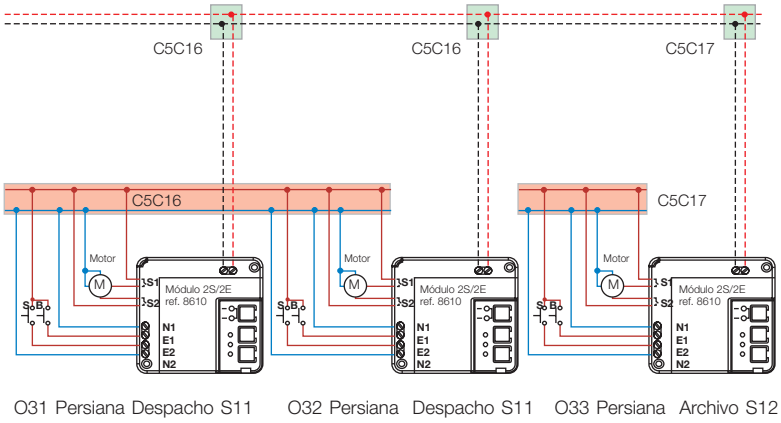


Fig. K5-153: *esquema distribución confort planta 5.ª.*

■ Esquema distribución y mando confort (puertas) circuito 4.ª y 5.ª planta.

Alimentación desde la fuente del circuito de confort de la 5.ª planta

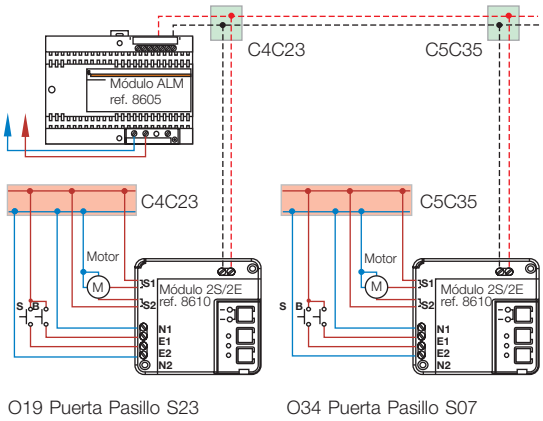


Fig. K5-154: *esquema distribución confort (puertas) plantas 4.ª y 5.ª.*

Alarmas técnicas

Las alarmas se alimentarán a través de un SAI propio, la detección de humos, la detección de fugas de agua y la detección de presencia, formarán el conjunto de alarmas que nos permitirán tener alarma visual sonora y telefónica.
Una alimentación general y distribuida en las dos plantas nos permitirá alimentar y distribuir las alarmas.

■ Situación en planta de las alarmas.
Planta 4.ª

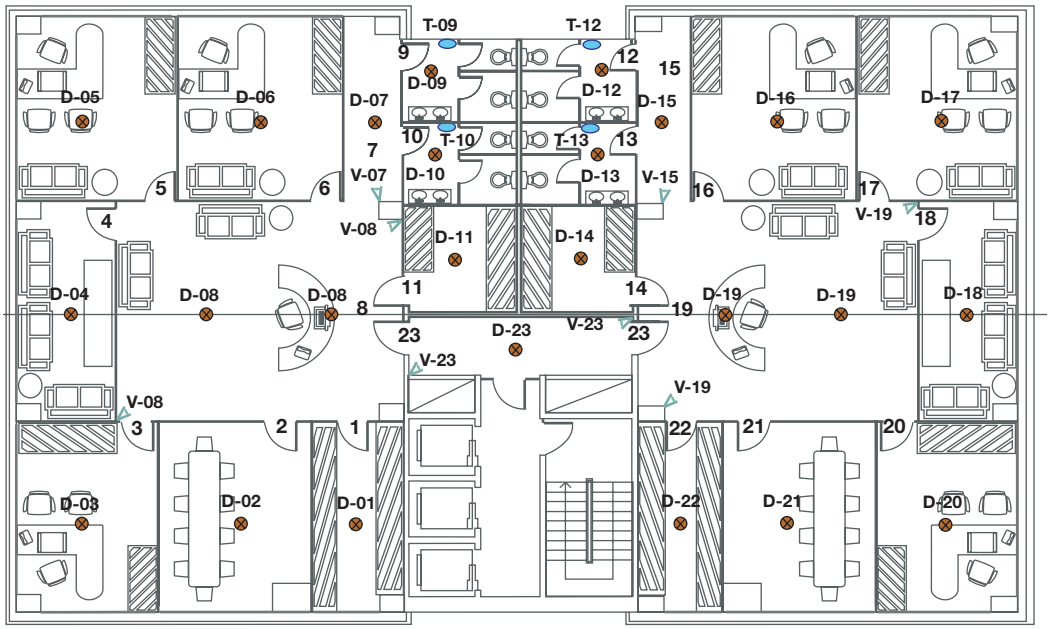


Fig. K5-155: *esquema de situación en planta de las alarmas técnicas de la 4.ª planta.*

Planta 5.ª

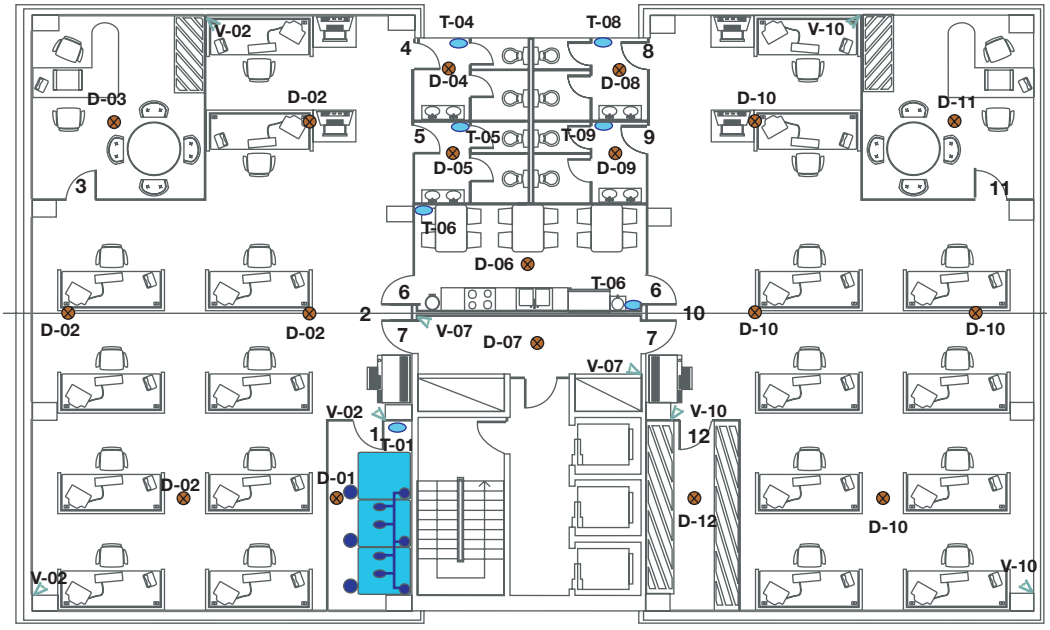


Fig. K5-156: *esquema de situación en planta de las alarmas técnicas de la 5.ª planta.*

■ Esquema de alimentación general alarmas técnicas.

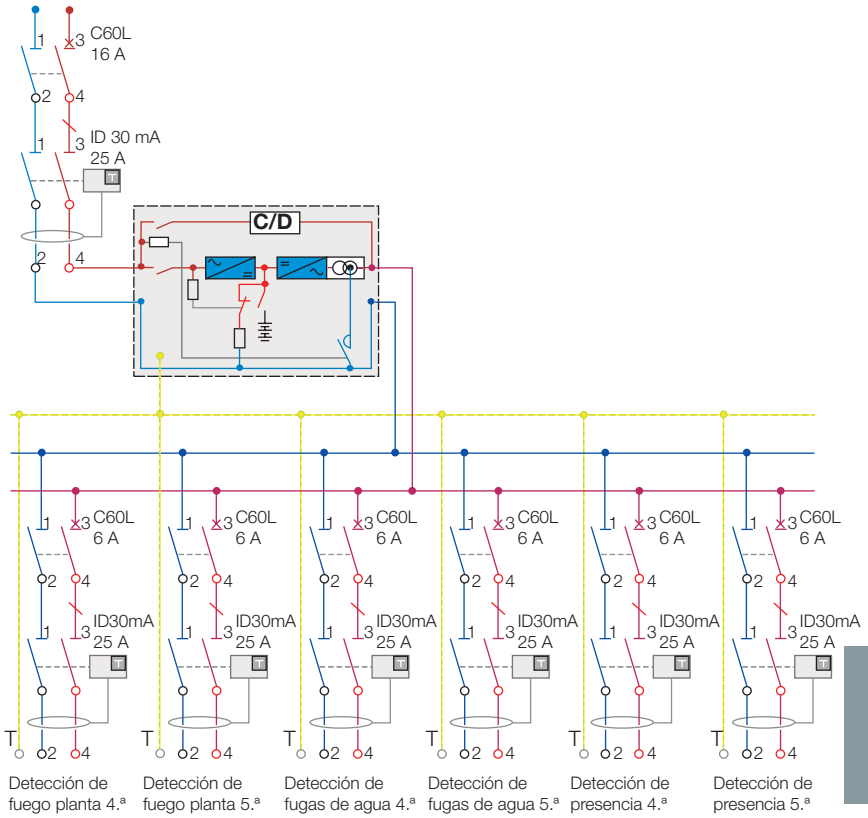


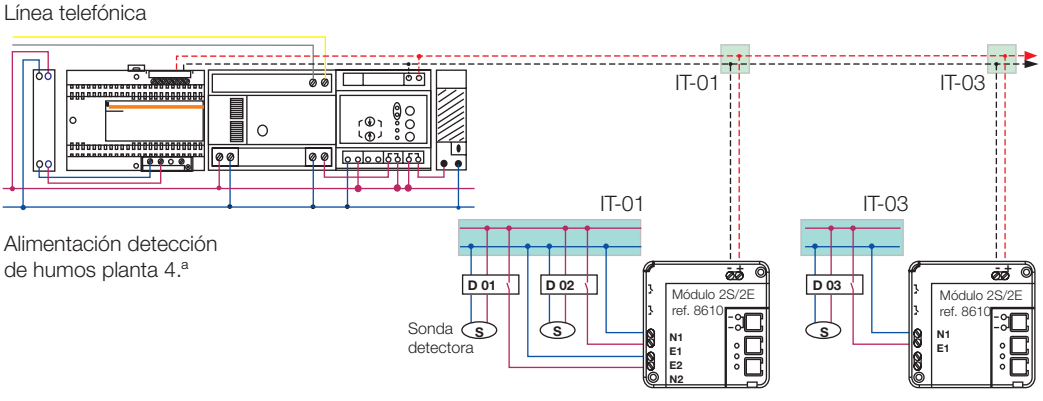
Fig. K5-157: *esquema general de alimentación alarmas técnicas.*

■ Detección de humos.

Con el sistema domótico podemos detectar la presencia de humos en cada dependencia, excitar una alarma acústica o luminosa y comunicar la situación a un centro particular de alarmas vía teléfono.

Para la definición del tipo de detector de cada dependencia, ver apartado J19, página J/831 del Volumen 3.

□ Distribución detección de humos planta 4.ª.



Alarma técnica T02 Detección de humos Archivo 1 y Sala 2 Despacho 3

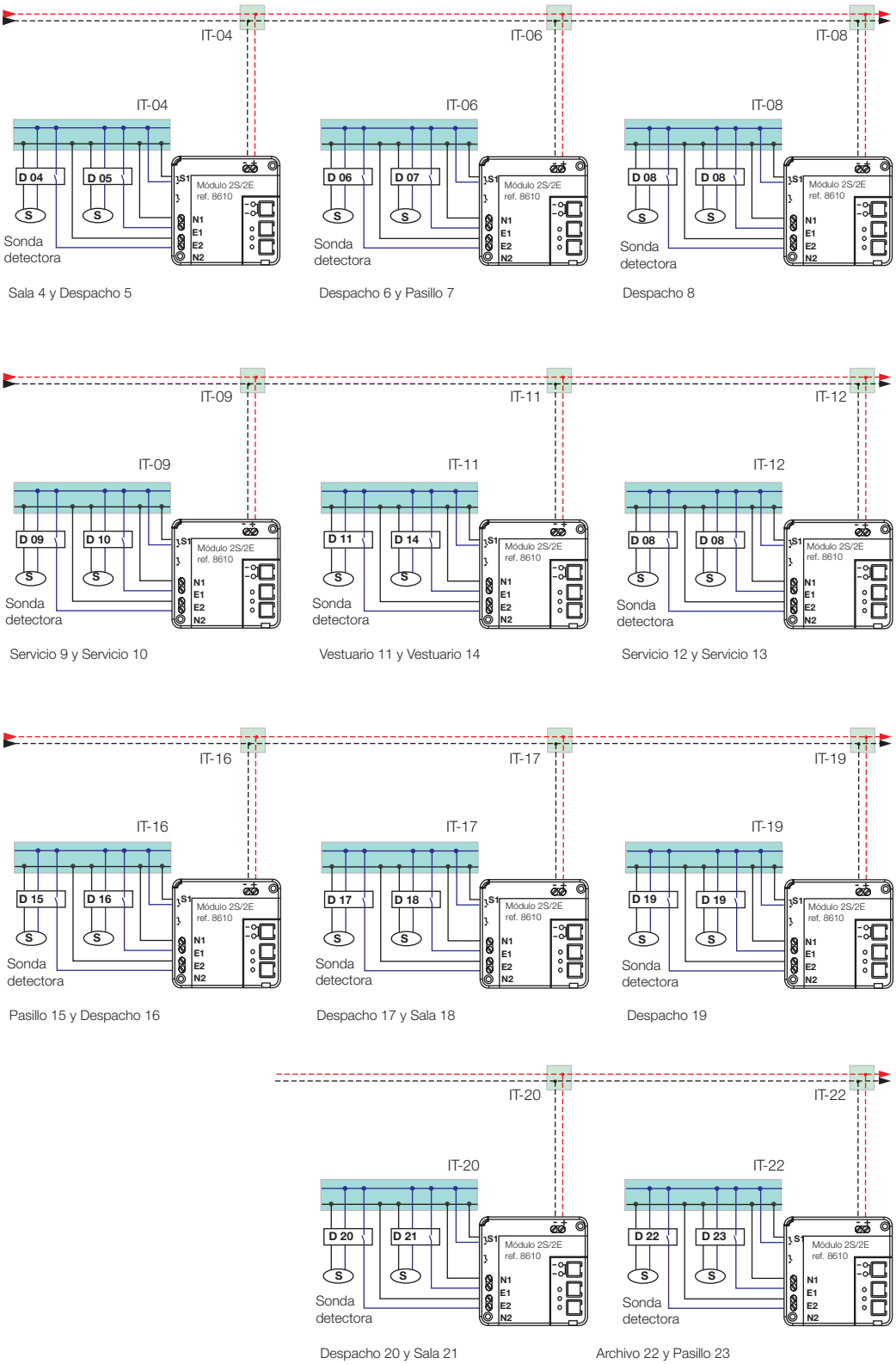


Fig. K5-158: *esquema de distribución, detección de humos planta 4.ª.*

□ Distribución detección de humos planta 5.ª.

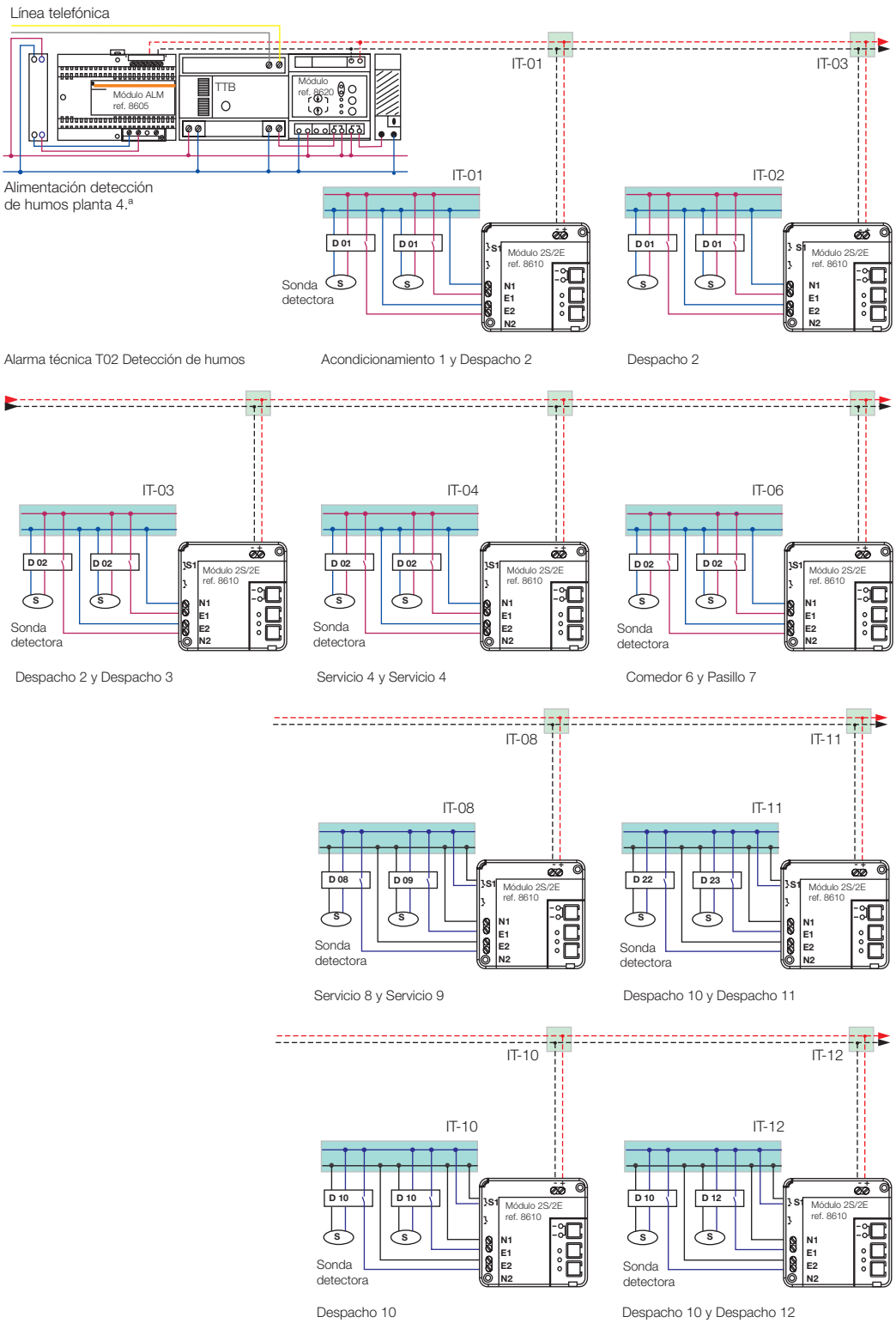


Fig. K5-159: *esquema de distribución, detección de humos planta 5.ª.*

■ Detección de presencia.

La detección de presencia para el control de intrusos, en determinadas horas del día, puede activar una alarma acústica o luminosa y una conexión vía telefónica a una central de alarmas particular.

□ Esquema del circuito planta 4.ª.

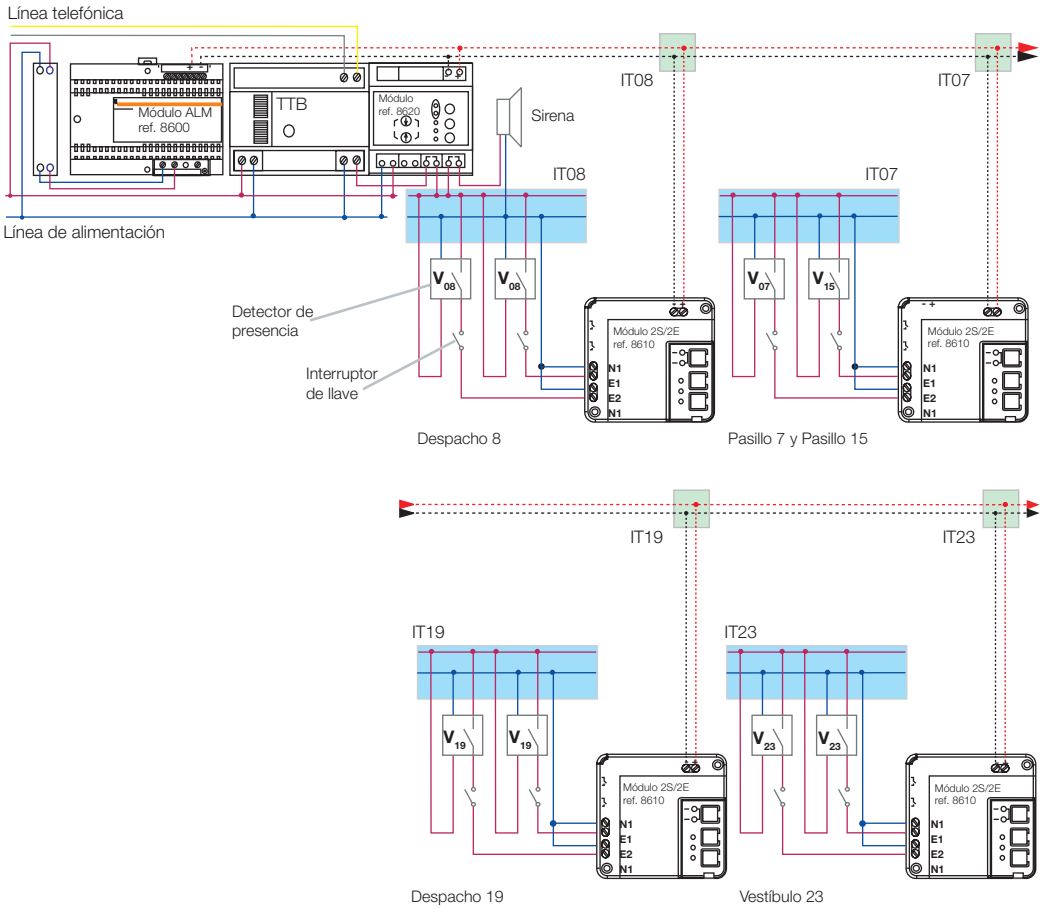
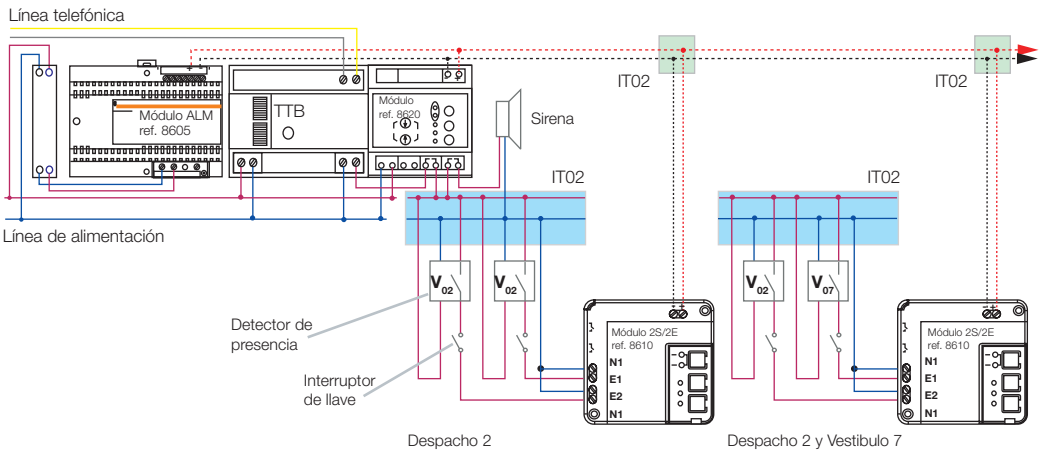


Fig. K5-160: *esquema de distribución para la detección de presencia en planta 4.ª.*

□ Esquema del circuito planta 5.ª.



Durante todo el día puede estar activando un sistema de control por grabación con registro por vídeo.
Distribuiremos en dos circuitos uno para cada planta.

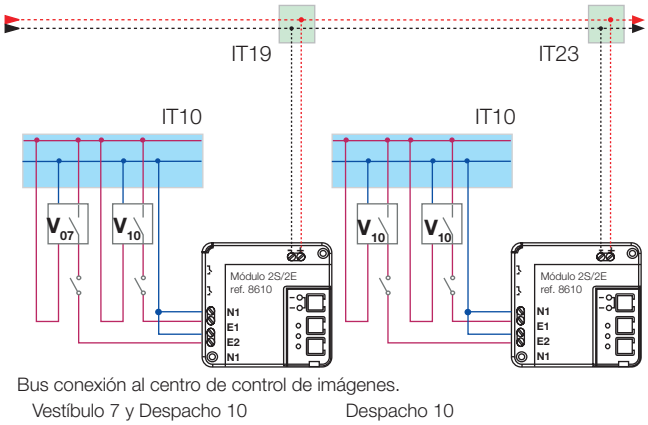


Fig. K5-161: *esquema de distribución para la detección de presencia en planta 5.ª.*

■ Control de fugas de agua.
En las salas donde se dispone de suministro de agua en el momento que se detecte una fuga, deberá cortarse el suministro de la dependencia actuando sobre la llave general de la dependencia.
Disponemos del sistema domótico para poder controlar las posibles fugas.
□ Esquema de distribución y control fugas de agua en la planta 4.ª.

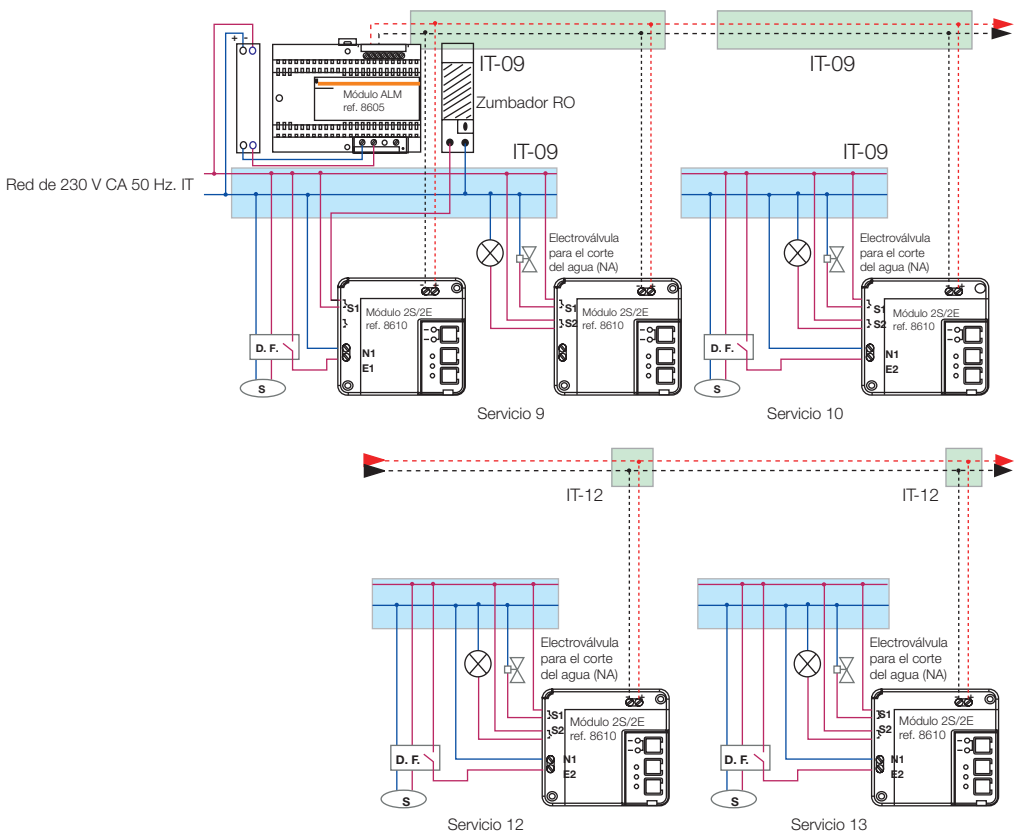
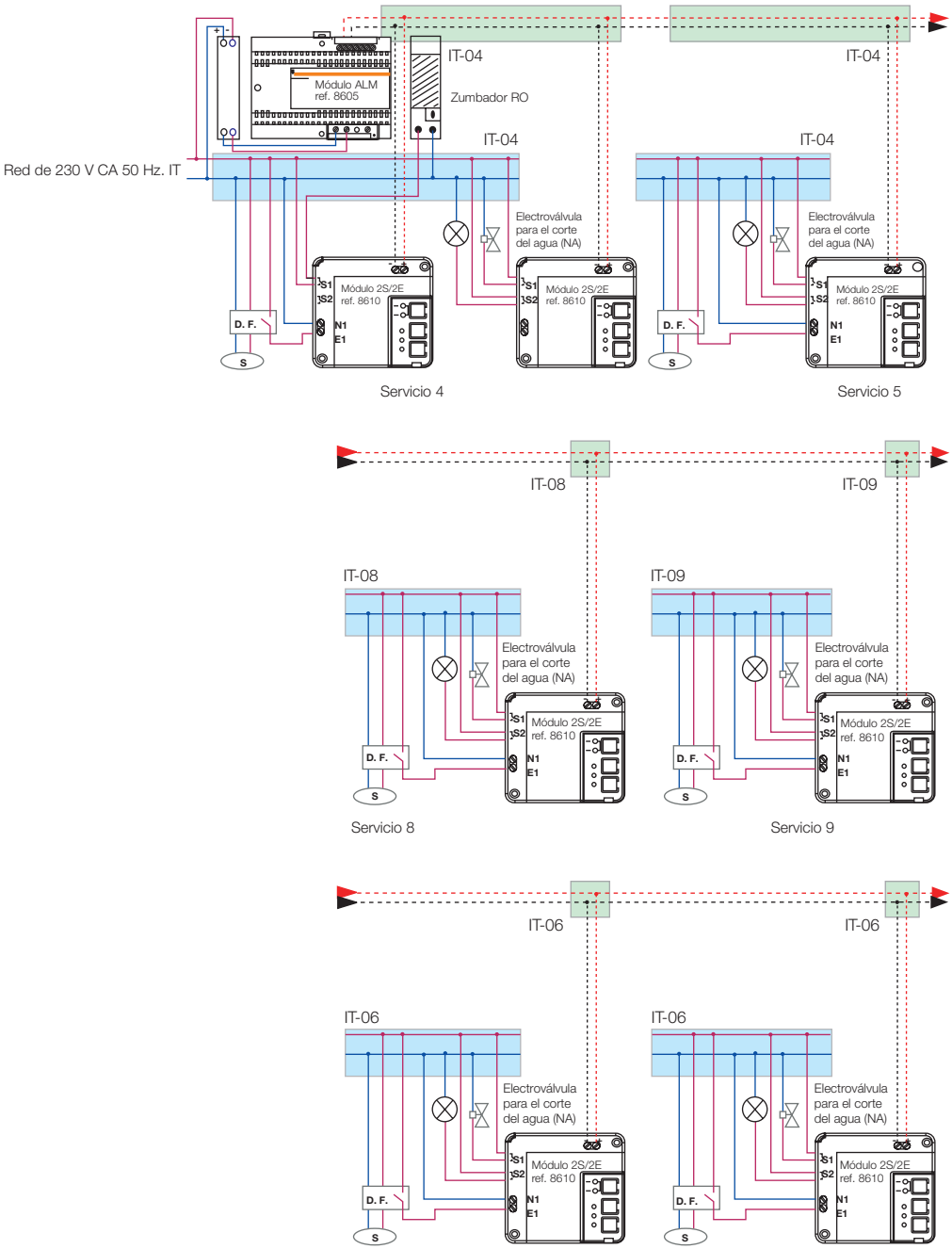


Fig. K5-162: *esquema de distribución y control fugas de agua de la planta 4.ª.*

□ Esquema de distribución y control fugas de agua en la planta 5.ª.



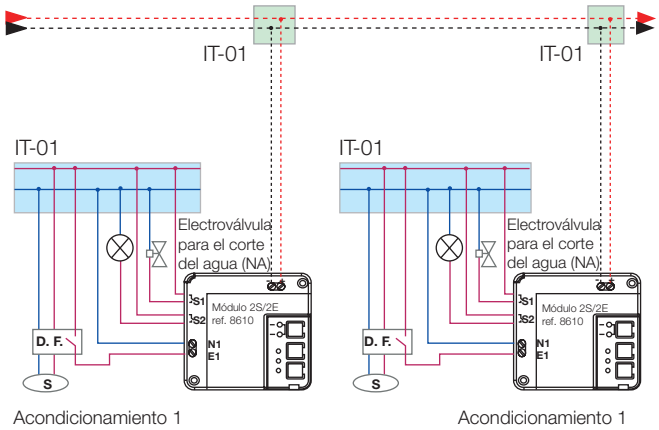


Fig. K5-163: *esquema de distribución y control fugas de agua de la planta 5.ª.*

Potencias y consumos

Intensidades instaladas

N.º		Ks	Fase		
			L1	L2	L3
A00	Aire acondicionado plantas 4.ª y 5.ª		186,0	185,8	184,4
	Ambientador		3	3	2,5
R00	Renovación de aire		3,2	3,5	1,6
I00	Alumbrado		46,80	47,18	44,09
	Alumbrado de emergencia			4,62	
E00	Electrodomésticos		27,5	18,8	30,6
C00	Conectores, enchufes		32,5	30,5	33,5
	Conectores discriminados			8,75	15,75
N00	Informática		41,3	42,6	44,4
T00	Alarmas técnicas			2,6	
O00	Confort		6,5	5,9	5,6
S00	Agua sanitaria caliente		10,4	10,4	5,2
Totales			**357,2**	**354,9**	**351,89**
	Conectores discriminados			8,75	15,75

Tabla K5-164: *totales de intensidades instaladas.*

Consumo discriminado en horas valle

N.º		Ks	Fase		
			L1	L2	L3
A00	Aire acondicionado plantas 4.ª y 5.ª	0,8	167	167	167
	Ambientador				
R00	Renovación de aire				
I00	Alumbrado				
	Alumbrado de emergencia	1		4,62	
E00	Electrodomésticos	0,7	1,7	3,9	3,5
C00	Conectores, enchufes				
	Conectores discriminados	0,9		8,75	15,75
N00	Informática				
T00	Alarmas técnicas	0,1		2,6	
O00	Confort	0,5	1,2		
S00	Agua sanitaria caliente	0,8	10,4	10,4	5,2
Totales			**143,71**	**157,4**	**154,39**

Tabla K5-165: *intensidades cargas discriminadas en horas valle.*

■ Intensidad media de consumo horas valle:

$$I_m = \frac{I_{L1} + I_{L2} + I_{L3}}{3} = \frac{143{,}71\,A + 157{,}4\,A + 154{,}39\,A}{3} = 151{,}8\,A \approx 152\,A$$

■ Cálculo del cos φ medio en horas valle.

N.º	Leyenda	K_s	I_m	Cos φ	P(W)
A00	Aire acondicionado plantas 4.ª y 5.ª	0,8	167	0,8	73.960,96
I00	Alumbrado de emergencia	1	4,62	0,5	531,3
E00	Electrodomésticos	0,7	3,03	0,8	1.174,16
C00	Conectores discriminados	0,9	24,5	0,8	4.057,2
T00	Alarmas técnicas	0,1	2,6	0,8	47,84
O00	Confort	0,5	1,2	0,8	110,4
S00	Agua sanitaria caliente	0,8	8,66	1	4.794,17
Total					**846.760,3**

Tabla K5-166: *valores para el cálculo del cos φ medio en horas valle.*

$$\cos\varphi_{(medio)} = \frac{846760{,}3}{105044{,}97} = 0{,}8$$

■ Cálculo de la tasa THDI, armónicos en horas valle.

N.º	Leyenda	K_s	I_m	THDI	I_{THDI}
I00	Alumbrado de emergencia	1	4,62	37%	1,7
Total					**1,7**

Tabla K5-167: *valores para el cálculo del THDI medio en horas valle.*

Consumo en horas llano y punta

N.º		Ks	Fase		
			L1	L2	L3
A00	Aire acondicionado planta 1.ª	0,8	73	72,8	71,4
	Ambientador		3	3	2,5
R00	Renovación de aire	0,4	3,2	3,5	1,6
I00	Alumbrado	0,9	46,80	47,18	44,09
	Alumbrado de emergencia	0,6			
E00	Electrodomésticos	0,7	27,5	18,8	30,6
C00	Conectores, enchufes	0,6	32,5	30,5	33,5
	Conectores discriminados				
N00	Informática	1	41,3	42,6	44,4
T00	Alarmas técnicas	0,1		2,6	
O00	Confort	0,3	6,5	5,9	5,6
S00	Agua sanitaria caliente				
Totales			**186,2**	**180,6**	**187,04**

Tabla K5.168: *intensidades cargas discriminadas en horas llano y punta.*

■ Intensidad media de consumo horas llano y punta:

$$I_m = \frac{I_{L1} + I_{L2} + I_{L3}}{3} = \frac{186{,}2\,A + 180{,}8\,A + 187{,}04\,A}{3} = 184{,}6\,A \approx 185\,A$$

■ Cálculo del cos φ medio en horas llano y punta.

N.º	Leyenda	K_s	I_m	Cos φ	P(W)
A00	Aire acondicionado plantas 4.ª y 5.ª	0,8	72,4	0,8	13.530,11
	Ambientador	0,5	2,83	0,6	396,65
R00	Renovación de aire	0,4	1,108	0,7	536,71
I00	Alumbrado	0,9	41,42	0,5	14.330,63
E00	Electrodomésticos	0,7	17,95	0,7	8.694,98
C00	Conectores, enchufes	0,6	19,30	0,8	10.685,58
N00	Informática	1	42,76	0,7	20.712,94
T00	Alarmas técnicas	0,1	0,26		59,8
O00	Confort	0,5	1,8	0,7	871,92
Total					**69.819,33**

Tabla K5-169: *valores para el cálculo del cos φ medio en horas llano y punta.*

$$\cos \varphi_{(medio)} = \frac{69.819,33}{103.675,42} = 0,673$$

■ Cálculo de la tasa THDI, armónicos en horas llano y punta.

N.º	Leyenda	K_s	I_m	THDI	I_{THDI}
00	Alumbrado	0,9	46,02	37%	15,32
N00	Informática	1	42,77	93%	39,78
Total					**55,10**

Tabla K5-170: *valores para el cálculo del THDI medio en horas valle.*

Potencia reactiva necesaria

Si deseamos compensar hasta un cos φ de 0,98, tendremos:

■ Para horas valle.

Con un cos φ medio de 0,8 para pasar a un cos φ de 0,98 debemos multiplicar por 0,541 según la Tabla E5-003 de la pág E/49 del Volumen 1:

$$Q_c(kVAr) = P(kW) \cdot K = 846,76\,kW \cdot 0,541 = 458,1\,kVAr$$

■ Para horas llano y punta.

Con un cos φ medio de 0,67 para pasar a un cos φ de 0,98 debemos multiplicar por 0,905 según la Tabla E5-003 de la pág E/49 del Volumen 1:

$$Q_c(kVAr) = P(kW) \cdot K = 69,82\,kW \cdot 0,905 = 63,19\,kVAr$$

Debemos dimensionar la batería para el período de mayor carga, consumos en horas valle, y proporciona un juego de escalones que nos permita trabajar cómodamente durante las horas llanas y punta.

Una Rectimat vertical de clase H de 472 kVAr sería una solución adecuada.

Intensidad a compensar de armónicos THDI:

■ Para horas valle, 1,7 A (THDI).

■ Para horas llano y punta, 55,10 A (THDI).

Debemos atender el valor de las horas llano y punta (55,10 A).

Es conveniente considerar un coeficiente de esponjamiento/seguridad de 1,2:

$$I_{(THDI)T} = I_{(THDI)} \cdot K = 55,10\,A \cdot 1,2 = 66,12\,A_{(THDI)}$$

Un SineWave de 20 $A_{(THDI)}$ más uno de 45 $A_{(THDI)}$ daría 65 $A_{(THDI)}$ o bien uno de 60 $A_{(THDI)}$.

Consideraciones de los SAI

La intencionalidad de mantener unas fuentes de alimentación ininterrumpida repartidas por las cargas, no tiene más interés que el de presentar opciones diferentes.

Conocemos las cargas y por tanto podemos definir el SAI correspondiente desde el catálogo del producto.

Contratación más adecuada de energía

Según la proposición de instalación, prevemos un consumo de:
En horas valle:

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi = 1{,}73 \cdot 400\,V \cdot 152\,A \cdot 0{,}8 \cong 85\,kW$$

■ Esquema general de alimentación.

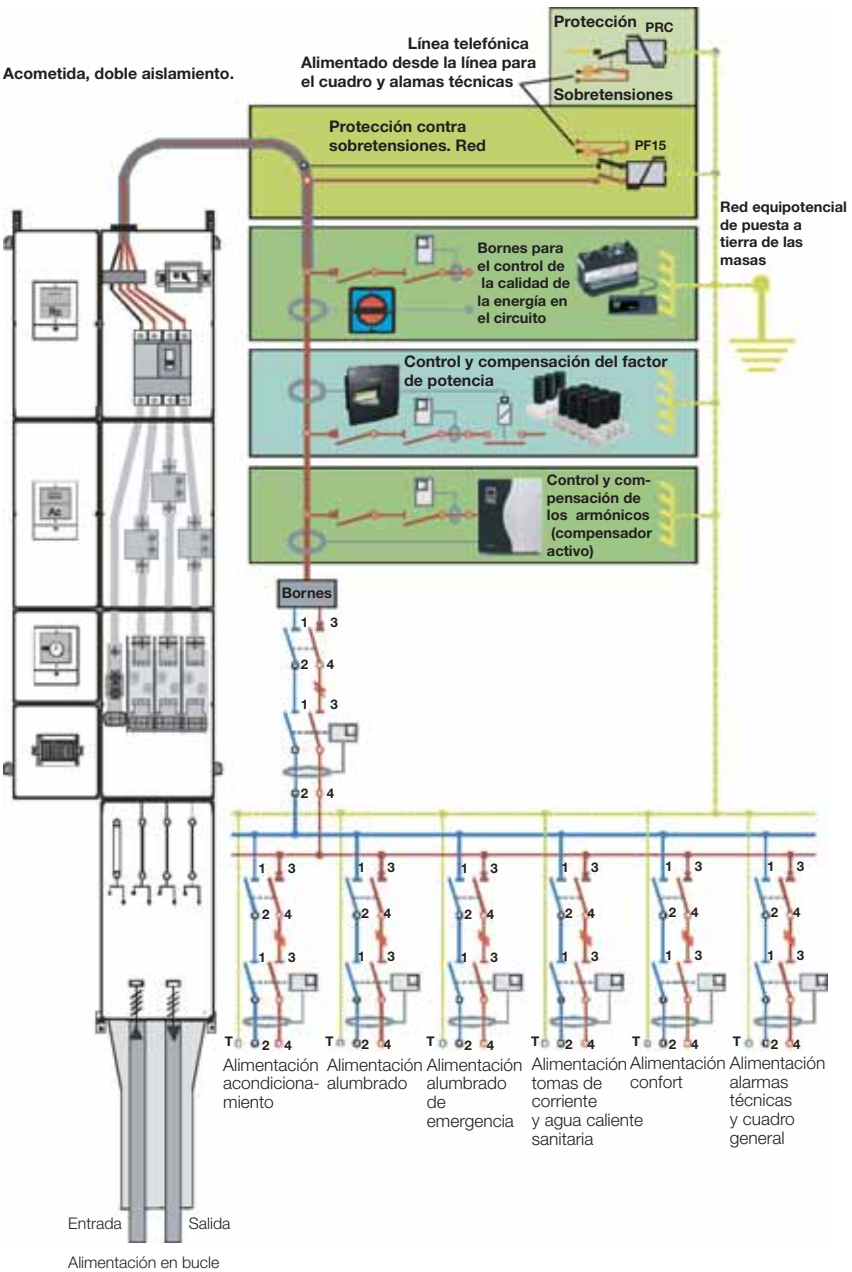


Fig. K5-171: *esquema general de alimentación y CGBT.*

En horas llano y punta:

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi = 1{,}73 \cdot 400\,V \cdot 185\,A \cdot 0{,}67 \cong 86\ kW$$

En el apartado D5, “Cálculo de las acometidas para un bloque de oficinas y locales comerciales con tres plantas, sótanos para aparcamientos y servicios generales”, pág. D/122 del Volumen 1, hemos realizado una previsión de 160 kW y una tarifa 0.4.
Aplicando las técnicas del control energético estamos obteniendo un consumo de 86 kWh. Es adecuado contratar 90 o 100 kW en tarifa 0.4 a más de 117 h.
A la salida de la acometida dejaremos unos bornes para poder conectar un analizador de redes del sistema **Power**Logic®, para poder controlar la calidad de la energía en este punto, de forma periódica.

Planta 6.ª, 1.ª

Se ha alquilado para una notaría.
Se sitúa el despacho del Sr. Notario, la sala de espera y atención al público, la central telefónica, los servicios, una sala para reuniones, una sala de archivo, una sala para la maquinaria de acondicionamiento y un despacho general para el personal de la notaría.

Situación en planta de las cargas

■ Planta 6.ª, 1.ª.

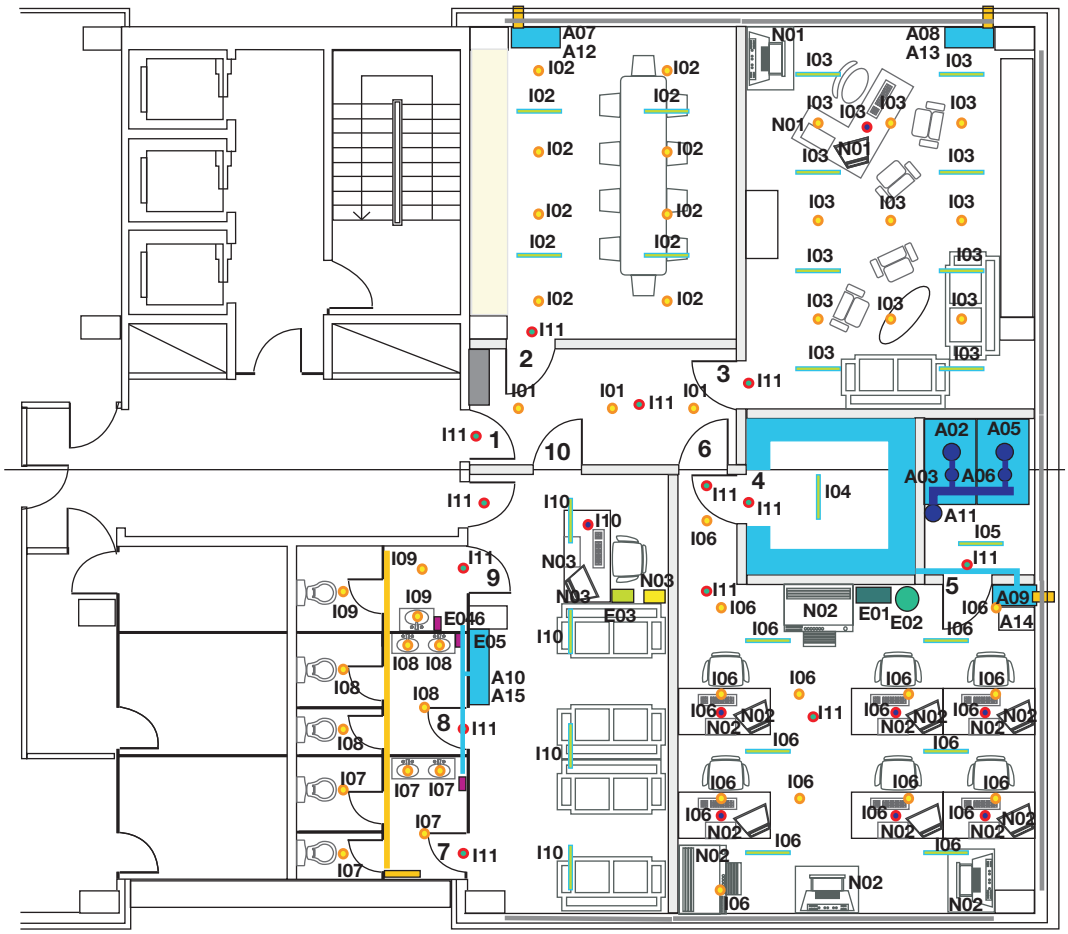


Fig. K5-172: *situación de las cargas en la planta 6.ª, 1.ª.*

Aire acondicionado de la planta 6.ª, 1.ª.

Disponen de dos bombas de calor situadas en la azotea para atender el volumen de la planta.

Las bombas de calor calientan o enfrían agua de unos depósitos situados en la planta 6.ª, 1.ª y unidos a un colector por medio de dos electroválvulas.

Esta agua se distribuye a los fancoils, repartidos por las dependencias, a través de una bomba para agua de 1/2 CV, a requerimiento de los termostatos que controlan la temperatura de las dependencias de las dos plantas.

Las bombas de calor desarrollan una potencia de 9,8 kW en la creación de frigorías y de 10,4 kW en calorías cada una.

Esta distribución permite individualizar el trabajo de cada bomba de calor, permitiendo que una trabaje calentando y otra enfriando y disponer durante la jornada de agua caliente o fría segun necesidades.

Las electroválvulas escojen, en función de los termostatos programadores y la ayuda de los interruptores manuales, el depósito de agua caliente o fría.

En el capítulo M, en preparación, expondremos la forma de automatizar este proceso y desarrollaremos el ejemplo.

Para una mayor optimización de la energía, las dos bombas trabajan durante las horas valle a pleno rendimiento y durante las horas punta de forma secuencial, 30 minutos cada una. Este control horario lo realizan los programadores horarios (en colaboración con temporizadores), los termostatos y el control manual, seleccionan la necesidad de trabajo de las bombas de calor en función de la temperatura ambiente y la del agua.

Circuito hidráulico del acondicionamiento (generación)

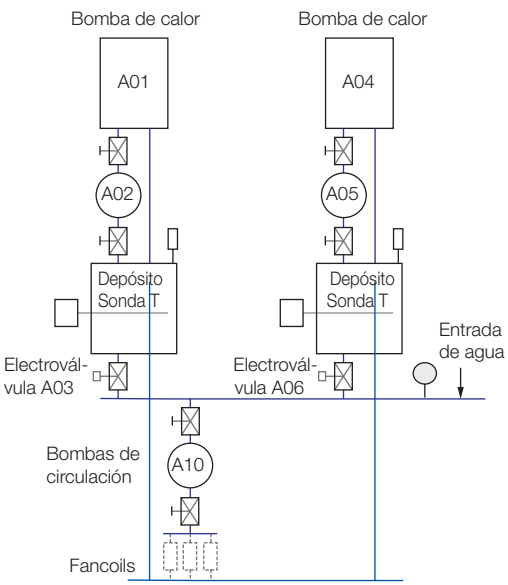


Fig. K5-173: *esquema del circuito hidráulico del acondicionamiento.*

Los fancoils son individualizados para cada dependencia o grupo:

■ Sala de reuniones (2): el fancoil permite un caudal de 1.000 m^3/h, con una potencia de 1/4 de CV a 230 V.

■ Despacho (n.º 3): el fancoil permite un caudal de 1.000 m^3/h, con una potencia de 1/4 de CV a 230 V .

■ Despacho (n.º 6) y con conductos; sala de acondicionamiento (n.º 5) y archivo (n.º 4): el fancoil permiten un caudal de 1.500 m^3/h con una potencia de 1/3 de CV a 230 V.

■ Despacho (n.º 10) y con conductos distribuidor (n.º 5) y servicios (n.os 7, 8 y 9): el fancoil permite un caudal de 1.500 m^3/h con una potencia de 1/3 de CV a 230 V.

Los fancoils se alimentan de agua aclimatada desde un colector, a través de dos circuitos con bombas de 1/2 CV.

Para una mayor optimización de la energía, las tres bombas trabajan durante las horas valle a pleno rendimiento y durante las horas punta de forma secuencial, 30 minutos cada una. Este control horario lo realizan los programadores horarios y los termostatos seleccionan la necesidad de trabajo de las bombas de calor en función de la temperatura del agua.

Ambientador
En cada fancoil dispondremos de un dosificador de ambientador y desinfectante, para mantener un ambiente agradecido a la sensibilidad humana.

Renovación de aire
Debemos colaborar en la renovación de aire, expulsando aire con poco O_2 y bastante CO_2, adquiriendo mayor caudal del exterior.
Los fancoils están conectados al exterior para poder adquirir aire de renovación a través de una ventanilla de paso regulable.
Debemos tener en consideración las salas especiales que necesitan una renovación de aire propia, en consonancia con su actividad:
□ Los servicios: situaremos un extractor con conducto para cada dependencia, que permiten un caudal de 900 m^3/h, de una potencia de 225 W a 230 V y un temporizador que le permita trabajar cinco minutos o más cada cuarto de hora.

Alumbrado general de la planta
Cada dependencia dispondrá de un alumbrado general reducido de unos 300 lux y un alumbrado de refuerzo de unos 400 lux, ambos se encienden a voluntad a través de un interruptor manual.
La luminosidad se ha adecuado al trabajo con monitores, tanto en intensidad como en color, si debemos trabajar en las mesas de despacho sin el monitor, podemos necesitar un incremento de luminosidad a unos 850 lux. Suplemento a obtener de una lámpara de sobremesa.

Alumbrado de emergencia
Dispondremos de un alumbrado de señalización con lámparas fluorescentes compactas de 25 W cos $\varphi = 0,5$; $I = 0,205$ A. La alimentación se realiza a través de un SAI, con una reserva de una hora (según reglamento).

Conectores para red de 230 V
Dispondrán en cada dependencia de una red de conectores a 230 V, de la serie Unica para dos unidades, de las cuales una, la de color naranja, estará discriminada en horario de trabajo y son las que corresponden para el uso de los utensilios de la limpieza. Solamente dispondrán de tensión en las horas valle de la contratación.

Conectores para la red de 230 V a través del SAI
Cada punto informático dispondrá de una columna del sistema Canalis con los mandos del alumbrado, una o más tomas de corriente de la red de conectores a 230 V, un juego de tomas de corriente alimentadas por SAI, para los equipos informáticos, una toma correspondiente a la red informática, una toma de TV y una toma de teléfono.
Los monitores y las CPU se alimentan a través de un SAI. Cada SAI alimentará seis elementos como máximo, tres monitores y tres CPU, y permiten una autonomía de 30 minutos para el caso de fallo de tensión poder guardar el fichero y cerrar el programa debidamente.
En las dependencias de la planta 6.ª, 1.ª, los SAI son individualizados para cada una de ellas.
El circuito de alimentación de los SAI y el de salida de las mismas es en régimen TT.

Confort
La transparencia al exterior, con grandes ventanales, obliga a una protección con persianas de los rayos ultravioletas del sol, incidentes sobre las salas.

La antena de comunicación
La alimentación de la amplificación de la señal de TV comunitaria no es discriminable.

Hilo musical
Alimentaremos un equipo de cadena HI-FI para las dependencias.

La central telefónica
Estará situada en la recepción y alimentada a través del SAI.

Agua sanitaria caliente
El termo de agua caliente para los servicios de la planta es discriminable, para actuación exclusivamente en horas valle.

Las alarmas técnicas
Su consumo es esporádico en circunstancias excepcionales, solamente por la aptitud de su función, pero estarán alimentadas a través de un SAI, propio, con reserva para una hora.

Clasificación de las cargas

N.º		Clase	P (W)	I (A)	Fase		
					L1	L2	L3
A00	Aire acondicionado planta 6.ª, 1.ª				45,8	43,9	43,5
A01	Bomba calor 1	BB2	1 . 10.400	19	19	19	19
A02	B1. circula. H_2O	BB2	1 · 380	3,6	3,6		
A03	Electroválvula 1	BB2	1 · 25	0,2	0,2		
A04	Bomba calor 2	BB2	1 . 10.400	19	19	19	19
A05	B2. circula. H_2O	BB2	1 · 380	3,6			3,6
A06	Electroválvula 2	BB2	1 · 25	0,2			0,2
A07	Fancoil S2	BB2	1 · 190	1,7	1,7		
A08	Fancoil S3	BB2	1 · 190	1,7			1,7
A09	Fancoil S6	BB2	1 · 255	2,3		2,3	
A10	Fancoil S10	BB2	1 · 255	2,3	2,3		
A11	B5. cir-H_2O 4.ª, 2.ª	BB2	1 · 380	3,6		3,6	
A00	Ambientador				1,0	0,5	0,5
A12	Fancoil A07	BB2	1 · 115	0,5	0,5		
A13	Fancoil A08	BB2	1 · 115	0,5		0,5	
A14	Fancoil A09	BB2	1 · 115	0,5			0,5
A15	Fancoil A10	BB2	1 · 115	0,5	0,5		
R00	Renovación de aire				1,6		
R01	Extractor 6.ª, 1.ª	BB1	1 · 225	1,6	1,6		
I00	Alumbrado				6,7	7,39	7,84
I01	Repartidor S1	BB1	3 · 25	0,205			0,62
I02	Sala S2	BB1	4 · 54	0,45		1,8	
			8 · 25	0,205		1,64	
I03	Despacho S3	BB1	8 · 54	0,45	3,6		
			9 · 25	0,205	1,85		
			1 · 50	0,22	0,22		
I04	Archivo S4	BB1	1 · 54	0,45		0,45	
I05	Acondicio. S5	BB1	1 · 54	0,45		0,45	
I06	Despacho S6	BB1	6 · 54	0,45			2,7
			12 · 25	0,205			2,46
			6 · 55	0,24			1,44
I07	Servicio H-7	BB2	5 · 25	0,205		1,03	
I08	Servicio M-8	BB2	5 · 25	0,205	1,03		
I09	Servicio 9	BB2	3 · 25	0,205			0,62
I10	Despacho S10	BB1	4 · 54	0,45		1,8	
			1 · 50	0,22		0,22	
I11	A. emergencia	BB1	13 · 25	0,205	2,7		
C00	Conectores, enchufes				4	5	13
C01	Repartidor S1	BB1	2 · 5 A ·0,1	1	1		
			2 · 5 A ·0,05	0,5	0,5		
C02	Sala S2	BB1	4 · 5 A ·0,1	2		2	
			4 · 5 A ·0,05	1	1		
C03	Despacho S3	BB1	5 · 5 A · 0,1	2,5			2,5
			3 · 5 A · 0,05	0,75	0,75		

(continúa en pág. siguiente)

(continuación)

N.º		Clase	P (W)	I (A)	Fase		
					L1	L2	L3
C04	Archivo S4	BB1	2 · 5 A · 0,1	1	1		
			2 · 5 A · 0,05	0,5	0,5		
C05	Acondicio. S5	BB1	2 · 5 A · 0,1	1		1	
			2 · 5 A · 0,05	0,5			
C06	Despacho S6	BB1	17 · 5 A · 0,1	8,5			8,5
			5 · 5 A · 0,05	1,6			
C07	Servicio H 7	BB2	2 · 5 A · 0,1	1	1		
			2 · 5 A · 0,05	0,5			
C08	Servicio M S8	BB2	2 · 5 A · 0,1	1		1	
			2 · 5 A · 0,05	0,5			
C09	Servicio S9	BB2	2 · 5 A · 0,1	1		1	
			2 · 5 A · 0,05	0,5			
C10	Despacho S10	BB1	6 · 5 A · 0,1	3	3		
			4 · 5 A · 0,05	1			
Conectores discriminados						7,35	
E00	Electrodomésticos				1,8	5,7	3,5
E01	Dispen. C S2	BB2	1 · 800	4,4		4,4	
E02	Dispen. A S2	BB2	1 · 400	2,2	2,2		
E03	Cadena HI-FI	BB3		0,5	0,5		
E04	Dispensador S9	BB2	1 · 300	1,3	1,3		
E05	Dispensador S10	BB2	1 · 300	1,3		1,3	
E06	Dispensador S12	BB2	1 · 300	1,3			1,3
N00	Informática				17,3	13	6,1
N01	Despacho S3						
	CPU	BB1	1 · 300	1,3		1,3	
	Pantalla	BB1	1 · 220	1		1	
	Impresora	BB1	1 · 110	0,5		0,5	
N02	Despacho S6						
	CPU	BB1	6 · 300	1,3			7,8
	Pantalla	BB1	6 · 220	1			6
	Impresora	BB1	2 · 110	0,5			0,5
	Fotocopiadora	BB1	2· 3.000	13	13	13	
N03	Despacho S10			2,3			
	CPU	BB1	1 · 300	1,3	1,3		
	Pantalla	BB1	1 · 220	1	1		
	C. telefónica	BB1	1 · 1.100	2	2		
T00	Alarmas técnicas					2,6	
T01	F. sist. dom.	BB1					
T02	C. humos	BB2		0,1		0,1	
T03	Sirena	BB1		0,2		0,2	
T04	Comunicación	BB1		0,2		0,2	
T05	DF agua	BB2		0,1		0,1	
T06	Electroválvula	BB2		0,3		0,3	
T07	Intrusión	BB1		0,1		0,1	
T08	Sirena	BB1		0,3		0,3	
O00	Confort				1,1	1	1
O01	S02 persiana	BB1	1 · 100	0,5	0,5		
O02	S03 persiana	BB1	1 · 100	0,5		0,5	
O03	S03 persiana	BB1	1 · 140	0,4			0,5
O04	S05 persiana	BB1	1 · 80	0,4	0,4		
O05	S06 persiana	BB1	1 · 100	0,5		0,5	
O06	S06 persiana	BB1	1 · 100	0,5			0,5
O07	S06 persiana	BB1	1 · 80	0,4	0,4		
S00	Agua sanitaria caliente						5,2
S01	Serv. 6.º, 1.ª 80 L	BB2	1 · 1.200	5,2			5,2
Totales					**82**	**83,84**	**83,24**

Tabla K5-174:*valores de potencia e intensidad de las cargas conectadas.*

Circuitos de la planta 6.ª, 1.ª

■ Esquema de distribución eléctrica del acondicionamiento.

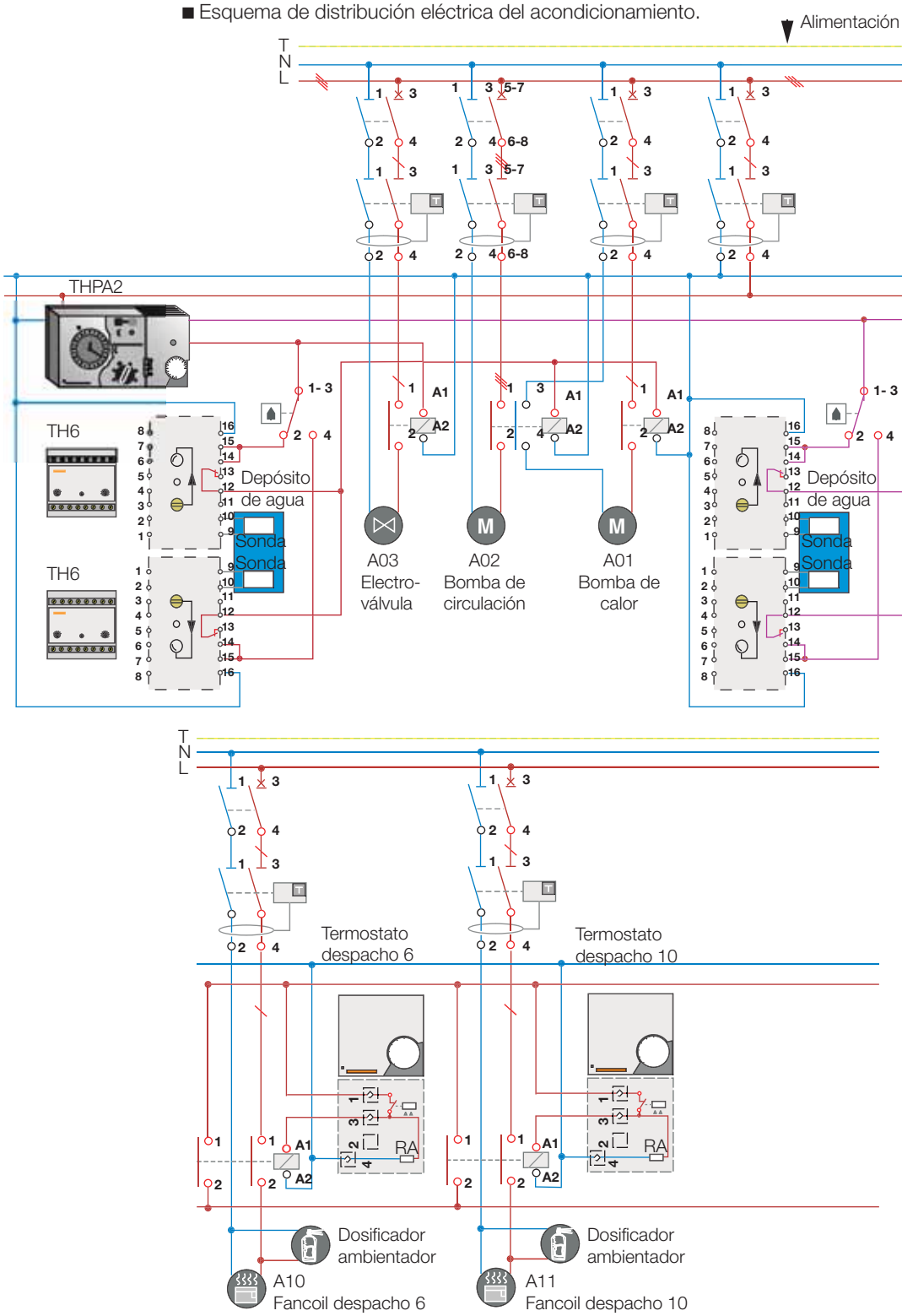
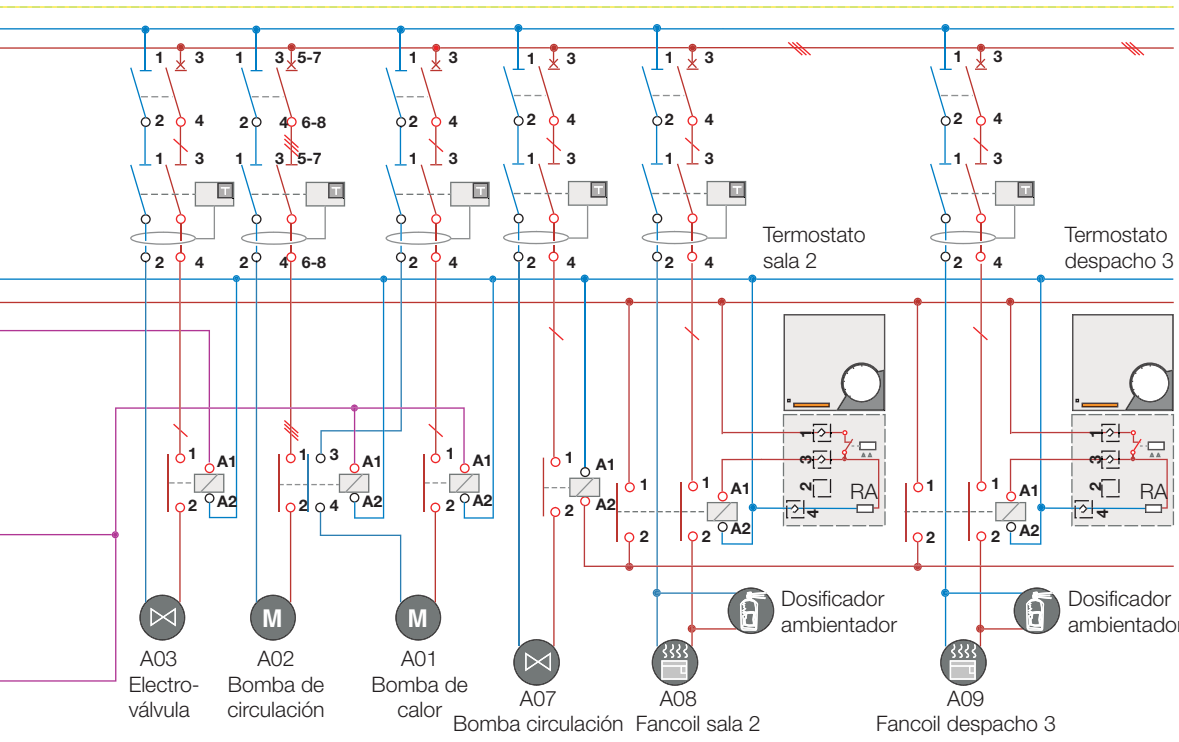


Fig. K5-175: *Esquema de generación y distribución del acondicionamiento.*



■ Distribución de la renovación de aire.

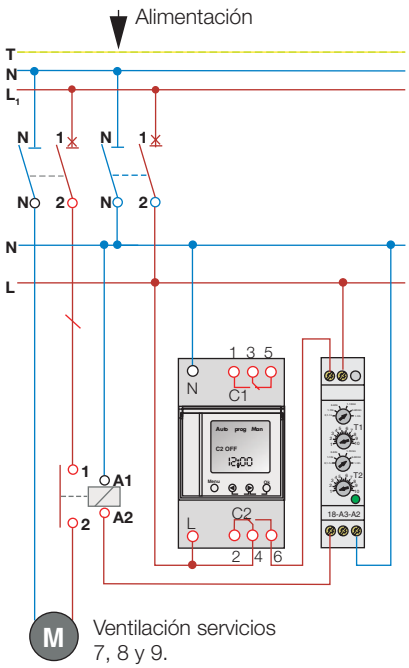


Fig. K5-176: *esquema de distribución de la renovación de aire.*

■ Distribución alumbrado 6.ª, 1.ª.

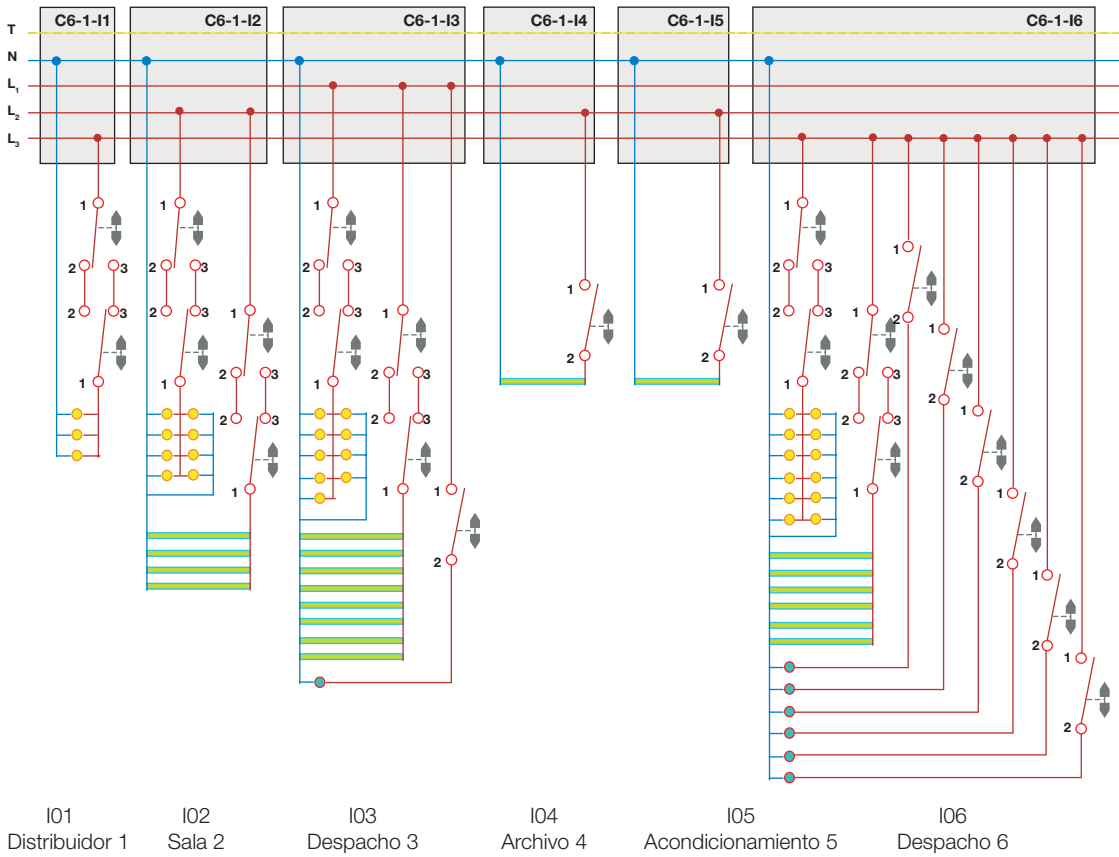


Fig. K5-177: *esquema distribución alumbrado planta 6.ª, 1.ª.*

■ Alumbrado de emergencia de las dos plantas.

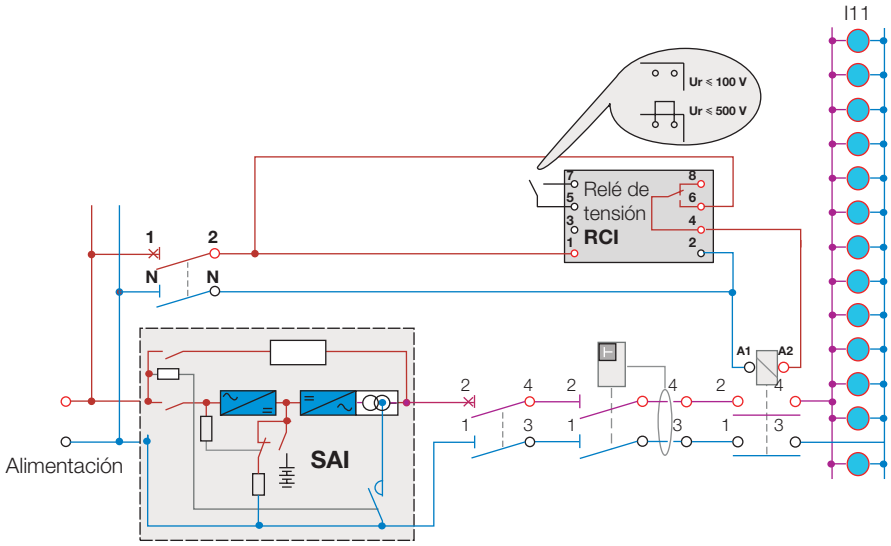
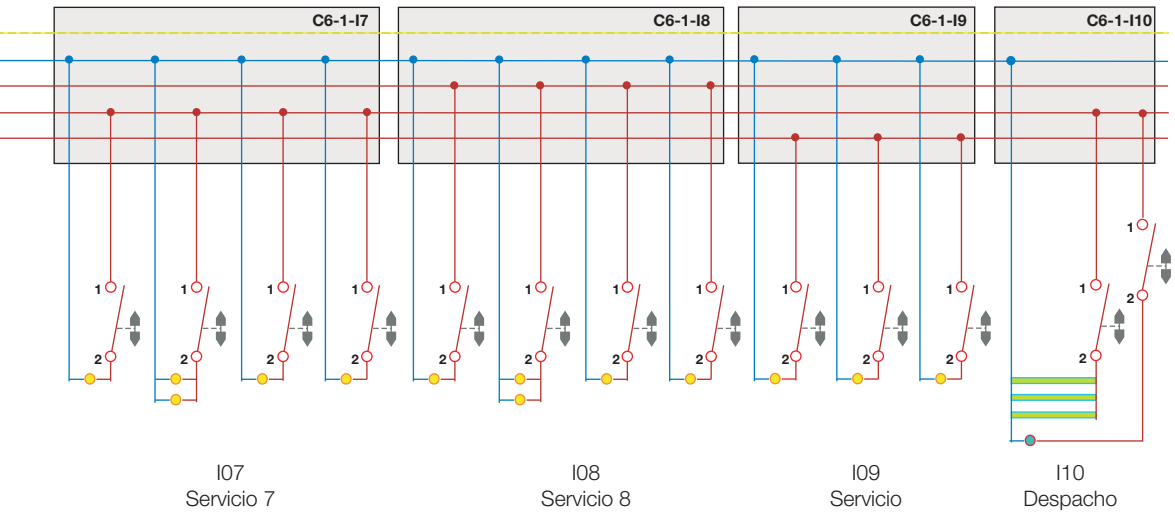


Fig. K5-178: *esquema circuito alumbrado de emergencia planta 6.ª, 1.ª.*



■ Circuito general de alimentación de las tomas de corriente.

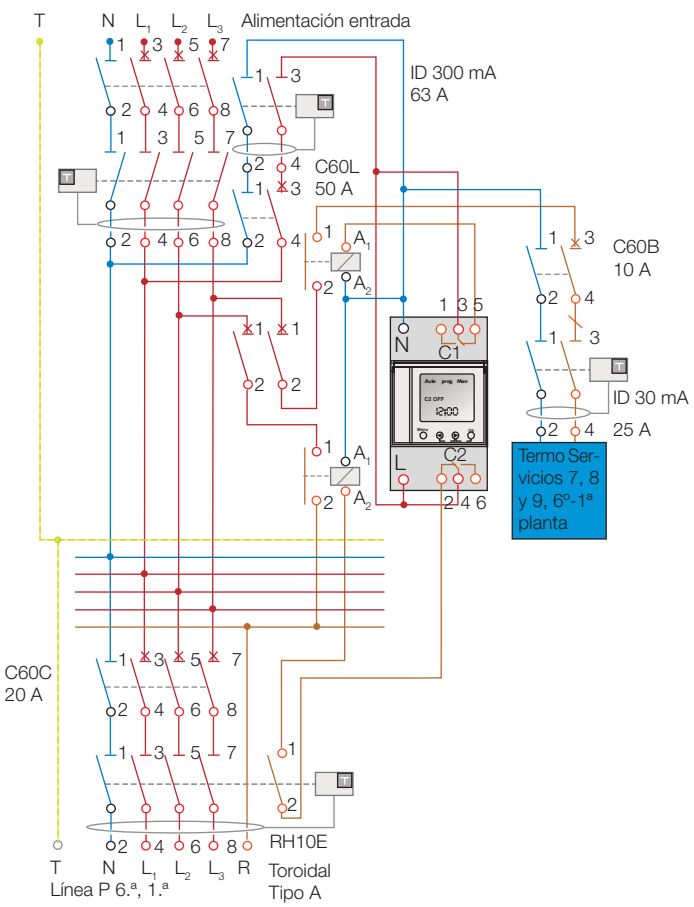
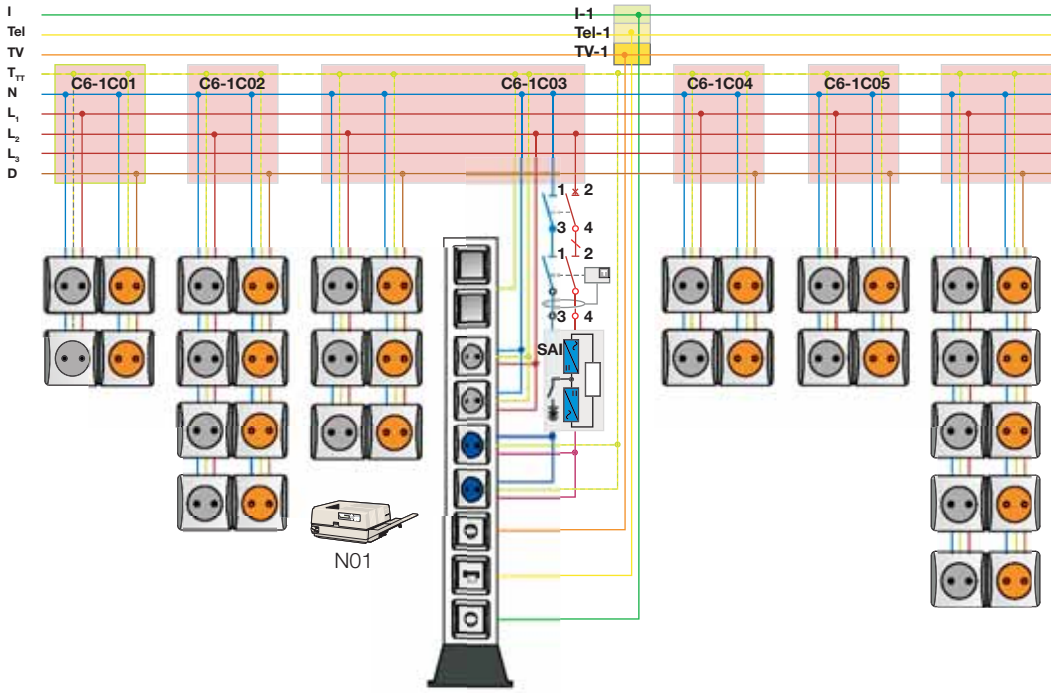


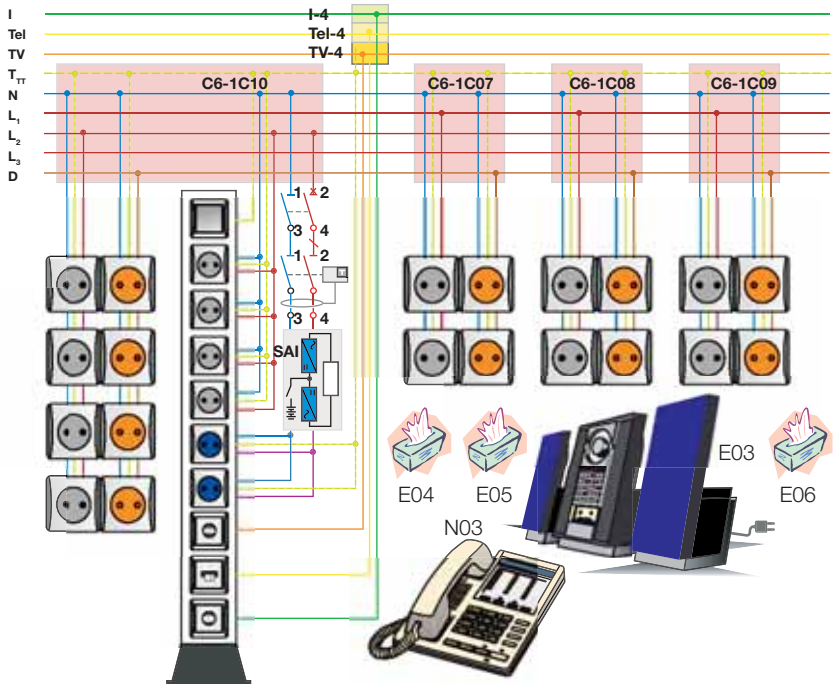
Fig. K5-180: *esquema de alimentación circuitos de las tomas de corriente de la planta 6.ª, 1.ª.*

■ Circuito para electrodomésticos, tomas de corriente e informática, de la planta 6.ª, 1.ª.



C01 C02 C03 N01 C04 C05 C06

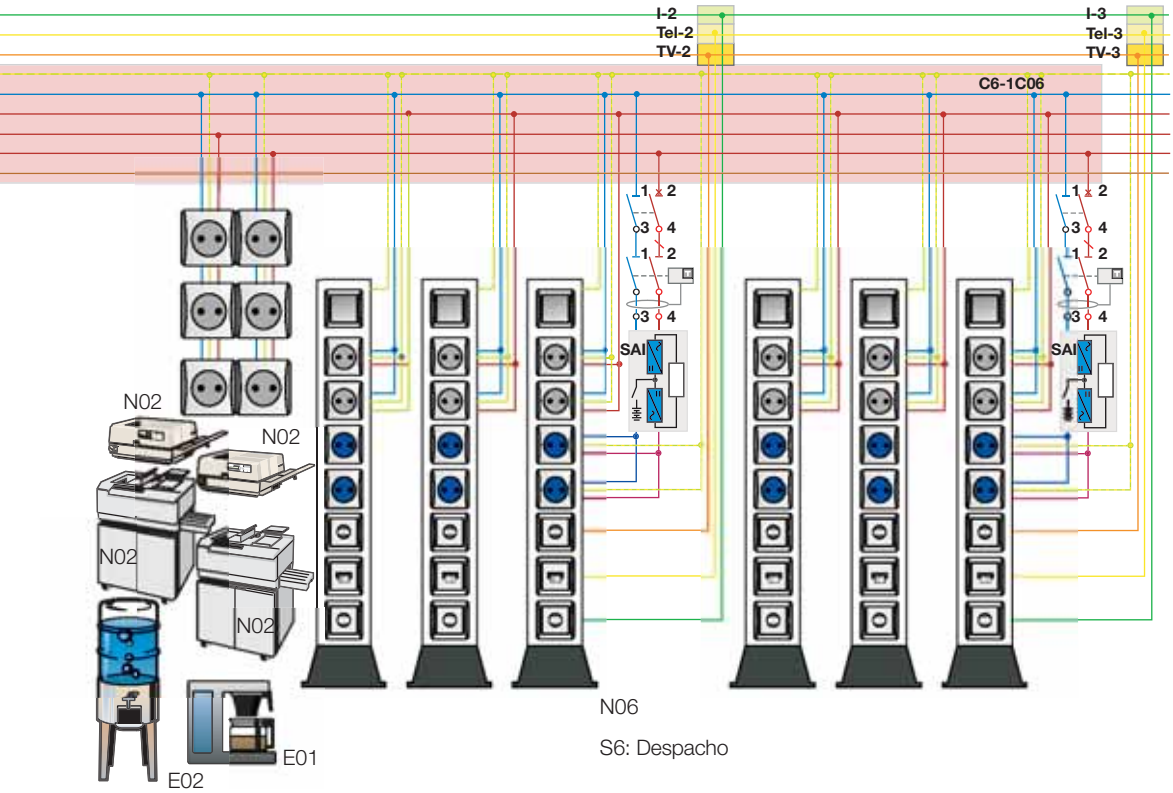
S1: Repartidor S2: Sala S3: Despacho S4: Archivo S5: Acondicionamiento



C10 N03 C07 C08 C09

S10: Despacho S7: Servicio S8: Servicio S9: Servicio

Fig. K5-179: *esquema distribución tomas de corriente, electrodomésticos e informática de la planta 6.ª, 1.ª.*



■ Esquema para la alimentación de las tomas de corriente a 230 V.
La línea se deberá calcular para la fase más cargada.
La alimentación para el confort la efectuaremos desde las líneas de distribución de las tomas de corriente.
Las tomas de potencia se realizarán desde la caja de bornes de cada dependencia.
Dispondremos de una fase discriminada para las tomas de corriente de los electrodomésticos de limpieza, a través de un reloj programador.
Dispondremos de un control en el tiempo del calentamiento del agua sanitaria a través del segundo circuito del reloj de las tomas de corriente discriminadas, para calentar el agua en las horas valle.
Tanto la generación de armónicos como el desfase, de las cargas conocidas, es insignificante, por tanto dejaremos su tratamiento englobado en la compensación general.
■ Alimentación cargas informáticas.
Desde el circuito de las tomas de corriente alimentaremos las fuentes de alimentación ininterrumpida SAI.
Las cargas informáticas son generadoras de armónicos y trabajan con un cos φ del orden de 0,7.
Estas cargas son muy sensibles a los armónicos y ellas mismas son generadoras, produciendo un efecto multiplicador con valores de factor de cresta de 2,4 a 2,8 veces.
Su tasa global de distorsión es del orden del 93%, THDI = 93%.

■ Circuito telefónico.

En este apartado describiremos la línea de distribución correspondiente a las dependencias tratadas y alimentaremos la centralita desde las tomas de corriente del despacho n.º 10.

■ Circuito TV.

En este apartado solamente describiremos la línea de distribución correspondiente a las dependencias tratadas de la planta 6.ª, 1.ª.

■ Confort.

Las persianas las alimentaremos desde la caja de distribución de la red de tomas de corriente a 400/230 V 50 Hz en régimen TT y las controlaremos por medio del sistema domótico de forma individual y desde la recepción de la primera planta de forma centralizada.

■ Esquema distribución y mando confort circuito planta 6.ª, 1.ª.

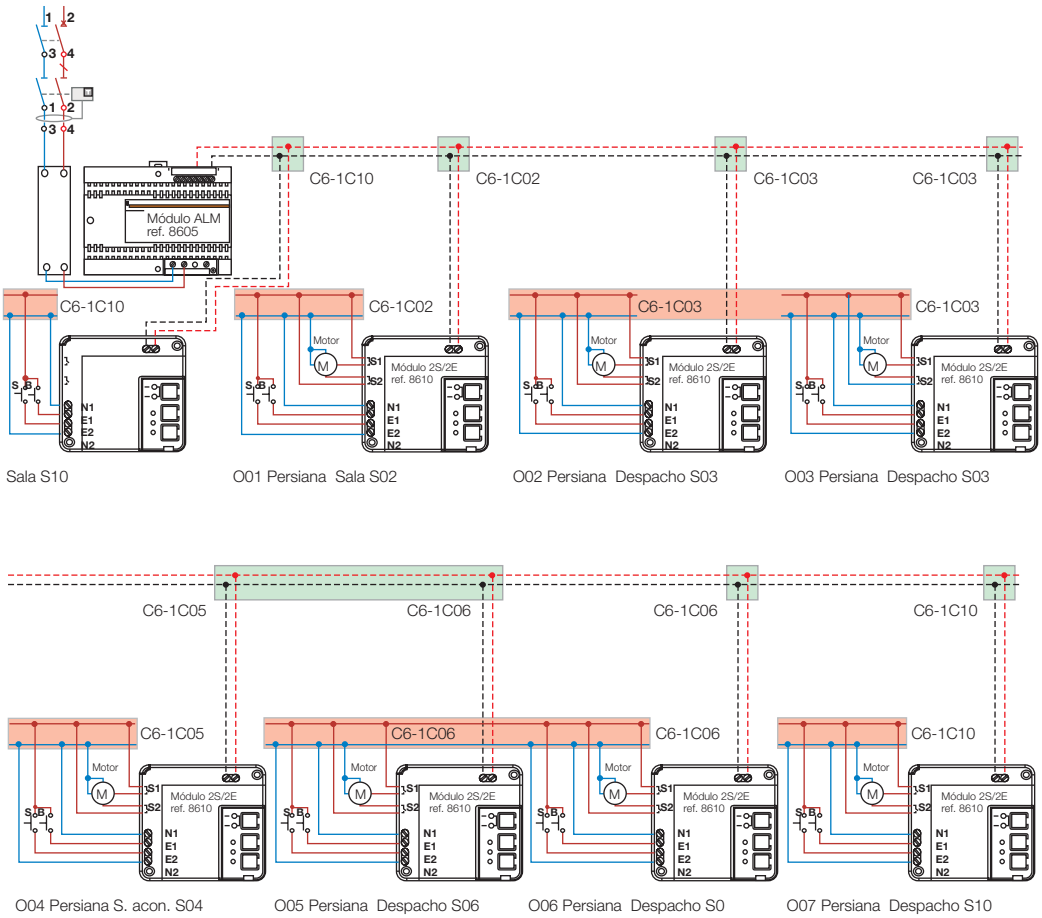


Fig. K5-181: *esquema distribución confort planta 6.ª, 1.ª.*

■ Alarmas técnicas.

Las alarmas se alimentarán a través de un SAI propio, la detección de humos, la detección de fugas de agua y la detección de presencia, formarán el conjunto de alarmas que nos permitirán tener alarma visual sonora y telefónica. Una alimentación general y distribuida por la planta 6.ª, 1.ª nos permite mantener el control de la planta.

■ Situación en planta.

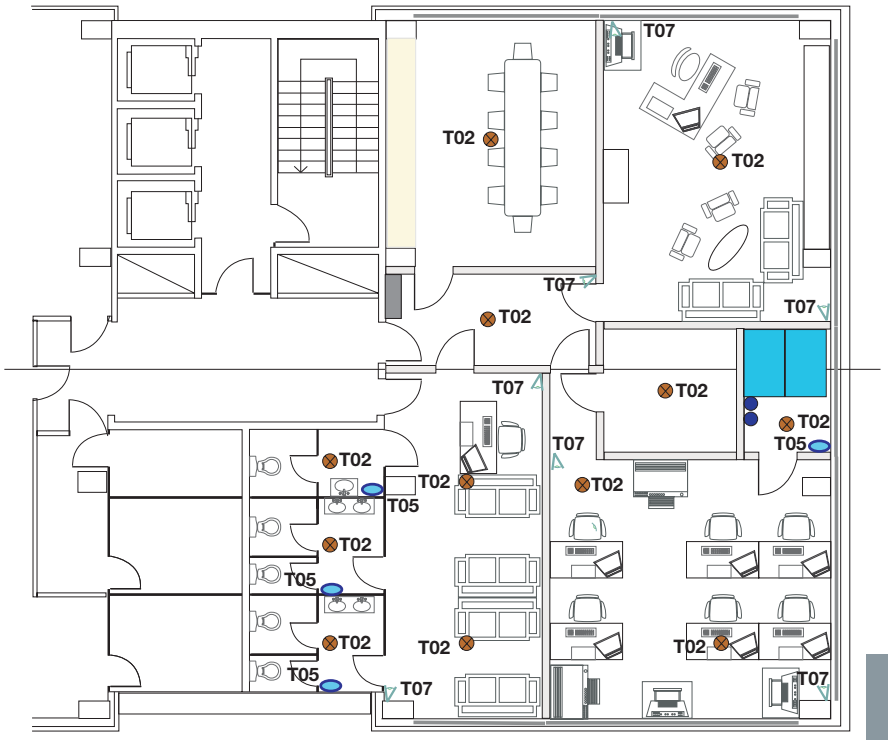
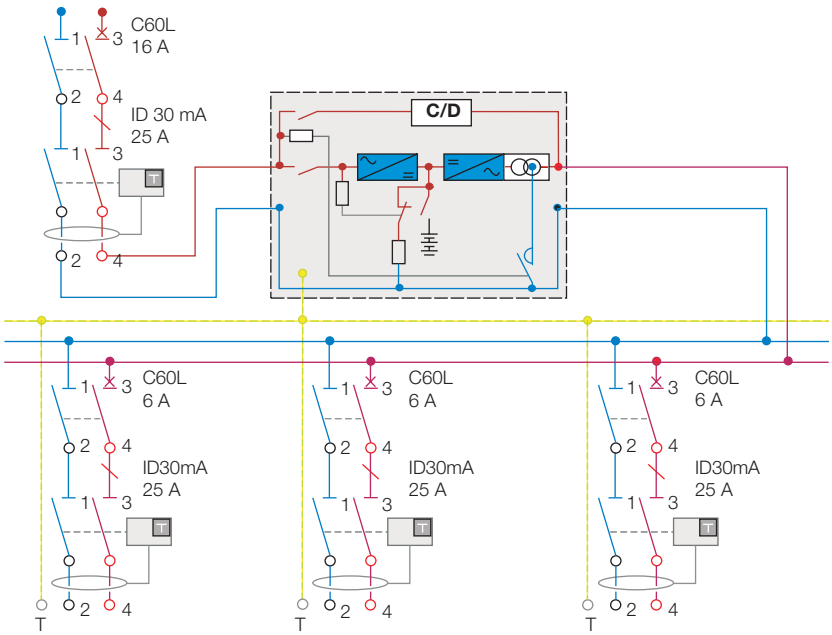


Fig. K5-182: *esquema de situación en planta de las alarmas técnicas de la planta 6.ª, 1.ª.*

■ Esquema de alimentación general.



Detección de fuego planta 6.ª, 1.ª Detección de fugas de agua 6.ª, 1.ª Detección de presencia 6.ª, 1.ª

Fig. K5-183: *esquema general de alimentación alarmas técnicas planta 6.ª, 1.ª.*

■ Detección de humos.

Con el sistema domótico podemos detectar la presencia de humos en cada dependencia, excitar una alarma acústica o luminosa y comunicar la situación a un centro particular de alarmas vía teléfono.

Para la definición del tipo de detector de cada dependencia, ver apartado J19, página J/831, del Volumen 3.

□ Distribución detección de humos planta 6.ª, 1.ª.

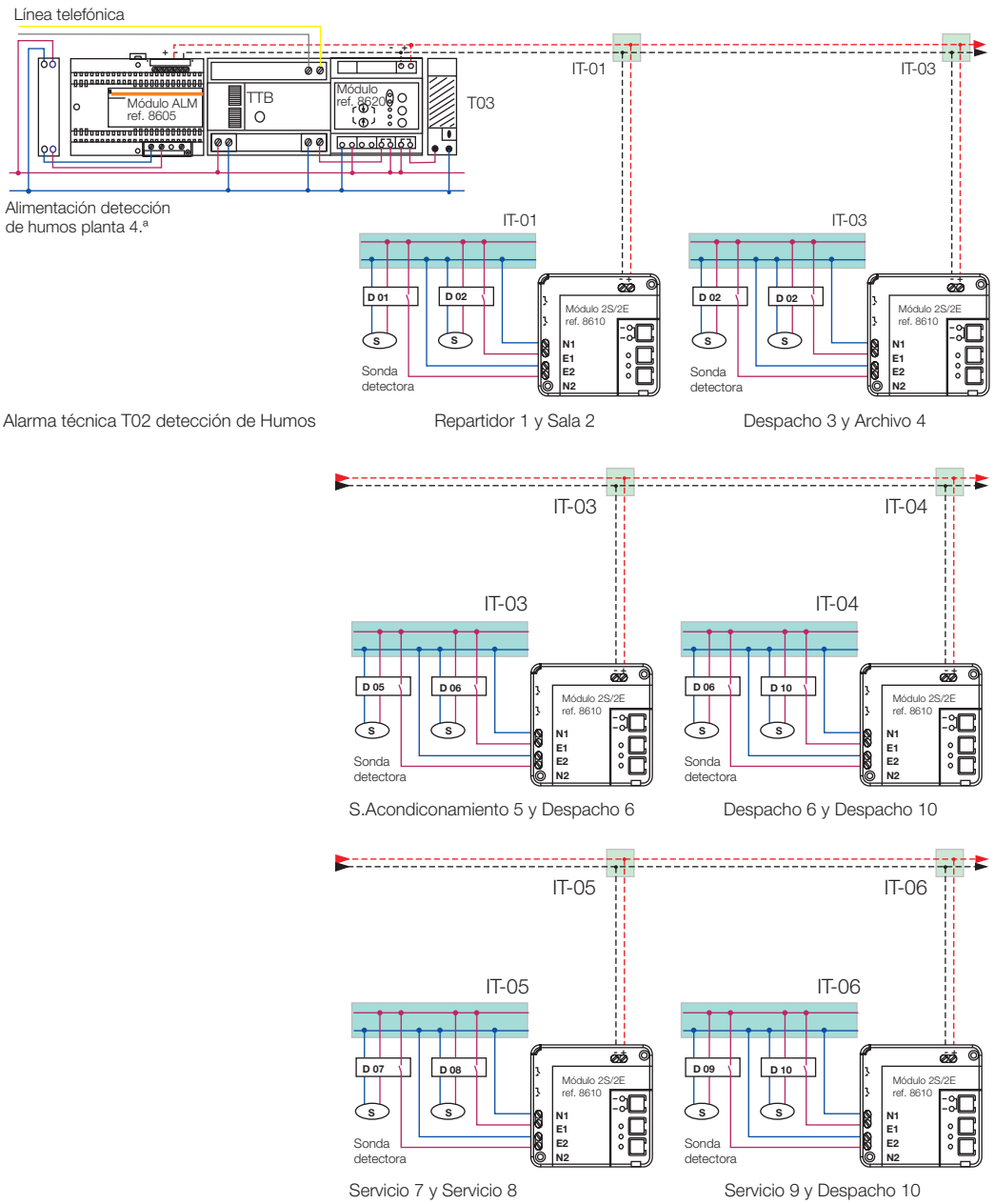


Fig. K5-184: *esquema de distribución, detección de humos planta 6.ª, 1.ª.*

■ Detección de presencia.
La detección de presencia para el control de intrusos, en determinadas horas del día, puede activar una alarma acústica o luminosa y una conexión vía telefónica a una central de alarmas particular.
Durante todo el día puede estar activando un sistema de control por grabación con registro por vídeo.
□ Esquema del circuito planta 6.ª, 1.ª.

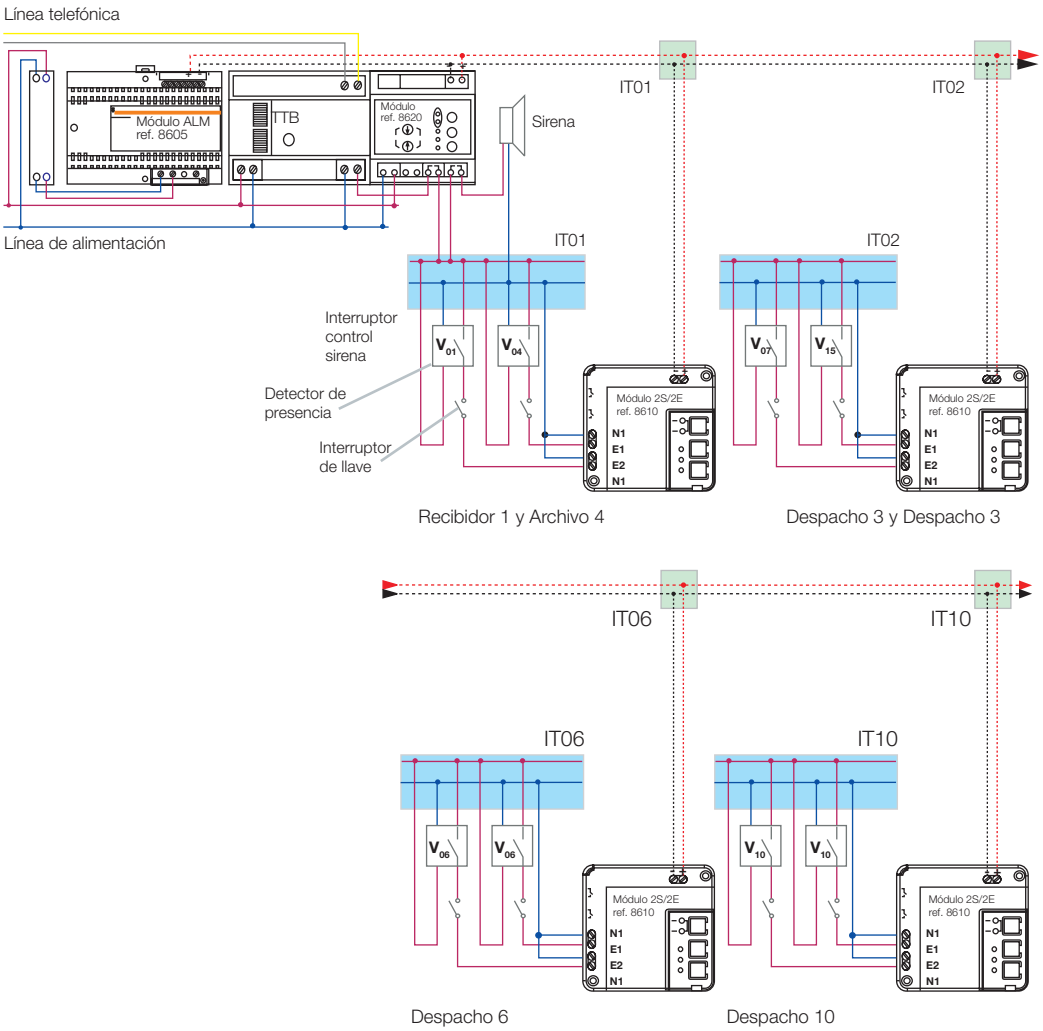


Fig. K5-185: *esquema de distribución para la detección de presencia en planta 6.ª, 1.ª.*

■ Control de fugas de agua.
En las salas donde se dispone de suministro de agua en el momento que se detecte una fuga, deberá cortarse el suministro de la dependencia actuando sobre la llave general de la dependencia.
Disponemos del sistema domótico para poder controlar las posibles fugas.

□ Esquema de distribución y control fugas de agua en la planta 6.ª, 1.ª.

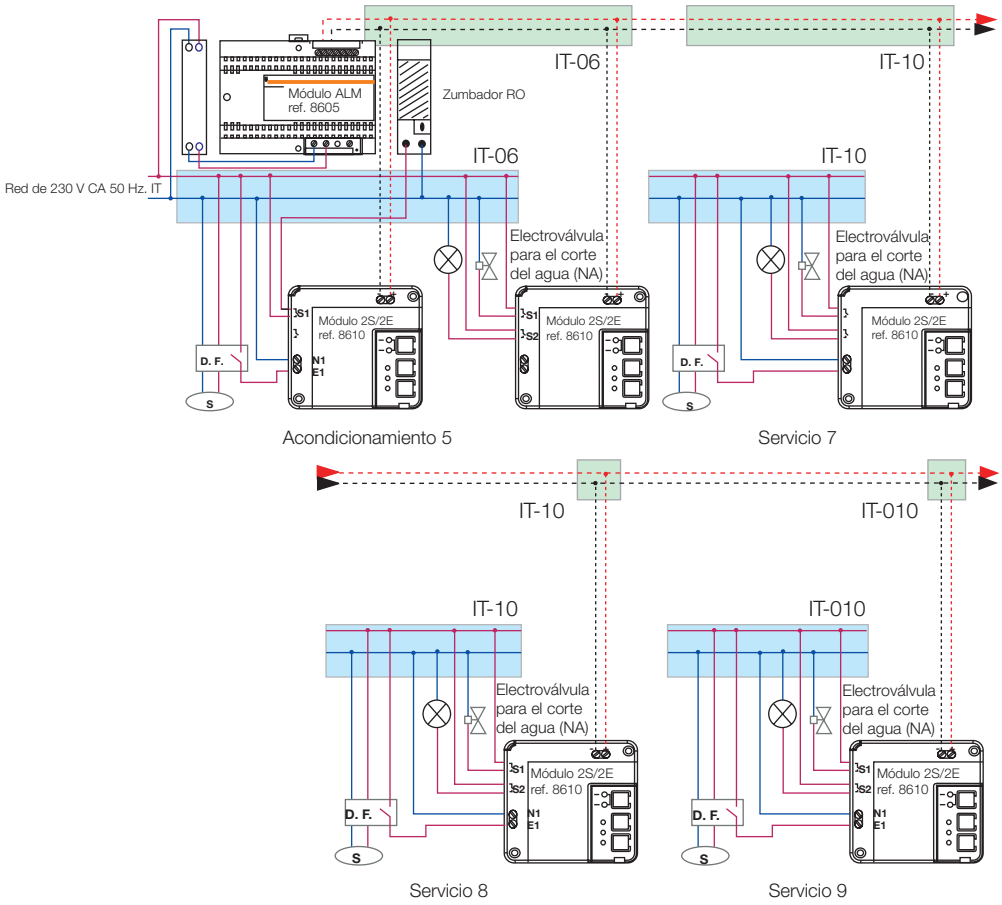


Fig. K5-186: *esquema de distribución y control fugas de agua de la planta 6.ª, 1.ª.*

Potencias y consumos

Intensidades instaladas

N.º		K_s	Fase		
			L1	L2	L3
A00	Aire acondicionado planta 6.ª, 1.ª		45,8	43,9	43,5
A00	Ambientador		1,0	0,5	0,5
R00	Renovación de aire		1,6		
I00	Alumbrado		6,7	7,39	7,84
	A. emergencia		2,7		
C00	Conectores, enchufes		4	5	13
	Conectores discriminados			7,35	
E00	Electrodomésticos		1,8	5,7	3,5
N00	Informática		17,3	13	6,1
T00	Alarmas técnicas				2,6
O00	Confort		1.1	1	1
S00	Agua sanitaria caliente				5,2
Totales			**82**	**83,84**	**83,24**
Conectores discriminados				7,35	

Tabla K5-187: *totales de intensidades instaladas.*

Consumo discriminado en horas valle

N.º		K_s	Fase		
			L1	L2	L3
A00	Aire acondicionado planta 6.ª, 1.ª	0,8	41,8	38	41,8
	Ambientador				
R00	Renovación de aire				
I00	Alumbrado				
	Alumbrado de emergencia	1	2,7		
E00	Electrodomésticos	0,7	2,2		
C00	Conectores, enchufes				
	Conectores discriminados	0,9		7,5	
N00	Informática				
T00	Alarmas técnicas	0,1			2,6
O00	Confort				
S00	Agua sanitaria caliente	0,8			5,2
Totales			**37,64**	**37,15**	**37,78**

Tabla K5-188: *totales de intensidades instaladas.*

■ Intensidad media de consumo horas valle:

$$I_m = \frac{I_{L1} + I_{L2} + I_{L3}}{3} = \frac{37{,}64\ A + 37{,}15\ A + 37{,}28\ A}{3} = 37{,}35\ A$$

■ Cálculo del cos φ medio en horas valle.

N.º	Leyenda	K_s	I_m	Cos φ	P(W)
A00	Aire acondicionado plantas 4.ª y 5.ª	0,8	40,54	0,8	17.954,35
I00	Alumbrado de emergencia	1	2,7	0,5	310,5
E00	Electrodomésticos	0,7	2,2	0,8	283,36
C00	Conectores discriminados	0,9	7,5	0,8	1.242
T00	Alarmas técnicas	0,1	2,6	0,8	47,84
S00	Agua sanitaria caliente	0,8	5,2	1	956,8
Total					**20.794,85**

Tabla K5-189: *valores para el cálculo del cos φ medio en horas valle.*

$$\cos \varphi = \frac{20.794{,}85}{25.987{,}24} = 0{,}8$$

■ Cálculo de la tasa THDI, armónicos en horas valle.

N.º	Leyenda	K_s	I_m	THDI	I_{THDI}
I00	Alumbrado de emergencia	1	2,7	37%	0,99
Total					**0,99**

Tabla K5-190: *valores para el cálculo del THDI medio en horas valle.*

■ Intensidad media de consumo horas llano y punta.

Consumo en horas llano y punta

N.º		K_s	Fase		
			L1	L2	L3
A00	Aire acondicionado planta 6.ª, 1.ª	0,8	26,8	24,9	20,7
	Ambientador	0,8	1	0,5	0,5
R00	Renovación de aire	0,4	1,6		
I00	Alumbrado	0,9	6,7	7,39	7,84
	Alumbrado de emergencia				
E00	Electrodomésticos	0,7	1,8	5,7	3,5
C00	Conectores, enchufes	0,6	4	5	13
	Conectores discriminados				
N00	Informática	1	17,3	13	6,1
T00	Alarmas técnicas	0,1		2,6	
O00	Confort	0,3	1,1	1	1
S00	Agua sanitaria caliente	0,8			
Totales			**56,36**	**47,52**	**40,67**

Tabla K5.191: *intensidades cargas discriminadas en horas llano y punta.*

■ Intensidad media de consumo horas llano y punta

$$I_m = \frac{I_{L1} + I_{L2} + I_{L3}}{3} = \frac{56{,}36\,A + 47{,}52\,A + 40{,}67\,A}{3} = 48{,}18\,A$$

■ Cálculo del cos φ medio en horas llano y punta.

N.º	Leyenda	K_s	I_m	Cos φ	P(W)
A00	Aire acondicionado planta 6.ª, 1.ª	0,8	24,13	0,8	10.686,69
	Ambientador	0,5	0,66	0,6	124,56
R00	Renovación de aire	0,4	1,6	0,7	103,04
I00	Alumbrado	0,9	7,31	0,5	2.276,33
E00	Electrodomésticos	0,7	3,66	0,7	1.241,03
C00	Conectores, enchufes	0,6	7	0,8	2.325,12
N00	Informática	1	12,13	0,7	6.715,16
T00	Alarmas técnicas	0,1	0,26		59,8
O00	Confort	0,5	1,03	0,7	285,10
Total					**23.816,85**

Tabla K5-192: *valores para el cálculo del cos φ medio en horas llano y punta.*

$$\cos\varphi = \frac{23.816{,}85}{31.755{,}28} = 0{,}75$$

■ Cálculo de la tasa THDI, armónicos en horas llano y punta.

N.º	Leyenda	K_s	I_s	THDI	I_{THDI}
I00	Alumbrado	0,9	7,35	37%	2,72
N00	Informática	1	12,13	93%	11,2
Total					**14,00**

Tabla K5-193: *valores para el cálculo del THDI medio en horas valle.*

Potencia reactiva necesaria
Si deseamos compensar hasta un cos φ de 0,98, tendremos:
■ Para horas valle.
Con un cos φ medio de 0,8 para pasar a un cos φ de 0,98 debemos multiplicar por 0,541 según la Tabla E5-003 de la página E/49 del Volumen 1:

$$Q_c(kVAr) = P\,(kW) \cdot K = 20{,}8\ kW \cdot 0{,}541 = 11{,}25\ kVAr$$

■ Para horas llano y punta.
Con un cos φ medio de 0,75 para pasar a un cos φ de 0,98 debemos multiplicar por 0,673 según la Tabla E5-003 de la página E/49 del Volumen 1:

$$Q_c(kVAr) = P\,(kW) \cdot K = 23{,}82\ kW \cdot 0{,}673 = 16{,}03\ kVAr$$

Debemos dimensionar la batería para el período de mayor carga, consumos en horas valle, y proporciona un juego de escalones que nos permita trabajar cómodamente durante las horas llanas y punta.
Una Rectibloc vertical de clase H de 20 o 15 kVAr sería una solución adecuada.

Intensidad de armónicos THDI a compensar:
■ Para horas valle, 0,99 A (THDI).
■ Para horas llano y punta, 14 A (THDI).
Debemos atender el valor de las horas llano y punta (14 A).
Es conveniente considerar un coeficiente de extensión/seguridad de 1,2:

$$I_{(THDI)T} = I_{(THDI)} \cdot K = 14\,A \cdot 1{,}2 = 16{,}8\,A_{(THD)}$$

Un SineWave de 20 $A_{(THDI)}$ es adecuado.

Consideraciones de los SAI
La intencionalidad de mantener unas fuentes de alimentación ininterrumpida repartidas por las cargas, no tiene más interés que el de presentar opciones diferentes.
Conocemos las cargas y por tanto podemos definir el SAI correspondiente, desde el catálogo del producto.

Contratación más adecuada de energía

Según la proposición de instalación, prevemos un consumo de:
■ En horas valle.

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi = 1{,}73 \cdot 400\,V \cdot 37{,}35\,A \cdot 0{,}8 = 20{,}68\ kW \approx 21\ kW$$

■ En horas llano y punta.

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi = 1{,}73 \cdot 400\,V \cdot 48{,}18\,A \cdot 0{,}75 = 25{,}01\ kW \approx 25\ kW$$

En el apartado D5, “Cálculo de las acometidas”, página D/111 del Volumen 1, hemos realizado una previsión de 20 kW y una tarifa 0.3.
Después del estudio detallado de los consumos y aplicando las técnicas del control energético estamos obteniendo un consumo de 25 kWh.
Es adecuado contratar 25 o 30 kW en tarifa 0.4 a más de 117 h.
A la salida de la acometida dejaremos unos bornes para poder conectar un analizador de redes del sistema **Power**Logic®, para poder controlar la calidad de la energía en este punto, de forma periódica.

■ Esquema general de alimentación.

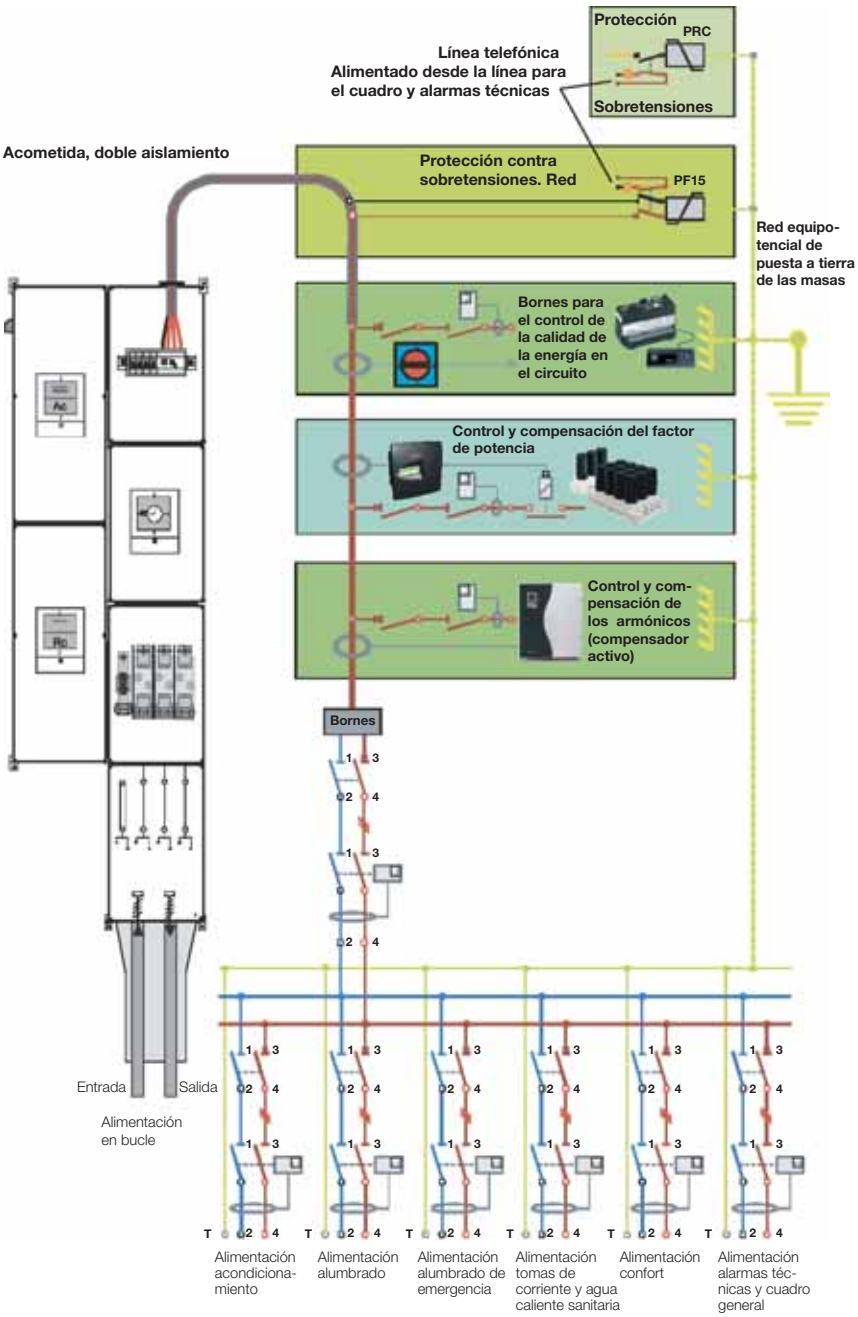


Fig. K5-194: *esquema general de alimentación y CGBT.*

Planta 6.ª, 2.ª

Se ha alquilado para una agencia de detectives privados.

Dispone de tres despachos individuales, de la recepción con sala de espera incluida para la atención del público, los servicios, una sala para atender a los clientes, una sala de archivo, en la que se sitúa la bomba de calor para el acondicionamiento.

Situación en planta de las cargas:

■ Planta 6.ª, 2.ª.

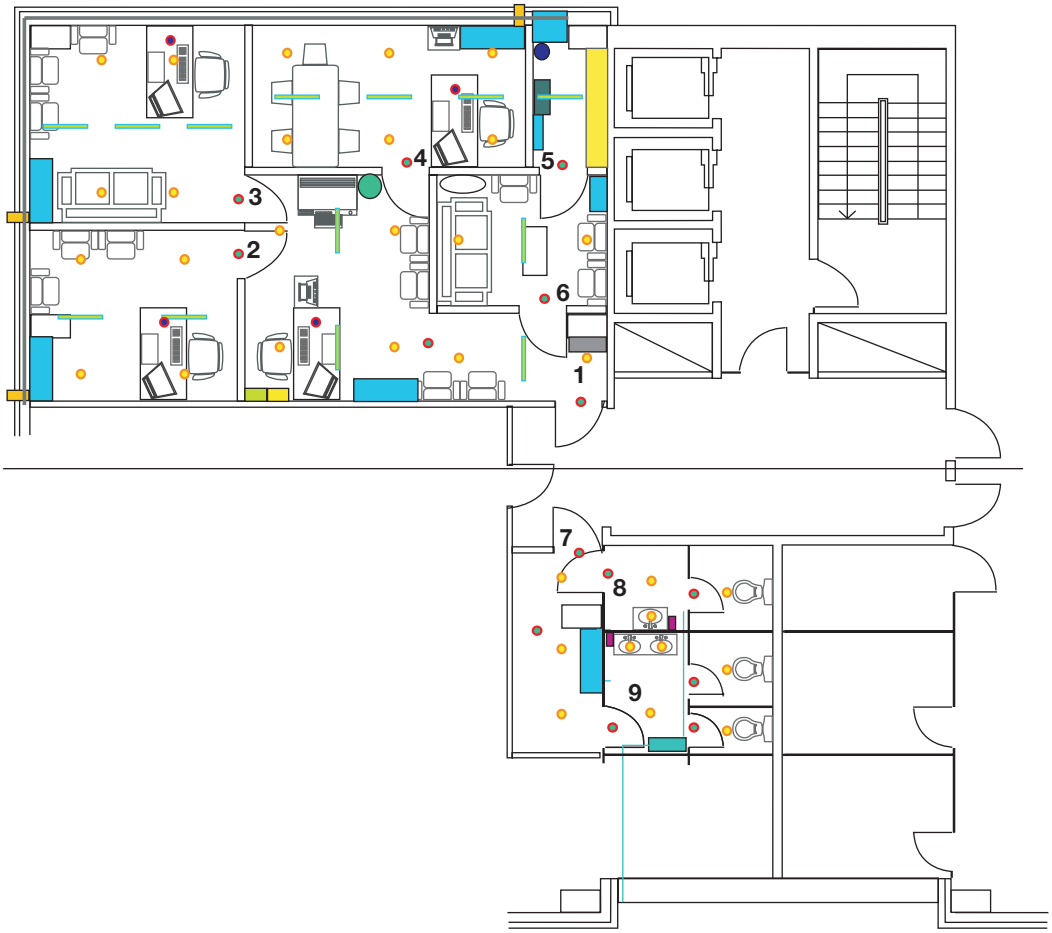


Fig. K5-195: *situación de las cargas en la planta 6.ª, 2.ª.*

Aire acondicionado de la planta 6.ª, 2.ª

Disponen de una bomba de calor situada en la dependencia para archivo de la misma planta, con acceso directo al exterior sin sobrepasar la cornisa del edificio, para atender el volumen de 6.ª, 2.ª.

La bomba de calor calienta o enfría agua según las intrucciones dadas manualmente al cuadro de mandos propio. La temperatura del agua se puede regular pero es deseable que trabaje entre 50 y 55 ºC.

Esta agua se distribuye a los fancoils, repartidos por las dependencias, a través de una bomba para agua de 1/2 CV. A requerimiento de los termostatos que controlan la temperatura de las dependencias de las dos plantas.

La bomba de calor desarrolla una potencia de 9,6 kW en la creación de frigorías y de 10,2 kW en la de calorías.

Esta distribución permite individualizar el trabajo de la bomba de calor, permitiendo que trabaje calentando o enfriando y disponer durante la jornada de agua caliente o fría segun necesidades.

Los fancoils son individualizados para cada dependencia o grupo:

■ Sala despacho de recepción (1): el fancoil permite un caudal de 1.000 m^3/h, con una potencia de 1/4 de CV a 230 V.

■ Despacho (n.os 2, 3 y 4): el fancoil permite un caudal de 1.000 m^3/h, con una potencia de 1/4 de CV a 230 V .
■ Archivo (n.º 5): el fancoil permite un caudal de 750 m^3/h con una potencia de 1/5 de CV a 230 V.
■ Sala (n.º 6): el fancoil permite un caudal de 750 m^3/h con una potencia de 1/5 de CV a 230 V.
■ Servicios, dependencias (n.os 7, 8 y 9): el fancoil permite un caudal de 1.250 m^3/h con una potencia de 1/3 de CV a 230 V.
Los fancoils se alimentan de agua aclimatada desde la bomba de calor, a través de unos circuitos con bomba de 1/2 CV.

Ambientador
En cada fancoil dispondremos de un dosificador de ambientador y purificador, para mantener un ambiente agradecido a la sensibilidad humana.

Renovación de aire
Debemos colaborar en la renovación de aire, expulsando aire con poco O_2 y bastante CO_2, adquiriendo mayor caudal del exterior.
Los fancoils están conectados al exterior para poder adquirir aire de renovación a través de una ventanilla de paso regulable.
Debemos tener en consideración las salas especiales que necesitan una renovación de aire propia, en consonancia con su actividad:
■ Los servicios: situaremos un extractor con conducto para cada dependencia, que permiten un caudal de 900 m^3/h, de una potencia de 225 W a 230 V y un temporizador que le permita trabajar cinco minutos o más cada cuarto de hora.

Alumbrado general planta
Cada dependencia dispondrá de un alumbrado general reducido de unos 300 lux y un alumbrado de refuerzo de unos 400 lux, ambos se encienden a voluntad a través de un interruptor manual.
La luminosidad se ha adecuado al trabajo con monitores, tanto en intensidad como en color, si debemos trabajar en las mesas de despacho sin el monitor, podemos necesitar un incremento de luminosidad a unos 850 lux. Suplemento a obtener de una lámpara de sobremesa.

Alumbrado de emergencia
Dispondremos de un alumbrado de señalización con lámparas fluorescentes compactas de 25 W cos φ = 0,5; I = 0,205 A. La alimentación se realiza a través de una SAI, con una reserva de una hora (según reglamento).

Conectores para red de 230 V
Dispondrán en cada dependencia de una red de conectores a 230 V, de la serie Unica para dos unidades, de las cuales una, la de color naranja, estará discriminada en horario de trabajo y son las que corresponden para el uso de los utensilios de la limpieza. Solamente dispondrán de tensión en las horas valle de la contratación.

Conectores para la red de 230 V a través de SAI
Cada punto informático dispondrá de una columna del sistema Canalis con los mandos del alumbrado, una o más tomas de corriente de la red de conectores a 230 V, un juego de tomas de corriente alimentadas por SAI, para los equipos informáticos, una toma correspondiente a la red informática, una toma de TV y una toma de teléfono.
Los monitores y las CPU's se alimentan a través de un SAI. Cada SAI alimentará seis elementos como máximo, tres monitores y tres CPU's, y permiten una auto-

nomía de 30 minutos para el caso de fallo de tensión poder guardar el fichero y cerrar el programa debidamente.
En las dependencias de la 6.ª, 2.ª planta, los SAI son individualizados para cada una de ellas.
El circuito de alimentación de los SAI y el de salida de los mismos, es en régimen TT.

Confort
La transparencia al exterior, con grandes ventanales, obliga a una protección con persianas de los rayos ultravioletas del sol, incidentes sobre las salas.

La antena de comunicación
La alimentación de la amplificación de la señal de TV comunitaria no es discriminable.

Hilo musical
Alimentaremos un equipo de cadena HI-FI para las dependencias.

La central telefónica
Estará situada en la recepción y alimentada a través del SAI.

Agua sanitaria caliente
El termo de agua caliente para los servicios de la planta es discriminable para actuación exclusivamente en horas valle.

Las alarmas técnicas
Su consumo es esporádico en circunstancias excepcionales, solamente por la aptitud de su función, pero estarán alimentadas a través de un SAI, propio, con reserva para una hora.

Clasificación de las cargas

N.º		Clase	P (W)	I (A)	Fase					
					L1		L2		L3	
A00	Aire acondicionado planta 6.ª, 1.ª.				24,7		24,4		22,1	
A01	Bomba calor-1	BB2	1 . 10.200	19	19		19		19	
A02	Fancoil S1	BB2	1 · 190	1,7	1,7					
A03	Fancoil S2	BB2	1 · 190	1,7			1,7			
A04	Fancoil S3	BB2	1 · 190	1,7					1,7	
A05	Fancoil S4	BB2	1 · 190	1,7	1,7					
A06	Fancoil S5	BB2	1 · 155	1,4			1,4			
A07	Fancoil S6	BB2	1 · 155	1,4					1,4	
A08	Fancoil S7, 8 y 9	BB2	1 · 255	2,3	2,3					
A09	B5. Cir. H_2O 4.ª, 2.ª	BB2	1 · 255	2,3			2,3			
A00	Ambientador				1,5		1		1	
A10	Fancoil A02	BB2	1 · 115	0,5	0,5					
A11	Fancoil A03	BB2	1 · 115	0,5			0,5			
A12	Fancoil A04	BB2	1 · 115	0,5					0,5	
A13	Fancoil A05	BB2	1 · 115	0,5	0,5					
A14	Fancoil A06	BB2	1 · 115	0,5			0,5			
A15	Fancoil A07	BB2	1 · 115	0,5					0,5	
A16	Fancoil A08	BB2	1 · 115	0,5	0,5					
R00	Renovación de aire								1,6	
R01	Extractor 6.ª, 2.ª	BB1	1 · 225	1,6					1,6	

(continúa en pág. siguiente)

(continuación)

N.º		Clase	P (W)	I (A)	Fase					
					L1		L2		L3	
I00	Alumbrado					2,69		4,41		4,74
I01	Despacho S1	BB1	4 · 54	0,45	1,8					
			8 · 25	0,205	1,64					
			1 · 50	0,22	0,22					
I02	Despacho S2	BB1	2 · 54	0,45					0,9	
			4 · 25	0,205					0,82	
			1 · 50	0,22					0,22	
I03	Despacho S3	BB1	3 · 54	0,45			1,35			
			4 · 25	0,205			0,82			
			1 · 50	0,22			0,22			
I04	Despacho S3	BB1	3 · 54	0,45					1,35	
			6 · 25	0,205					1,23	
			1 · 50	0,22					0,22	
I05	Archivo S5	BB1	1 · 54	0,45	0,45					
I06	Sala S6	BB1	1 · 54	0,45			0,45			
			2 · 25	0,205			0,41			
I07	Servicio H-7	BB2	3 · 25	0,205			0,62			
I08	Servicio M-8	BB2	3 · 25	0,205	0,62					
I09	Servicio 9	BB2	5 · 25	0,205			1,03			
I10	A. emergencia	BB1	11 · 25	0,205	2,26					
C00	Conectores, enchufes					6,5		7		7
C01	Despacho S1	BB1	11 · 5 A ·0,1	5,5			5,5			
			3 · 5 A ·0,05	0,75						
C02	Despacho S2	BB1	5 · 5 A ·0,1	2,5					2,5	
			3 · 5 A ·0,05	0,75						
C03	Despacho S3	BB1	5 · 5 A · 0,1	2,5	2,5					
			3 · 5 A · 0,05	0,75						
C04	Despacho S4	BB1	5 · 5 A · 0,1	2,5	2,5					
			3 · 5 A · 0,05	0,75						
C05	Archivo S5	BB1	3 · 5 A · 0,1	1,5					1,5	
			3 · 5 A · 0,05	0,75						
C06	Sala S6	BB1	3 · 5 A · 0,1	1,5					1,5	
			3 · 5 A · 0,05	0,75						
C07	Servicio S7	BB1	3 · 5 A · 0,1	1,5					1,5	
			3 · 5 A · 0,05	0,75						
C08	Servicio S8	BB1	3 · 5 A · 0,1	1,5	1,5					
			3 · 5 A · 0,05	0,75						
C09	Servicio S9	BB1	3 · 5 A · 0,1	1,5			1,5			
			3 · 5 A · 0,05	0,75						
Conectores discriminados					6					
E00	Electrodomésticos					1,3		4		4,4
E01	Dispen. C S5	BB2	1 · 800	4,4					4,4	
E02	Dispen. A S1	BB2	1 · 400	2,2			2,2			
E03	Cadena HI-FI	BB3		0,5			0,5			
E04	Dispensador S8	BB2	1 · 300	1,3	1,3					
E05	Dispensador S9	BB2	1 · 300	1,3			1,3			

(continúa en pág. siguiente)

(continuación)

N.º		Clase	P (W)	I (A)	Fase					
					L1		L2		L3	
N00	Informática					5,1		13		7,1
N01	Despacho S1									
	CPU	BB1	1 · 300	1,3					1,3	
	Pantalla	BB1	1 · 220	1					1	
	Impresora	BB1	1 · 110	0,5					0,5	
	C. telefónica	BB1	1 · 1100	2					2	
	Fotocopiadora	BB1	1 · 3.000	13			13			
N02	Despacho S2									
	CPU	BB1	6 · 300	1,3	1,3					
	Pantalla	BB1	6 · 220	1	1					
N03	Despacho S3			2,3						
	CPU	BB1	1 · 300	1,3					1,3	
	Pantalla	BB1	1 · 220	1					1	
N04	Despacho S4			2,3						
	CPU	BB1	1 · 300	1,3	1,3					
	Pantalla	BB1	1 · 220	1	1					
	Impresora	BB1	1 · 110	0,5	0,5					
T00	Alarmas técnicas					2,6				
T01	F. sist. dom.	BB1								
T02	C. humos	BB2		0,1	0,1					
T03	Sirena	BB1		0,2	0,2					
T04	Comunicación	BB1		0,2	0,2					
T05	DF agua	BB2		0,1	0,1					
T06	Electroválvula	BB2		0,3	0,3					
T07	Intrusión	BB1		0,1	0,1					
T08	Sirena	BB1		0,3	0,3					
O00	Confort					2,5				
O01	S02 persiana	BB1	1 · 100	0,5	0,5					
O02	S03 persiana	BB1	1 · 100	0,5	0,5					
O03	S03 persiana	BB1	1 · 100	0,5	0,5					
O04	S03 persiana	BB1	1 · 140	0,6	0,5					
O05	S03 persiana	BB1	1 · 80	0,4	0,5					
S00	Agua sanitaria caliente									5,2
S01	Servi. 6.ª, 1.ª 80 L	BB2	1 · 1.200	5,2					5,2	
Total						**52,89**		**53,81**		**53,54**
A00	Aire acondicionado planta 6.ª, 1.ª				24,7		24,4		22,1	
A00	Ambientador				1,5		1		1	
R00	Renovación de aire								1,6	
I00	Alumbrado				2,69		4,41		4,74	
C00	Conectores, enchufes				6,5		7		7	
Conectores discriminados					6					
E00	Electrodomésticos				1,3		4		4,4	
N00	Informática				5,1		13		7,1	
T00	Alarmas técnicas				2,6					
O00	Confort				2,5					
S00	Agua sanitaria caliente								5,2	

Tabla K5-196: *valores de potencia e intensidad de las cargas conectadas.*

Circuitos de la planta 6.ª, 2.ª

■ Esquema de distribución eléctrica del acondicionamiento.

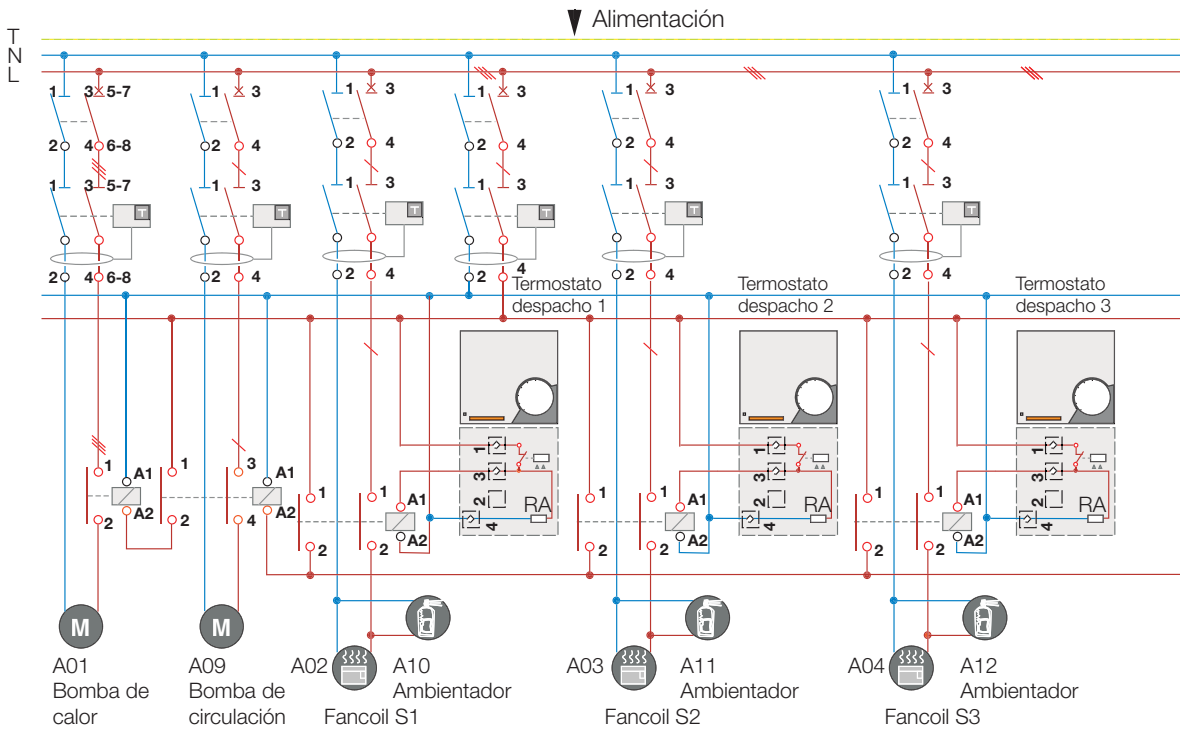


Fig. K5-197: *Esquema de generación y distribución del acondicionamiento.*

■ Distribución de la renovación de aire.

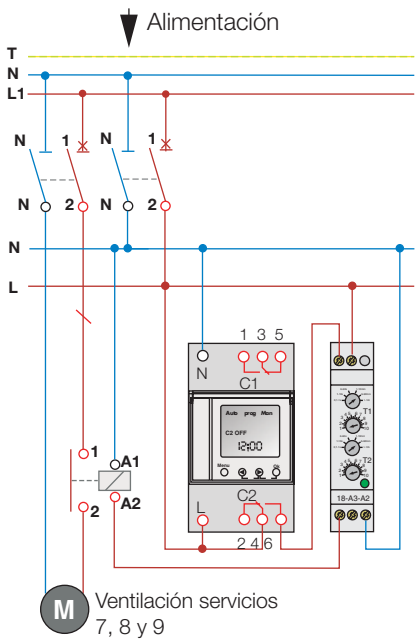
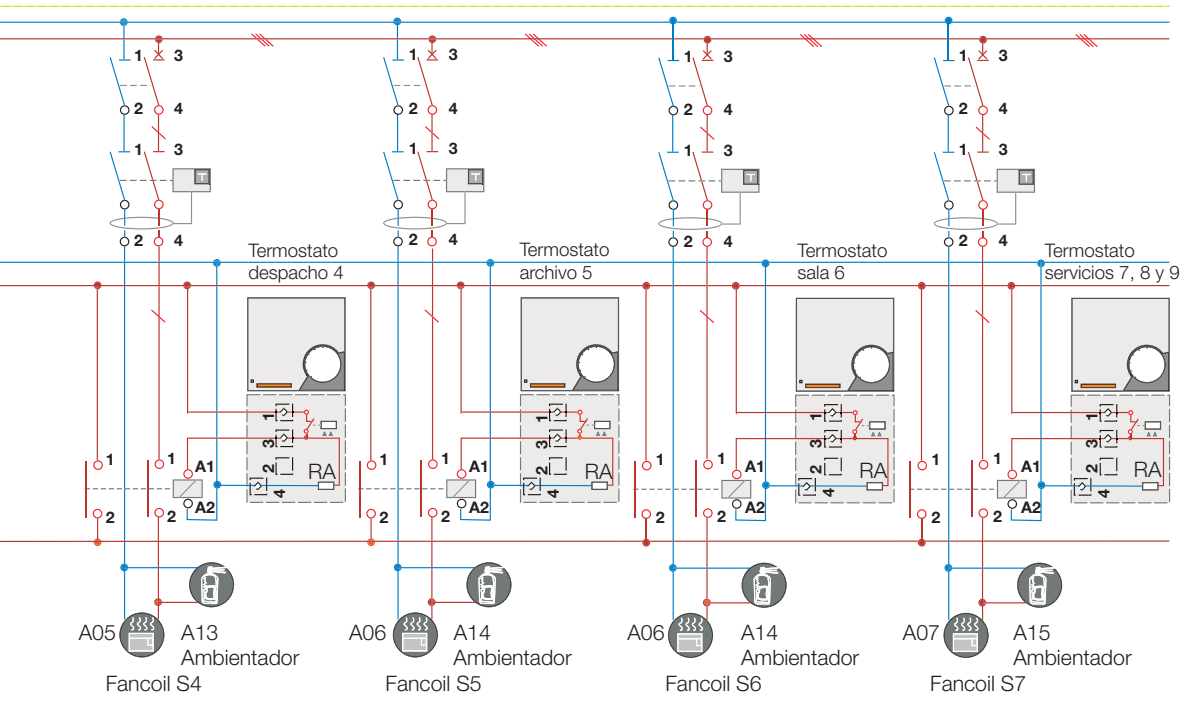


Fig. K5-198: *esquema de distribución de la renovación de aire.*



■ Alumbrado de emergencia de la planta 6.ª, 2.ª.

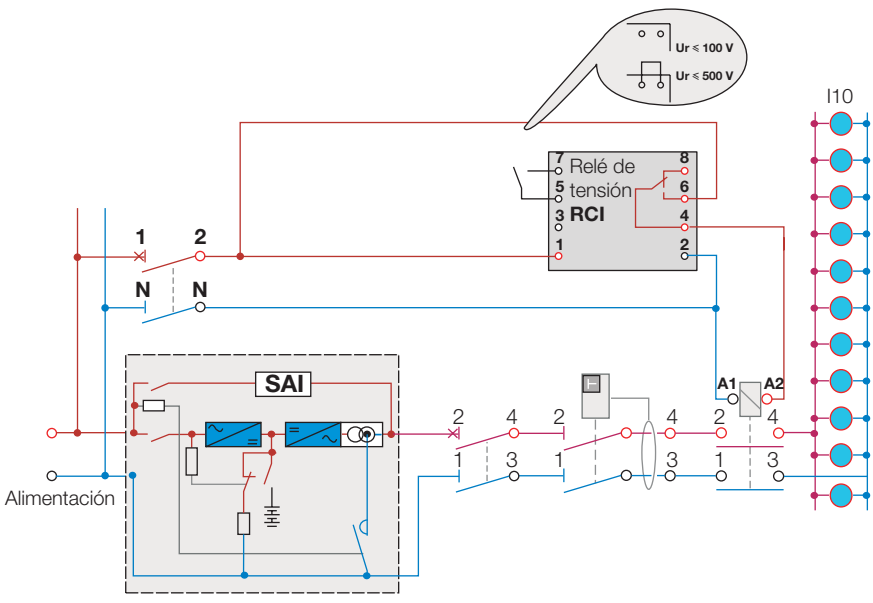


Fig. K5-200: *esquema circuito alumbrado de emergencia planta 6.ª, 2.ª.*

■ Esquema para la alimentación de las tomas de corriente a 230 V.
La línea se deberá calcular para la fase más cargada.

■ Distribución alumbrado 6.ª, 2.ª.

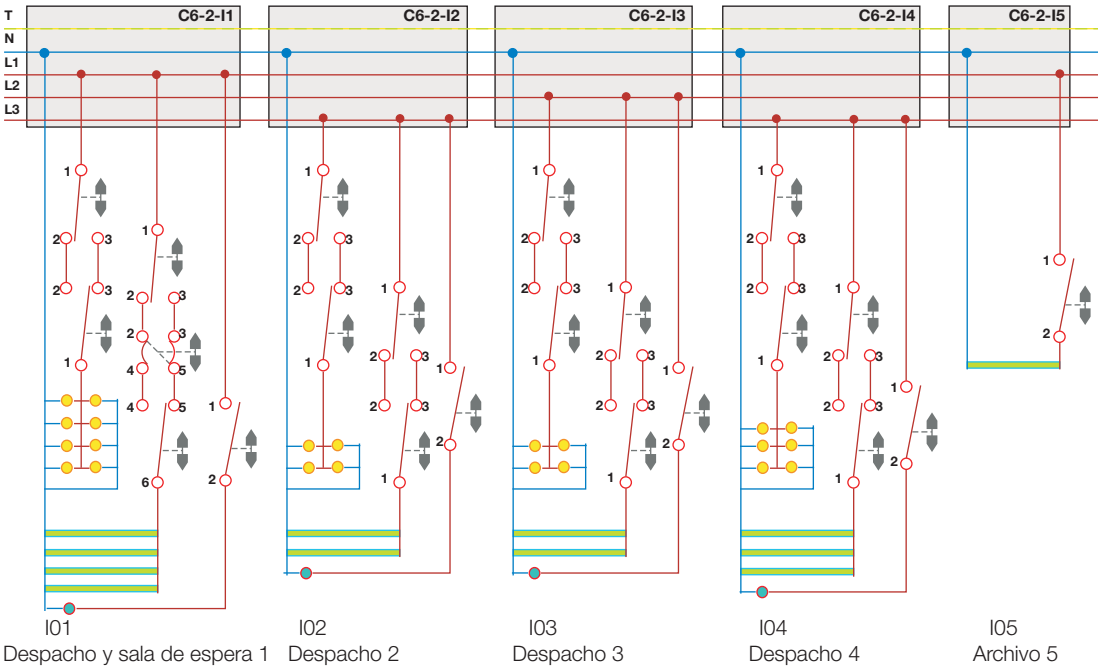


Fig. K5-199: *esquema distribución alumbrado planta 6.ª, 2.ª.*

■ Circuito general de alimentación de las tomas de corriente.

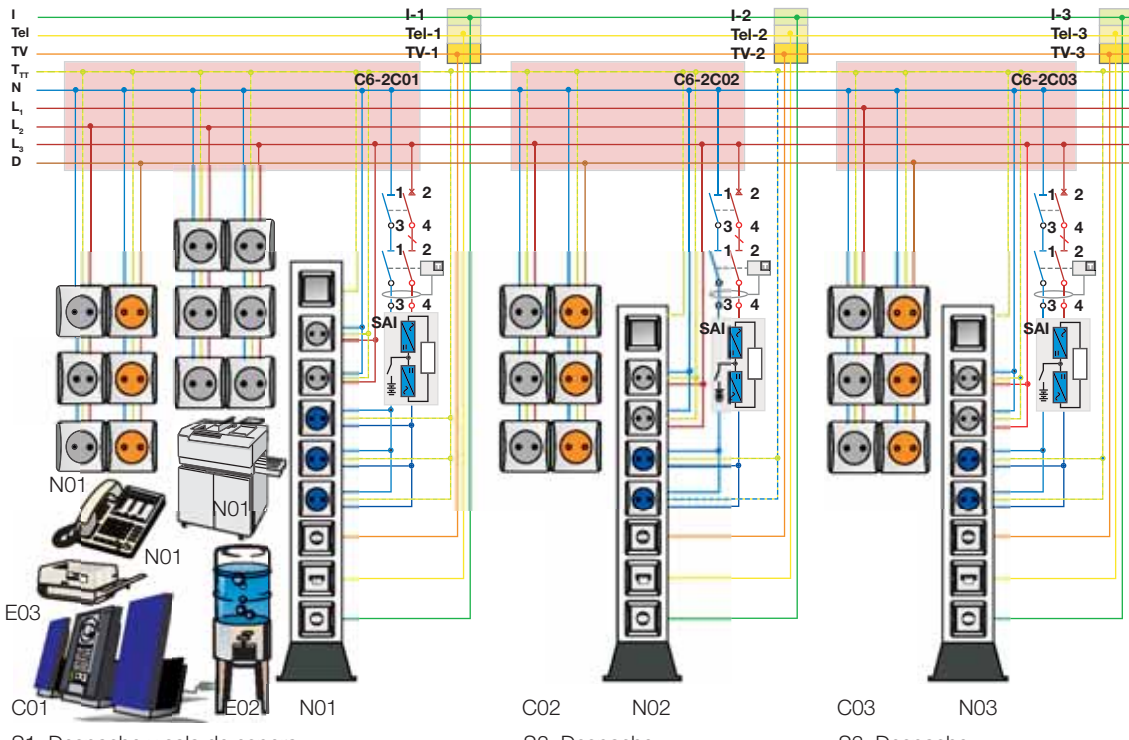
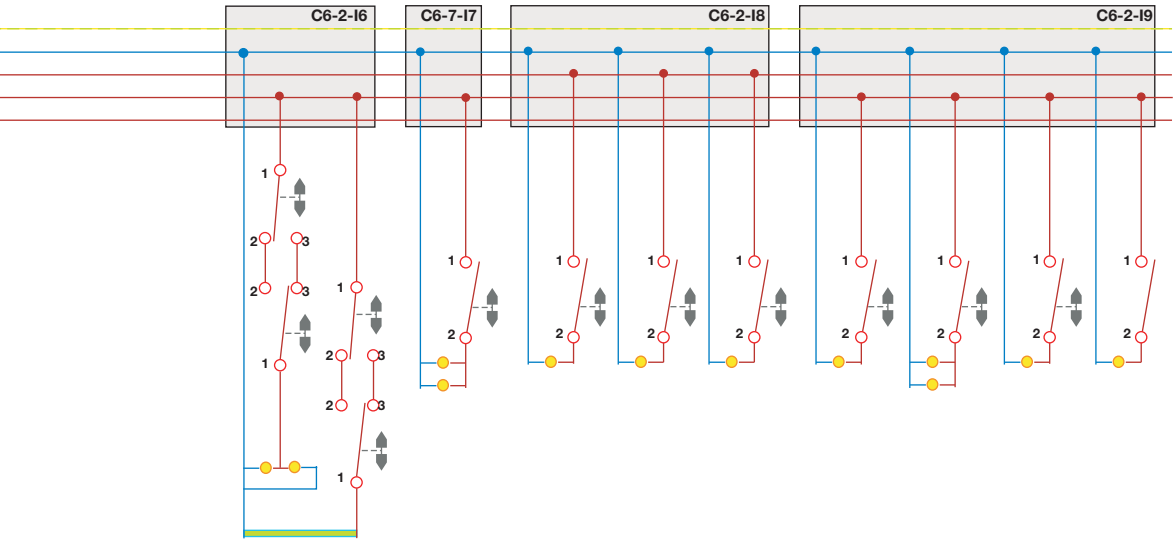


Fig. K5-201: *esquema distribución tomas de corriente, electrodomésticos e informática de la planta 6.ª, 2.ª.*

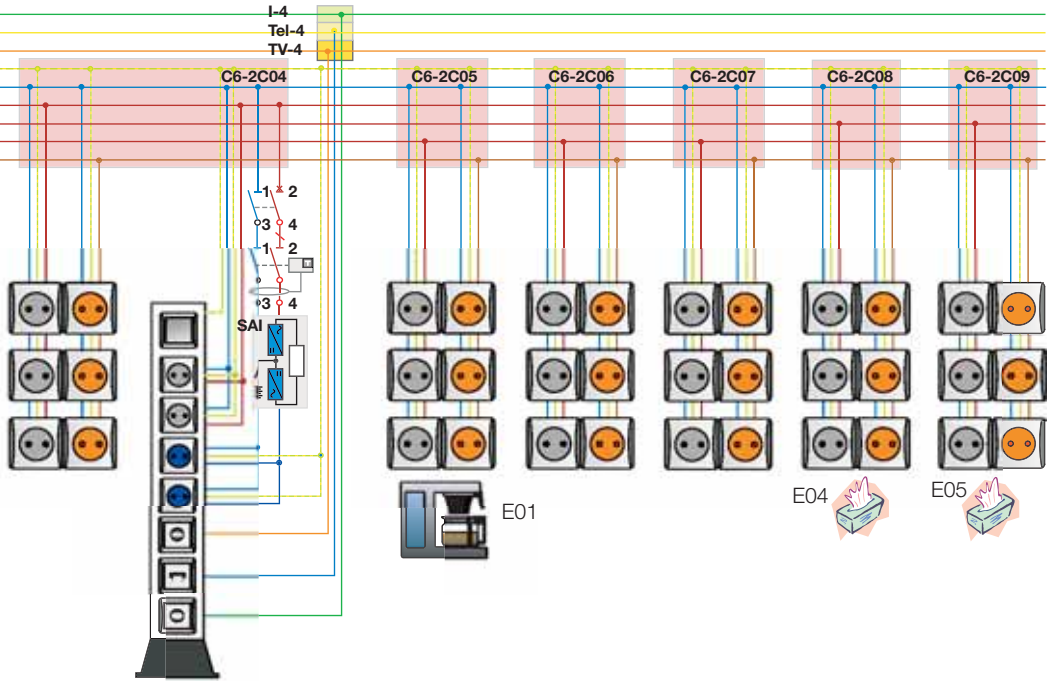


I06
Sala 6

I07
Servicio 7

I08
Servicio 8

I09
Servicio 9



C04
S4: Despacho

N04

C05
S5: Archivo

C06
S6: Sala

C07
S7: Servicio

C06
S7: Servicios

C07
S8: Servicio

En la alimentación para el confort, lo efectuaremos desde las líneas de distribución de las tomas de corriente.
Las tomas de potencia se realizarán desde la caja de bornes de cada dependencia.
Dispondremos de una fase discriminada para las tomas de corriente de los electrodomésticos de limpieza, a través de un reloj programador.
Dispondremos de un control en el tiempo del calentamiento del agua sanitaria a través del segundo circuito del reloj de las tomas de corriente discriminadas, para calentar el agua en las horas valle.
Tanto la generación de armónicos como el desfase de las cargas conocidas es insignificante, por tanto dejaremos su tratamiento englobado en la compensación general.

■ Alimentación cargas informáticas.

Desde el circuito de las tomas de corriente alimentaremos las fuentes de alimentación ininterrumpida SAI.
Las cargas informáticas son generadoras de armónicos y trabajan con un cos φ del orden de 0,7.
Estas cargas son muy sensibles a los armónicos y ellas mismas son generadoras, produciendo un efecto multiplicador con valores de factor de cresta de 2,4 a 2,8 veces.
Su tasa global de distorsión es del orden del 93%, THDI = 93%.

■ Circuito general de alimentación de las tomas de corriente.

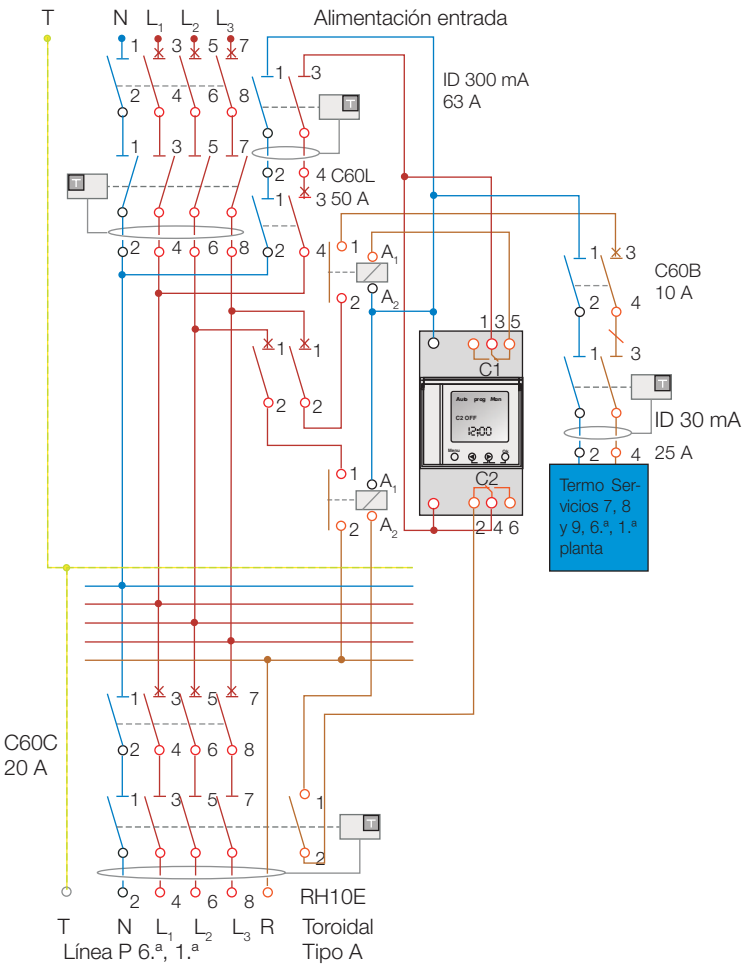


Fig. K5-202: *esquema de alimentación circuitos de las tomas de corriente de la planta 6.ª, 2.ª.*

■ Circuito telefónico.

En este apartado describiremos la línea de distribución correspondiente a las dependencias tratadas y alimentaremos la centralita desde las tomas de corriente del despacho n.º 1.

■ Circuito TV.

En este apartado solamente describiremos la línea de distribución correspondiente a las dependencias tratadas de la planta 6.ª, 2.ª.

■ Confort.

Las persianas las alimentaremos desde la caja de distribución de la red de tomas de corriente a 400/230 V 50 Hz en régimen TT y las controlaremos por medio del sistema domótico de forma individual y desde la recepción de la primera planta de forma centralizada.

■ Esquema distribución y mando confort circuito planta 6.ª, 2.ª.

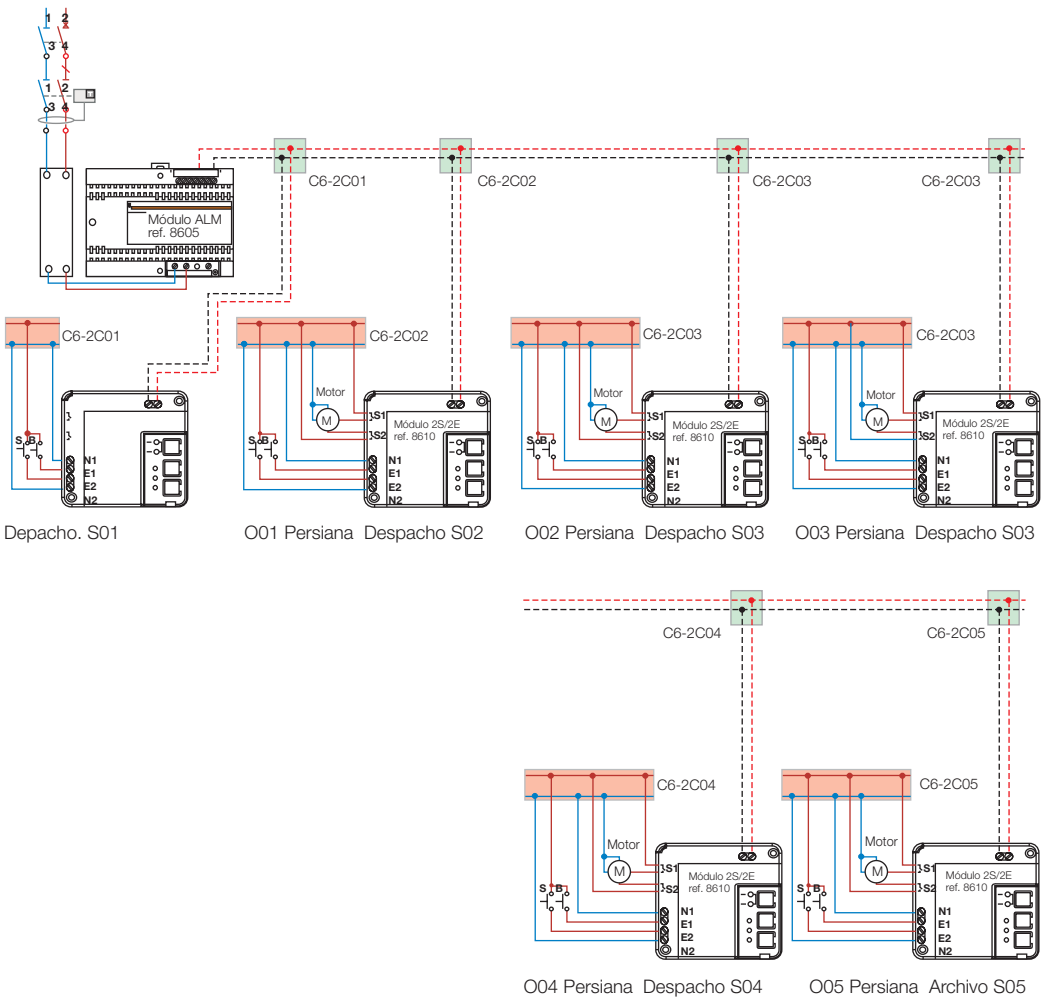


Fig. K5-203: *esquema distribución confort planta 6.ª, 2.ª.*

■ Alarmas técnicas.

Las alarmas se alimentarán a través de un SAI propio, la detección de humos, la detección de fugas de agua y la detección de presencia, formarán el conjunto de alarmas que nos permitirán tener alarma visual sonora y telefónica. Una alimentación general y distribuida por la planta 6.ª, 2.ª nos permite mantener el control de la planta.

■ Situación en planta.

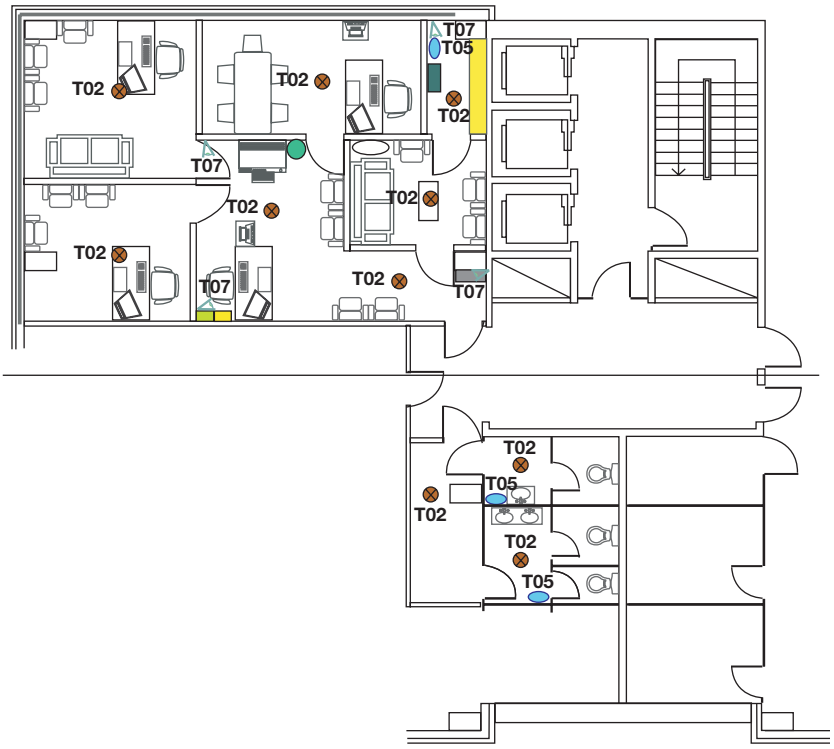


Fig. K5-204: *esquema de situación en planta de las alarmas técnicas de la planta 6.ª, 2.ª.*

■ Esquema de alimentación general.

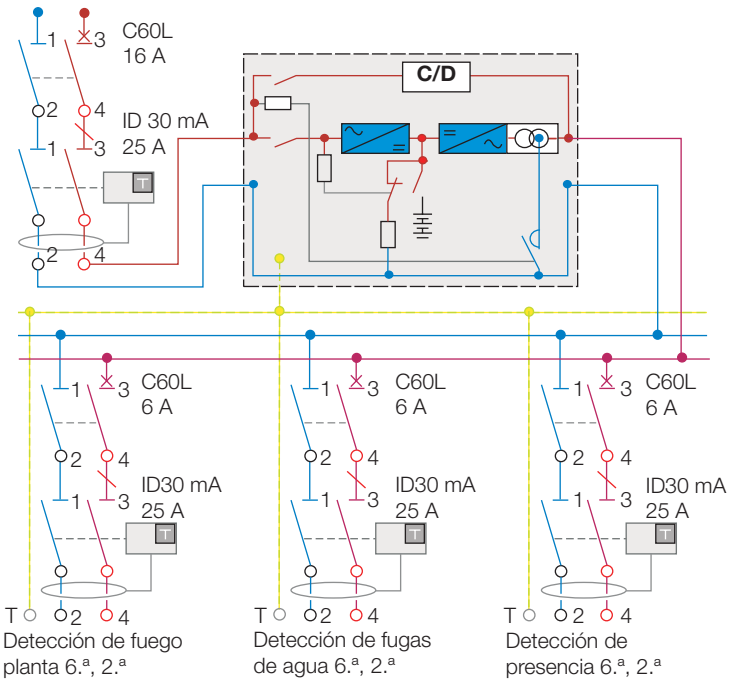


Fig. K5-205: *esquema general de alimentación alarmas técnicas planta 6.ª, 2.ª.*

■ Detección de humos.

Con el sistema domótico podemos detectar la presencia de humos en cada dependencia, excitar una alarma acústica o luminosa y comunicar la situación a un centro particular de alarmas vía teléfono.

Para la definición del tipo de detector de cada dependencia, ver apartado J19, página J/831, del Volumen 3.

□ Distribución detección de humos planta 6.ª, 2.ª.

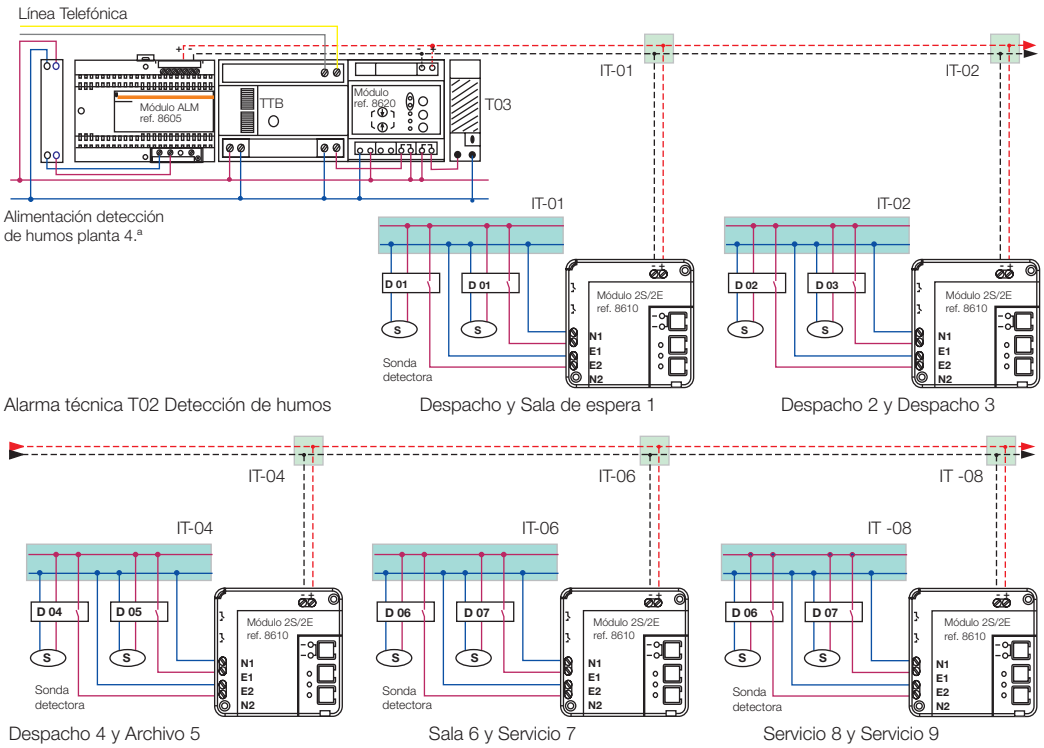


Fig. K5-206: *esquema de distribución, detección de humos planta 6.ª, 1.ª.*

■ Detección de presencia.

La detección de presencia para el control de intrusos, en determinadas horas del día, puede activar una alarma acústica o luminosa y una conexión vía telefónica a una central de alarmas particular.

Durante todo el día puede estar activando un sistema de control por grabación con registro por vídeo.

□ Esquema del circuito planta 6.ª, 2.ª.

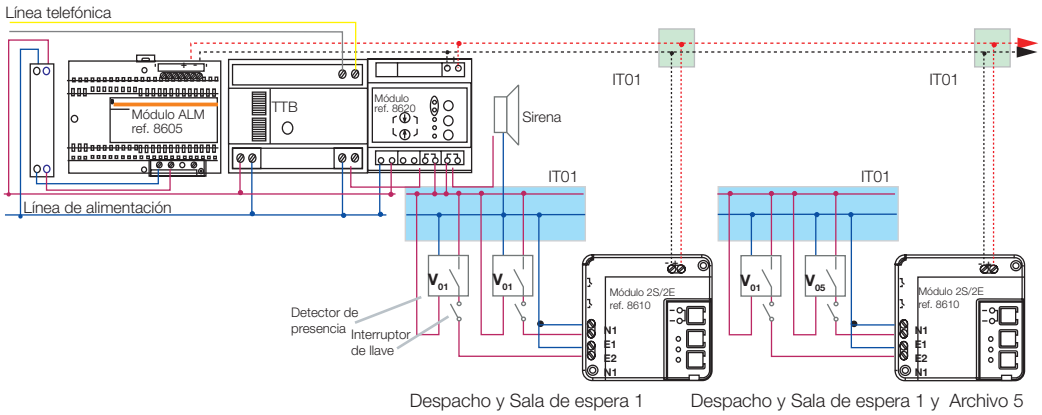
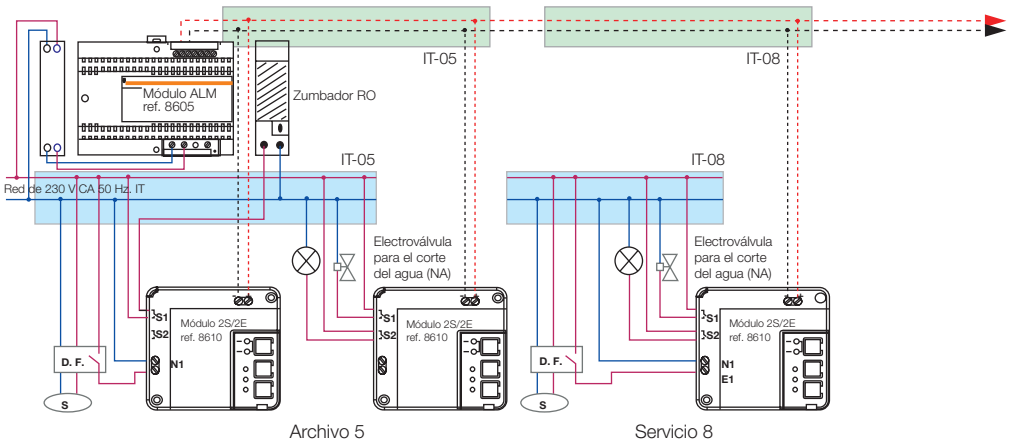


Fig. K5-207: *esquema de distribución para la detección de presencia en planta 6.ª, 2.ª.*

■ Control de fugas de agua.



En las salas donde se dispone de suministro de agua en el momento que se detecte una fuga, deberá cortarse el suministro de la dependencia actuando sobre la llave general de la dependencia.
Disponemos del sistema domótico para poder controlar las posibles fugas.
□ Esquema de distribución y control fugas de agua en la planta 6.ª, 2.ª.

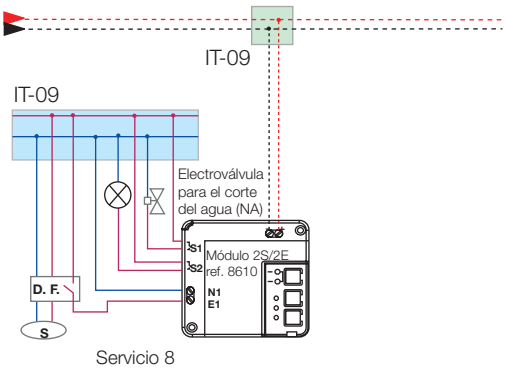


Fig. K5-208: *esquema de distribución y control fugas de agua de la planta 6.ª, 2.ª.*

Potencias y consumos

Intensidades instaladas

N.º		K_s	Fase		
			L1	L2	L3
A00	Aire acondicionado planta 6.ª, 2.ª	0,8	24,7	24,4	22,1
A00	Ambientador	0,8	1,5	1	1
R00	Renovación de aire	0,4			1,6
I00	Alumbrado	0,9	2,69	4,41	4,74
	A. emergencia	1	2,7		
C00	Conectores, enchufes	0,6	6,5	7	7
	Conectores discriminados	0,9	6		
E00	Electrodomésticos	0,7	1,3	4	4,4
N00	Informática	1	5,1	13	7,1
T00	Alarmas técnicas	0,1	2,6		
O00	Confort	0,5	2,5		
S00	Agua sanitaria caliente	0,8			5,2
Totales			**52,89**	**53,81**	**53,54**

Tabla K5-209: *totales de intensidades instaladas.*

Consumo discriminado en horas valle

N.º		K_s	Fase		
			L1	L2	L3
I00	Alumbrado de emergencia	1	2,7		
C00	Conectores, enchufes				
	Conectores discriminados	0,9	6		
T00	Alarmas técnicas	0,1	2,6		
S00	Agua sanitaria caliente	0,8			5,2
Totales			**8,36**		**4,16**

Tabla K5-210: *totales de intensidades instaladas.*

■ Intensidad media de consumo horas valle:

$$I_m = \frac{I_{L1} + I_{L2} + I_{L3}}{3} = \frac{8{,}36\,A + 0\,A + 4{,}16\,A}{3} = 4{,}17\,A$$

■ Cálculo del cos φ medio en horas valle.

N.º	Leyenda	K_s	I_m	Cos φ	P (W)
I00	Alumbrado de emergencia	1	2,7	0,5	311
C00	Conectores discriminados	0,9	6	0,8	1.242
T00	Alarmas técnicas	0,1	2,6	0,8	47,84
S00	Agua sanitaria caliente	0,8	5,2	1	956,8
Total					**2.309,64**

Tabla K5-211: *valores para el cálculo del cosφ medio en horas valle.*

$$\cos\varphi = \frac{2.310}{3.418} = 0{,}675$$

■ Cálculo de la tasa THDI, armónicos en horas valle.

N.º	Leyenda	K_s	I_m	THDI	I_{THDI}
I00	Alumbrado de emergencia	1	2,7	37%	0,99
Total					**0,99**

Tabla K5-212: *valores para el cálculo del THDI medio en horas valle.*

Consumo en horas llano y punta

N.º		K_s	Fase		
			L1	L2	L3
A00	Aire acondicionado planta 6.ª, 1.ª	0,8	24,7	24,4	22,1
	Ambientador	0,8	1,5	1	1
R00	Renovación de aire	0,4			1,6
I00	Alumbrado	0,9	2,69	4,41	4,74
E00	Electrodomésticos	0,7	1,3	4	4,4
C00	Conectores, enchufes	0,6	6,5	7	7
N00	Informática	1	5,1	13	7,1
T00	Alarmas técnicas	0,1	2,6		
O00	Confort	0,3	2,5		
Totales			**34,3**	**44,29**	**37,77**

Tabla K5-213: *intensidades cargas discriminadas en horas llano y punta.*

■ Intensidad media de consumo horas llano y punta:

$$I_m = \frac{I_{L1} + I_{L2} + I_{L3}}{3} = \frac{34{,}3\,A + 44{,}29\,A + 37{,}77\,A}{3} = 38{,}78\ A$$

■ Cálculo del cos φ medio en horas llano y punta.

N.º	Leyenda	K_s	I_m	Cos φ	P(W)
A00	Aire acondicionado planta 6.ª, 1.ª	0,8	23,73	0,8	10.509,54
	Ambientador	0,5	1,16	0,6	240,82
R00	Renovación de aire	0,4	1,6	0,7	103,04
I00	Alumbrado	0,9	3,95	0,5	1.230,03
E00	Electrodomésticos	0,7	3,23	0,7	1.241,03
C00	Conectores, enchufes	0,6	6,83	0,8	2.268,65
N00	Informática	1	8,4	0,7	4.068,96
T00	Alarmas técnicas	0,1	2,6		59,8
O00	Confort	0,5	2,5	0,7	201,25
Total					**9.267,77**

Tabla K5-214: *valores para el cálculo del cos φ medio en horas llano y punta.*

$$\cos \varphi = \frac{9.267,77}{13.569,14} = 0,683$$

■ Cálculo de la tasa THDI, armónicos en horas llano y punta.

N.º	Leyenda	K_s	I_m	THDI	I_{THDI}
I00	Alumbrado	0,9	3,95	37%	1,32
N00	Informática	1	8,4	93%	7,82
Total					**9,14**

Tabla K5-215: *valores para el cálculo del THDI media en horas valle.*

Se han realizado todos los cálculos a través de las intensidades medias de consumo, en este caso no se puede efectuar esta simplificación puesto que el desfase de consumo de cada fase es elevado, aunque el estudio de reparto global quede bastante equilibrado, no sucede así en las cargas polucionantes. La intensidad polucionante de armónicos se calcularán para las intensidades máximas.

N.º	Leyenda	K_s	I_m	THDI	I_{THDI}
I00	Alumbrado	0,9	4,74	37%	1,75
N00	Informática	1	13,00	93%	12,09
Total					**13,84**

Tabla K5-216: *valores para el cálculo del THDI máximo en horas valle.*

Potencia reactiva necesaria

Si deseamos compensar hasta un cos φ de 0,98, tendremos:

■ Para horas valle.

Con un cos φ medio de 0,675 para pasar a un cos φ de 0,98 debemos multiplicar por 0,89 según la Tabla E5-003, página E/49 del Volumen 1:

$$Q_c(kVAr) = P(kW) \cdot K = 2,31\ kW \cdot 0,89 = 2,06\ kVAr$$

■ Para horas llano y punta.

Con un cos φ medio de 0,683 para pasar a un cos φ de 0,98 debemos multiplicar por 0,866 según la misma Tabla E5-003, página E/49 del Volumen 1:

$$Q_c(kVAr) = P(kW) \cdot K = 9,67\ kW \cdot 0,866 = 8,03\ kVAr$$

Debemos dimensionar la batería para el período de mayor carga, consumos en horas valle, y proporcionar un juego de escalones que nos permita trabajar cómodamente durante las horas llanas y punta.

Una Rectibloc vertical de clase H de 10 kVAr sería una solución adecuada.

Intensidad de armónicos THDI a compensar

■ Para horas valle, 0,99 A (THDI).

■ Para horas llano y punta, 14 A (THDI).

Debemos atender el valor de las horas llano y punta (14 A).

Es conveniente considerar un coeficiente de extensión/seguridad de 1,2.

$$I_{(THDI)T} = I_{(THDI)} \cdot K = 14\ A \cdot 1{,}2 = 16{,}8\ A_{(THDI)}$$

Un SineWave de 20 $A_{(THDI)}$ es adecuado

Consideraciones de los SAI

La intencionalidad de mantener unas fuentes de alimentación ininterrumpidas repartidas por las cargas, no tiene más interés que el de presentar opciones diferentes.

Conocemos las cargas y por tanto podemos definir el SAI correspondiente desde el catálogo del producto.

■ Esquema general de alimentación.

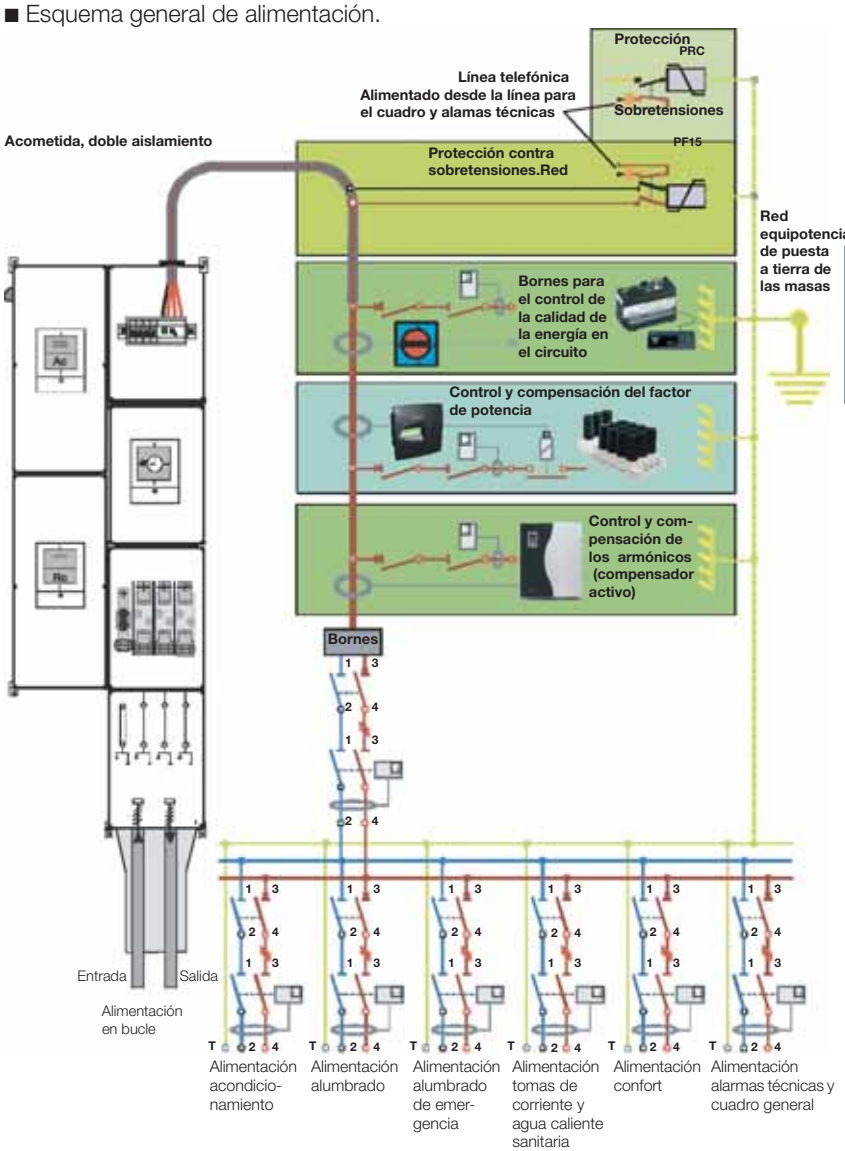


Fig. K5-217: *esquema general de alimentación y CGBT.*

Contratación más adecuada de energía

Según la proposición de instalación, prevemos un consumo de:

■ En horas valle.

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi = 1{,}73 \cdot 400\,V \cdot 4{,}17\,A \cdot 0{,}89 = 2{,}57\,kW \approx 3\,kW$$

■ En horas llano y punta.

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi = 1{,}73 \cdot 400\,V \cdot 38{,}78\,A \cdot 0{,}683 = 18{,}33\,kW$$

En el apartado D5 del Volumen 1, “Cálculo de las acometidas”, página D/111, hemos realizado una previsión de 20 kW y una tarifa 0.3.

Después del estudio detallado de los consumos y aplicando las técnicas del control energético estamos obteniendo un consumo de 19 kWh.

Es adecuado contratar 20 kW en tarifa 0.4 a más de 117 h.

A la salida de la acometida dejaremos unos bornes para poder conectar un analizador de redes del sistema **Power**Logic®, para poder controlar la calidad de la energía en este punto de forma periódica.

Planta 6.ª, 3.ª

Se ha alquilado para una oficina de tramitación de patentes.

Dispone de un despacho individual, de la recepción con sala de espera incluida para la atención del público, los servicios, una sala de archivo, en la que se sitúa la bomba de calor para el acondicionamiento y un despacho colectivo.

Situación en planta de las cargas:

■ Planta 6.ª, 3.ª.

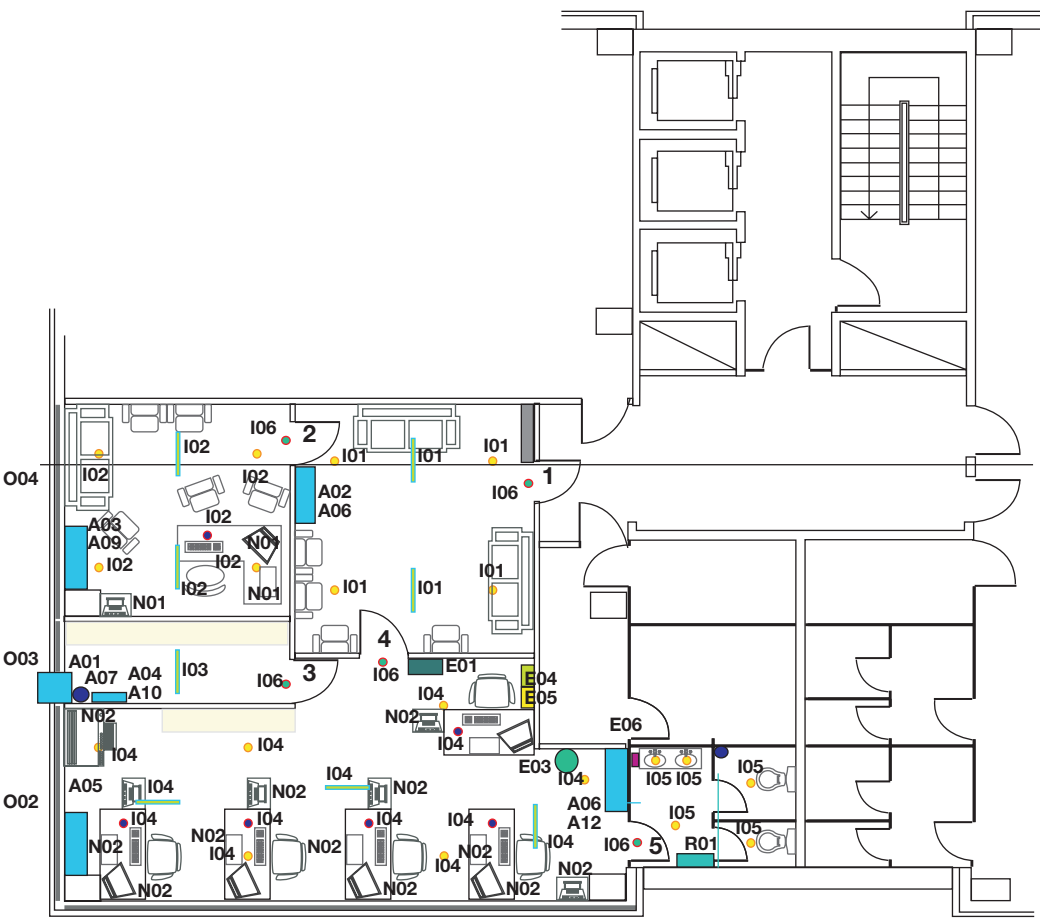


Fig. K5-218: *situación de las cargas en la planta 6.ª, 2.ª.*

Aire acondicionado de la planta 6.ª, 3.ª

Disponen de una bomba de calor situada en la dependencia de archivo de la misma planta, con acceso directo al exterios sin sobrepasar la cornisa del edificio, para atender el volumen de 6.ª, 3.ª.

Las bombas de calor calientan o enfrían agua segun las intrucciones dadas manualmente al cuadro de mandos propio. La temperatura del agua se puede regular, pero es deseable que trabaje entre 50 y 55 ºC.

Esta agua se distribuye a los fancoils, repartidos por las dependencias, a través de una bomba para agua de 1/3 de CV a requerimiento de los termostatos que controlan la temperatura de las dependencias de las dos plantas.

La bomba de calor desarrolla una potencia de 9,6 kW en la creación de frigorías y de 10,2 kW en la de calorías.

Esta distribución permite individualizar el trabajo de la bomba de calor, permitiendo que trabaje calentando o enfriando y disponer durante la jornada de agua caliente o fría según necesidades.

Los fancoils son individualizados para cada dependencia o grupo:

■ Sala de recepción (1): el fancoil permiten un caudal de 1.000 m^3/h, con una potencia de 1/4 de CV a 230 V.

■ Despacho (n.º 2): el fancoil permiten un caudal de 1.000 m^3/h, con una potencia de 1/4 de CV a 230 V.

■ Archivo (n.º 3): el fancoil permiten un caudal de 750 m^3/h con una potencia de 1/5 de CV a 230 V.

■ Sala (n.º 4): dos fancoils permiten cada uno un caudal de 750 m^3/h con una potencia de 1/5 de CV a 230 V. Uno de los fancoils alimenta a través de una conducción al servicio.

Los fancoils se alimentan de agua aclimatada desde la bomba de calor, a través de un circuito con bomba de 1/3 CV.

Ambientador

En cada fancoil dispondremos de un dosificador de ambientador y desinfectante, para mantener un ambiente agradecido a la sensibilidad humana.

Renovación de aire

Debemos colaborar en la renovación de aire, expulsando aire con poco O_2 y bastante CO_2, adquiriendo mayor caudal del exterior.

Los fancoils están conectados al exterior para poder adquirir aire de renovación a través de una ventanilla de paso regulable.

Debemos tener en consideración las salas especiales que necesitan una renovación de aire propia, en consonancia con su actividad:

■ Los servicios: situaremos un extractor con conducto para cada dependencia, que permiten un caudal de 900 m^3/h, de una potencia de 225 W a 230 V y un temporizador que le permita trabajar cinco minutos o más cada cuarto de hora.

Alumbrado general de la planta 6.ª, 3.ª

Cada dependencia dispondrá de un alumbrado general reducido de unos 300 lux y un alumbrado de refuerzo de unos 400 lux, ambos se encienden a voluntad a través de un interruptor manual.

La luminosidad se ha adecuado al trabajo con monitores, tanto en intensidad como en color, si debemos trabajar en las mesas de despacho sin el monitor, podemos necesitar un incremento de luminosidad a unos 850 lux. Suplemento a obtener de una lámpara de sobremesa.

Alumbrado de emergencia

Dispondremos de un alumbrado de señalización con lámparas fluorescentes compactas de 25 W cos $\varphi = 0,5$; I = 0,205 A. La alimentación se realiza a través de un SAI, con una reserva de una hora (según reglamento).

Conectores para red de 230 V

Dispondrán en cada dependencia de una red de conectores a 230 V, de la serie Unica para dos unidades, de las cuales una, la de color naranja, estará discriminada en

horario de trabajo y son las que corresponden para el uso de los utensilios de la limpieza. Solamente dispondrán de tensión en las horas valle de la contratación.

Conectores para red de 230 V a través de SAI
Cada punto informático dispondrá de una columna del sistema Canalis con los mandos del alumbrado, una o más tomas de corriente de la red de conectores a 230 V, un juego de tomas de corriente alimentadas por SAI, para los equipos informáticos, una toma correspondiente a la red informática, una toma de TV y una toma de teléfono.
Los monitores y las CPU's se alimentan a través de un SAI. Cada SAI alimentará seis elementos como máximo, tres monitores y tres CPU's, y permiten una autonomía de 30 minutos para el caso de fallo de tensión poder guardar el fichero y cerrar el programa debidamente.
En las dependencias de la 6.ª, 3.ª planta, los SAI son individualizados para cada una de ellas.
El circuito de alimentación de los SAI y el de salida de las mismas, es en régimen TT.

Confort
La transparencia al exterior, con grandes ventanales, obliga a una protección con persianas de los rayos ultravioletas del sol, incidentes sobre las salas.

La antena de comunicación
La alimentación de la amplificación de la señal de TV comunitaria no es discriminable.

Hilo musical
Alimentaremos un equipo de cadena HI-FI para las dependencias.

La central telefónica
Estará situada en la recepción y alimentada a través del SAI.

Agua sanitaria caliente
El termo de agua caliente para los servicios de la planta es discriminable para actuación exclusivamente en horas valle.

Las alarmas técnicas
Su consumo es esporádico en circunstancias excepcionales, solamente por la aptitud de su función, pero estarán alimentadas a través de un SAI, propio, con reserva para una hora.

Potencias y consumos

N.º		Clase	P (W)	I (A)	Fase					
					L1		L2		L3	
A00	Aire acondicionado planta 6.ª, 2.ª					22,1		22,1		22,7
A01	Bomba calor 1	BB2	1 . 10.200	19	19		19		19	
A02	Fancoil S1	BB2	1 · 190	1,7	1,7					
A03	Fancoil S2	BB2	1 · 190	1,7			1,7			
A04	Fancoil S3	BB2	1 · 155	1,4					1,4	
A05	Fancoil S4	BB2	1 · 155	1,7	1,4					
A06	Fancoil S4	BB2	1 · 155	1,7			1,4			
A07	B5. Cir. H_2O 4.ª, 2.ª	BB2	1 · 255	2,3					2,3	
A00	Ambientador					1		1		0,5
A08	Fancoil A02	BB2	1 · 115	0,5	0,5					
A09	Fancoil A03	BB2	1 · 115	0,5			0,5			
A10	Fancoil A04	BB2	1 · 115	0,5					0,5	
A11	Fancoil A05	BB2	1 · 115	0,5	0,5					
A12	Fancoil A06	BB2	1 · 115	0,5			0,5			
R00	Renovación de aire									1,6
R01	Extractor 6.ª, 2.ª	BB1	1 · 225	1,6					1,6	

(continúa en pág. siguiente)

(continuación)

N.º		Clase	P (W)	I (A)	Fase					
					L1		L2		L3	
I00	Alumbrado					4,52		2,97		3,28
I01	Sala S1	BB1	2 · 54	0,45	0,9					
			4 · 25	0,205	0,82					
I02	Despacho S2	BB1	2 · 54	0,45			0,9			
			4 · 25	0,205			0,82			
			1 · 50	0,22			0,22			
I03	Despacho S3	BB1	1 · 54	0,45					0,45	
I04	Despacho S4	BB1	3 · 54	0,45	1,35					
			6 · 25	0,205	1,23					
			5 · 50	0,22	0,22					
I05	Servicio H-5	BB2	5 · 25	0,205			1,03			
I06	A. emergencia	BB1	6 · 25	0,205					1,23	
C00	Conectores, enchufes					11,5		4		1,5
C01	Sala S1	BB1	3 · 5 A ·0,1	1,5	1,5					
			3 · 5 A ·0,05	0,75						
C02	Despacho S2	BB1	5 · 5 A ·0,1	2,5			2,5			
			3 · 5 A ·0,05	0,75						
C03	Archivo S3	BB1	3 · 5 A · 0,1	1,5					1,5	
			3 · 5 A · 0,05	0,75						
C04	Despacho S4	BB1	20 · 5 A · 0,1	2,5	10					
			6 · 5 A · 0,05	0,75						
C07	Servicio S7	BB1	3 · 5 A · 0,1	1,5			1,5			
			3 · 5 A · 0,05	0,75						
Conectores discriminados									3,75	
E00	Electrodomésticos							4		4,4
E01	Dispen. C S4	BB2	1 · 800	4,4					4,4	
E02	Dispen. A S4	BB2	1 · 400	2,2			2,2			
E03	Cadena HI-FI	BB3		0,5			0,5			
E04	Dispensador S5	BB2	1 · 300	1,3			1,3			
N00	Informática					4,8		13		14
N01	Despacho S2									
	CPU	BB1	1 · 300	1,3	1,3					
	Pantalla	BB1	1 · 220	1	1					
	Impresora	BB1	1 · 110	0,5	0,5					
N02	Despacho S4									
	CPU	BB1	5 · 300	1,3					6,5	
	Pantalla	BB1	5 · 220	1					5	
	Impresora	BB1	5 · 110	0,5					2,5	
	C. telefónica	BB1	1 · 1100	2	2					
	Fotocopiadora	BB1	1 · 3.000	13			13			
T00	Alarmas técnicas							2,6		
T01	F. sist. dom.	BB1								
T02	C. humos	BB2		0,1			0,1			
T03	Sirena	BB1		0,2			0,2			
T04	Comunicación	BB1		0,2			0,2			
T05	DF agua	BB2		0,1			0,1			
T06	Electroválvula	BB2		0,3			0,3			
T07	Intrusión	BB1		0,1			0,1			
T08	Sirena	BB1		0,3			0,3			
O00	Confort									2,0
O01	S04 persiana	BB1	1 · 140	0,6					0,6	
O02	S04 persiana	BB1	1 · 100	0,5					0,5	
O03	S03 persiana	BB1	1 · 80	0,4					0,4	
O04	S03 persiana	BB1	1 · 100	0,5					0,5	
S00	Agua sanitaria caliente					5,2				
S01	Servi. 6.ª, 1.ª 80 L	BB2	1 · 1.200	5,2	5,2					

Tabla K5-219: *valores de potencia e intensidad de las cargas conectadas.*

Clasificación de las cargas

■ Esquema de distribución eléctrica del acondicionamiento.

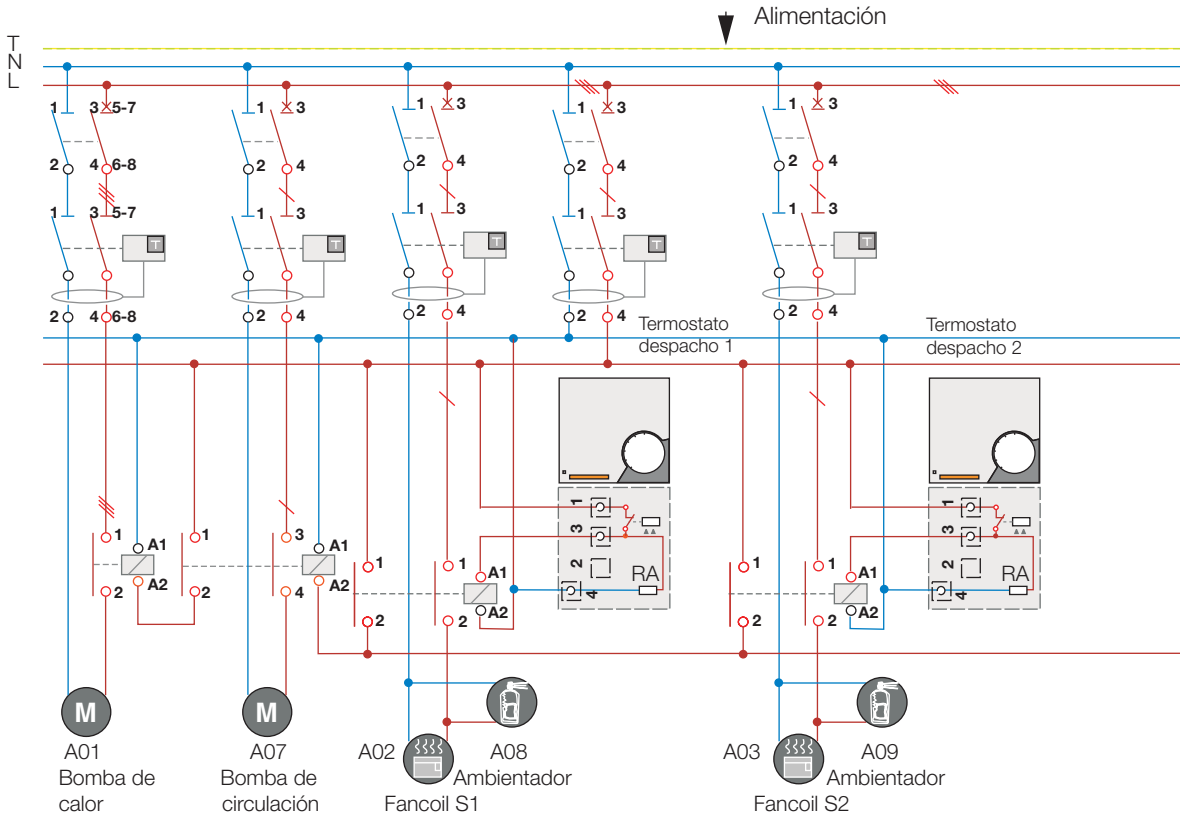


Fig. K5-220: *Esquema de generación y distribución del acondicionamiento.*

■ Distribución de la renovación de aire.

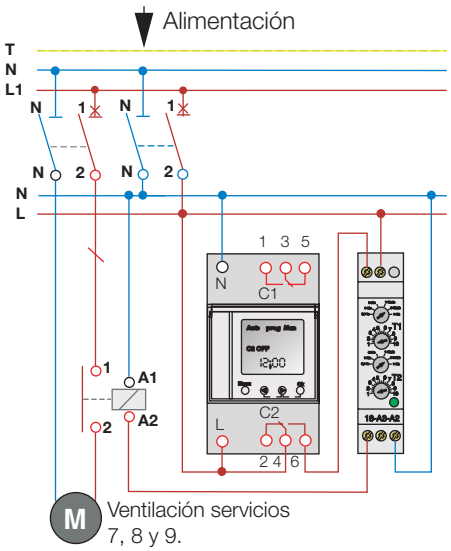
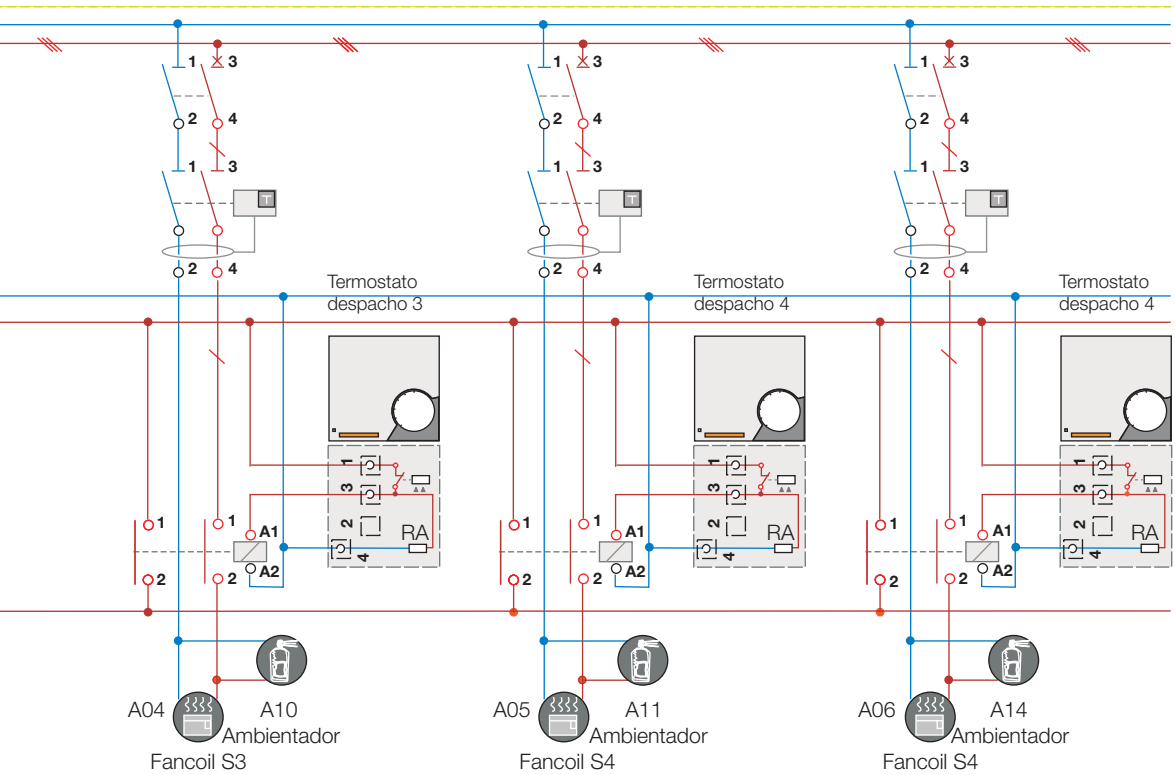


Fig. K5-221: *esquema de distribución de la renovación de aire.*



■ Alumbrado de emergencia de la planta 6.ª, 3.ª.

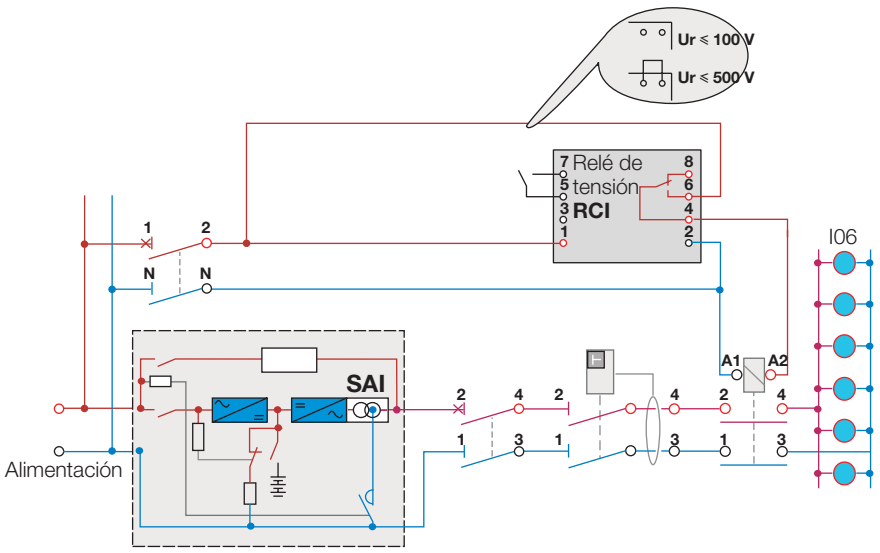


Fig. K5-224: *esquema circuito alumbrado de emergencia planta 6.ª, 3.ª.*

■ Distribución alumbrado 6.ª, 2.ª.

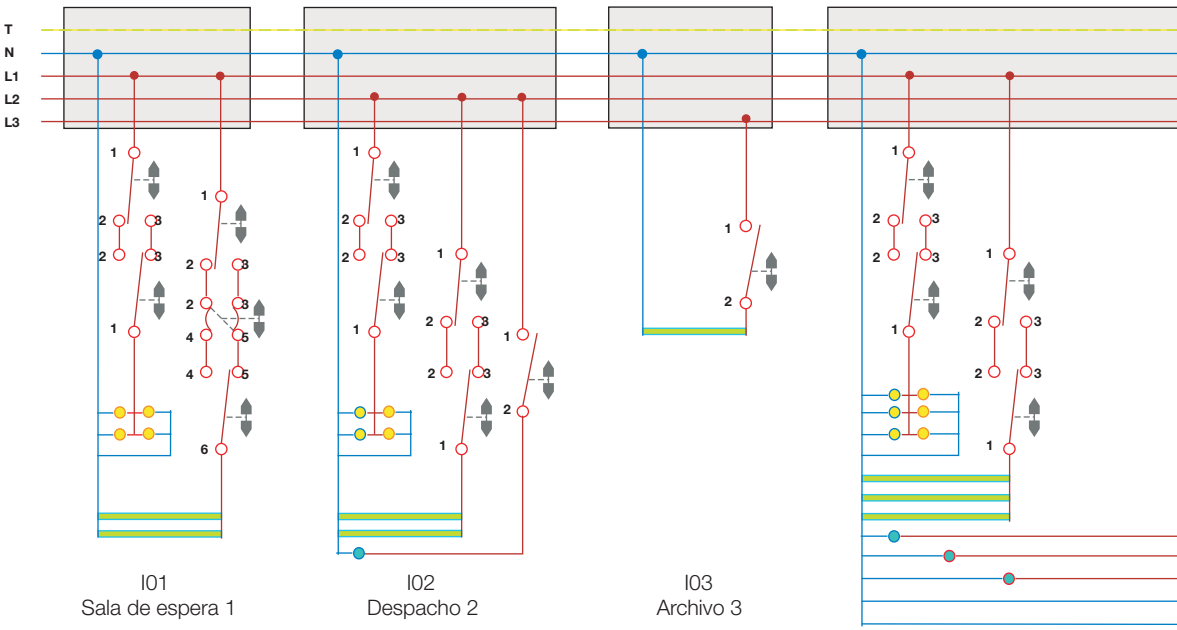


Fig.K5-222: esquema distribución alumbrado planta 6.ª, 3.ª.

■ Circuito general de alimentación de las tomas de corriente.

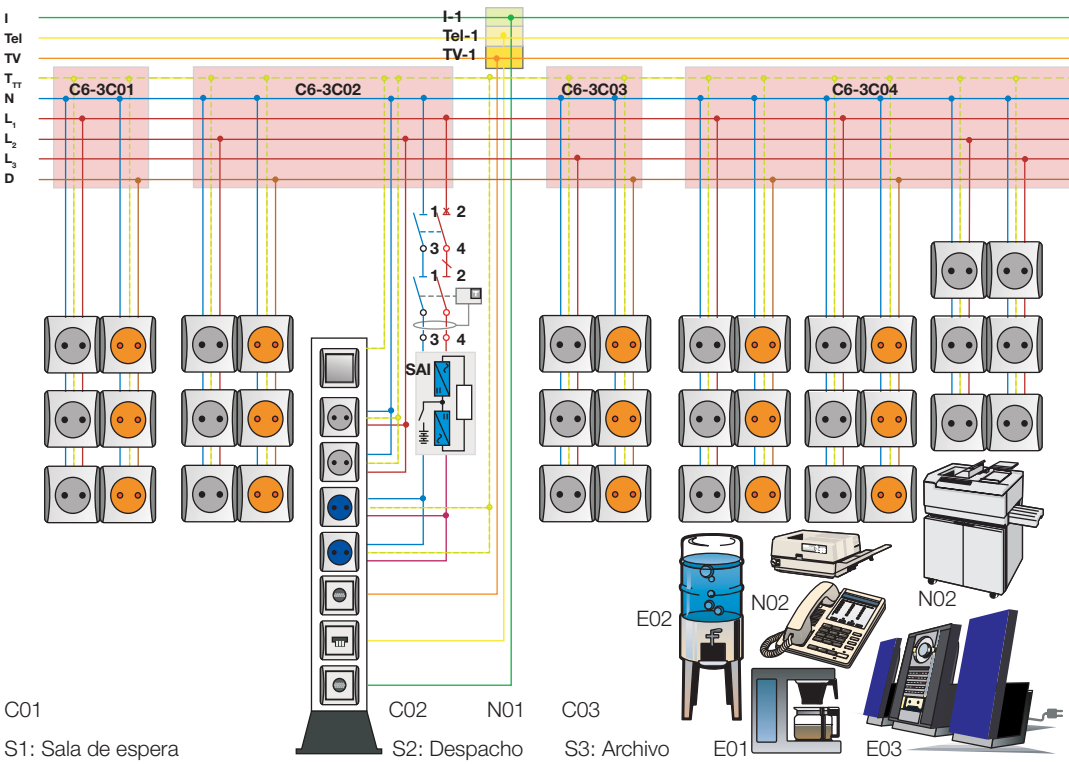
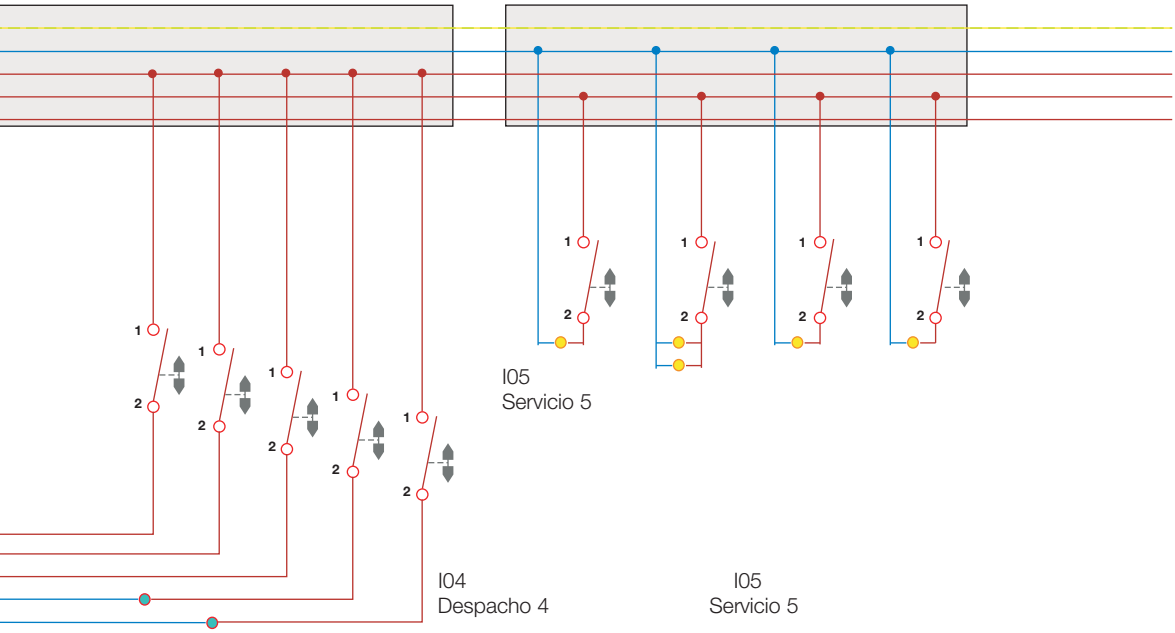
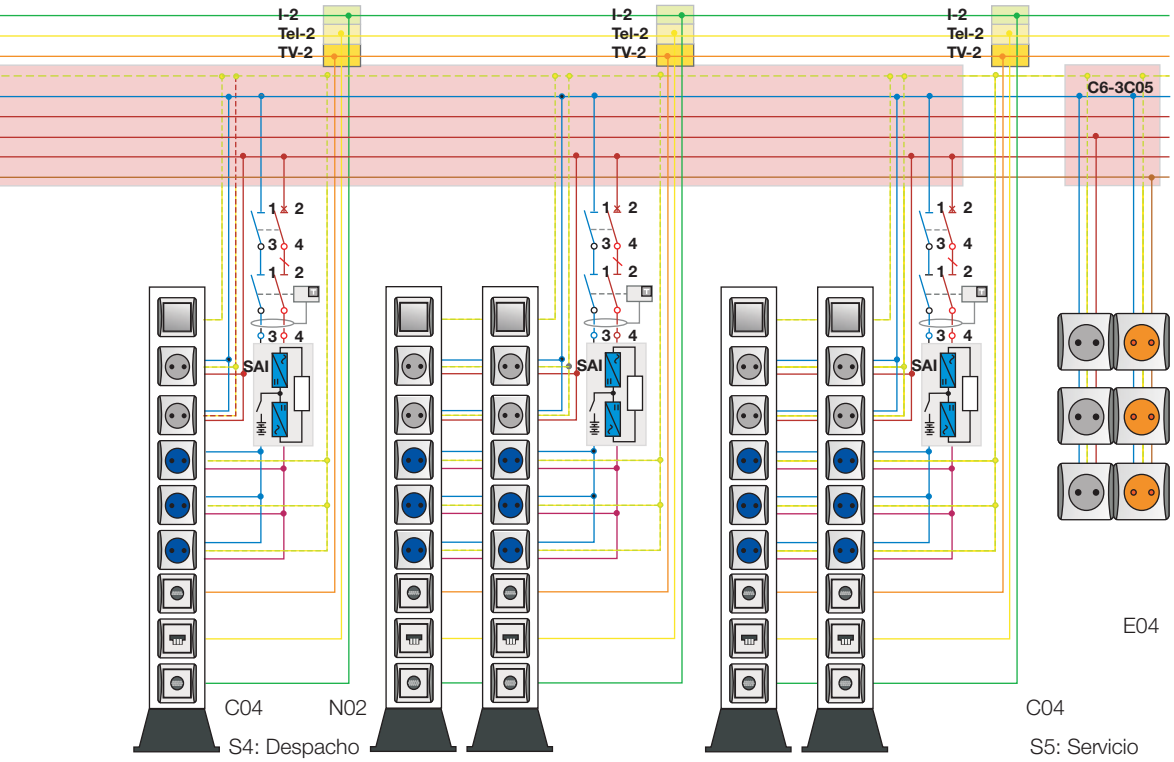


Fig. K5-223: *esquema distribución tomas de corriente, electrodomésticos e informática de la planta 6.ª, 3.ª.*


I05
Servicio 5
I04
Despacho 4
I05
Servicio 5


I-2
Tel-2
TV-2
I-2
Tel-2
TV-2
I-2
Tel-2
TV-2
C6-3C05
SAI
SAI
SAI
E04
C04
N02
S4: Despacho
C04
S5: Servicio

■ Esquema para la alimentación de las tomas de corriente a 230 V.

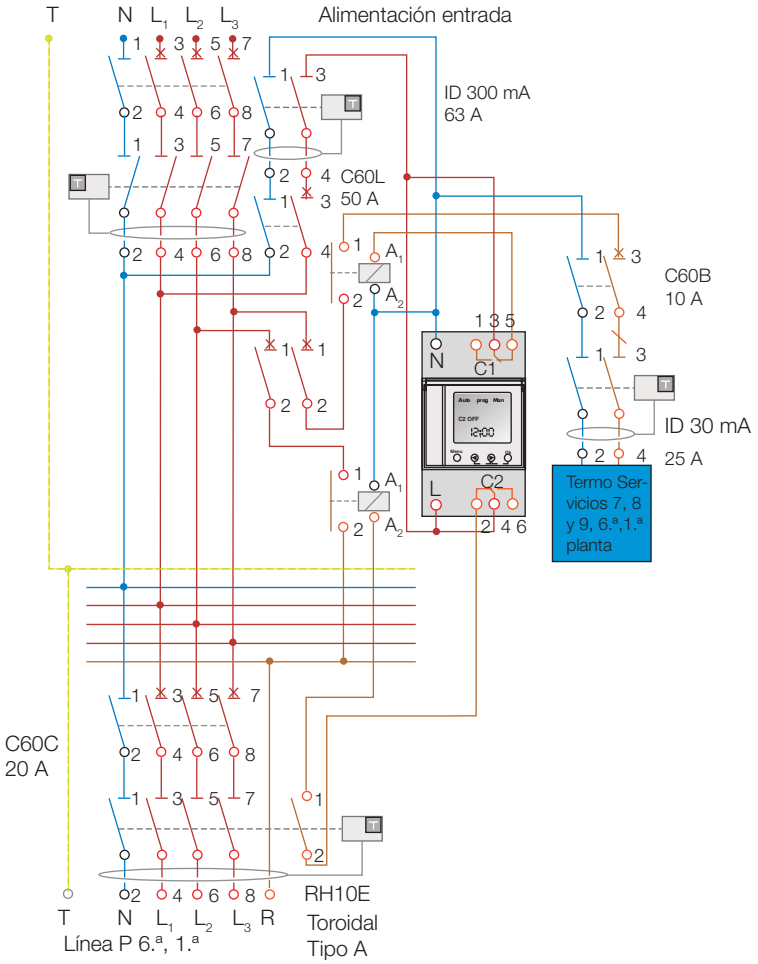


Fig. K5-225: *esquema de alimentación circuitos de las tomas de corriente de la planta 6.ª, 3.ª.*

La línea se deberá calcular para la fase más cargada.
En la alimentación para el confort, lo efectuaremos desde las líneas de distribución de las tomas de corriente.
Las tomas de potencia se realizarán desde la caja de bornes de cada dependencia.
Dispondremos de una fase discriminada para las tomas de corriente de los electrodomésticos de limpieza, a través de un reloj programador.
Dispondremos de un control en el tiempo del calentamiento del agua sanitaria a través del segundo circuito del reloj de las tomas de corriente discriminadas, para calentar el agua en las horas valle.
Tanto la generación de armónicos como el desfase, de las cargas conocidas, es insignificante, por tanto dejaremos su tratamiento englobado en la compensación general.
■ Alimentación cargas informáticas.
Desde el circuito de las tomas de corriente alimentaremos las fuentes de alimentación ininterrumpida SAI.
Las cargas informáticas son generadoras de armónicos y trabajan con un cos φ del orden de 0,7.

Estas cargas son muy sensibles a los armónicos y ellas mismas son generadoras, produciendo un efecto multiplicador con valores de factor de cresta de 2,4 a 2,8 veces.

■ Circuito telefónico.

En este apartado describiremos la línea de distribución correspondiente a las dependencias tratadas y alimentaremos la centralita desde las tomas de corriente del despacho n.º 4.

■ Circuito TV.

En este apartado solamente describiremos la línea de distribución correspondiente a las dependencias tratadas de la planta 6.ª, 3.ª.

Su tasa global de distorsión es del orden del 93%, THDI = 93%.

■ Confort.

Las persianas las alimentaremos desde la caja de distribución de la red de tomas de corriente a 400/230 V 50 Hz en régimen TT y las controlaremos por medio del sistema domótico de forma individual y desde la recepción de la primera planta de forma centralizada.

■ Esquema distribución y mando confort circuito planta 6.ª, 3.ª.

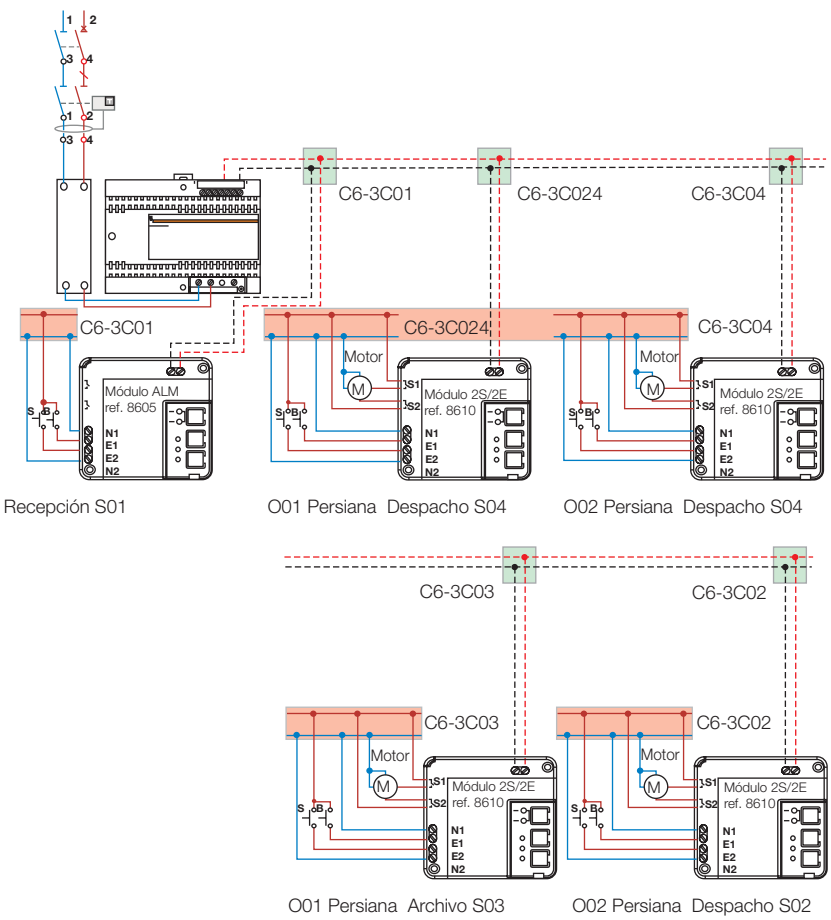


Fig. K5-226: *esquema distribución confort planta 6.ª, 2.ª.*

■ Alarmas técnicas.

Las alarmas se alimentarán a través de una SAI propia, la detección de humos, la detección de fugas de agua y la detección de presencia, formaran el conjunto de alarmas que nos permitirán tener alarma visual, sonora y telefónica. Una alimentación general y distribuida por la planta 6.ª, 3.ª nos permite mantener el control de la planta.

■ Situación en planta.

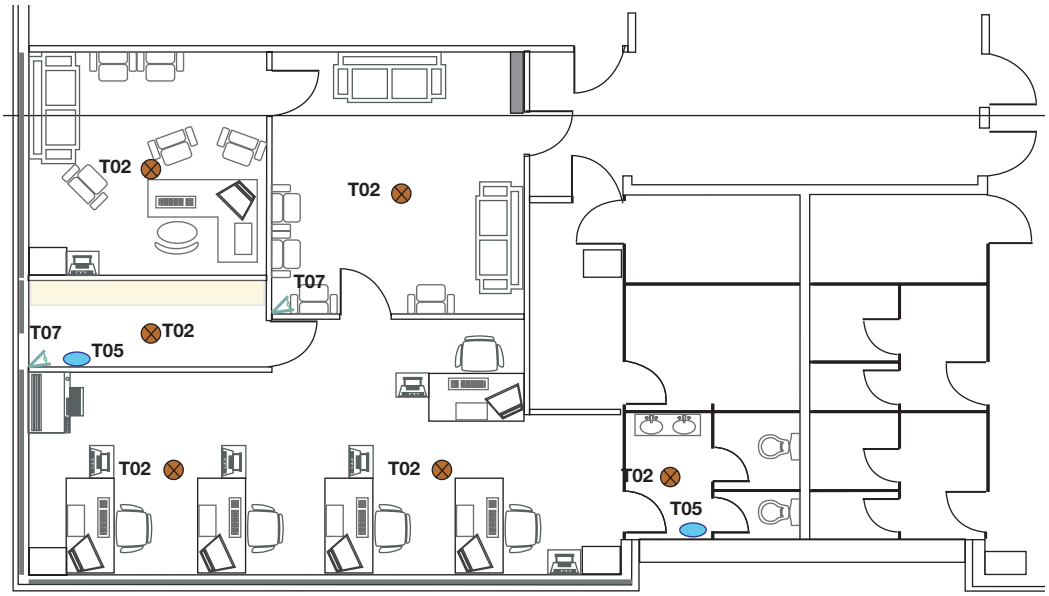


Fig. K5-227: *esquema de situación en planta de las alarmas técnicas de la planta 6.ª, 3.ª.*

■ Esquema de alimentación general.

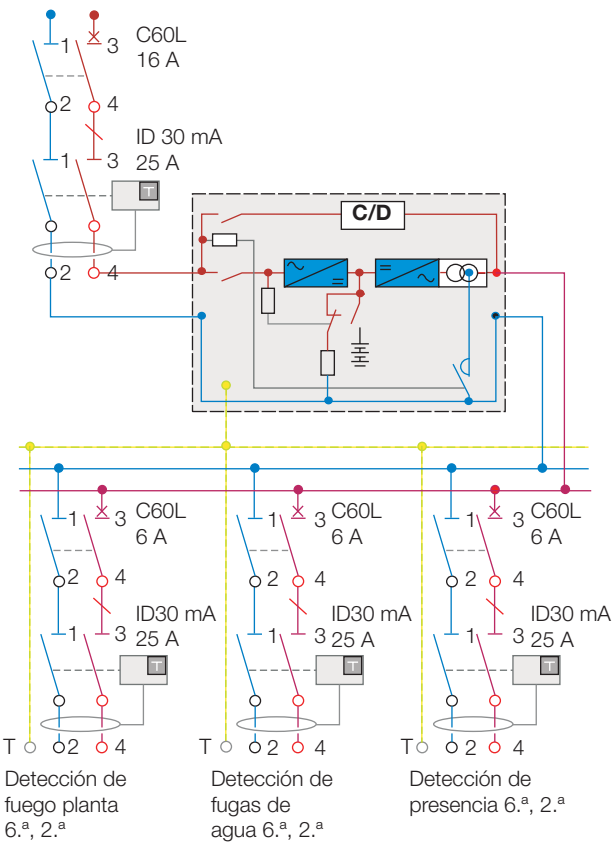


Fig. K5-228: *esquema general de alimentación alarmas técnicas planta 6.ª, 3.ª.*

■ Detección de humos.

Con el sistema domótico podemos detectar la presencia de humos en cada dependencia, excitar una alarma acústica o luminosa y comunicar la situación a un centro particular de alarmas vía teléfono.

Para la definición del tipo de detector de cada dependencia, ver apartado J19, página J/831, del Volumen 3.

□ Distribución detección de humos planta 6.ª, 3.ª.

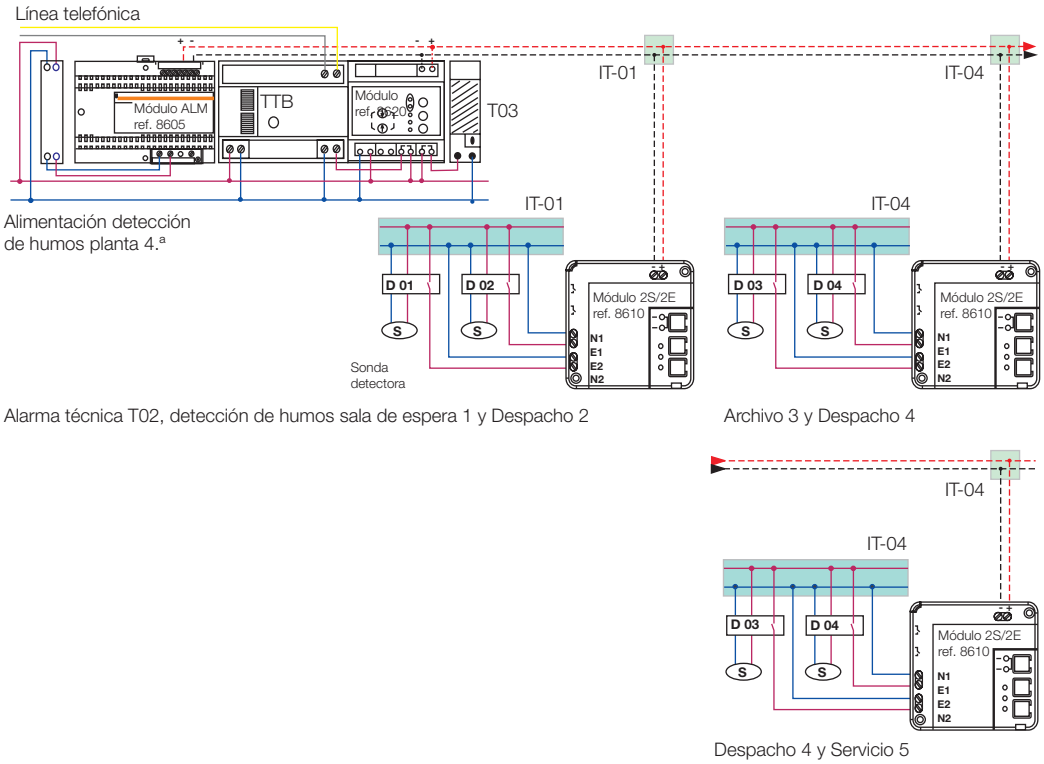


Fig. K5-229: *esquema de distribución, detección de humos planta 6.ª, 3.ª.*

■ Detección de presencia.

La detección de presencia para el control de intrusos, en determinadas horas del día, puede activar una alarma acústica o luminosa y una conexión vía telefónica a una central de alarmas particular.

□ Esquema del circuito planta 6.ª, 3.ª.

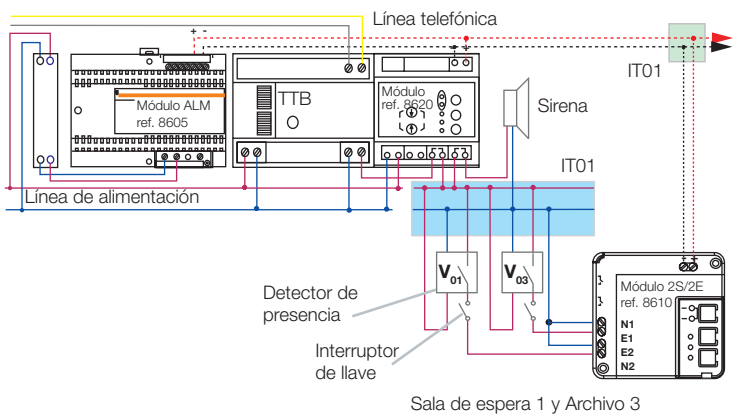


Fig. K5-230: *esquema de distribución para la detección de presencia en planta 6.ª, 3.ª.*

Durante todo el día puede estar activando un sistema de control por grabación con registro por vídeo.

■ Control de fugas de agua.

En las salas donde se dispone de suministro de agua en el momento que se detecte una fuga, deberá cortarse el suministro de la dependencia actuando sobre la llave general de la dependencia.

Disponemos del sistema domótico para poder controlar las posibles fugas.

□ Esquema de distribución y control fugas de agua en la planta 6.ª, 3.ª.

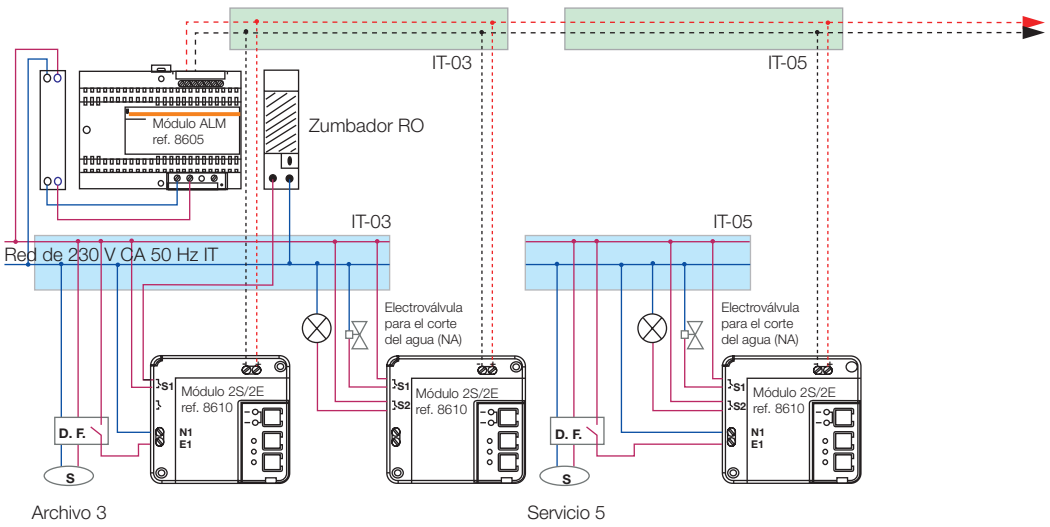


Fig. K5-231: *esquema de distribución y control fugas de agua de la planta 6.ª, 3.ª.*

Potencias y consumos

Intensidades instaladas

N.º		K_s	Fase					
			L1		L2		L3	
A00	Aire acondicionado planta 6.ª, 3.ª	0,8	22,1		22,1		22,7	
A00	Ambientador	0,8	1		1		0,5	
R00	Renovación de aire	0,4					1,6	
I00	Alumbrado	0,9	4,52		2,97		3,28	
	A. emergencia	1					1,23	
C00	Conectores, enchufes	0,6	11,5		4		1,5	
	Conectores discriminados	0,9					3,75	
E00	Electrodomésticos	0,7			4		4,4	
N00	Informática	1	4,8		13		14	
T00	Alarmas técnicas	0,1			2,6			
O00	Confort	0,5					2	
S00	Agua sanitaria caliente	0,8	5,2					
Totales			**49,12**		**49,67**		**51,21**	
							3,75	

Tabla K5-232: *totales de intensidades instaladas.*

Consumo discriminado en horas valle

N.º		K_s	Fase					
			L1		L2		L3	
I00	Alumbrado de emergencia	1					1,23	
C00	Conectores, enchufes							
	Conectores discriminados	0,9					3,75	
T00	Alarmas técnicas	0,1			2,6			
S00	Agua sanitaria caliente	0,8	5,2					
Totales				**5,2**		**0,26**		**4,61**

Tabla K5-233: *totales de intensidades consumidas en horas valle.*

■ Intensidad media de consumo horas valle:

$$I_m = \frac{I_{L1} + I_{L2} + I_{L3}}{3} = \frac{5{,}2\,A + 0{,}26\,A + 4{,}61\,A}{3} = 3{,}36\ A$$

■ Cálculo del cos φ medio en horas valle.

N.º	Leyenda	K_s	I_m	Cos φ	P(W)
I00	Alumbrado de emergencia	1	1,23	0,5	141,45
C00	Conectores discriminados	0,9	3,75	0,8	621
T00	Alarmas técnicas	0,1	2,6	0,8	47,84
S00	Agua sanitaria caliente	0,8	5,2	1	956,8
Total					**1.767,09**

Tabla K5-234: *valores para el cálculo del cosφ medio en horas valle.*

$$\cos\varphi = \frac{1.767{,}09}{2.075{,}75} = 0{,}851$$

■ Cálculo de la tasa THDI, armónicos en horas valle.

N.º	Leyenda	K_s	I_m	THDI	I_{THDI}
I00	Alumbrado de emergencia	1	1,23	37%	0,46
Total					**0,46**

Tabla K5-235: *valores para el cálculo del THDI medio en horas valle.*

■ Intensidad media de consumo horas llano y punta.

Consumo en horas llano y punta

N.º		K_s	Fase					
			L1		L2		L3	
A00	Aire acondicionado planta 6.ª, 3.ª	0,8	22,1		22,1		22,7	
	Ambientador	0,8	1		1		0,5	
R00	Renovación de aire	0,4					1,6	
I00	Alumbrado	0,9	4,52		2,97		3,28	
E00	Electrodomésticos	0,7			4		4,4	
C00	Conectores, enchufes	0,6	11,5		4		1,5	
N00	Informática	1	4,8		13		14	
T00	Alarmas técnicas	0,1			2,6			
O00	Confort	0,3					2	
Totales				**34,25**		**39,62**		**40,73**

Tabla K5.236: *intensidades cargas discriminadas en horas llano y punta.*

■ Intensidad media de consumo horas llano y punta:

$$I_m = \frac{I_{L1} + I_{L2} + I_{L3}}{3} = \frac{34{,}25\,A + 39{,}62\,A + 40{,}73\,A}{3} = 38{,}2\ A$$

■ Cálculo del cos φ medio en horas llano y punta.

N.º	Leyenda	K_s	I_m	Cos φ	P (W)
A00	Aire acondicionado planta 6.ª, 1.ª	0,8	22,3	0,8	9.876,22
	Ambientador	0,5	0,83	0,6	172,3
R00	Renovación de aire	0,4	1,6	0,7	103,04
I00	Alumbrado	0,9	3,59	0,5	2.235,85
E00	Electrodomésticos	0,7	2,8	0,7	1.356,32
C00	Conectores, enchufes	0,6	5,66	0,8	1.645,03
N00	Informática	1	10,6	0,7	4.068,96
T00	Alarmas técnicas	0,1	2,6		59,8
O00	Confort	0,5	2	0,7	161
Total					**15.609,56**

Tabla K5-237: *valores para el cálculo del cos φ medio en horas llano y punta.*

$$\cos\varphi = \frac{14.084{,}74}{19.011{,}6} = 0{,}74$$

■ Cálculo de la tasa THDI, armónicos en horas llano y punta.

N.º	Leyenda	K_s	I_m	THDI	I_{THDI}
I00	Alumbrado		3,59	37%	1,32
N00	Informática		10,6	93%	9,86
Total					**11,18**

Tabla K5-238: *valores para el cálculo del THDI media en horas valle.*

Se han realizado todos los cálculos a través de las intensidades medias de consumo, en este caso no se puede efectuar esta simplificación puesto que el desfase de consumo de cada fase es elevado, aunque el estudio de reparto global quede bastante equilibrado, no sucede así en las cargas polucionantes. La intensidad polucionante de armónicos se calcularán para las intensidades máximas.

N.º	Leyenda	K_s	I_m	THDI	I_{THDI}
I00	Alumbrado		4,52	37%	1,67
N00	Informática		14,00	93%	13,02
Total					**14,69**

Tabla K5-239: *valores para el cálculo del THDI máximo en horas valle.*

Potencia reactiva necesaria

Si deseamos compensar hasta un cos φ de 0,98, tendremos:

■ Para horas valle.

Con un cos φ medio de 0,851 para pasar a un cos φ de 0,98 debemos multiplicar por 0,417 según la Tabla E5-003 de la página E/49 del Volumen 1:

$$Q_c(\text{kVAr}) = P(\text{kW}) \cdot K = 1{,}77\ \text{kW} \cdot 0{,}417 = 0{,}74\ \text{kVAr}$$

■ Para horas llano y punta.

Con un cos φ medio de 0,74 para pasar a un cos φ de 0,98 debemos multiplicar por 0,7 según la Tabla E5-003 de la página E/49 del Volumen 1:

$$Q_c(\text{kVAr}) = P(\text{kW}) \cdot K = 15{,}61\,\text{kW} \cdot 0{,}417 = 10{,}93\,\text{kVAr}$$

Debemos dimensionar la batería para el período de mayor carga, consumos en horas valle, y proporciona un juego de escalones que nos permita trabajar cómodamente durante las horas llanas y punta.

Un Varplus SAH de 12,5 kVAr sería una solución adecuada.

Intensidad de armónicos THDI a compensar:

■ Para horas valle, 0,46 A (THDI).

■ Para horas llano y punta, 11,18 A (THDI).

Debemos atender el valor de las horas llano y punta (11,18 A).

Es conveniente considerar un coeficiente de esponjamiento/seguridad de 1,2:

$$I_{(THDI)T} = I_{(THDI)} \cdot K = 11{,}18\ A \cdot 1{,}2 = 13{,}42\ A_{(THDI)}$$

Un SineWave de 20 $A_{(THDI)}$ es adecuado.

■ Esquema general de alimentación.

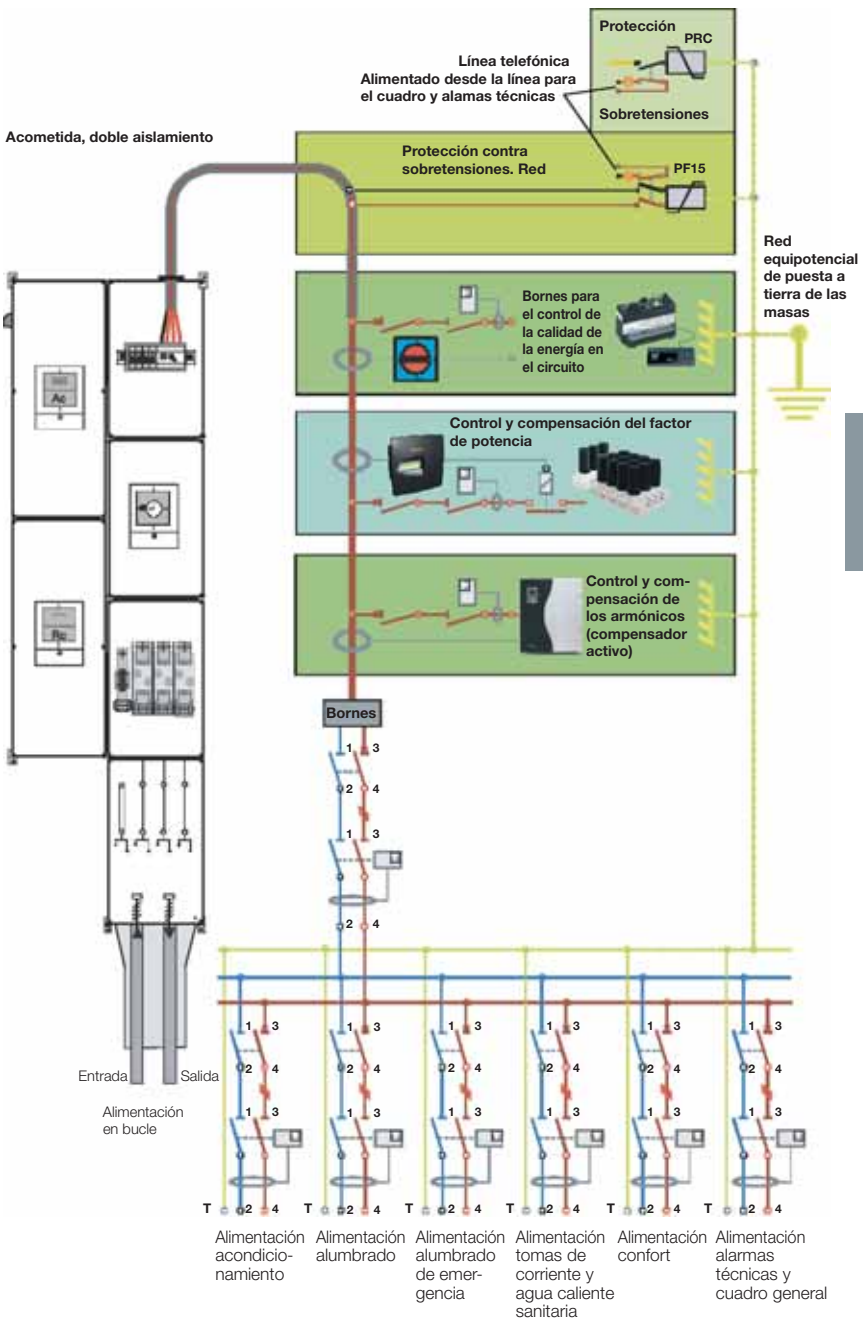


Fig. K5-240: *esquema general de alimentación y CGBT.*

Consideraciones de los SAI

La intencionalidad de mantener unas fuentes de alimentación ininterrumpida repartidas por las cargas, no tiene más interés que el de presentar opciones diferentes.

Conocemos las cargas y por tanto podemos definir el SAI correspondiente, desde el catálogo del producto.

Contratación más adecuada de energía

Según la proposición de instalación, prevemos un consumo de:

En horas valle:

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi = 1{,}73 \cdot 400 \text{ V} \cdot 3{,}36 \text{ A} \cdot 0{,}851 = 1{,}97 \text{ kW}$$

En horas llano y punta:

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi = 1{,}73 \cdot 400 \text{ V} \cdot 38{,}2 \text{ A} \cdot 0{,}74 = 19{,}57 \text{ kW}$$

En el apartado D5. “Cálculo de las acometidas”, página D/111, hemos realizado una previsión de 25 kW y una tarifa 0.3.

Después del estudio detallado de los consumos y aplicando las técnicas del control energético estamos obteniendo un consumo de 21,55 kWh.

Es adecuado contratar 25 kW en tarifa 0.4 a más de 117 h.

A la salida de la acometida dejaremos unos bornes para poder conectar un analizador de redes del sistema **Power**Logic®, para poder controlar la calidad de la energía en este punto, de forma periódica.

K
5

Planta 7.ª

Se ha alquilado para un centro de diseño.

Aire acondicionado

Disponen de dos bombas de calor situadas en la azotea, una para atender la parte derecha y otra para la izquierda del local de la planta 7.ª.

Las bombas de calor calientan o enfrían agua de un depósito. Esta agua se distribuye a los fancoils, situados en las dependencias, a través de sendas bombas de agua de 3/4 de CV; a requerimiento de los termostatos que controlan la temperatura de las dependencias de la 7.ª planta.

Las bombas de calor desarrollan una potencia de 29,7 kW en la creación de frigorías, y de 31,7 kW en calorías cada una.

Los fancoils son individualizados para cada dependencia:

■ Despacho (n.º 2): mantienen la climatización ocho fancoils, de un caudal de 1.500 m^3/h, con una potencia de 1/4 de CV a 230 V cada uno. Se reparte en dos sectores con cuatro fancoils cada uno y se controla con termostato independiente cada sector.

■ Despacho (n.º 13): mantienen la climatización cinco fancoils, de un caudal de 1.500 m^3/h, con una potencia de 1/4 de CV a 230 V cada uno y se controla con termostato independiente cada sector.

■ Despachos (n.os 15 y 17): mantiene la climatización un fancoil, de un caudal de 1.500 m^3/h, con una potencia de 1/4 de CV a 230 V para cada uno y se controla con termostato independiente para cada sala.

■ Sala de reunión (n.º 16): el fancoil permite un caudal de 2.000 m^3/h con una potencia de 1/3 de CV a 230 V y se controla con termostato independiente.

■ Los servicios (n.os 8 y 9 y n.os 10 y 11): se dispone de un fancoil para cada grupo, que permiten un caudal de 1.500 m^3/h con una potencia de 1/4 de CV a 230 V cada uno. El reparto para todos los departamentos de los servicios se realiza a través de conductos.

■ La sala del acondicionamiento central (n.º 4): el fancoil dispone de un caudal de 1.500 m^3/h, con una potencia de 1/4 de CV a 230 V.

■ La sala de la CPU central (n.º 3): el fancoil dispone de un caudal de 2.000 m^3/h, con una potencia de 1/3 de CV a 230 V.
■ Salas de visitas (n.º 14): dispone de un fancoil, de un caudal de 1.500 m^3/h, con una potencia de 1/4 de CV a 230 V.
■ Vestíbulo (n.º 1): dispone de un fancoil que permite un caudal de 1.500 m^3/h, con una potencia de 1/4 de CV a 230 V.
■ Vestuarios (n.os 7 y 12): dos fancoils que disponen cada uno de un caudal de 1.000 m^3/h, con una potencia de 1/5 de CV a 230 V.
■ Sala de descanso (n.º 6): dispone de un fancoil que permiten un caudal de 1.500 m^3/h, con una potencia de 1/4 de CV a 230 V.
Los fancoils se alimentan de agua aclimatada desde el depósito del sector, a través de un circuito con bomba de circulación individual, de 1 CV.
Al disponer de dos bombas de calor y dos depósitos de agua nos permite poder hacer trabajar las bombas, para climatizar cada depósito, con agua fría o caliente, de forma individual y utilizar la combinación más adecuada según la climatología.

Renovación de aire
Debemos colaborar en la renovación de aire, expulsando aire con poco O_2 y bastante CO_2, adquiriendo mayor caudal del exterior.
Con rejillas de láminas que solo permiten la circulación de aire en un sentido, comunicadas al exterior desde cada fancoil, obtendremos un caudal de aire nuevo, que se introducirá en las dependencias a través de los fancoils.
Debemos tener en consideración las salas especiales que necesitan una renovación de aire propia, en consonancia con su actividad:
■ Los servicios y vestuarios: situaremos dos extractores con conducto para cada dependencia, que permiten cada uno un caudal de 900 m^3/h, de una potencia de 225 W a 230 V y un temporizador que los haga trabajar cinco minutos cada cuarto de hora.
La renovación de aire del local de las baterías debe ser, $V\ (m^3/h) = 0{,}055\ n \cdot I$.
Donde: n = número de elementos de la batería y I = intensidad de carga del cargador de la batería en amperios (ver apartado 14.9, página J/745, del Volumen 3).
En este caso se han previsto baterías herméticas y situadas en el armario del SAI, pero si que es sumamente importante mantener una temperatura ambiente no superior a 25 ºC para el buen funcionamiento de todos los elementos del equipo.
El fancoil deberá tener un conducto hasta el exterior para renovar un 30% del aire de la sala

Ambientador
En cada fancoil dispondremos de un dosificador del ambientador y desinfectante, para mantener un ambiente agradecido a la sensibilidad humana.

Alumbrado general de la planta
Cada dependencia dispondrá de un alumbrado general reducido de unos 400 lux y un alumbrado de refuerzo de unos 500 lux, ambos se encienden a voluntad a través de un interruptor manual.
La luminosidad se ha adecuado al trabajo con monitores tanto en intensidad como en color, si debemos trabajar en las mesas de despacho sin el monitor, podemos necesitar un incremento de luminosidad y una tonalidad más cálida próxima a los 555 Å (ångströms) de longitud.
Suplemento a obtener de una lámpara de sobremesa.
En los despachos n.os 7 y 13 la iluminación se controla de forma automática y a través de célula fotoeléctricas y reguladores la iluminación, en función de la luz exterior y la generada, a unos 1.000 lux de media.

Situación en planta de las cargas

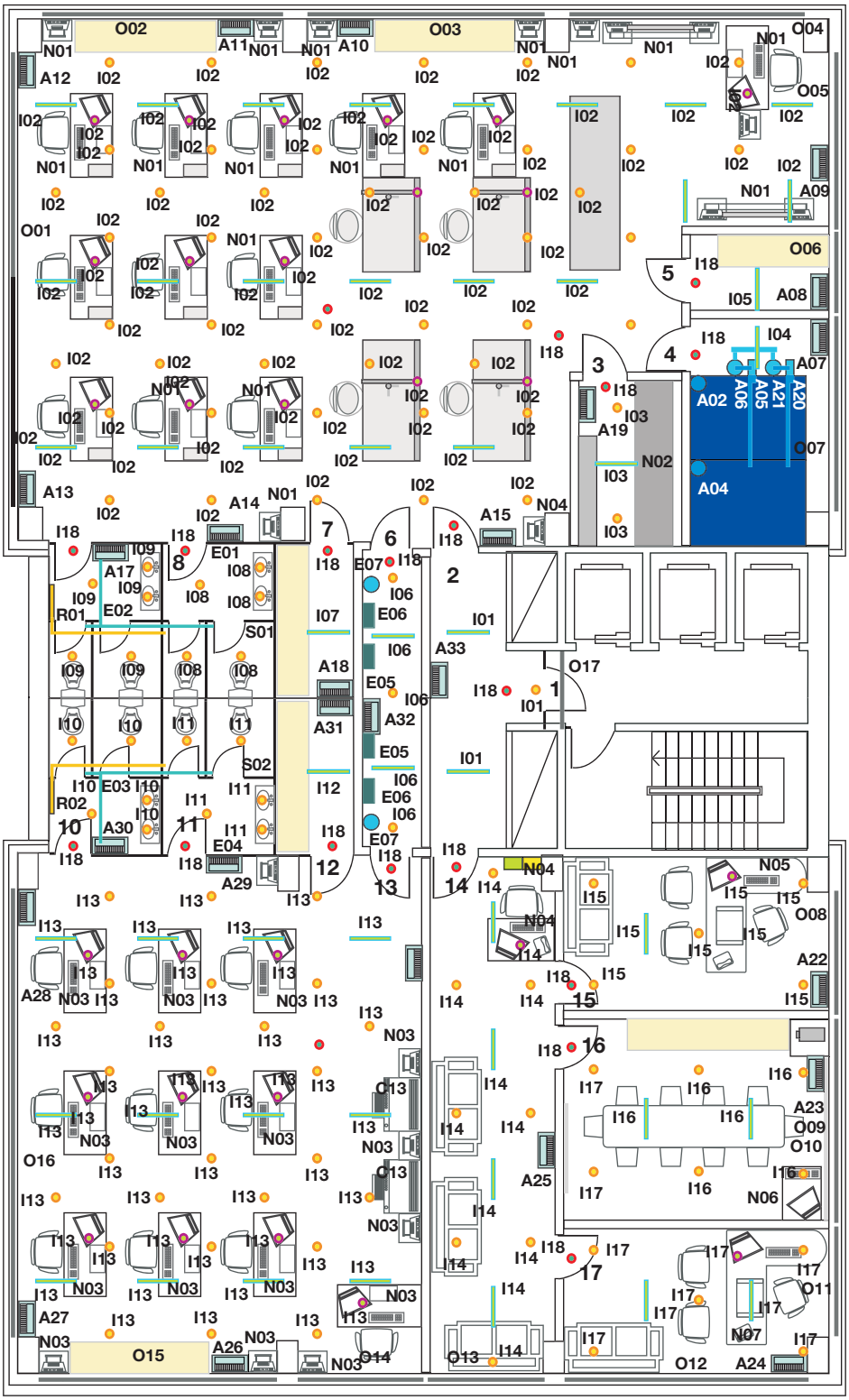


Fig. K5-241: *situación de las cargas en la planta 7.ª.*

Alumbrado de emergencia
Dispondremos de un alumbrado de señalización con lámparas fluorescentes compactas de 25 W cos $\varphi = 0,5$, I = 0,205 A. La alimentación se realiza a través de un SAI con una reserva de una hora (según reglamento).

Conectores para red de 230 V
Dispondrán en cada dependencia de una red de conectores a 230 V, de la serie Unica para dos unidades, de las cuales, una de color naranja, estará discriminado el horario de trabajo y son las que corresponden para el uso de los utensilios de la limpieza.
Solamente dispondrán de tensión en las horas valle de la contratación.

Conectores para red de 230 V a través del SAI
Cada punto informático dispondrá de una columna del sistema Canalis con los mandos del alumbrado individualizado, una toma de corriente de la red de conectores a 230 V, un juego de tomas de corriente alimentadas por el SAI, para los equipos informáticos, una toma correspondiente a la red informática, una toma de TV y una toma de teléfono.
En la sala de reuniones que dispone de proyección, también dispondrá de toma a través del SAI, para el monitor de TV, para el vídeo y para el proyector de ampliación de la señal del PC.

Confort
La transparencia al exterior con grandes ventanales obliga a una protección, con persianas, de los rayos ultravioletas del sol incidentes sobre las salas.
En la sala con proyección deberemos complementar, la atenuación de la luz exterior con cortinas para la opacidad.
Tanto las persianas como las cortinas tendrán mandos individualizados en cada dependencia.
La puerta de entrada a la oficina es una abertura que, desde el rellano del edificio, te conduce al interior de la oficina; a las horas que no existe actividad laboral, debe cerrarse con una puerta metálica.

La antena de comunicación
La alimentación de la amplificación de la señal de TV no es discriminable.

Hilo musical
Alimentaremos un equipo de cadena HI-FI, para la planta.

La central telefónica
Estará situada en la recepción (n.º 14) y alimentada a través del SAI.

Agua sanitaria caliente
Dispondremos de dos termos de agua caliente para los servicios, de una capacidad de 100 l cada uno. El circuito es discriminable, para calentar el agua exclusivamente en horas valle.

Las alarmas técnicas
Su consumo es esporádico en circunstancias excepcionales, solamente por la aptitud de su función.

Clasificación de las cargas

N.º		Clase	P (W)	I (A)	Fase					
					L1		L2		L3	
A00	Aire acondicionado planta 7.ª					127,8		128,8		127,2
A01	Bomba calor 1	BB2	1 . 31.700	54	54		54		54	
A02	B1. Circula. H_2O	BB2	1 · 570	1,6	1,6		1,6		1,6	
A03	Bomba calor 2	BB2	1 . 31.700	54	54		54		54	
A04	B2. Circula. H_2O	BB2	1 · 570	1,6	1,6		1,6		1,6	
A05	Electroválvula 1	BB2	1 · 25	0,2	0,2					
A06	B3. Circula. H_2O	BB2	1 · 760	2	2		2		2	
A07	Fancoil S4	BB2	1 · 190	1,4	1,4					
A08	Fancoil S5	BB2	1 · 190	1,4			1,4			
A09	Fancoil S2	BB2	1 · 190	1,4					2,4	
A10	Fancoil S2	BB2	1 · 190	1,4	1,4					
A11	Fancoil S2	BB2	1 · 190	1,4			1,4			
A12	Fancoil S2	BB2	1 · 190	1,4					1,4	
A13	Fancoil S2	BB2	1 · 190	1,4	1,4					
A14	Fancoil S2	BB2	1 · 190	1,4			1,4			
A15	Fancoil S2	BB2	1 · 190	1,4					1,4	
A16	Fancoil S2	BB2	1 · 190	1,4	1,4					
A17	Fancoil S9	BB2	1 · 190	1,4			1,4			
A18	Fancoil S7	BB2	1 · 190	1,4					1,4	
A19	Fancoil S3	BB2	1 · 255	2,4	1,4					
A20	Electroválvula 2	BB2	1 · 25	0,2			0,2			
A21	B3. Circula. H_2O	BB2	1 · 760	2	2		2		2	
A22	Fancoil S15	BB2	1 · 190	1,4					1,4	
A23	Fancoil S16	BB2	1 · 255	2,4	1,4					
A24	Fancoil S17	BB2	1 · 190	1,4			2,4			
A25	Fancoil S14	BB2	1 · 190	1,4					1,4	
A26	Fancoil S13	BB2	1 · 190	1,4	1,4					
A27	Fancoil S13	BB2	1 · 190	1,4			1,4			
A28	Fancoil S13	BB2	1 · 190	1,4					1,4	
A29	Fancoil S13	BB2	1 · 190	1,4	1,4					
A30	Fancoil S13	BB2	1 · 190	1,4			1,4			
A31	Fancoil S12	BB2	1 · 155	1,2					1,2	
A32	Fancoil S6	BB2	1 · 190	1,4	1,4					
A33	Fancoil S1	BB2	1 · 190	1,4			1,4			
A00	Ambientador					4,5		4		4
A34	Fancoil S4	BB2	1 · 115	0,5	0,5					
A35	Fancoil S5	BB2	1 · 115	0,5			0,5			
A36	Fancoil S2	BB2	1 · 115	0,5					0,5	
A37	Fancoil S2	BB2	1 · 115	0,5	0,5					
A38	Fancoil S2	BB2	1 · 115	0,5			0,5			
A39	Fancoil S2	BB2	1 · 115	0,5					0,5	
A40	Fancoil S2	BB2	1 · 115	0,5	0,5					
A41	Fancoil S2	BB2	1 · 115	0,5			0,5			
A42	Fancoil S2	BB2	1 · 115	0,5					0,5	
A43	Fancoil S2	BB2	1 · 115	0,5	0,5					
A44	Fancoil S9	BB2	1 · 115	0,5			0,5			
A45	Fancoil S7	BB2	1 · 115	0,5					0,5	
A46	Fancoil S3	BB2	1 · 115	0,5	0,5					
A47	Fancoil S15	BB2	1 · 115	0,5					0,5	
A48	Fancoil S16	BB2	1 · 115	0,5	0,5					
A49	Fancoil S17	BB2	1 · 115	0,5			0,5			
A42	Fancoil S14	BB2	1 · 115	0,5					0,5	
A43	Fancoil S13	BB2	1 · 115	0,5	0,5					
A44	Fancoil S13	BB2	1 · 115	0,5			0,5			
A45	Fancoil S13	BB2	1 · 115	0,5					0,5	
A46	Fancoil S13	BB2	1 · 115	0,5	0,5					

(continúa en pág. siguiente)

(continuación)

N.°		Clase	P (W)	I (A)	Fase					
					L1		L2		L3	
A47	Fancoil S13	BB2	1 · 115	0,5			0,5			
A48	Fancoil S12	BB2	1 · 115	0,5					0,5	
A49	Fancoil S06	BB2	1 · 115	0,5	0,5					
A50	Fancoil S01	BB2	1 · 115	0,5			0,5			
R00	Renovación de aire					1,6				1,6
R03	Ex. servicios 1.º	BB2	1 · 225	1,6					1,6	
R04	Ex. servicios 2.º	BB2	1 · 225	1,6	1,6					
I00	Alumbrado					20,16		20,14		19,71
I01	Vestíbulo S1	BB1	2 · 112	0,5	1					
I02	Despacho S2	BB1	22 · 112	0,5			11			
			48 · 38	0,174					8,35	
			16 · 55		0,24				3,84	
I03	Sala CPU S3	BB1	1· 112		0,5				0,5	
			2· 38	0,174					0,35	
I04	Sala clima. S4	BB1	1 · 112	0,5	0,5					
I05	Archivo S5	BB1	1 · 112	0,5			0,5			
I06	Sala des. S36	BB1	2 · 112	0,5					1	
			3 · 38	0,174					0,53	
I07	Vestuario H-S7	BB1	1 · 112	0,5	0,5					
I08	Servicio H-S8	BB2	5 · 25	0,205			1,03			
I09	Servicio M-S9	BB2	5 · 25	0,205					1,03	
I10	Servicio H-S10	BB2	5 · 25	0,205	1,03					
I11	Servicio M-S11	BB2	5 · 25	0,205			1,03			
I12	Vestuario M12	BB1	1 · 112	0,5					0,5	
I13	Despacho S13	BB1	11 · 112	0,5	5,5					
			24 · 38	0,174	4,18					
			10 · 55	0,24	2,4					
I14	Sala espera. S14	BB1	4 · 112	0,5			2			
			8 · 38	0,174			1,4			
I15	Despacho S15	BB1	2 · 112	0,5					1	
			5 · 38	0,174					0,87	
			1 · 55	0,24					0,24	
I16	Sala reunio. S16	BB1	3 · 112	0,5					1,5	
			6 · 38	0,174			1,05			
I17	Despacho	BB1	2 · 112	0,5			1			
			5 · 38	0,174			0,87			
			1 · 55	0,24			0,24			
I18	A. emergencia	BB1	20 · 25	0,205	4					
E00	Electrodomésticos					4,7		8,3		6
E01	Dispensador S8	BB2	1 · 300	1,3					1,3	
E02	Dispensador S9	BB2	1 · 300	1,3	1,3					
E03	Dispensador S10	BB2	1 · 300	1,3			1,3			
E04	Dispensador S11	BB2	1 · 300	1,3					1,3	
E05	Dis. bebidas S6	BB2	2 · 400	1,7	3,4					
E06	Cafetera S6	BB2	2 · 800	3,5			7			
E07	Dispen. agua S6	BB2	2 · 400	1,7					3,4	
C00	Conectores, enchufes					30		31,5		31,35
C01	Vestíbulo S1	BB1	4 · 5 A · 0,1	2	2					
			4 · 5 A · 0,05	1						
C02	Despacho S2	BB1	48 · 5 A · 0,1	20	6,5		9,5		7,5	
			16 · 5 A · 0,05	4						
C03	Sala CPU S3	BB1	3 · 5 A · 0,1	1,5					1,5	
			3 · 5 A · 0,05	0,75						
C04	Acondicion. S4	BB2	3 · 5 A · 0,1	1,5	1,5					
			3 · 5 A · 0,05	0,75						
C05	Archivo S5	BB1	2 · 5 A · 0,1	1			1			
			2 · 5 A · 0,05	0,5						

(continúa en pág. siguiente)

(continuación)

N.º		Clase	P (W)	I (A)	Fase					
					L1		L2		L3	
C06	S. descanso S6	BB2	3 · 5 A · 0,1	1,5	0,5		0,5		0,5	
			3 · 5 A · 0,05	0,75						
C07	Vestuario H-S7	BB1	2 · 5 A · 0,1	1				1		
			2 · 5 A · 0,05	0,5						
C08	Servicio H-S8	BB2	2 · 5 A ·0,1	1	1					
			2 · 5 A · 0,05	0,5						
C09	Servicio M-S9	BB2	2 · 5 A · 0,1	1			1			
			2 · 5 A · 0,05	0,5						
C10	Servicio M-S10	BB2	2 · 5 A · 0,1	1				1		
			2 · 5 A · 0,05	0,5						
C11	Servicio H-S11	BB2	2 · 5 A · 0,1	1			1			
			2 · 5 A · 0,05	0,5						
C12	Vestuario M-S12	BB1	2 · 5 A · 0,1	1			1			
			2 · 5 A · 0,05	0,5						
C13	Despacho S2	BB1	30 · 5 A · 0,1	15	10			5,5		
			10 · 5 A · 0,05	2,5						
	Fotocopiadoras	BB1	2 · 13 A ·1				13		13	
C14	Sala espera S14	BB1	4 · 5 A · 0,1	2	3					
			4 · 5 A · 0,05	1						
C15	Despacho S15	BB1	6 · 5 A · 0,1	3			2,5	1		
			4 · 5 A · 0,05	1						
C16	Sala reunio. S16	BB1	6 · 5 A · 0,1	3	3		1			
			6 · 5 A · 0,05	1,5						
	Pantalla	BB1	1· 0,35 A						0,35	
C17	Despacho S17	BB1	6 · 5 A · 0,1	3	2,5		1			
			4 · 5 A · 0,05	1						
Conectores discriminados					17,75					
N00	Informática					65,2		67,86		67,8
N01	S. oficina S2									
	Punto 1.º				19,8					
	3 CPU	BB1	1 · 300	1,3						
	3 Pantalla	BB1	1 · 220	1						
	1 Impresora G	BB1	1 · 1.100	6,9						
	3 Escáner	BB1		2						
	Punto 2.º						19,8			
	3 CPU	BB1	1 · 300	1,3						
	3 Pantalla	BB1	1 · 220	1						
	1 Impresora G	BB1	1 · 1.100	6,9						
	3 Escáner	BB1		2						
	Punto 3.º								26,7	
	3 CPU	BB1	1 · 300	1,3						
	3 Pantalla	BB1	1 · 220	1						
	2 Impresora G	BB1	1 · 1.100	6,9						
	3 Escáner	BB1		2						
	Punto 4.º				29,3				13,8	
	3 CPU	BB1	1 · 300	1,3						
	3 Pantalla	BB1	1 · 220	1						
	2 Impresora G	BB1	1 · 1.100						13,8	
	2 Ploters G	BB1	1 · 2.100	9,2						
	2 Escáner	BB1		2						
N02	S. CPU S03	BB1	1· 2.000	4,2	4,2		4,2		4,2	
N03	S. oficina S13									
	Punto 1.º						13,8			
	3 CPU	BB1	1 · 300	1,3						
	3 Pantalla	BB1	1 · 220	1						
	1 Impresora G	BB1	1 · 1.100	6,9						

(continúa en pág. siguiente)

K
5

(continuación)

N.º		Clase	P (W)	I (A)	Fase					
					L1		L2		L3	
	Punto 2.º								13,8	
	3 CPU	BB1	1 · 300	1,3						
	3 Pantalla	BB1	1 · 220	1						
	1 Impresora G	BB1	1 · 1.100	6,9						
	Punto 3.º				13,8					
	3 CPU	BB1	1 · 300	1,3						
	3 Pantalla	BB1	1 · 220	1						
	1 Impresora G	BB1	1 · 1.100	6,9						
	Punto 4.º						23			
	1 CPU	BB1	1 · 300	1,3						
	1 Pantalla	BB1	1 · 220	1						
	3 Impresora G	BB1	1 · 1.100	6,9						
N03	Sala espera S14								11,2	
	1 CPU	BB1	1 · 300	1,3						
	1 Pantalla	BB1	1 · 220	1						
	1 Impresora G	BB1	1 · 1.100	6,9						
	1 Teléfono	BB1	1	2						
N04	Despacho S15				2,3					
	1 CPU	BB1	1 · 300	1,3						
	1 Pantalla	BB1	1 · 220	1						
N05	Sala reunio. S14						11,26			
	1 CPU	BB1	1 · 300	1,3						
	1 Pantalla	BB1	1 · 220	1						
	1 TV	BB1	1 · 25	0,1						
	1 Vídeo	BB1	1 · 35	0,16						
	1 Proyector	BB1	1 · 2.000	8,7						
N06	Despacho S15								2,3	
	1 CPU	BB1	1 · 300	1,3						
	1 Pantalla	BB1	1 · 220	1						
T00	Alarmas técnicas							2,6		
T01	F. sist. dom.	BB1								
T02	C. humos	BB2		0,1			0,1			
T03	Sirena	BB1		0,2			0,2			
T04	Comunicación	BB1		0,2			0,2			
T05	DF agua	BB2		0,1			0,1			
T06	Electroválvula	BB2		0,3			0,3			
T07	Intrusión	BB1		0,1			0,1			
T08	Sirena	BB1		0,3			0,3			
T09	C. entradas	BB1		0,5			0,5			
O00	Confort					3,6		3		2,6
O01	S02 persiana	BB1	1 · 180	0,8	0,8					
O02	S02 persiana	BB1	1 · 100	0,5			0,5			
O03	S02 persiana	BB1	1 · 100	0,5					0,5	
O04	S02 persiana	BB1	1 · 100	0,5	0,5					
O05	S02 persiana	BB1	1 · 100	0,5			0,5			
O06	S05 persiana	BB1	1 · 80	0,4					0,4	
O07	S04 persiana	BB1	1 · 100	0,5	0,5					
O08	S15 persiana	BB1	1 · 80	0,4			0,4			
O09	S16 persiana	BB1	1 · 100	0,6					0,6	
O10	S16 cortinas	BB1	1 · 140	0,6	0,6					
O11	S17 persiana	BB1	1 · 80	0,4			0,4			
O12	S17 persiana	BB1	1 · 140	0,6					0,6	
O13	S14 persiana	BB1	1 · 80	0,4	0,4					
O14	S13 persiana	BB1	1 · 80	0,4			0,4			
O15	S13 persiana	BB1	1 · 100	0,5					0,5	
O16	S13 persiana	BB1	1 · 180	0,8	0,8					
O17	S01 puerta	BB1	1 . 180				0,8			

(continúa en pág. siguiente)

(continuación)

N.º		Clase	P (W)	I (A)	Fase					
					L1		L2		L3	
S00	Agua sanitaria caliente					5,2				5,2
S01	Servicios 80 L	BB2	1 · 1.200	5,2	5,2					
S02	Servicios 80 L	BB2	1 · 1.200	5,2					5,2	
Totales						**267,61**		**269,20**		**268,46**
A00	Aire acondicionado planta 7.ª				127,8		128,8		127,2	
	Ambientador				4,5		4		4	
R00	Renovación de aire				1,6				1,6	
I00	Alumbrado				20,16		20,14		19,71	
E00	Electrodomésticos				4,7		8,3		6	
C00	Conectores, enchufes				30		31,5		31,35	
	Conectores discriminados				17,75					
N00	Informática				69,4		72,06		85,8	
T00	Alarmas técnicas						2,6			
O00	Confort				3,6		3		2,6	
S00	Agua sanitaria caliente						10,4			

Tabla K5-242: *cargas de la planta 7.ª.*

Funcionamiento de los circuitos

Aire acondicionado y renovación de aire

Desde el cuadro general distribuiremos en dos secciones, a la derecha y a la izquierda del mismo, todas las dependencias de la planta 7.ª.

Las bombas de calor calientan o enfrían agua segun las instrucciones dadas manualmente al cuadro de mandos propio. La temperatura del agua se puede regular pero es deseable que trabaje entre 50 y 55 ºC, en calefacción diurna.

Esta agua se distribuye a los fancoils, repartidos por las dependencias, a través de una bomba para agua de 1/2 CV, para cada circuito. A requerimiento de los termostatos que controlan la temperatura de las dependencias de la planta.

Esta distribución permite individualizar el trabajo de la bomba de calor, facilitando que una trabaje calentando y otra enfriando, para disponer durante la jornada de agua caliente o fría segun necesidades.

En el capítulo M expondremos la forma de automatizar este proceso y desarrollaremos el ejemplo.

Para una mayor optimización de la energía, las dos bombas trabajan durante las horas valle a pleno rendimiento y durante las horas punta de forma secuencial, 30 minutos cada una. Este control horario lo realizan los programadores horarios (en colaboración de temporizadores), los termostatos y el control manual, seleccionan la necesidad de trabajo de las bombas de calor en función de la temperatura ambiente y la del agua.

El sistema de renovación de aire lo alimentaremos a través del mismo interruptor general del aire acondicionado.

Las cargas correspondientes a estas líneas son generadoras de desfases de la tensión y la intensidad.

También son generadoras de armónicos y subarmónicos, pero en poca proporción la cual no hace aconsejable su tratamiento individualizado, pero el del desfase es oportuno tratarlo de forma individual.

Colocaremos un Power Meter para la lectura de la energía en el punto de suministro, tanto para los parámetros de calidad como para los de cantidad.

■ Los datos de calidad adecuados para este punto son:
□ Tensión, simple y compuesta.
□ Factor de potencia de las tres fases.
□ Corrimiento en las tres fases.
□ Armónicos desde el 1 al 40 y proporción.
■ Datos de cantidad:
□ Consumos por períodos.
□ Intensidades por fases (máxima y media).
□ Control en el tiempo de las intensidades máximas.

Deberemos introducir los datos en un registro para facilitar las posibles correcciones y el oportuno control.

■ Circuito hidráulico del acondicionamiento (generación).

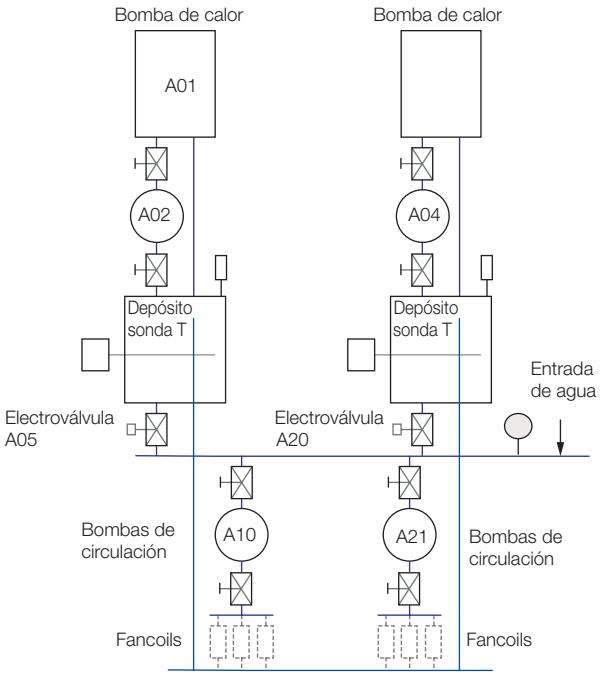


Fig. K5-243: *esquema del circuito hidráulico del acondicionamiento.*

Actuación del circuito de acondicionamiento:

■ En invierno mantener una temperatura durante las horas de trabajo de 22 ºC y durante las horas nocturnas de control 17 ºC. Lo podemos conseguir con el termostato programador THPA2.

Si hacemos trabajar las dos bombas de calor durante las horas valle calentando el agua de los dos depósitos, podremos tener reservas de calorías suficientes y dejar que en horas llano y valle solamente trabaje media hora una bomba y media hora la otra en función del requerimiento de los termostatos. La programación la podemos realizar a través del programador y los termostatos.

■ En la primavera y el otoño cuando no es necesaria una calefacción ni una refrigeración, solamente una renovación de aire, podemos situar los fancoils en posición de ventilación.

Pero no todos los días tendremos las mismas necesidades, puede ser que durante unas horas necesitemos calor, otras ventilación y otras refrigeración. Si hacemos trabajar las dos bombas de calor durante las horas valle, una calentando y la otra enfriando el agua de los dos depósitos respectivos, podremos tener reservas de calorías y frigorías suficientes y dejar que en horas llano y valle solamente trabaje media hora una bomba y media hora la otra en función del requerimiento de los termostatos. La programación la podemos realizar a través del programador y los termostatos.

■ En verano no todas las horas del día necesitamos una refrigeración, por tanto mantenemos el mismo sistema del otoño y la primavera durante las primeras horas del día.

En el momento que la temperatura exterior tenga un valor al entorno de 21 ºC deberemos desconectar la renovación de aire y mantener la temperatura interna con la bomba de calor y una renovación parcial de aire, actuación de verano.

Si hacemos trabajar las dos bombas de calor durante las horas valle enfriando el agua de los dos depósitos respectivos, podremos tener reservas de frigorías suficientes y dejar que en horas llano y valle solamente trabaje media hora una bomba y media hora la otra en función del requerimiento de los termostatos. La programación la podemos realizar a través del programador y los termostatos.

Este sistema nos permite ajustar el consumo a la realidad de la necesidad en función de la temperatura climatológica, la aportación de calor de las lámparas y las personas.
Es obvio que en función de la climatología tendremos zonas con muy buenos resultados y otras con resultados medianos, pero siempre mantendrá un eficiente equilibrio en función de la climatología.
Es recomendable utilizar un relé de protección para la bomba de calor, que no permita el arranque cuando el gas está en una cumbre de presión, para evitar las puntas de arranque elevadas. Las cuales pueden crear bajadas de tensión.
El relé para el control de las bombas de calor lo encontraremos en el apartado J9. "La aparamenta para la protección de receptores", página J/487 del Volumen 3.
La alternativa de una acumulación de agua en un depósito da por resultado una mayor uniformidad de trabajo, con menos arranque y períodos más largos de actuación, evitando así la creación del posible efecto flicker.
El esquema que presentamos tiene una parte manual a través de un interruptor de posiciones, pero esta manipulación puede automatizarse totalmente en función de la temperatura exterior, la interior y el grado de humedad.
Los consumos más elevados del local son para el acondicionamiento térmico, en función de la experiencia a lo largo de un año, es posible reajustar los aislamientos y las pérdidas, para reducir al máximo la intervención de las bombas de calor.
Este proceso de trabajo nos permite reducir el consumo en horas punta, puesto que en ellas solamente trabajará una bomba de calor e incrementar el consumo en horas valle puesto que en ellas desarrollarán el máximo trabajo las dos bombas de calor.
No hemos tenido en consideración la posibilidad de la aportación de la energía solar, en el acondicionamiento térmico, porque esperamos poder tratar el tema de la energía solar en un capítulo genérico exclusivo para energías alternativas, con todas sus posibilidades, bajo la reglamentación que la regule en el momento.

Dosificador de ambiente

En cada fancoil dispondremos de un dosificador de ambientador y desinfectante, para mantener un ambiente agradecido a la sensibilidad humana.

■ Distribución eléctrica del acondicionamiento y renovación de aire,

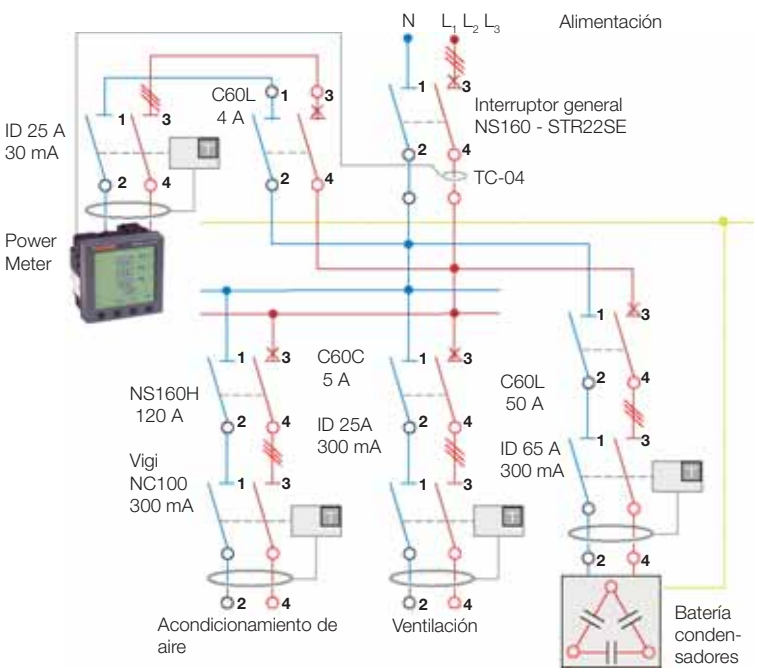


Fig. K5-244: *esquema de distribución general del acondicionamiento y renovación de aire.*

■ Generación de acondicionamiento.

La generación del agua climatizada y repartida en dos circuitos a los fancoils se realiza según el esquema de generación adjunto.

■ Esquema de generación.

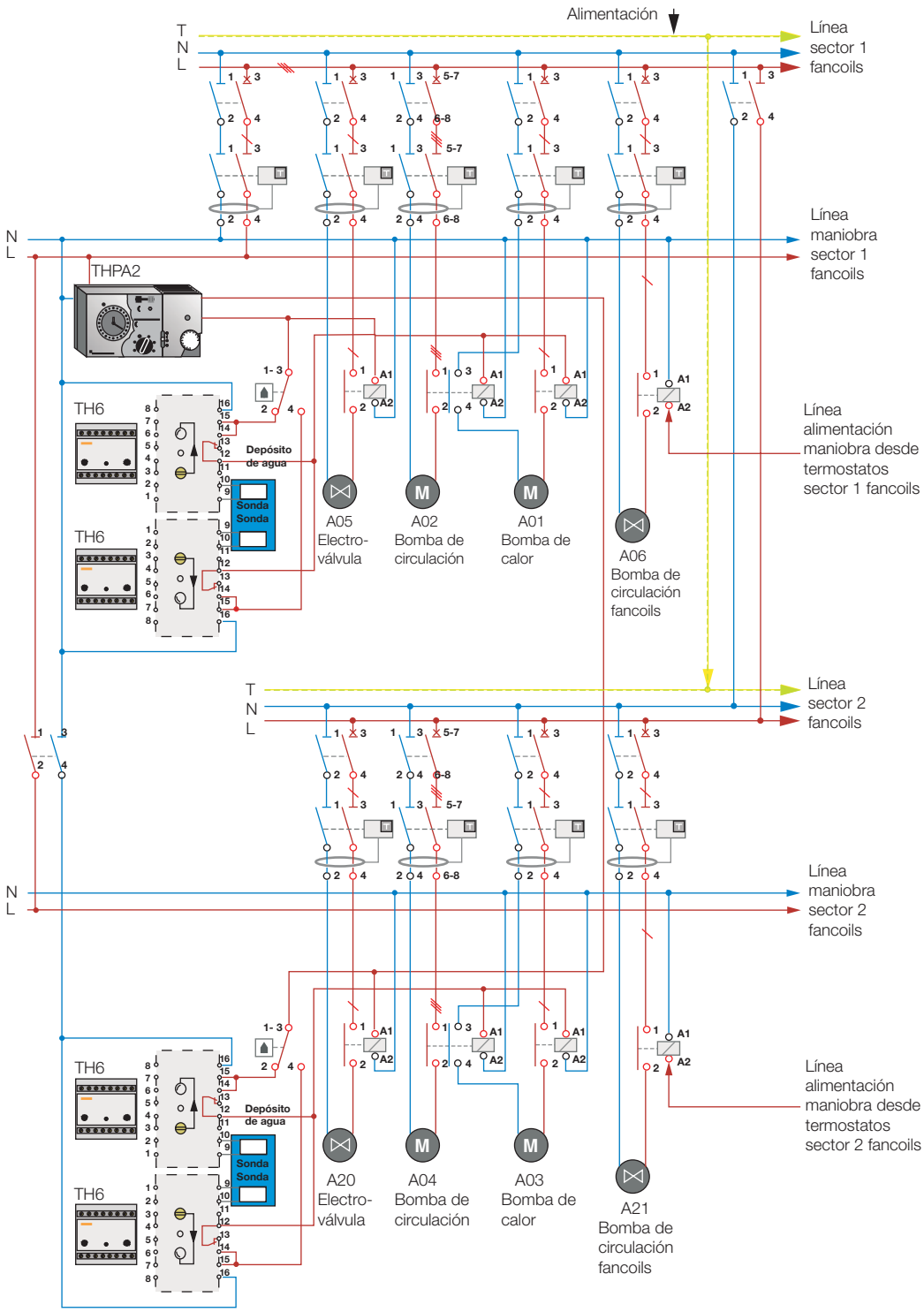
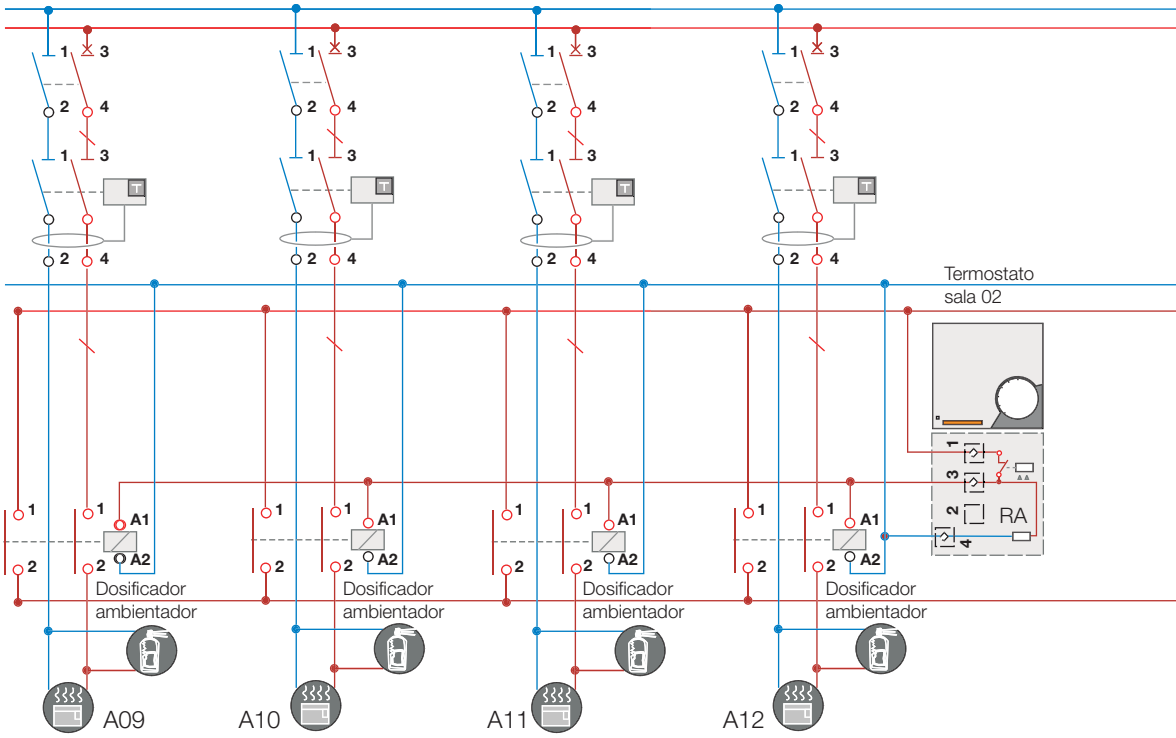
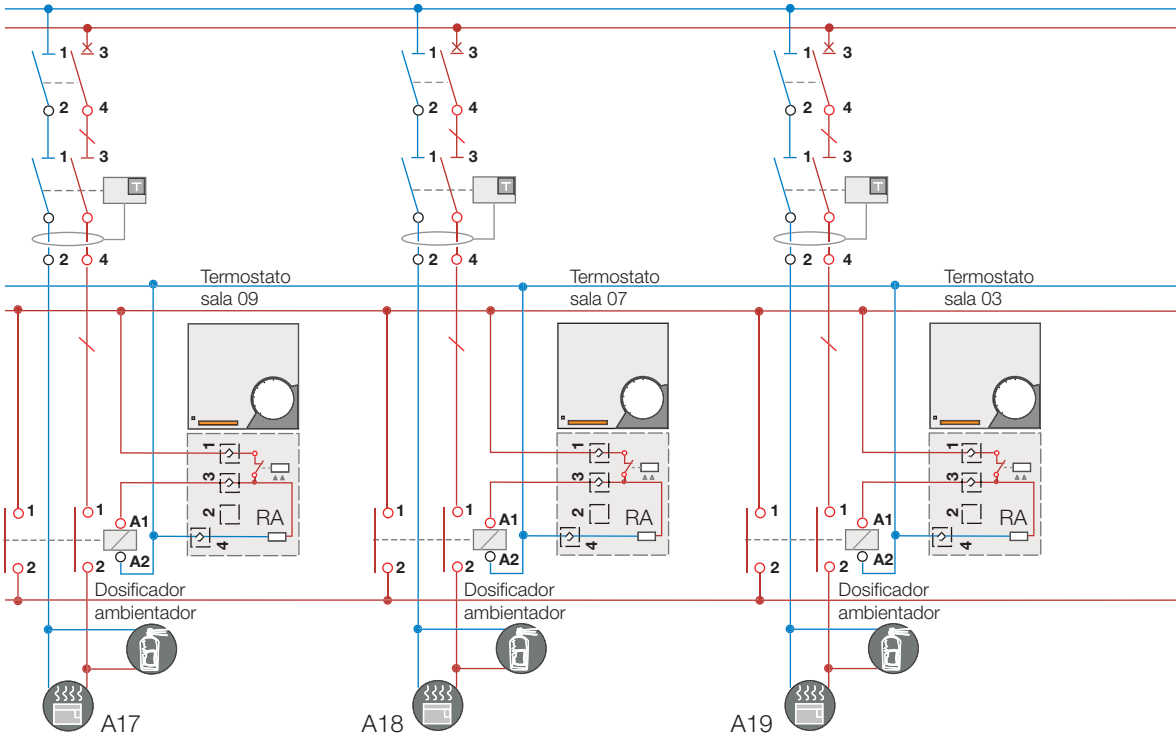


Fig. K5-245: *esquema de generación general del acondicionamiento.*

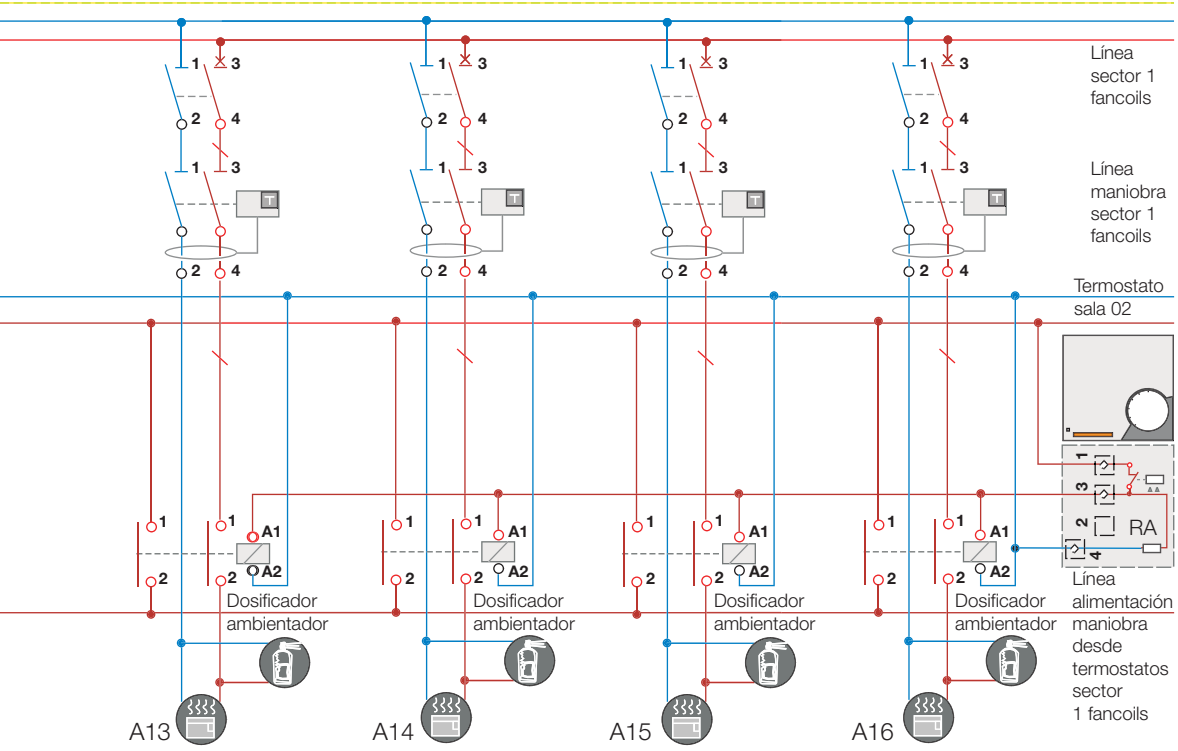
■ Distribución del acondicionamiento sector 1.º.

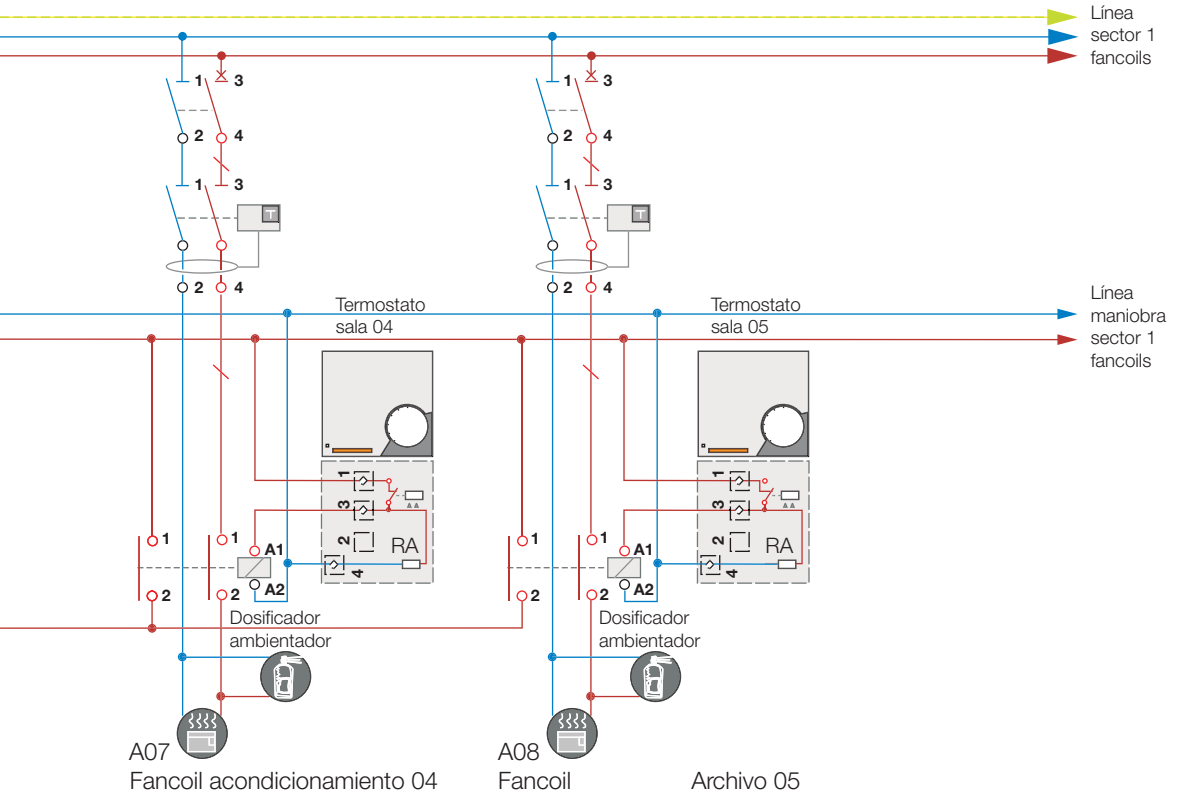


Fancoil despacho 02

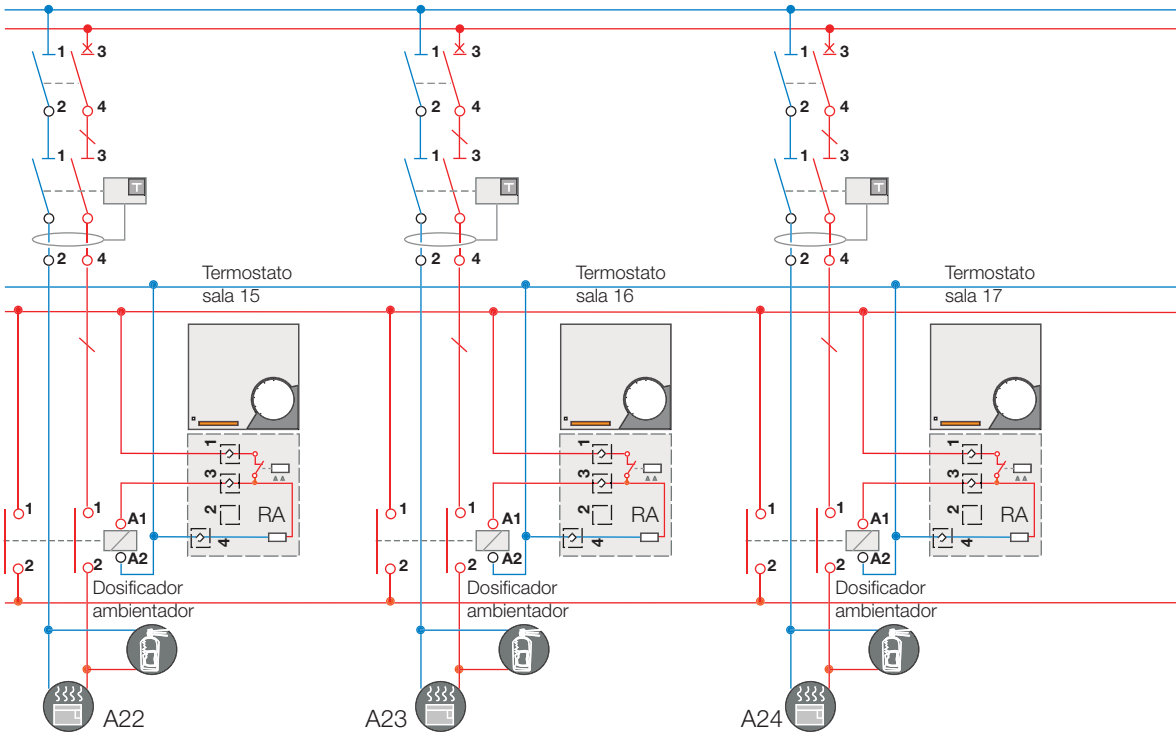


Fancoil servicios 09 y 08 | Fancoil vestuario 07 | Fancoil sala CPU 03


Línea sector 1 fancoils
Línea maniobra sector 1 fancoils
Termostato sala 02
RA
Línea alimentación maniobra desde termostatos sector 1 fancoils
Dosificador ambientador
A13
Fancoil despacho 02
A14
A15
A16


Línea sector 1 fancoils
Línea maniobra sector 1 fancoils
Termostato sala 04
Termostato sala 05
RA
Dosificador ambientador
A07
Fancoil acondicionamiento 04
A08
Fancoil
Archivo 05

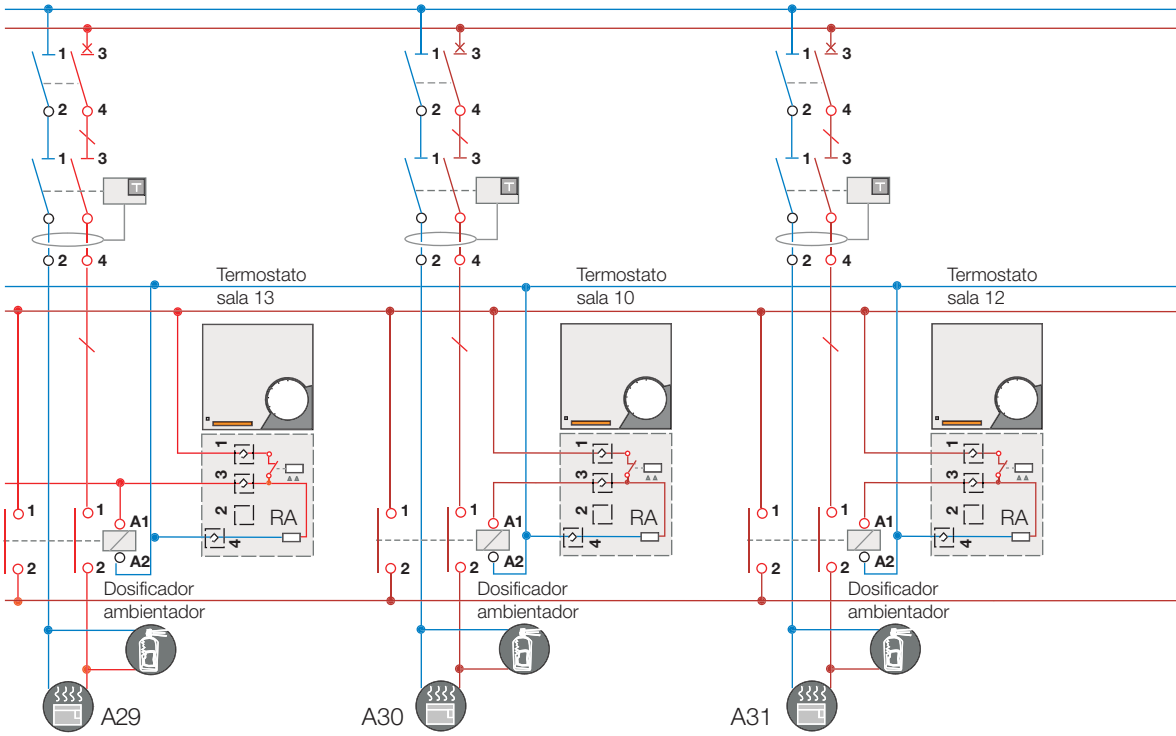
■ Distribución del acondicionamiento sector 2.º.



A22
Fancoil despacho 15

A23
Fancoil sala16

A24
Fancoil sala 17



A29

A30
Fancoil servicio 10

A31
Fancoil vestuario 12

K
5

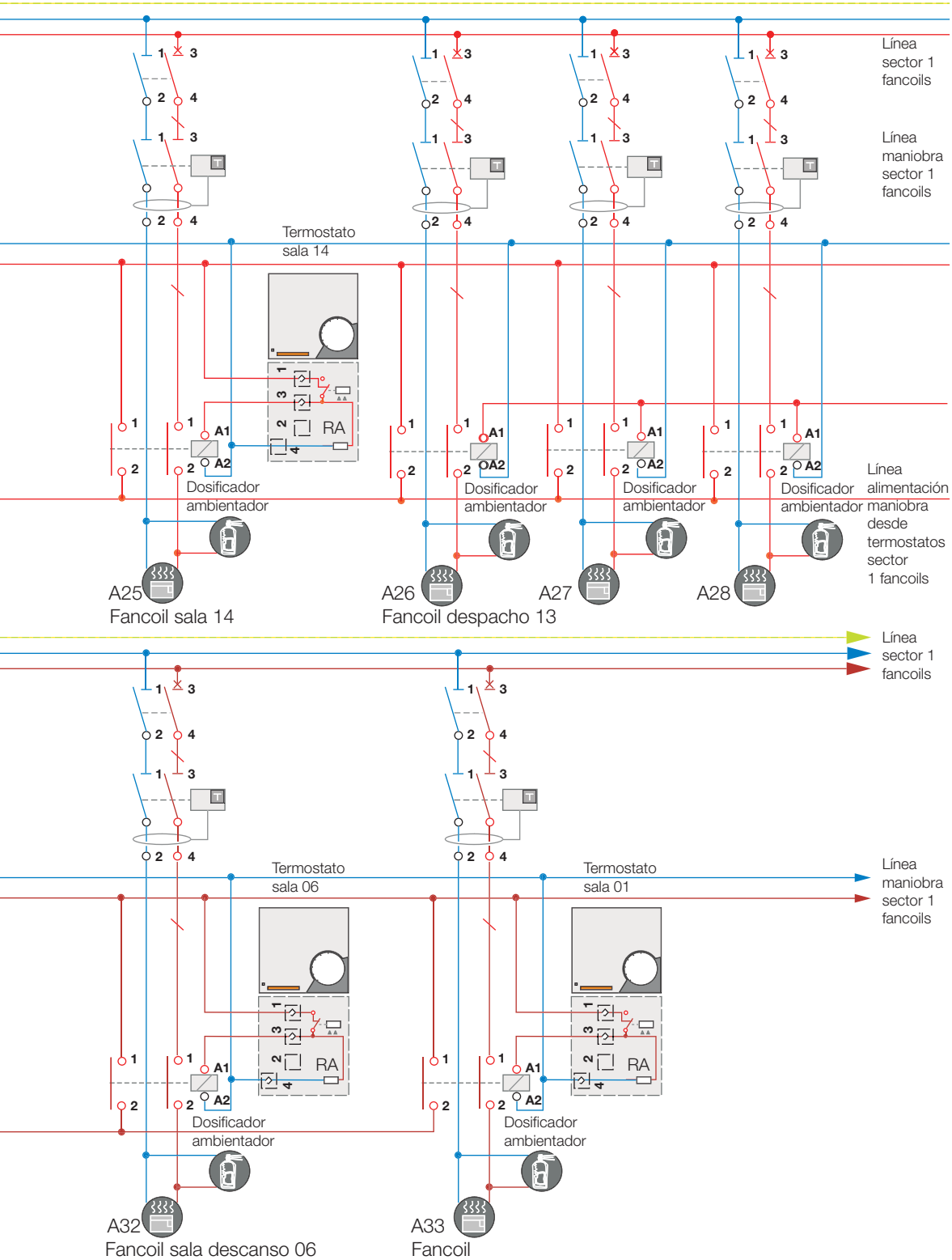


Fig. K5-246: *esquema de distribución del acondicionamiento*

Renovación de aire

Distribución de la renovación de aire

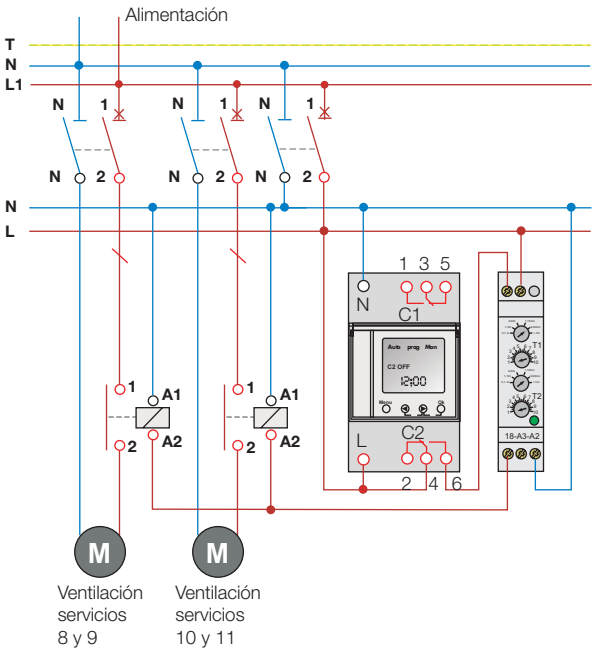


Fig. K5-247: *esquema de distribución de la renovación de aire*

Consumo discriminado en horas valle del acondicionamiento

Teniendo en cuenta que las horas valle no caen dentro de la jornada de trabajo y las ocho horas diarias de lunes a viernes coinciden en horas llanas y punta.

N.º		Cos φ	K_s	Fase		
				L1	L2	L3
A01	Bomba calor 1	0,9	0,8	54	54	54
A02	B1. Circula H_2O	0,75	0,8	1,6	1,6	1,6
A03	Bomba calor 2	0,9	0,8	54	54	54
A04	B2. Circula H_2O	0,75	0,8	1,6	1,6	1,6
Total		**0,89**	**0,8**	**107,2**	**107,2**	**107,2**

Tabla K5-248: *totales de intensidades consumidas en horas valle en acondicionamiento.*

■ Intensidad media de consumo horas valle:

$$I_m = \frac{I_{L1} + I_{L2} + I_{L3}}{3} = \frac{107{,}2\,A + 107{,}2\,A + 107{,}2\,A}{3} = 107{,}2\ A$$

■ Cálculo del cos φ medio en horas valle.

N.º	Leyenda	K_s	I_m	Cos φ	P(W)
A01	Bomba calor 1	0,8	54	0,9	26.904,96
A02	B1. circula. H_2O	0,8	1,6	0,75	664,32
A03	Bomba calor 2	0,8	54	0,9	26.904,96
A04	B2. circula. H_2O	0,8	1,6	0,75	664,32
Total					**55.138,56**

Tabla K5-249: *valores para el cálculo del cos φ medio en horas valle.*

$$\cos\varphi = \frac{55.138{,}56}{61.560{,}32} = 0{,}895$$

Consumo en horas llano y punta del acondicionamiento

Teniendo en cuenta que las ocho horas diarias de trabajo de lunes a viernes coinciden en horas llanas y punta.

N.º		K_s	Fase		
			L1	L2	L3
A01	Bomba calor 1	0,5	54	54	54
A02	B1. circula. H_2O	0,5	1,6	1,6	1,6
A03	Bomba calor 2	0,5	54	54	54
A04	B2. circula. H_2O	0,5	1,6	1,6	1,6
A05	Electroválvula 1	1	0,2		
A06	B3. circula. H_2O	0,9	2	2	2
A07	Fancoil S4	0,7	1,4		
A08	Fancoil S5	0,7		1,4	
A09	Fancoil S2	0,7			1,4
A10	Fancoil S2	0,7	1,4		
A11	Fancoil S2	0,7		1,4	
A12	Fancoil S2	0,7			1,4
A13	Fancoil S2	0,7	1,4		
A14	Fancoil S2	0,7		1,4	
A15	Fancoil S2	0,7			1,4
A16	Fancoil S2	0,7	1,4		
A17	Fancoil S9	0,7		1,4	
A18	Fancoil S7	0,7			1,4
A19	Fancoil S3	0,7	1,4		
A20	Electroválvula 2	1		0,2	
A21	B3. circula. H_2O	0,9	2	2	2
A22	Fancoil S15	0,7			1,4
A23	Fancoil S16	0,7	1,4		
A24	Fancoil S17	0,7		1,4	
A25	Fancoil S14	0,7			1,4
A26	Fancoil S13	0,7	1,4		
A27	Fancoil S13	0,7		1,4	
A28	Fancoil S13	0,7			1,4
A29	Fancoil S13	0,7	1,4		
A30	Fancoil S13	0,7		1,4	
A31	Fancoil S12	0,7			1,2
A32	Fancoil S6	0,7	1,4		
A33	Fancoil S1	0,7		1,4	
A00	Ambientador	0,7	4,5	4	4
Total			**71,37**	**70,04**	**69,7**

Tabla K5-250: *totales de intensidades en horas llano y punta.*

■ Intensidad media de consumo horas llano y punta:

$$I_m = \frac{I_{L1} + I_{L2} + I_{L3}}{3} = \frac{71{,}37\,A + 70{,}04\,A + 69{,}7\,A}{3} = 70{,}37\,A$$

■ Cálculo del cos φ medio en horas llano y punta.

N.º	Leyenda	K_s	I_m	Cos φ	P(W)
A01	Bomba calor 1	0,5	54	0,9	16.815,6
A02	B1. circula. H_2O	0,5	1,6	0,75	415,2
A03	Bomba calor 2	0,5	54	0,9	16.815,6
A04	B2. circula. H_2O	0,5	1,6	0,75	415,2
A05	Electroválvula 1	1	0,2	0,6	27,6
A06	B3. circula. H_2O	0,9	2	0,75	934,2
A07	Fancoil S4	0,7	1,4	0,73	164,55
A08	Fancoil S5	0,7	1,4	0,73	164,55

(continúa en pág. siguiente)

(continuación)

N.º	Leyenda	K_s	I_m	Cos φ	P(W)
A09	Fancoil S2	0,7	1,4	0,73	164,55
A10	Fancoil S2	0,7	1,4	0,73	164,55
A11	Fancoil S2	0,7	1,4	0,73	164,55
A12	Fancoil S2	0,7	1,4	0,73	164,55
A13	Fancoil S2	0,7	1,4	0,73	164,55
A14	Fancoil S2	0,7	1,4	0,73	164,55
A15	Fancoil S2	0,7	1,4	0,73	164,55
A16	Fancoil S2	0,7	1,4	0,73	164,55
A17	Fancoil S9	0,7	1,4	0,73	164,55
A18	Fancoil S7	0,7	1,4	0,73	164,55
A19	Fancoil S3	0,7	1,4	0,73	164,55
A20	Electroválvula 2	1	0,2	0,6	27,6
A21	B3. circula. H_2O	0,9	2	0,75	934,2
A22	Fancoil S15	0,7	1,4	0,73	164,55
A23	Fancoil S16	0,7	1,4	0,73	164,55
A24	Fancoil S17	0,7	1,4	0,73	164,55
A25	Fancoil S14	0,7	1,4	0,73	164,55
A26	Fancoil S13	0,7	1,4	0,73	164,55
A27	Fancoil S13	0,7	1,4	0,73	164,55
A28	Fancoil S13	0,7	1,4	0,73	164,55
A29	Fancoil S13	0,7	1,4	0,73	164,55
A30	Fancoil S13	0,7	1,4	0,73	164,55
A31	Fancoil S12	0,7	1,2	0,7	135,24
A32	Fancoil S6	0,7	1,4	0,73	164,55
A33	Fancoil S1	0,7	1,4	0,73	164,55
A00	Ambientador	0,7	4,17	0,6	1.211,96
Total					**41.681,6**

Tabla K5-251: *valores para el cálculo del cos φ medio en horas llano y punta.*

$$\cos \varphi = \frac{41.681{,}17}{48.687{,}17} = 0{,}856$$

Potencia reactiva necesaria

Si deseamos compensar hasta un cos φ de 0,98, tendremos:

■ Para horas valle.

Con un cos φ medio de 0,8 para pasar a un cos φ de 0,98 debemos multiplicar por 0,323 según la Tabla E5-003 de la página E/49 del Volumen 1:

$$Q_c(kVAr) = P(kW) \cdot K = 55{,}14\ kW \cdot 0{,}323 = 17{,}81\ kWAr$$

■ Para horas llano y punta.

Con un cos φ medio de 0,75 para pasar a un cos φ de 0,98 debemos multiplicar por 0,295 según la Tabla E5-003 de la página E/49 del Volumen 1:

$$Q_c(kVAr) = P(kW) \cdot K = 41{,}68\ kW \cdot 0{,}295 = 12{,}3\ kWAr$$

Debemos dimensionar la batería para el período de mayor carga, consumos en horas valle, y dotarla de un juego de escalones que nos permita trabajar cómodamente durante las horas llanas y punta.

Una Rectibloc vertical de clase H de 20 kVAr sería una solución adecuada.

Funcionamiento de los circuitos de alumbrado y esquemas

Alumbrado

Desde el cuadro general distribuiremos en dos secciones, a la derecha y a la izquierda del mismo, todas las dependencias de la planta.

Utilizaremos cuatro tipo de puntos luz:

■ Tubos fluorescentes de 58 W, con balasto electrónico de AHz, de un rendimiento luminoso de 100 lm/W, potencia de las dos lámparas 112 W, intensidad del conjunto 0,5 A.

■ Lámparas fluorescentes compactas de 36 W, con balasto electrónico de AHz, de un rendimiento luminoso de 91 lm/W, potencia de las lámparas 38 W, intensidad del conjunto 0,174 A.
■ Lámparas fluorescentes compactas de 25 W, con balasto inductivo incorporado, potencia de las lámparas 25 W, intensidad del conjunto 0,205 A.
■ Lámparas incandescentes de iodo, con transformador de 55 W, intensidad del conjunto 0,24 A.
Las cargas correspondientes a estas líneas son generadoras de desfases de la tensión y la intensidad: los tubos fluorescentes y las lámparas fluorescentes compactas con balasto de AHz con un cos φ de 0,95, las lámparas fluorescentes compactas con balasto normal con un cos φ de 0,5 y las lámparas incandescente de iodo, con transformador un cos φ de 0,8.
También son generadoras de armónicos y subarmónicos, en un 97% en los tubos fluorescentes, lámparas fluorescentes compactas con balasto de AHz, en un 36% en las lámparas fluorescentes compactas con balasto inductivo y prácticamente despreciable en las lámparas de incandescencia con transformador, por lo cual hace aconsejable su tratamiento individualizado, tanto los armónicos como el desfase.
Colocaremos un Power Meter, para la lectura de la energía en el punto de suministro, tanto para los parámetros de calidad como para los de cantidad.
■ Los datos de calidad adecuados para este punto son:
□ Tensión, simple y compuesta.
□ Factor de potencia de las tres fases.
□ Corrimiento en las tres fases.
□ Armónicos desde el 1 al 40 y proporción.
■ Datos de cantidad:
□ Consumos por períodos.
□ Intensidades por fases (máxima y media).
□ Control en el tiempo de las intensidades máximas.
Deberemos introducir los datos en un registro para facilitar las posibles correcciones y el oportuno control.

Actuación del circuito de alumbrado
■ En las dependencias (1, 3, 4, 5, 6, 7, 12, 14, 15, 16 y 17) el alumbrado se encenderá y apagará desde un interruptor de la serie Unica. En los despachos 15 y 16 se dispone de una lámpara de sobremesa que también se encenderá de forma manual.
■ En los servicios (8, 9, 10 y 11), dispondremos de un interruptor de la serie Unica para el encendido y apagado de la lámpara de cada dependencia.
■ En los despachos (2 y 13), dispondremos de tres alumbrados, dos de generales y uno de individualizado para cada puesto de trabajo:
□ El alumbrado general estará formado por dos secciones:
– La primera con puntos luz de dos tubos fluorescentes de 58 W con balasto electrónico de AHz regulable.
Estarán comandados desde seis puntos diferentes, con pulsadores de la serie Unica en el despacho (2) y por cuatro puntos en el despacho (13).
El alumbrado estará controlado por una célula fotoeléctrica y un controlador de nivel luminoso RGo (ver página J/274 del Volumen 3).
El controlador nos permite determinar el nivel luminoso a mantener, por medio de un luxómetro y la palanca de regulación, fijamos el nivel exacto de lux deseados para mantener el nivel de iluminación. Si existe iluminación natural suficiente no necesita alumbrado eléctrico.
El controlador se acopla de forma óptica con un regulador de tensión, especial para balastos electrónicos de AHz tipo TVBo (ver página J/268 del Volumen 3, donde se indica la forma de trabajo y programación).
Estos reguladores son capaces de controlar una carga determinada (ver Tabla J20-015, página J/948 del Volumen 3, donde nos indica que un TVBo puede llevar un máximo de 15 equipos dobles de 58 W con balasto electrónico de AHz), a tal indicación colocaremos dos reguladores TVBo, con comunicación óptica, para atender las lámparas del despacho (2) y uno para las del despacho (13).

■ Distribución alumbrado planta 7.ª, sector primero.

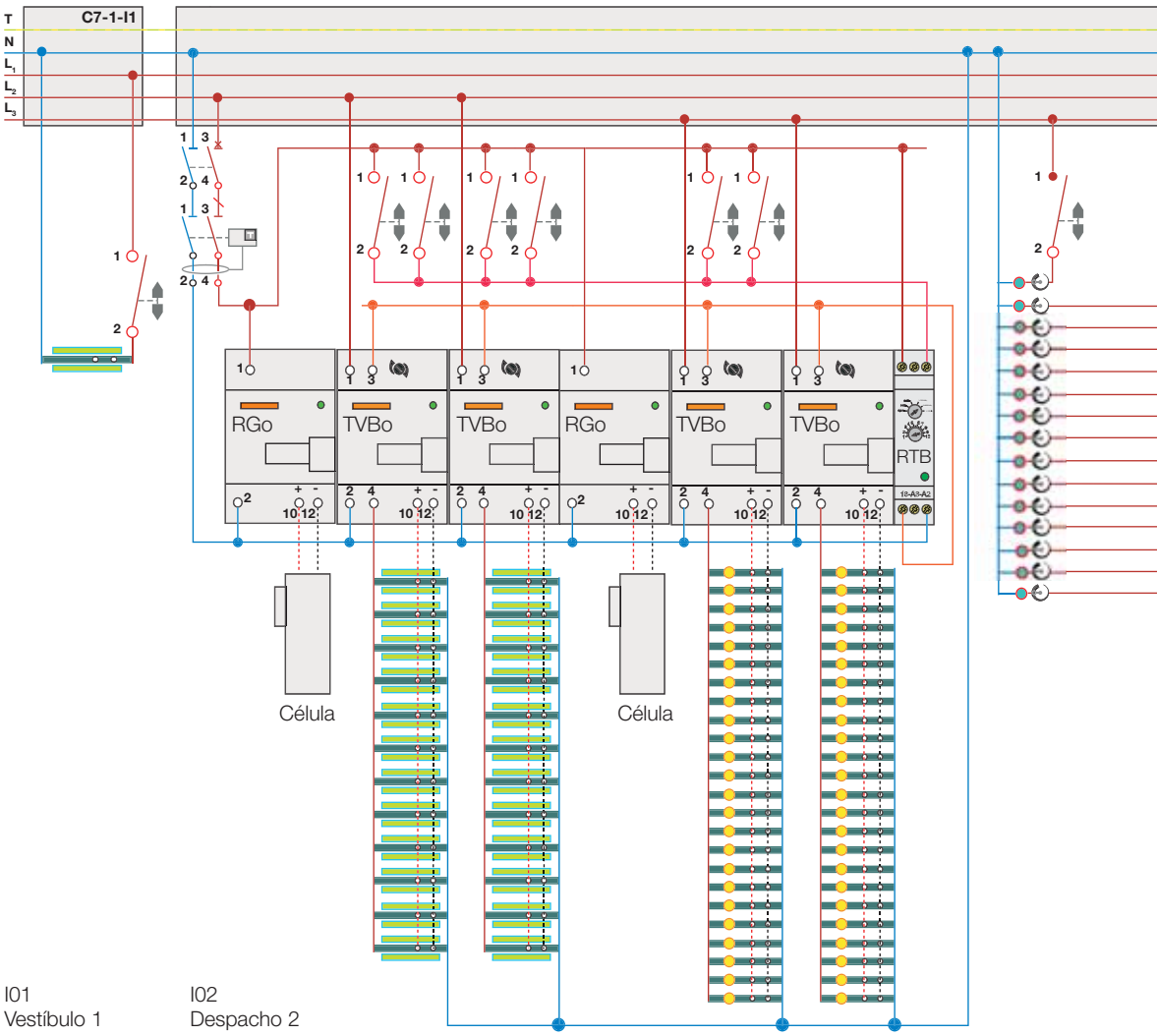
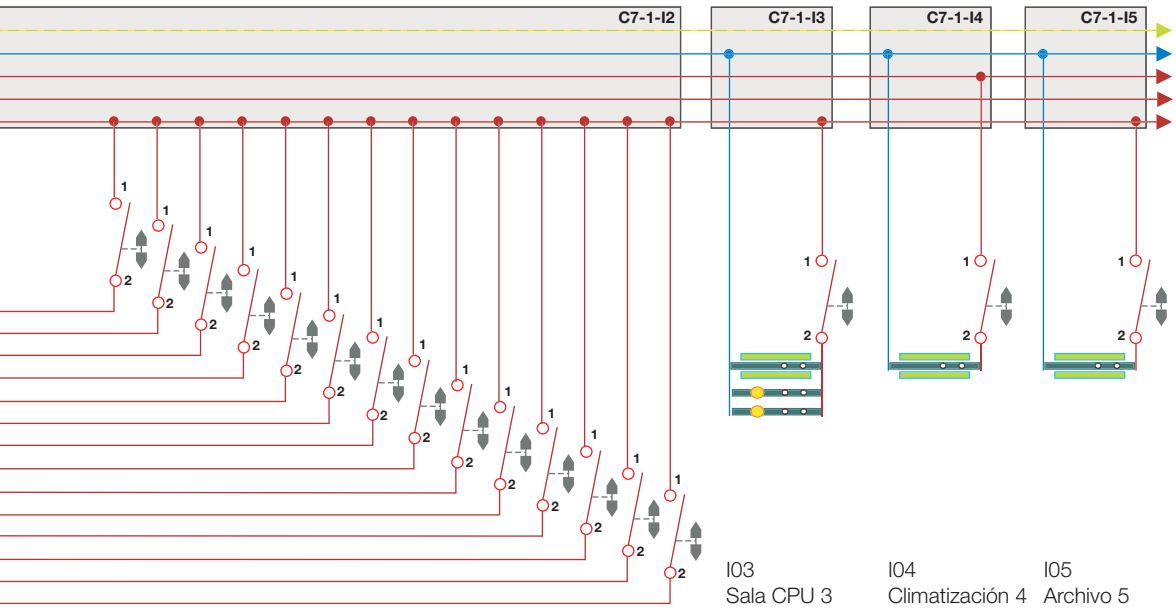


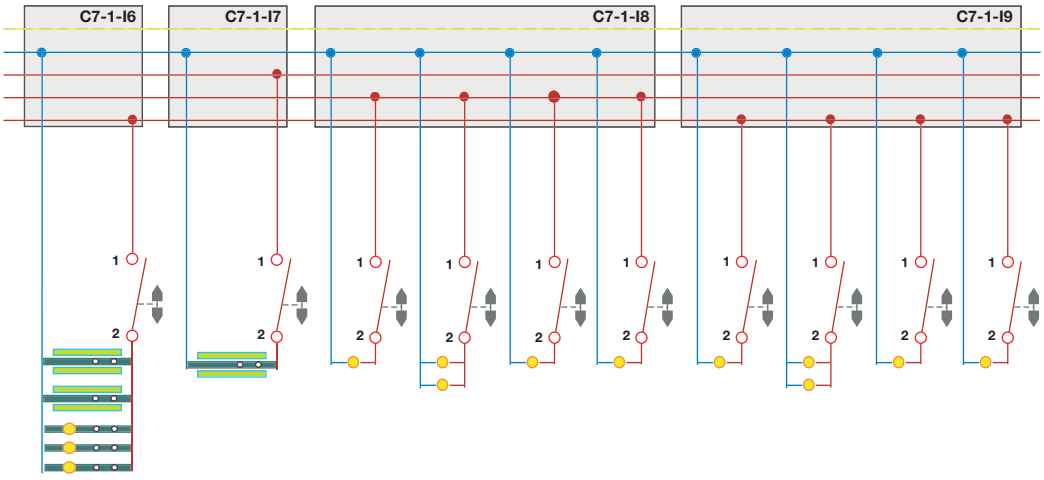
Fig. K5-252: *esquema distribución alumbrado planta 7.ª, sector primero.*



I03
Sala CPU 3

I04
Climatización 4

I05
Archivo 5



I06
Sala descanso 6

I07
Vestuario 7

I08
Servicios H8

I09
Servicios M9

– La segunda con puntos luz de una lámpara fluorescente compacta de 38 W con balasto electrónico de AHz regulable.
Estarán comandados por los mismos puntos del primer sector.
El alumbrado estará controlado por una célula fotoeléctrica y un controlador de nivel luminoso RGo (ver página J/274 del Volumen 3).
El controlador nos permite determinar el nivel luminoso a mantener, por medio de un luxómetro y la palanca de regulación, fijamos el nivel exacto de lux deseados para mantener el nivel de iluminación. Si existe iluminación natural suficiente no necesita alumbrado eléctrico.
El controlador se acopla de forma óptica con un regulador de tensión, especial para balastos electrónicos de AHz tipo TVBo (ver página J/268 del Volumen 3, donde se indica la forma de trabajo y programación).
Estos reguladores son capaces de controlar una carga determinada (ver Tabla J20-015, página J/948 del Volumen 3, donde nos indica que un TVBo puede llevar un máximo de 40 equipos de 36 o 38 W con balasto electrónico de AHz), a tal indicación colocaremos dos reguladores TVBo, con comunicación óptica, para atender las lámparas del despacho (2) y uno para las del despacho (13).
Cada controlador RGo necesita que la pulsación se mantenga unos 250 ms y que no supere los 390 ms, esta precisión no la podemos asegurar con un pulsador de palanca, por tanto intercalaremos un relé impulsional RTB, regulado a 300 ms (ver página J/228 del Volumen 3).
□ El alumbrado individual: formado por lámparas incandescentes de iodo de 50 W con transformador, que se encienden o apagan a voluntad, a través de un interruptor de la serie Unica y se regula el flujo luminoso a través de un regulador individual de la misma serie (ver esquema J7-014, página J/261 del Volumen 3).

¡Atención! Estos balastos son de alta frecuencia y por tanto se deben tomar medidas para no polucionar la red. En el capítulo "F" del Volumen 1, se exponen criterios básicos sobre la equipotencialidad de las masas, los blindajes y los filtros adecuados para cumplimentar las exigencias de la "CEM".

Consumo discriminado en horas valle del alumbrado

Teniendo en cuenta que las horas valle no caen dentro de la jornada de trabajo y las ocho horas diarias de lunes a viernes coinciden en horas llanas y punta, solamente tendremos en cuenta el alumbrado de emergencia que lo utilizaremos para vigilancia nocturna.

N.°		Cos φ	K_s	Fase		
				L1	L2	L3
18	A. emergencia	0,5	1	4		
Total				**4**		

Tabla K5-253: *consumos discriminados en horas valle.*

■ Intensidad media de consumo del alumbrado en horas valle:

$$I_m = 4\,A$$

■ Cálculo del cos φ medio en horas valle del alumbrado.

N.°	Leyenda	K_s	I_m	Cos φ	P(W)
18	A. emergencia	1	4	0,5	460
Total					**460**

Tabla K5-254: *valores para el cálculo del cos φ medio en horas valle.*

$$\text{Cos } \varphi_{medio} = 0,5$$

¡Atención! Estos balastos son de alta frecuencia y por tanto se deben tomar medidas para no polucionar la red.
En el capítulo "F" del Volumen 1 se exponen criterios básicos sobre la equipotencialidad de las masas, los blindajes y los filtros adecuados para cumplimentar las exigencias de la "CEM".

Consumo en horas llano y punta del alumbrado

Teniendo en cuenta que las ocho horas diarias de trabajo de lunes a viernes coinciden en horas llanas y punta.

N.º		K_s	Fase		
			L1	L2	L3
I00	Alumbrado	1	16,16	20,14	19,71

Tabla K5-256: *totales de intensidades en horas llano y punta.*

■ Intensidad media de consumo horas llano y punta:

$$I_m = \frac{I_{L1} + I_{L2} + I_{L3}}{3} = \frac{16{,}16\,A + 20{,}14\,A + 19{,}71\,A}{3} = 18{,}67\,A$$

■ Cálculo del cos φ medio en horas llano y punta.

N.º	Leyenda	K_s	I_m	Cos φ	P(W)	THDI %	I_{THDI}
I01	Vestíbulo S1	1	1	0,95	218,5	93	0,93
I02	Despacho S2	1	11	0,95	2.403,5	93	10,23
		1	8,35	0,95	1.824,48	93	7,76
		1	3,84	0,8	706,56	93	3,57
I03	Sala CPU S3	1	0,5	0,95	109,25	93	0,47
		1	0,35	0,95	76,48	93	0,33
I04	Sala clima. S4	1	0,5	0,95	109,25	93	0,47
I05	Archivo S5	1	0,5	0,95	109,25	93	0,47
I06	Sala des. S36	1	1	0,95	218,5	93	0,93
		1	0,53	0,95	1.148,55	93	0,5
I07	Vestuario H-S7	1	0,5	0,95	109,25	93	0,47
I08	Servicio H-S8	1	1,03	0,5	118,45	37	0,38
I09	Servicio M-S9	1	1,03	0,5	118,45	37	0,38
I10	Servicio H -S10	1	1,03	0,5	118,45	37	0,38
I11	Servicio M-S11	1	1,03	0,5	118,45	37	0,38
I12	Vestuario M12	1	0,5	0,95	109,25	93	0,47
I13	Despacho S13	1	5,5	0,95	1.201,75	93	5,11
		1	4,18	0,95	913,33	93	3,88
		1	2,4	0,8	441,6	93	2,24
I14	Sala espera S14	1	2	0,95	433	93	1,86
		1	1,4	0,95	305,9	93	1,3
I15	Despacho S15	1	1	0,95	109,25	93	0,93
		1	0,87	0,95	190,1	93	0,81
		1	0,24	0,8	44,16	93	0,22
I16	Sala reunio. S16	1	1,5	0,95	327,75	93	1,4
		1	1,05	0,95	229,43	93	0,98
I17	Despacho	1	1	0,95	218,5	93	0,93
		1	0,87	0,95	190,1	93	0,81
		1	0,24	0,8	44,16		
Total					**12.265,65**		**49**

Tabla K5-257: *valores para el cálculo del cos φ medio y el THDI en horas llano y punta.*

■ Distribución alumbrado planta 7.ª, sector segundo.

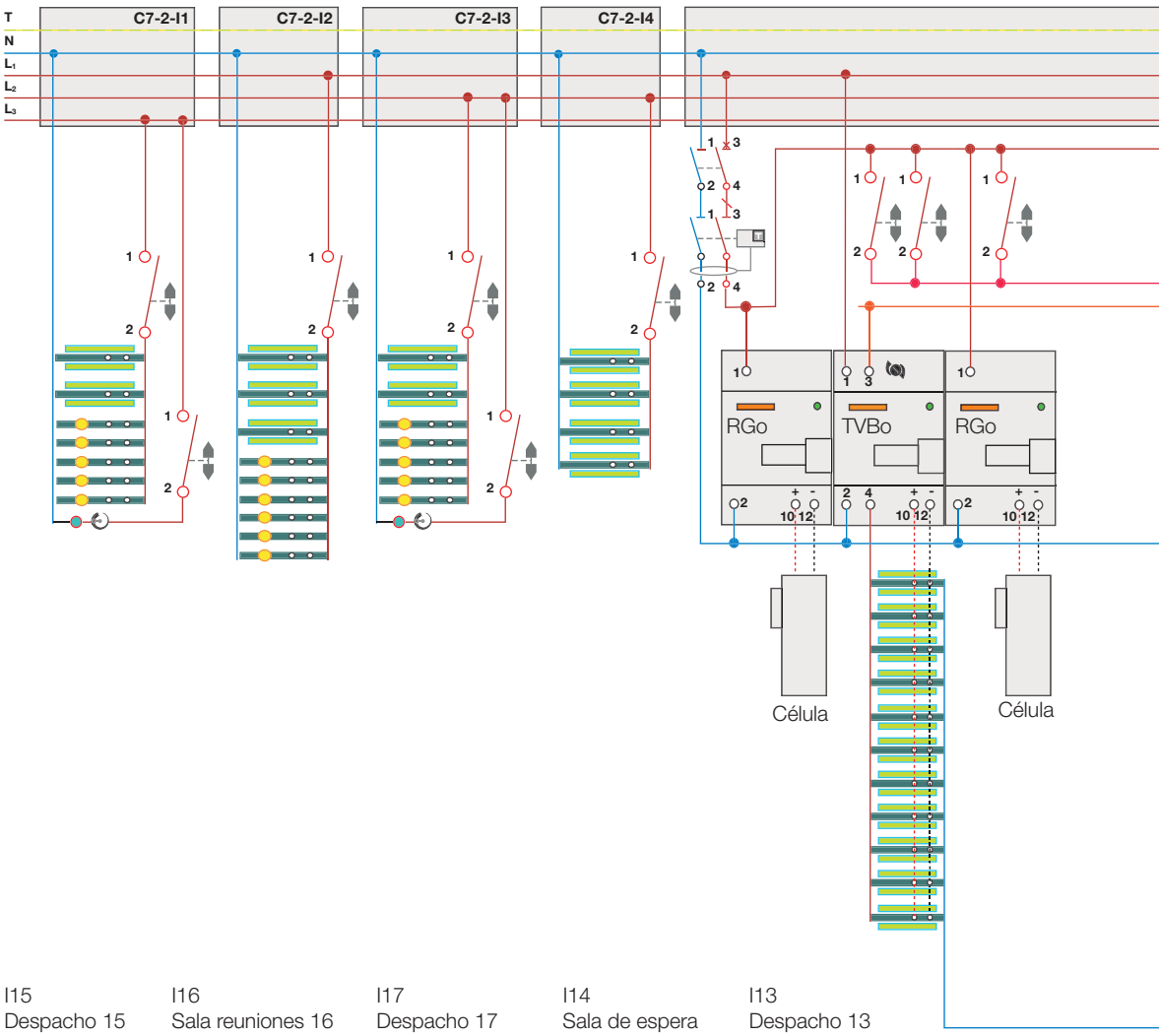
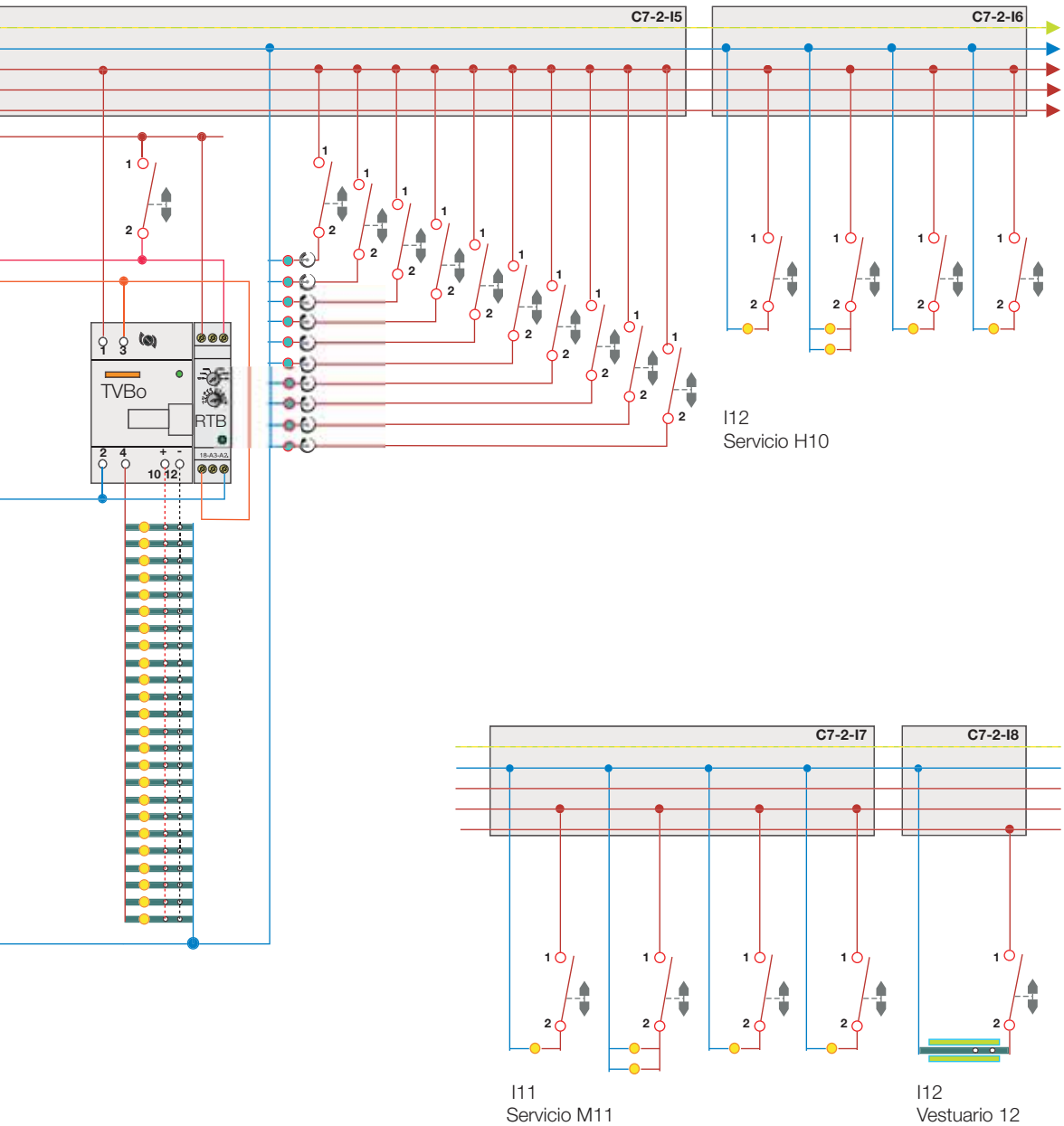


Fig. K5-255: *esquema distribución alumbrado planta 7.ª, sector segundo.*


C7-2-I5
C7-2-I6
TVBo
RTB
I12
Servicio H10
C7-2-I7
C7-2-I8
I11
Servicio M11
I12
Vestuario 12

$$\cos \varphi = \frac{12.265,65}{13.618,3} = 0,9$$

■ Cálculo de la tasa THDI, armónicos en horas llano y punta.
La intensidad reflejada en la tabla corresponde a las tres fases de un sistema trifásico, prácticamente equilibrado, por tanto podemos considerar que la intensidad I_{THDI} media será un tercio.
Debido a la diferencia de consumo la intensidad de armónicos en horas valle no la tendremos en consideración, puesto que con la solución que apliquemos en horas valle y punta quedará sobradamente cubierta.

$$I_{THDI} = \frac{49\ A}{3} = 16,33\ A$$

Potencia reactiva necesaria
Si deseamos compensar hasta un cos φ de 0,98, tendremos:
■ Para horas valle.
Con un cos φ medio de 0,5 para pasar a un cos φ de 0,98 debemos multiplicar por 1,529 según la Tabla E5-003 de la pág. E/49 del Volumen 1:

$$Q_c(kVAr) = P(kW) \cdot K = 0,46\ kW \cdot 1,529 = 0,7\ kVAr$$

■ Para horas llano y punta.
Con un cos φ medio de 0,9 para pasar a un cos φ de 0,98 debemos multiplicar por 0,281 según la Tabla E5-003 de la pág. E/49 del Volumen 1:

$$Q_c(kVAr) = P(kW) \cdot K = 12,27\ kW \cdot 0,281 = 3,45\ kVAr$$

Debemos dimensionar la batería para el período de mayor carga, consumos en horas llano y punta, y proporciona un juego de escalones que nos permita trabajar cómodamente durante las horas valle.
Una Varplus de clase H de 3,7 kVAr sería una solución adecuada.

Intensidad de armónicos THDI a compensar:
■ Para horas valle, despreciable.
■ Para horas llano y punta, 14,19 A (THDI).
Debemos atender el valor de las horas llano y punta (14,19 A).
Es conveniente considerar un coeficiente de extensión/seguridad de 1,2:

$$I_{(THDI)T} = I_{(THDI)} \cdot K = 16,33\ A \cdot 1,2 = 19,6_{(THDI)}$$

Un SineWave de 20 $A_{(THDI)}$ es adecuado.

Atención al armónico tercero que circula por el neutro y a la compensación de armónicos para que no lleguen a los condensadores. Utilizar, aparte de la compensación, las técnicas de acorralamiento en el diseño del circuito.

El factor más importante es que los armónicos generados con mayor proporción son el tercero y el quinto, los cuales circulan por el neutro. Si mantenemos el concepto utilizado de que solamente circula por el neutro el desequilibrio de la suma vectorial de las fases, nos permitirá considerar una menor sección en el neutro, normalmente la mitad.
Pero al considerar la realidad, los 16 A de armónicos más el desequilibrio de la suma vectorial de las fases nos obligará a utilizar una sección no mitad de la de las fases, o sea igual sección.

■ Esquema de alimentación del alumbrado de la 7.ª planta.

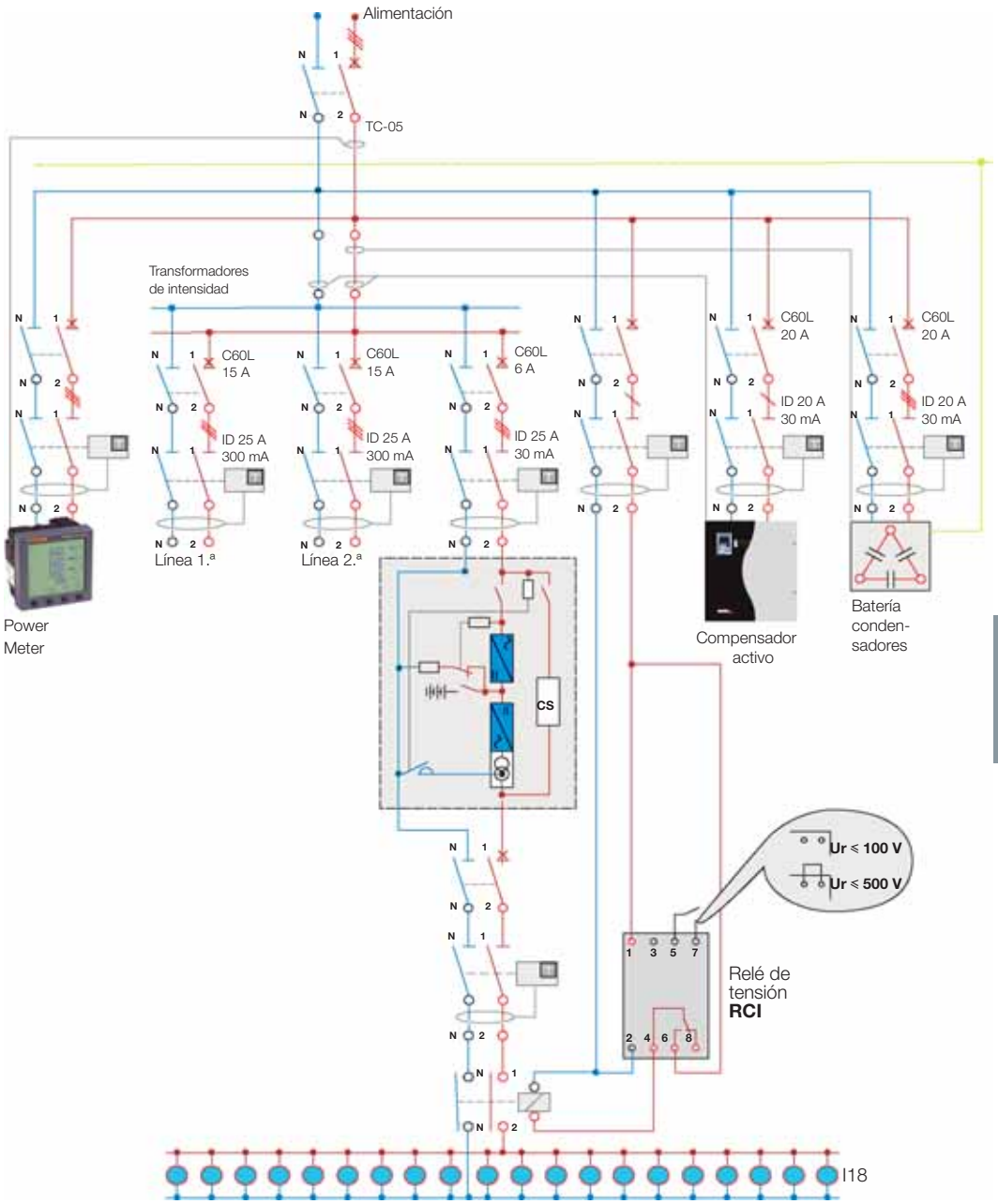


Fig. K5-258: *esquema de alimentación y compensación del alumbrado 7.ª planta.*

Funcionamiento de la red de 230/400 V

Desde el cuadro general distribuiremos en dos secciones, a la derecha y a la izquierda del mismo, todas las dependencias de la primera planta.
Con esta red alimentaremos:

- ■ Las tomas de corriente de 230 V y las discriminadas.
- ■ Los electrodomésticos.
- ■ El hilo musical.
- ■ Las fotocopiadoras.
- ■ El confort.

Desde las cajas de empalme de cada dependencia podremos derivar la energía para cada aplicación.
La línea se deberá calcular para la fase más cargada.
En la alimentación para el confort deberemos diferenciar dos circuitos, las persianas, que efectuaremos un circuito con capacidad para poderlas maniobrar individualmente o a la vez, y el de las cortinas y pantallas de proyección, que sólo las manipularemos de forma individual. Las tomas de potencia se realizarán desde la caja de bornes de cada dependencia.
Dispondremos de una fase discriminada para las tomas de corriente de los electrodomésticos de limpieza, a través de un reloj programador.
Dispondremos de un control en el tiempo del calentamiento del agua sanitaria a través del segundo circuito del reloj de las tomas de corriente discriminadas, para calentar el agua en las horas valle.
Tanto la generación de armónicos como el desfase, de las cargas conocidas, es insignificante, excepto los armónicos en las dos fotocopiadoras, por tanto deberemos efectuar el tratamiento de armónicos de forma individualizada.

Alimentación cargas informáticas
Desde las dos fuentes en redundancia de la alimentación ininterrumpida SAI, distribuiremos en dos secciones, a la derecha y a la izquierda del mismo, todas las dependencias de la primera planta.
Las cargas informáticas son generadoras de armónicos y trabajan con un cos φ del orden de 0,7.
Estas cargas son muy sensibles a los armónicos y ellas son generadoras, produciendo un efecto multiplicador con valores de factor de cresta de 2,4 a 2,8 veces. Su tasa global de distorsión es del orden del 93%, THDI = 93%.
En la línea 1.ª tenemos incorporada la CPU central, es conveniente tener un tratamiento individualizado para ella, tanto de armónicos como de factor de potencia, y un tratamiento para cada línea de alimentación.

Cargas de las dos líneas de alimentación en régimen TT a 230/400 V:
■ Línea 1.ª.

N.º		Clase	P (W)	I (A)	Fase		
					L1	L2	L3
C01	Vestíbulo S1	BB1	4 · 5 A · 0,1	2	2		
			4 · 5 A · 0,05	1			
C02	Despacho S2	BB1	48 · 5 A · 0,1	20	6,5	9,5	7,5
			16 · 5 A · 0,05	4			
C03	Sala CPU S3	BB1	3 · 5 A · 0,1	1,5		1,5	
			3 · 5 A · 0,05	0,75			
C04	Acondiciona. S4	BB2	3 · 5 A · 0,1	1,5	1,5		
			3 · 5 A · 0,05	0,75			
C05	Archivo S5	BB1	2 · 5 A · 0,1	1		1	
			2 · 5 A · 0,05	0,5			
C06	S. descanso S6	BB2	3 · 5 A · 0,1	1,5	0,5	0,5	0,5
			3 · 5 A · 0,05	0,75			
E05	Dis. bebidas S6	BB2	2 · 400	1,7	3,4		
E06	Cafetera S6	BB2	2 · 800	3,5		7	
E07	Dispen. agua S6	BB2	2 · 400	1,7			3,4
C07	Vestuario H-S7	BB1	2 · 5 A · 0,1	1			1
			2 · 5 A · 0,05	0,5			
C08	Servicio H-S8	BB2	2 · 5 A ·0,1	1	1		
			2 · 5 A · 0,05	0,5			
E01	Dispensador S8	BB2	1 · 300	1,3			1,3
C09	Servicio M-S9	BB2	2 · 5 A · 0,1	1		1	
			2 · 5 A · 0,05	0,5			
E02	Dispensador S9	BB2	1 · 300	1,3	1,3		
Totales línea 1.ª					**16,2**	**19**	**15,2**
Conectores discriminados					9,25		

Tabla K5-259: *consumo línea 1.ª de conectores y electrodomésticos.*

□ Línea 2.ª.

N.º		Clase	P (W)	I (A)	Fase		
					L1	L2	L3
C10	Servicio M-S10	BB2	2 · 5 A · 0,1	1			1
			2 · 5 A · 0,05	0,5			
E03	Dispensador S10	BB2	1 · 300	1,3		1,3	
C11	Servicio H-S11	BB2	2 · 5 A · 0,1	1		1	
			2 · 5 A · 0,05	0,5			
E04	Dispensador S11	BB2	1 · 300	1,3			1,3
C12	Vestuario M-S12	BB1	2 · 5 A · 0,1	1		1	
			2 · 5 A ·0,05	0,5			
C13	Despacho S2	BB1	30 · 5 A ·0,1	1 5	10		5,5
			10 · 5 A ·0,05	2,5			
	Fotocopiadoras	BB1	2 · 13 A ·1			13	
C14	Sala espera S14	BB1	4 · 5 A · 0,1	2	3		
			4 · 5 A ·0,05	1			
C15	Despacho S15	BB1	6 · 5 A · 0,1	3		2,5	1
			4 · 5 A ·0,05	1			
C16	Sala Reunio. S16	BB1	6 · 5 A · 0,1	3		3	1
			6 · 5 A ·0,05	1,5			
	Pantalla	BB1	1· 0,35 A				0,35
C17	Despacho S17	BB1	6 · 5 A · 0,1	3	2,5	1	
			4 · 5 A ·0,05	1			
Totales línea 2.ª					**18,5**	**20,8**	**22,15**
Conectores discriminados					8,5		

Tabla K5-260: *consumo línea 2.ª de conectores y electrodomésticos.*

Consumo discriminado en horas valle de las tomas de corriente y los electrodomésticos, en régimen TT

Teniendo en cuenta que las horas valle no caen dentro de la jornada de trabajo y las ocho horas diarias de lunes a viernes coinciden en horas llanas y punta, solamente tendremos en cuenta los electrodomésticos que deben mantener una temperatura determinada y los de limpieza a realizar en horas valle.

N.º		Cos φ	K_s	Fase		
				L1	L2	L3
E05	Dis. bebidas S6	0,8	0,7	3,4		
E07	Dispen. agua S6	0,8	0,7			3,4
S00	Agua sanitaria caliente	1	0,7		10,4	
Conectores discriminados		0,8	0,6	17,75		
Total				**12,03**	**10,4**	**2,38**

Tabla K5-261: *totales de intensidades consumidas en horas valle en la red de conectores.*

■ Intensidad media de consumo horas valle:

$$I_m = \frac{I_{L1} + I_{L2} + I_{L3}}{3} = \frac{12{,}03\ A + 10{,}4\ A + 2{,}38\ A}{3} = 8{,}27\ A$$

■ Cálculo del cos φ medio en horas valle.

N.º	Leyenda		K_s	I_m	Cos φ	P(W)
E05	Dis. bebidas S6		0,7	3,4	0,8	547,4
E07	Dispen. agua S6		0,7	3,4	0,8	547,4
S00	Agua sanitaria caliente		0,7	10,4	1	1.674,4
Conectores discriminados			0,6	17,75	0,8	1.959,6
Total						**4.728,8**

Tabla K5-262: *valores para el cálculo del cos φ medio en horas valle.*

$$\cos\varphi = \frac{4728{,}8}{5687{,}9} = 0{,}831$$

Consumo en horas llano y punta en las tomas de corriente y los electrodomésticos, en régimen TT

Teniendo en cuenta que las ocho horas diarias de trabajo de lunes a viernes coinciden en horas llanas y punta.

N.º		Cosφ	K_s	Fase		
				L1	L2	L3
C01	Vestíbulo S1	0,8	0,8	2		
C02	Despacho S2	0,8	0,8	6,5	9,5	7,5
C03	Sala CPU S3	0,8	0,8			1,5
C04	Acondiciona. S4	0,8	0,8	1,5		
C05	Archivo S5	0,8	0,8		1	
C06	S. descanso S6	0,8	0,8	0,5	0,5	0,5
E05	Dis. bebidas S6	0,8	0,7	3,4		
E06	Cafetera S6	0,8	0,8		7	
E07	Dispen. agua S6	0,8	0,7			3,4
C07	Vestuario H-S7	0,8	0,8			1
C08	Servicio H-S8	0,8	0,8	1		
E01	Dispensador S8	0,8	0,5	1,3		
C09	Servicio M-S9	0,8	0,8		1	
E02	Dispensador S9	0,8	0,5		1,3	
C10	Servicio M-S10	0,8	0,8			1
E03	Dispensador S10	0,8	0,5			1,3
C11	Servicio H-S11	0,8	0,8		1	
E04	Dispensador S11	0,8	0,5		1,3	
C12	Vestuario M-S12	0,8	0,8		1	
C13	Despacho S2	0,8	0,8	10		5,5
	Fotocopiadoras	0,7	0,6		13	13
C14	Sala. espera S14	0,8	0,8	3		
C15	Despacho S15	0,8	0,8		2,5	1
C16	Sala reunio. S16	0,8	0,8	3	1	
	Pantalla	0,8	0,5			0,35
C17	Despacho S17	0,8	0,8	2,5	1	
Total intensidades horas llanas y punta				**27,13**	**29,7**	**25,5**

Tabla K5-263: *totales de intensidades en horas llano y punta.*

■ Intensidad media de consumo horas llano y punta.

$$I_m = \frac{I_{L1} + I_{L2} + I_{L3}}{3} = \frac{27{,}13\,A + 29{,}7\,A + 25{,}5\,A}{3} = 27{,}45\,A$$

■ Cálculo del cos φ medio en horas llano y punta.

N.º	Leyenda		K_s	I_m	Cos φ	P(W)
C01	Vestíbulo S1		0,8	2	0,8	294,4
C02	Despacho S2		0,8	7,83	0,8	3.467,75
C03	Sala CPU S3		0,8	1,5	0,8	220,8
C04	Acondiciona. S4		0,8	1,5	0,8	220,8
C05	Archivo S5		0,8	1	0,8	147,2
C06	S. descanso. S6		0,8	0,5	0,8	221,44
E05	Dis. bebidas S6		0,7	3,4	0,8	437,92
E06	Cafetera S6		0,7	7	0,9	1.014,3
E07	Dispen. agua S6		0,7	3,4	0,8	437,92
C07	Vestuario H-S7		0,8	1	0,8	147,2
C08	Servicio H-S8		0,8	1	0,8	147,2
E01	Dispensador S8		0,5	1,3	0,8	92
C09	Servicio M-S9		0,8	1	0,8	147,2
E02	Dispensador S9		0,5	1,3	0,8	92
C10	Servicio M-S10		0,8	1	0,8	147,2
E03	Dispensador S10		0,5	1,3	0,8	92

(continúa en pág. siguiente)

(continuación)

N.º	Leyenda		K_s	I_m	Cos φ	P(W)
C11	Servicio H-S11		0,8	1	0,8	147,2
E04	Dispensador S11		0,5	1,3	0,8	92
C12	Vestuario M-S12		0,8	1	0,8	147,2
C13	Despacho S13		0,8	5,2	0,8	2.302,98
	Fotocopiadoras		0,6	8,7	0,7	2.528,57
C14	Sala. espera S14		0,8	3	0,8	441,6
C15	Despacho S15		0,8	1,2	0,8	531,45
C16	Sala reunio. S16		0,8	1,4	0,8	620,03
	Pantalla		0,5	0,35	0,8	32,2
C17	Despacho S17		0,8	1,2	0,8	531,45
Total consumo horas llano y punta						**14.701,99**

Tabla K5-264: *valores para el cálculo del cos φ medio en horas llano y punta.*

$$\cos\varphi = \frac{14.701{,}99}{18.688{,}18} = 0{,}786$$

■ Cálculo de la tasa THDI, armónicos en horas llano y punta.
Las cargas que se han previsto a excepción de las fotocopiadoras no son generadoras de armónicos (I_{THDI}), las fotocopiadoras tienen la distorsión propia de la fuente de alimentación.
Las dos fotocopiadoras son monofásicas y conectadas cada una a una fase, por tanto tendremos un desequilibrio en una fase, pero el sistema de compensador activo no tiene ningún problema en trabajar en sistema trifásico desequilibrado. Por tanto dimensionaremos un SineWave para la intensidad de la fase más cargada (13 A).
El distorsionador de la fotocopiadora es la fuente de alimentación del orden del 93%:

$$I_{THDI} = 13\,A \cdot 0{,}93 = 12{,}09\,A$$

Potencia reactiva necesaria
Si deseamos compensar hasta un cos φ de 0,98, tendremos:
■ Para horas valle.
Con un cos φ medio de 0,831 para pasar a un cos φ de 0,98 debemos multiplicar por 0,463 según la Tabla E5-003 de la página E/49 del Volumen 1:

$$Q_c(kWAr) = P(kW) \cdot K = 4{,}73\ kW \ \ 0{,}463 = 2{,}2\ kVAr$$

■ Para horas llano y punta.
Con un cos φ medio de 0,786 para pasar a un cos φ de 0,98 debemos multiplicar por 0,634 según la Tabla E5-003 de la página E/49 del Volumen 1:

$$Q_c(kWAr) = P(kW) \cdot K = 14{,}7\ kW \ \ 0{,}634 = 9{,}32\ kVAr$$

Debemos dimensionar la batería para el período de mayor carga, consumos en horas valle, y proporciona un juego de escalones que nos permita trabajar cómodamente durante las horas llanas y punta.
Una Rectibloc vertical de clase H de 10 kVAr sería una solución adecuada.

Circuito de alimentación conectores, red en régimen TT
A la salida del interruptor general colocaremos un control de la calidad del circuito: Power Meter para la lectura de la energía en el punto de suministro, tanto para los parámetros de calidad como para los de cantidad:
■ Los datos de calidad adecuados para este punto son:
□ Tensión, simple y compuesta.
□ Factor de potencia de las tres fases.
□ Corrimiento en las tres fases.
□ Armónicos desde el 1 al 40 y proporción.

■ Datos de cantidad:
□ Consumos por períodos.
□ Intensidades por fases (máxima y media).
□ Control en el tiempo de las intensidades máximas.
Deberemos introducir los datos en un registro para facilitar las posibles correcciones y el oportuno control.
Compensaremos el factor de potencia situando la batería aguas abajo del interruptor general y aguas abajo el compensador activo SineWave.
Para atender los 13 A de cada fotocopiadora, debemos instalar un compensador activo de 20 A, que es sobrado pero es el menor de la gama.
El mismo controlador horario utilizado para la discriminación de las tomas nocturnas, lo utilizaremos para controlar el consumo de los termos para el agua sanitaria, permitiendo el calentamiento del agua solamente en horas valle.
■ Esquema para la alimentación de las tomas de corriente a 230 V, en régimen TT.

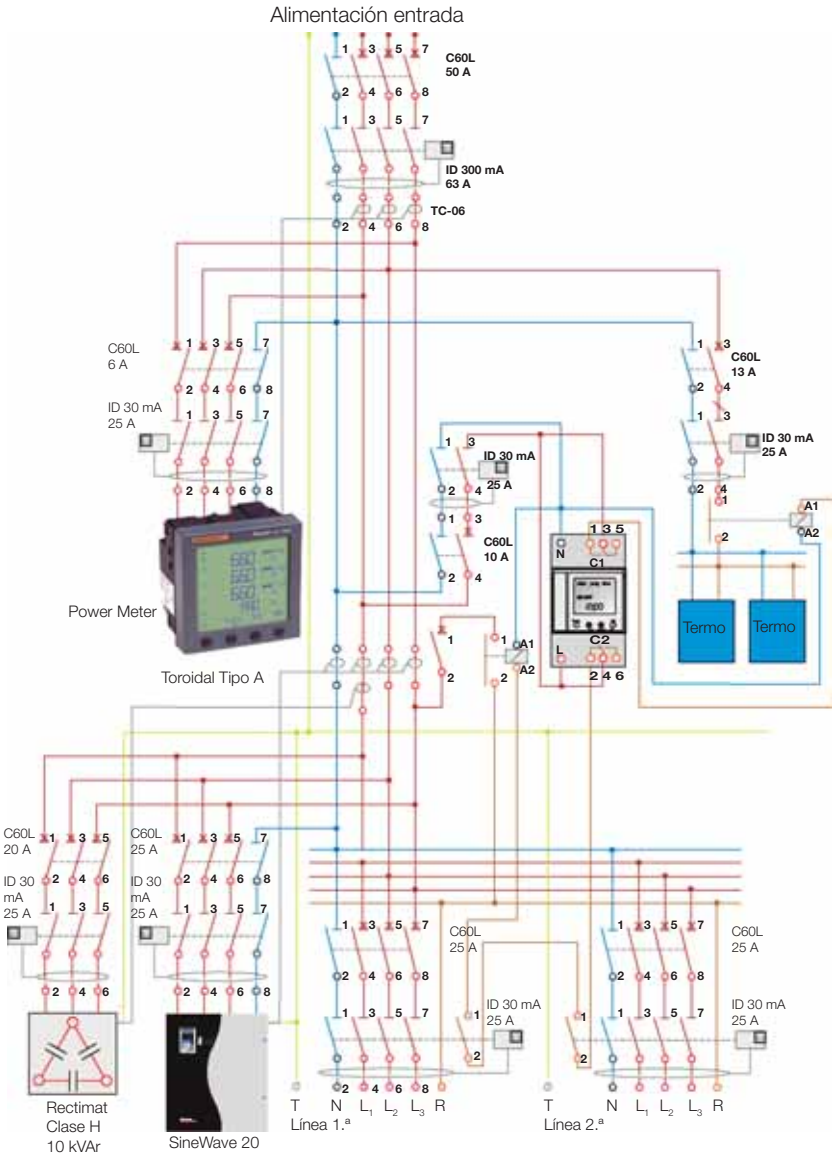


Fig. K5-265: *esquema alimentación circuito para las tomas de corriente de 230 V.*

Cargas de las dos líneas de alimentación en régimen IT a 230/400 V:

■ Alimentación cargas informáticas.

Desde la fuente de alimentación ininterrumpida SAI, distribuiremos en dos secciones, a la derecha y a la izquierda del mismo, todas las dependencias de la primera planta.

Las cargas informáticas son generadoras de armónicos y trabajan con un cos φ del orden de 0,7.

Estas cargas son muy sensibles a los armónicos y ellas mismas son generadoras, produciendo un efecto multiplicador con valores de factor de cresta de 2,4 a 2,8 veces.

Su tasa global de distorsión es del orden del 93%, THDI = 93%.

□ Línea 1.ª.

N.º		Clase	P (W)	I (A)	Fase		
					L1	L2	L3
N01	S. oficina S2						
	Punto 1.º				19,8		
	3 CPU	BB1	1 · 300	1,3			
	3 Pantalla	BB1	1 · 220	1			
	1 Impresora G	BB1	1 · 1.100	6,9			
	3 Escáner	BB1		2			
	Punto 2.º					19,8	
	3 CPU	BB1	1 · 300	1,3			
	3 Pantalla	BB1	1 · 220	1			
	1 Impresora G	BB1	1 · 1.100	6,9			
	3 Escáner	BB1		2			
	Punto 3.º						26,7
	3 CPU	BB1	1 · 300	1,3			
	3 Pantalla	BB1	1 · 220	1			
	2 Impresora G	BB1	1 · 1.100	6,9			
	3 Escáner	BB1		2			
	Punto 4.º				29,3		13,8
	3 CPU	BB1	1 · 300	1,3			
	3 Pantalla	BB1	1 · 220	1			
	2 Impresora G	BB1	1 · 1.100				13,8
	2 Ploters G	BB1	1 · 2.100	9,2			
	2 Escáner	BB1		2			
N02	S. CPU S03	BB1	1· 2.000	4,2	4,2	4,2	4,2
Total línea 1.ª					**53,3**	**24**	**58,5**

Tabla K5-266: *consumos en la 1.ª línea de la planta 7.ª.*

□ Línea 2.ª.

N.º		Clase	P (W)	I (A)	Fase		
					L1	L2	L3
N03	S. oficina S13						
	Punto 1.º					13,8	
	3 CPU	BB1	1 · 300	1,3			
	3 Pantalla	BB1	1 · 220	1			
	1 Impresora G	BB1	1 · 1.100	6,9			
	Punto 2.º						13,8
	3 CPU	BB1	1 · 300	1,3			
	3 Pantalla	BB1	1 · 220	1			
	1 Impresora G	BB1	1 · 1.100	6,9			
	Punto 3.º				13,8		
	3 CPU	BB1	1 · 300	1,3			
	3 Pantalla	BB1	1 · 220	1			
	1 Impresora G	BB1	1 · 1.100	6,9			

(continúa en pág. siguiente)

(continuación)

N.º		Clase	P (W)	I (A)	Fase		
					L1	L2	L3
	Punto 4.º					23	
	1 CPU	BB1	1 · 300	1,3			
	1 Pantalla	BB1	1 · 220	1			
	3 Impresora G	BB1	1 · 1.100	6,9			
N03	Sala espera S14						11,2
	1 CPU	BB1	1 · 300	1,3			
	1 Pantalla	BB1	1 · 220	1			
	1 Impresora G	BB1	1 · 1.100	6,9			
	1 Teléfono	BB1	1	2			
N04	Despacho S15				2,3		
	1 CPU	BB1	1 · 300	1,3			
	1 Pantalla	BB1	1 · 220	1			
N05	Sala reunio. S14					11,26	
	1 CPU	BB1	1 · 300	1,3			
	1 Pantalla	BB1	1 · 220	1			
	1 TV	BB1	1 · 25	0,1			
	1 Vídeo	BB1	1 · 35	0,16			
	1 Proyector	BB1	1 · 2.000	8,7			
N06	Despacho S15						2,3
	1 CPU	BB1	1 · 300	1,3			
	1 Pantalla	BB1	1 · 220	1			
Total línea 2.ª					**16,1**	**48,04**	**27,3**

Tabla K5-267: *consumos en la 2.ª línea de la planta 7.ª.*

■ Circuito alimentación cargas informáticas sector 1.º:
□ Bus de comunicación control de aislamiento (color violeta claro).

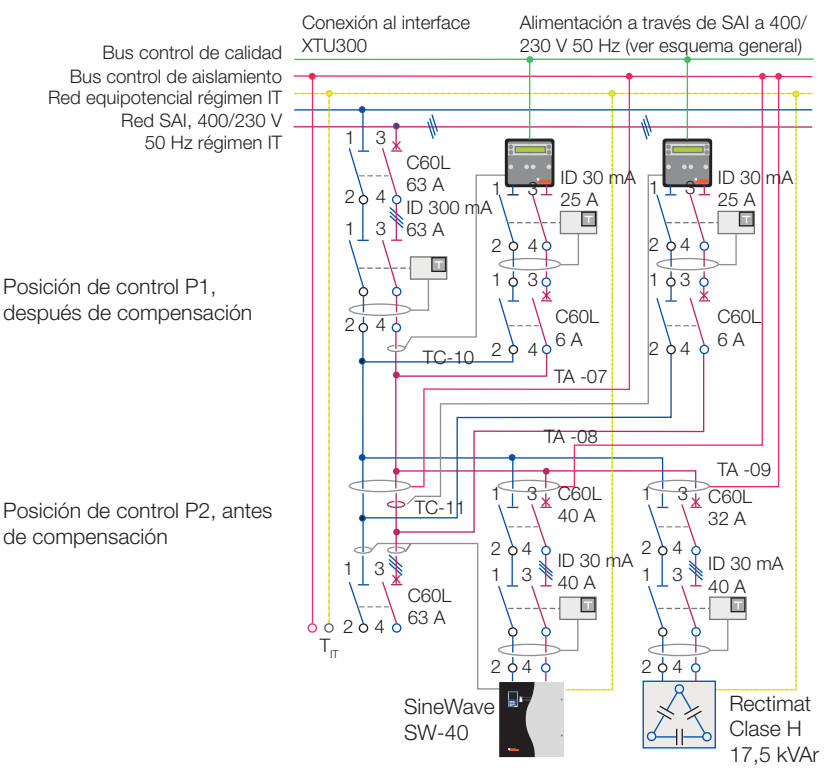


Fig. K5-268: *esquema de alimentación y compensación línea 1.ª de la 7.ª planta.*

En la línea 1.ª tenemos incorporada la CPU central, es conveniente tener un tratamiento individualizado para ella, tanto de armónicos como de factor de potencia, y un tratamiento para cada línea de alimentación.
Por tanto consideraremos primero la CPU central.

Tratamiento del factor de potencia y de los armónicos de la red en régimen IT:

■ Tratamiento de la CPU:

□ Potencia de la CPU:

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot 400\,V \cdot 4{,}2A \cdot 0{,}7 = 2{,}03\ kW$$

□ La compensación del factor de potencia.
Con un cos φ medio de 0,7 para pasar a un cos φ de 0,98 debemos multiplicar por 0,811, según la Tabla E5-003 de la página E/49 del Volumen 1:

$$Q_c(kVAr) = P(kW) \cdot K = 2{,}04\ kW \cdot 0{,}881 = 1{,}79\ kVA2 \approx 1{,}8\ kVAr$$

Consideraremos una batería Varplus clase SAH de 2,5 kVAr a 400 V.

□ Los armónicos con un THDI del 93%:

$$I_{THDI} = In \cdot 0{,}93 = 4{,}2 \cdot 0{,}93 = 3{,}9\,A_{THDI}$$

Podemos instalar un compensador activo SineWave SW20, que es sobrado.

■ Tratamiento de la línea 1.ª.

Compensaremos el factor de potencia con una batería para la intensidad media de la línea.

□ Intensidad media:

$$I_{1.^{o}} = \frac{I_{L1} + I_{L2} + I_{L3}}{3} = \frac{49{,}1 + 19{,}8 + 54}{3} = 40{,}97\,A \approx 41\,A$$

□ La potencia media será:

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot 400\,V \cdot 41\,A \cdot 0{,}7 = 19{,}86\ kW$$

□ La compensación del factor de potencia.
Con un cos φ medio de 0,7 para pasar a un cos φ de 0,98 debemos multiplicar por 0,811, según la Tabla E5-003 de la página F/49 del Volumen 1:

$$Q_c(kVAr) = P(kW) \cdot K = 19{,}86\ kW \cdot 0{,}881 = 17{,}1\ kVAr$$

Consideraremos una batería Rectimat clase H de 17,5 (5 + 5 + 7,5) kVAr a 400 V.

□ Los armónicos con un THDI del 93%:

$$I_{THDI} = In \cdot 93\% = 41 \cdot 0{,}93 = 38{,}13\,A_{THDI} \approx 39\,A9_{THDI}$$

Podemos instalar un compensador activo SineWave SW40.

■ Tratamiento de la línea 2.ª.

Compensaremos el factor de potencia con una batería para la intensidad media de la línea.

□ Intensidad media:

$$I_{2.^{o}} = \frac{I_{L1} + I_{L2} + I_{L3}}{3} = \frac{26{,}5 + 2{,}8 + 32{,}6}{3} = 20{,}64\,A$$

□ La potencia media será:

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot 400\,V \cdot 20{,}64\,A \cdot 0{,}7 = 10\ kW$$

□ La compensación del factor de potencia.
Con un cos φ medio de 0,7 para pasar a un cos φ de 0,98 debemos multiplicar por 0,811, según la Tabla E5-003 de la página E/49 del Volumen 1:

$$Q_c(kVAr) = P(kW) \cdot K = 10\ kW \cdot 0{,}881 = 8{,}8\ kVAr$$

■ Línea 1.ª de distribución tomas de corriente, electrodomésticos e informática.

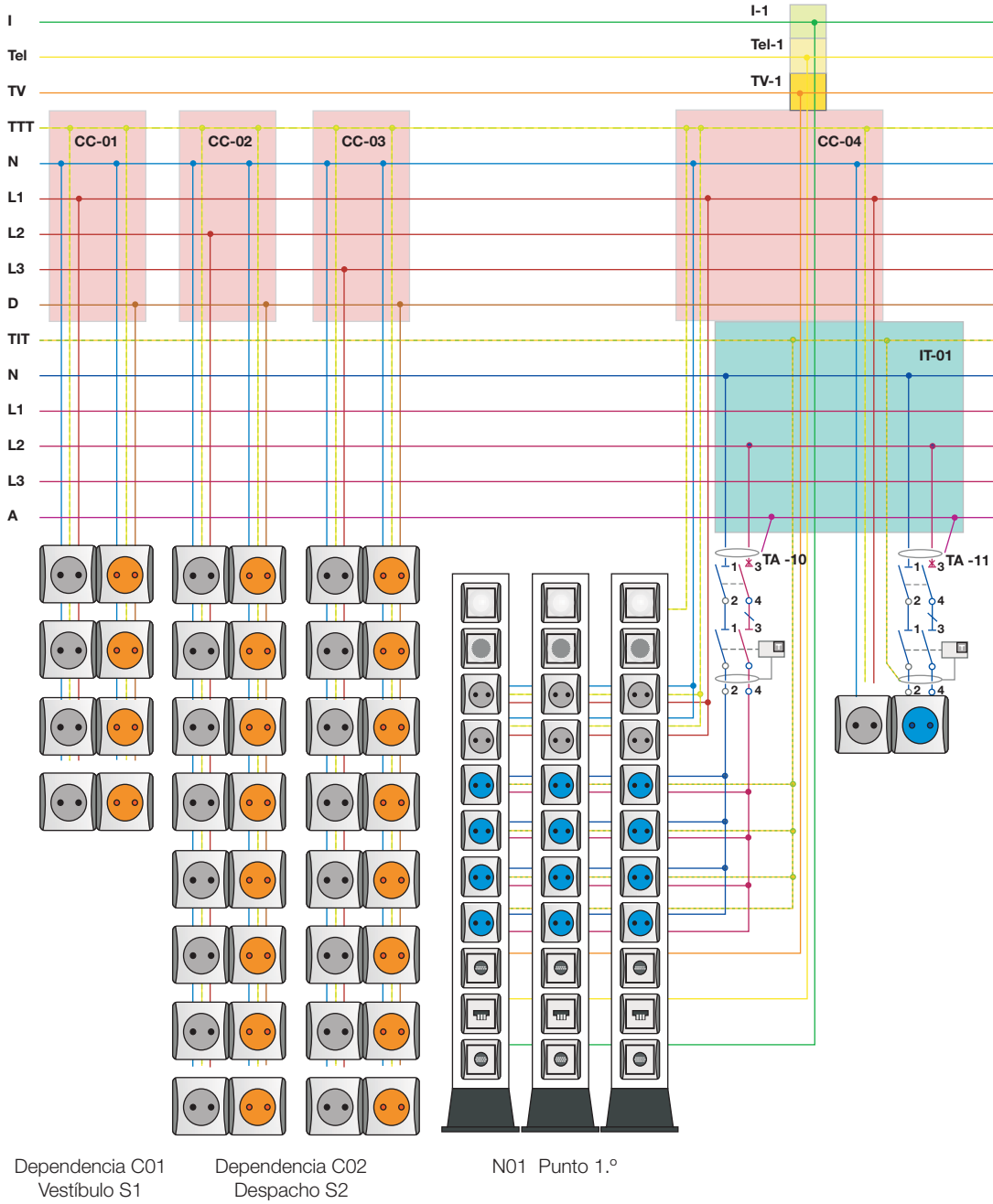
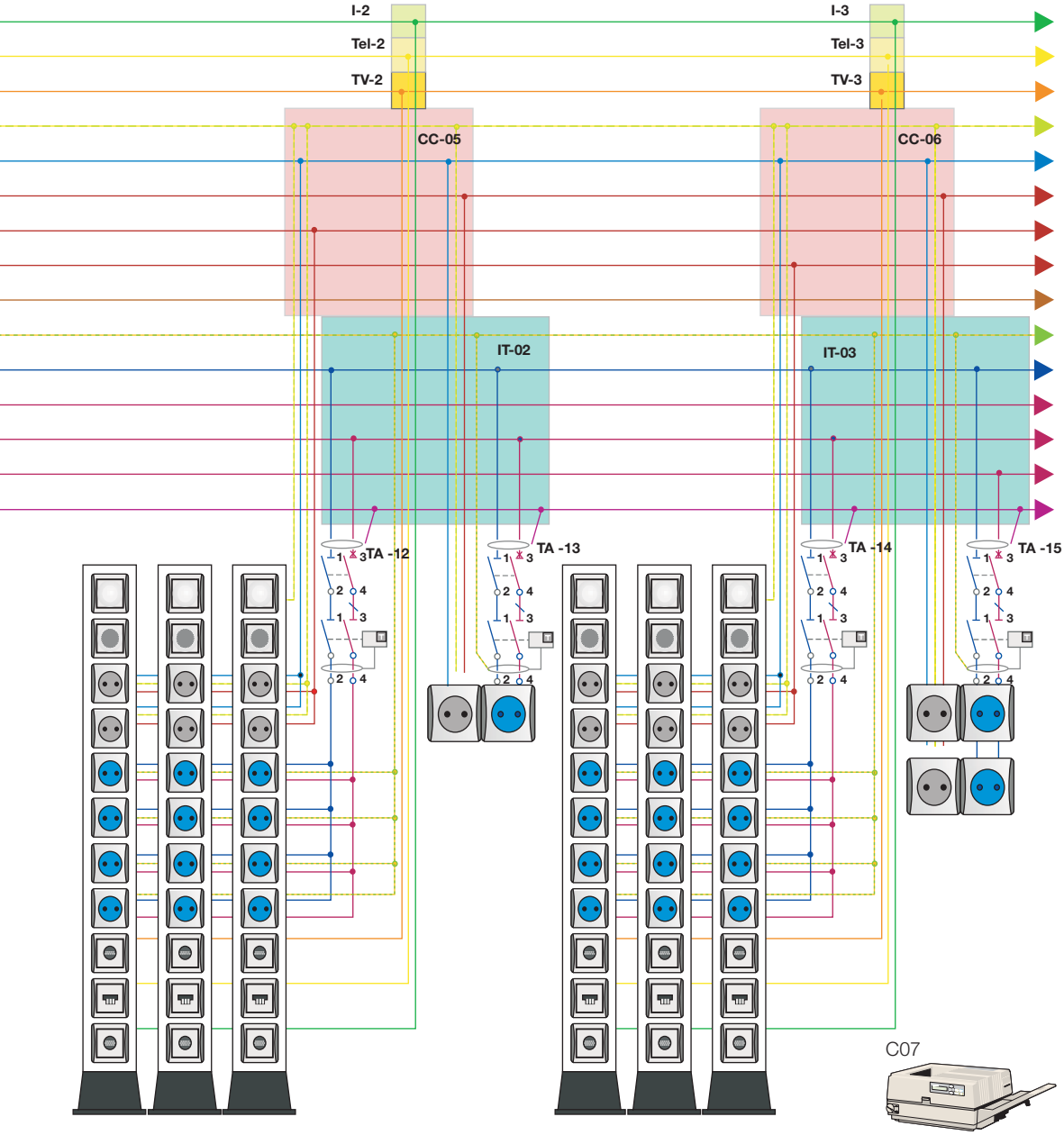


Fig. K5-269: *esquema de distribución línea 1.ª de los conectores, electrodomésticos e informática de la planta 7.ª.*



(continúa en pág. siguiente)

(continuación)

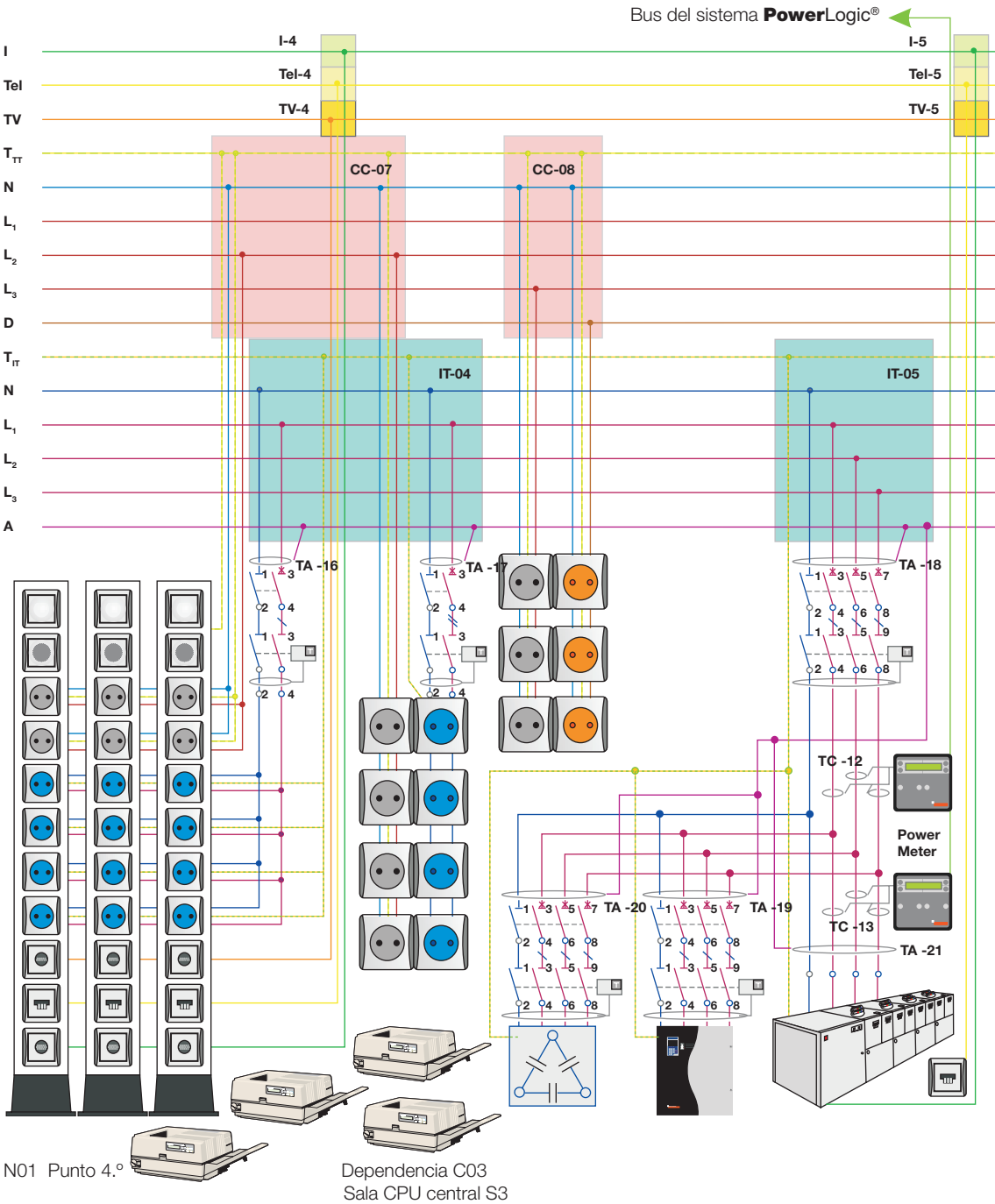
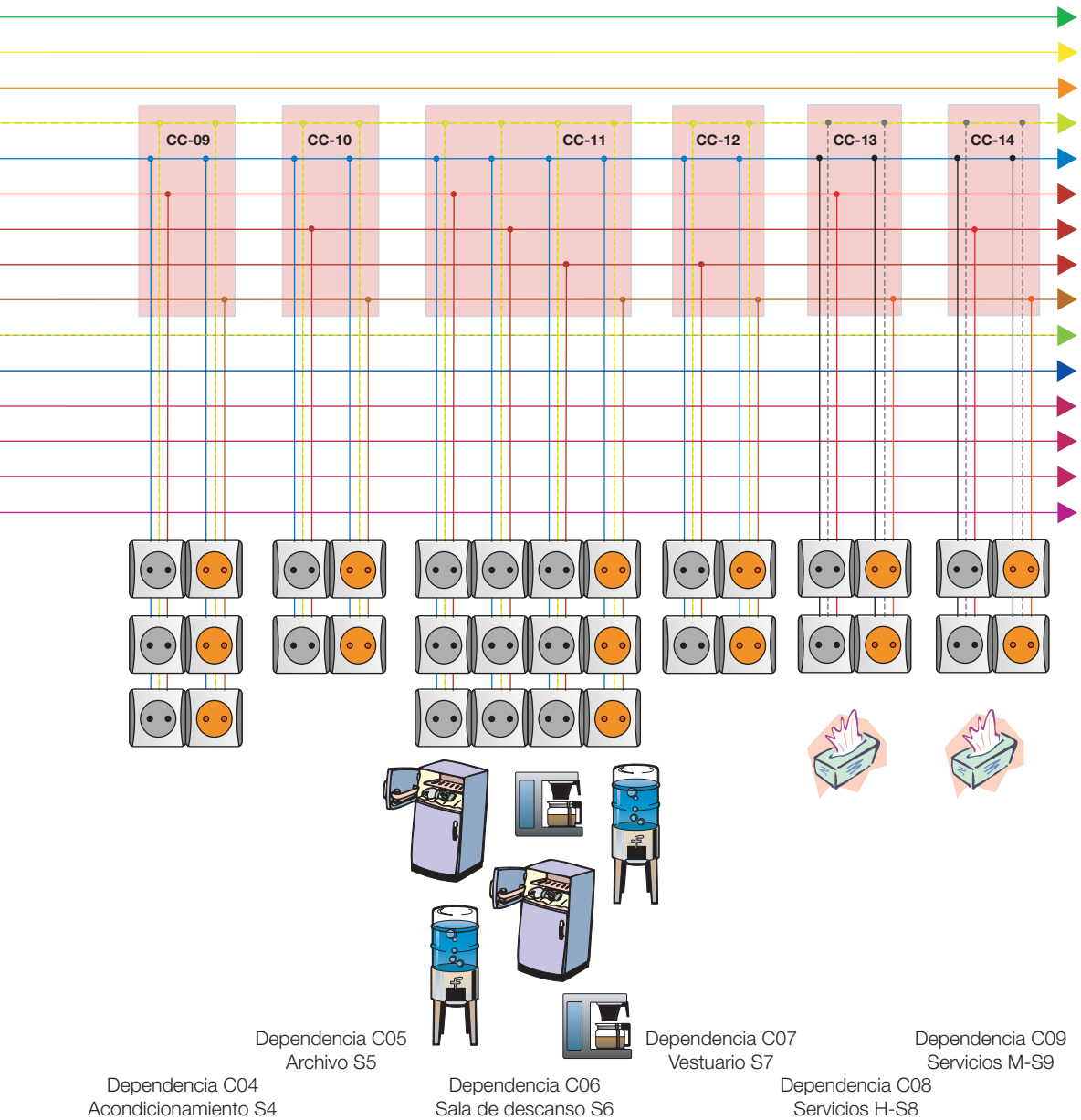


Fig. K5-269: *esquema de distribución línea 1.ª de los conectores, electrodomésticos e informática de la planta 7.ª.*


CC-09
CC-10
CC-11
CC-12
CC-13
CC-14
Dependencia C04
Acondicionamiento S4
Dependencia C05
Archivo S5
Dependencia C06
Sala de descanso S6
Dependencia C07
Vestuario S7
Dependencia C08
Servicios H-S8
Dependencia C09
Servicios M-S9

■ Línea 2.ª de distribución tomas de corriente, electrodomésticos e informática.

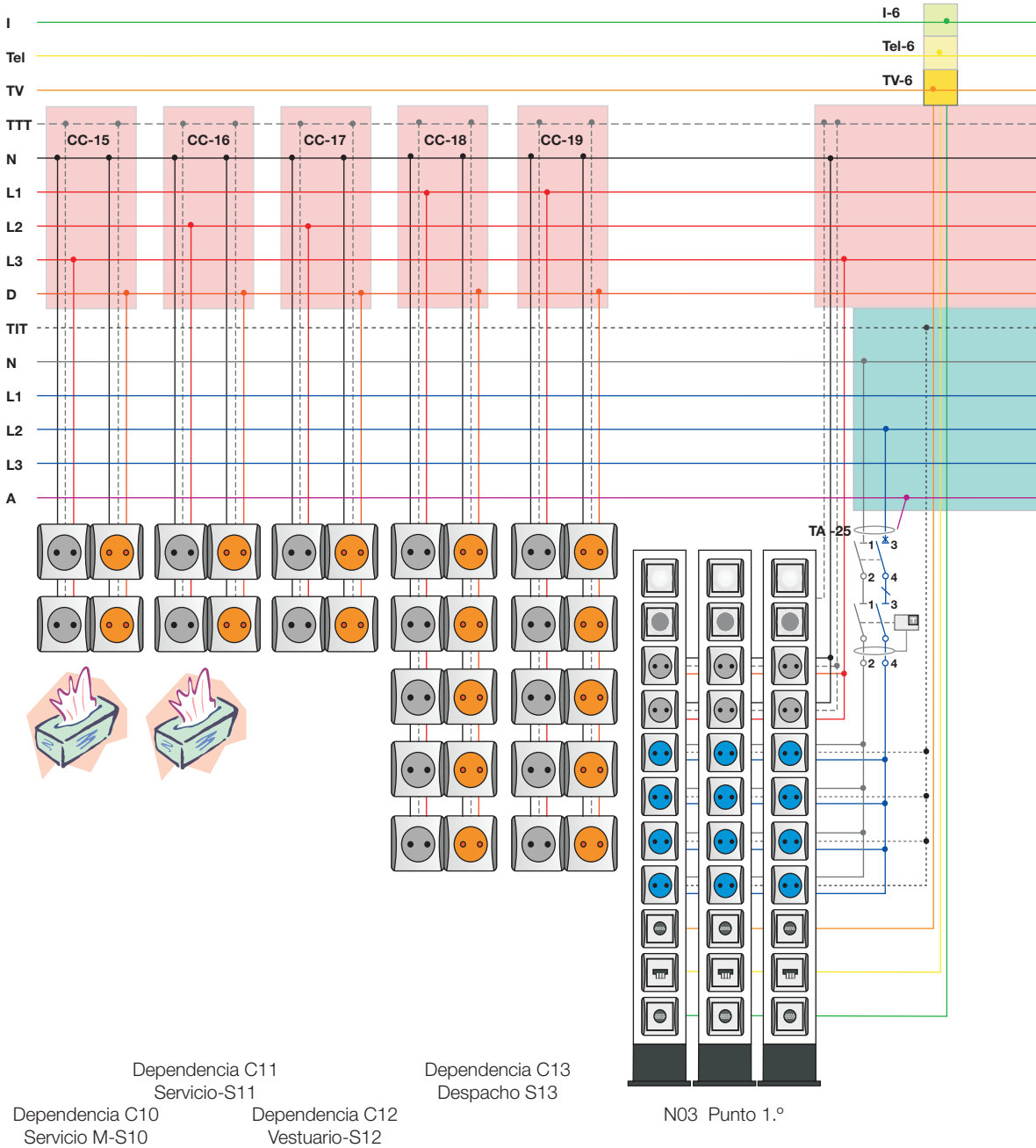
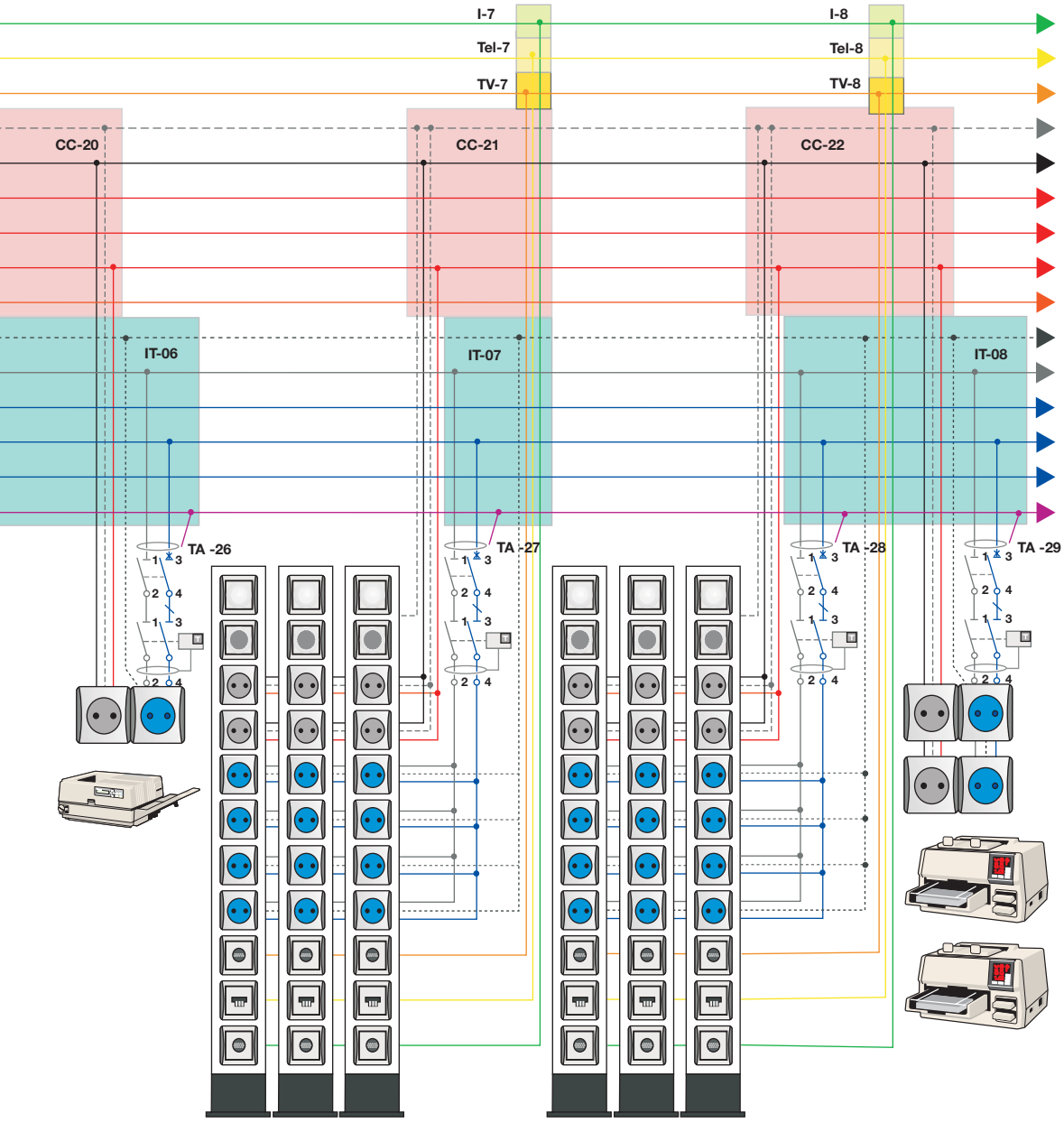


Fig. K5-270: *esquema de distribución línea 2.ª de los conectores, electrodomésticos e informática de la planta 7.ª.*



N03 Punto 2.º

N03 Punto 3.º

(continúa en pág. siguiente)

(continuación)

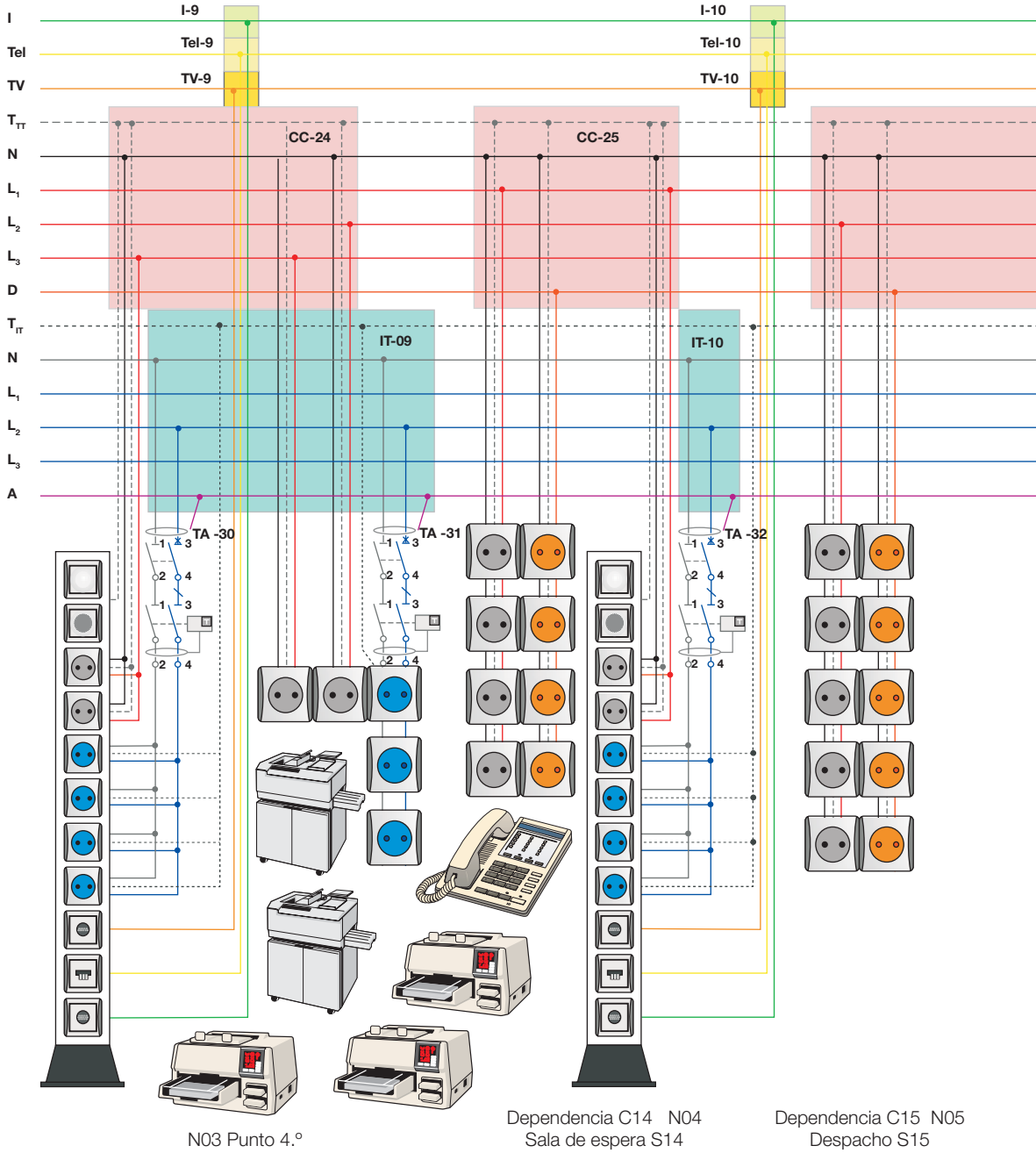
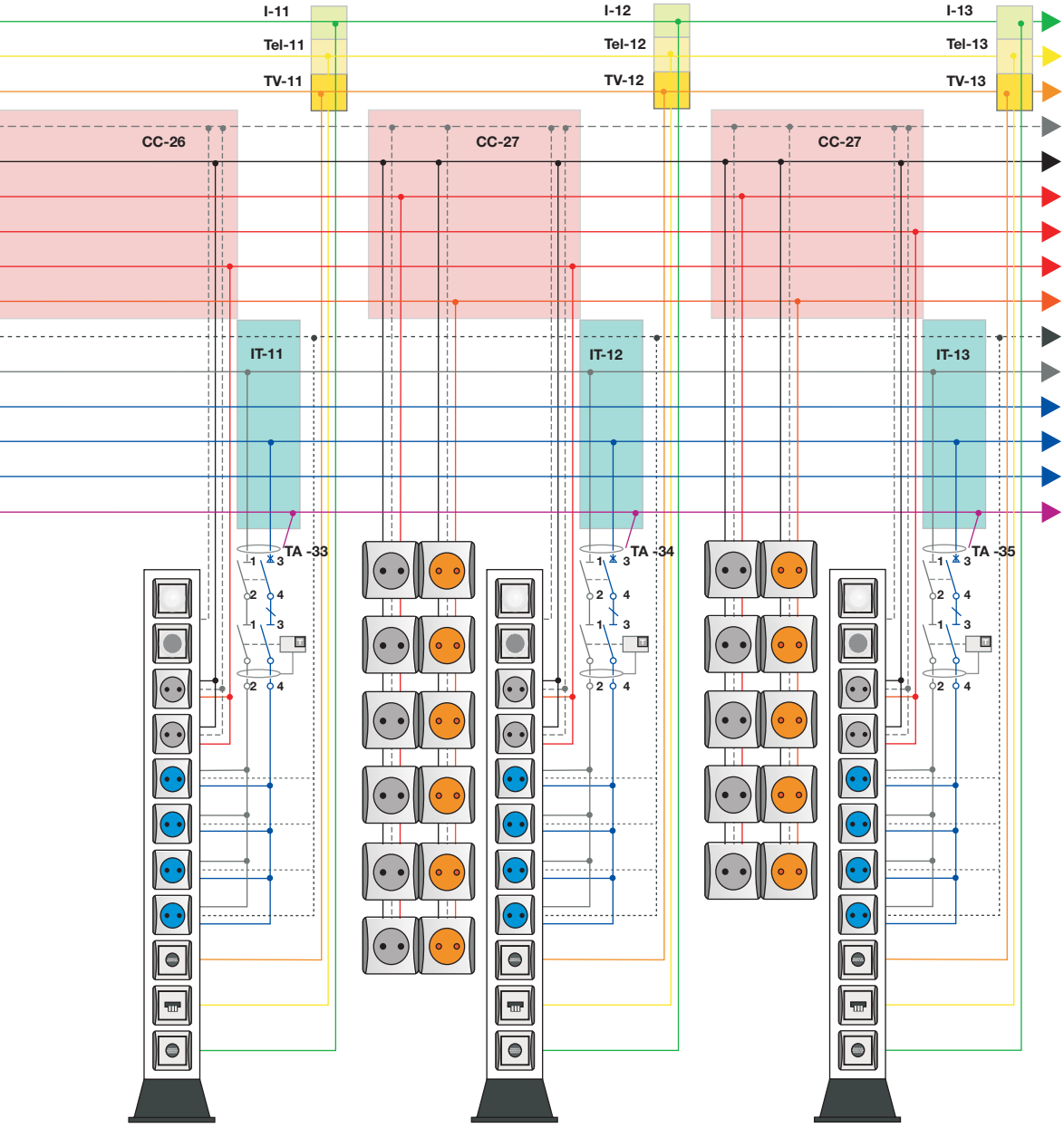


Fig. K5-270: *esquema de distribución línea 2.ª de los conectores, electrodomésticos e informática de la planta 7.ª.*



Dependencia C16 N06
Sala de reuniones

Dependencia C17 N07
Despacho S17

Consideraremos una batería Rectimat clase H de 10 (2,5 + 2,5 + 5) kVAr a 400 V.
□ Los armónicos con un THDI del 93%:

$$I_{THDI} = In \cdot 93\% = 41 \cdot 0{,}93 = 38{,}13\ A_{THDI} \approx 39\ A_{THDI}$$

Podemos instalar un compensador activo SineWave SW40.
■ Consideración del total de la red:
□ Intensidad media:

$$I_T = \frac{I_{L1} + I_{L2} + I_{L3}}{3} = \frac{65{,}2 + 67{,}86 + 67{,}8}{3} = 66{,}95\ A$$

□ La potencia media será:

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot 400\ V \cdot 66{,}95\ A \cdot 0{,}7 = 32{,}43\ kW$$

□ La compensación del factor de potencia.
Con un cos φ medio de 0,7 para pasar a un cos φ de 0,98 debemos multiplicar por 0,811, según la Tabla E5-003 de la página E/49 del Volumen 1:

$$Q_c(kVAr) = P(kW) \cdot K = 32{,}43\ kW \cdot 0{,}881 = 28{,}57\ kVAr$$

Hemos colocado una batería Varplus clase SAH de 2,5 de 17,5 y de 10 kVAr, total 30 kVAr, por tanto está perfectamente compensado.
□ Los armónicos con un THDI del 93%:

$$I_{THDI} = In \cdot 93\% = 66{,}95 \cdot 0{,}93 = 62{,}26\ A_{THDI} \approx 63\ A_{THDI}$$

Hemos colocado un SineWave de SW20, un SW40 y un SW40, total una capacidad de compensar de 100 A, por tanto está perfectamente compensado, sobrepasando un coeficiente de esponjamiento del 20%.
El circuito de distribución del SAI, tanto en la alimentación en régimen TT como la distribución en régimen IT, lo describiremos en la parte correspondiente al cuadro general de la planta.
En este apartado solamente describiremos desde la toma de tensión de cada una de las dos líneas de distribución y la propia distribución:
■ Esquema de alimentación de la línea 1.ª y 2.ª de la red de SAI, para las cargas informáticas.
Colocaremos dos Power Meter (en cada una) para la lectura de la energía en el punto de suministro y entre las cargas y la corrección para comparar los datos, tanto para los parámetros de calidad como para los de cantidad:
■ Los datos de calidad adecuados para los dos puntos son:
□ Tensión, simple y compuesta.
□ Factor de potencia de las tres fases.
□ Corrimiento en las tres fases.
□ Armónicos desde el 1 al 40 y proporción.
■ Datos de cantidad para el punto de control de entrada:
□ Consumos por períodos.
□ Intensidades por fases (máxima y media).
□ Control en el tiempo de las intensidades máximas.
Deberemos introducir los datos en un registro para facilitar las posibles correcciones y el oportuno control.
La distribución se realiza partiendo de los bornes de alimentación de la línea 1.ª (Fig. K5-269, página K/666), con una red de:
□ Línea comunicación red informática (color verde).
□ Línea telefónica (color amarillo).
□ Línea con señal de TV (color naranja).
□ Línea equipotencial red de alimentación TT (verde-amarillo a trazos).
□ Línea a 400/230 V, 50 Hz (neutro color azul, fases color marrón, fase discriminada color marrón claro).
□ Línea equipotencial red de alimentación IT (color verde-amarillo a puntos).
□ Línea de alimentación ininterrumpida (SAI) de 400/230 V, 50 Hz (neutro color azul oscuro, fases marrón violeta).
□ Bus de comunicación control de aislamiento (color violeta claro).

Funcionamiento circuito telefónico

En este apartado solamente describiremos la línea de distribución correspondiente a las dependencias tratadas en la planta 7.ª.

Funcionamiento circuito TV

En este apartado solamente describiremos la línea de distribución correspondiente a las dependencias tratadas en la planta 7.ª.

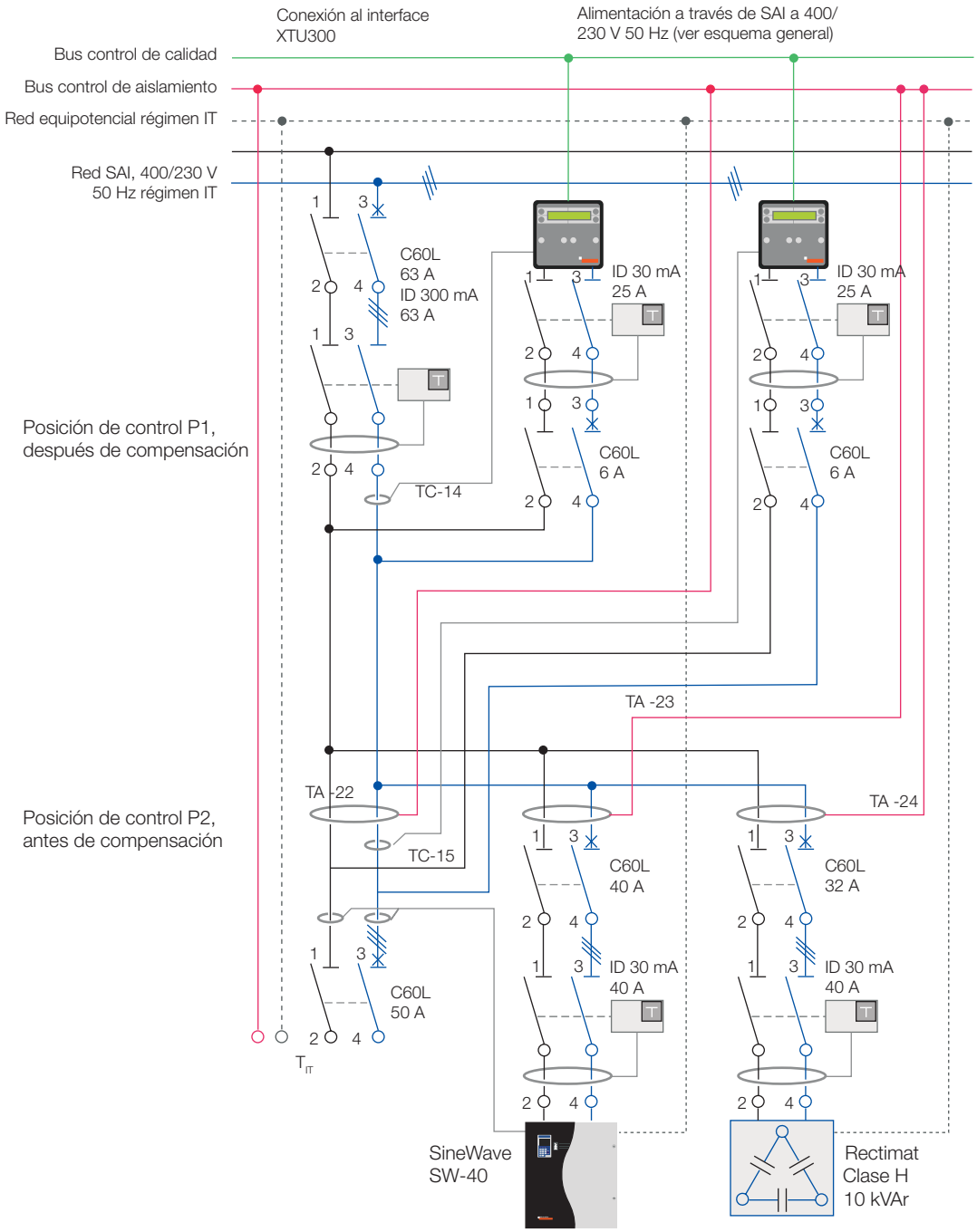


Fig. K5-271: *esquema de alimentación y compensación línea 2.ª de la 7.ª planta.*

Funcionamiento circuito confort

Las persianas las alimentaremos desde las cajas de distribución de la red de tomas de corriente a 400/230 V 50 Hz en régimen TT y las controlaremos por medio del sistema domótico de forma individual y desde la recepción de forma centralizada. Las distribuiremos en dos líneas, la de la derecha y la de la izquierda, como hemos realizado para las tomas de corriente.

■ Esquema distribución y mando persianas circuito 1.º, derecha.

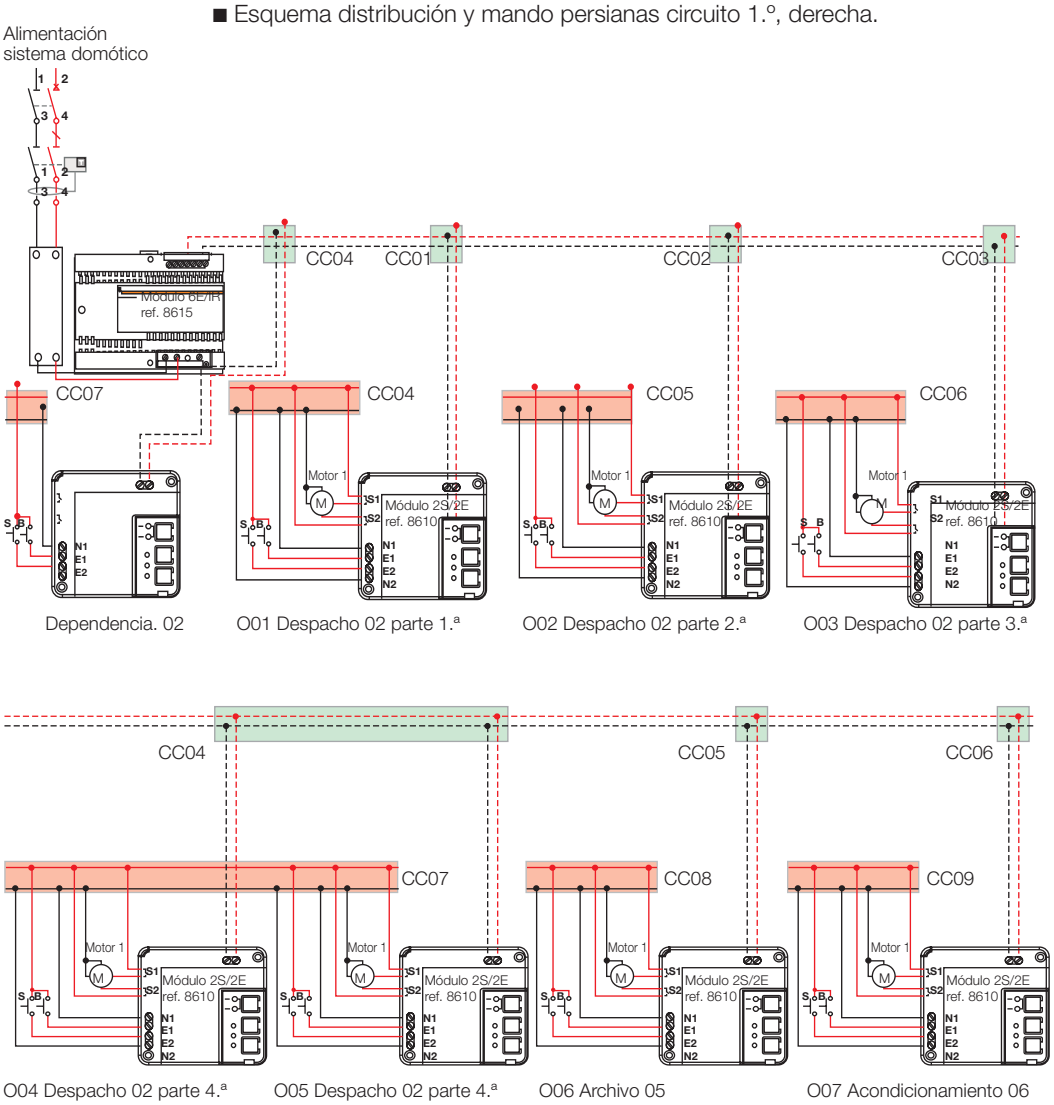


Fig. K5-272: *esquema de distribución y mando persiana línea 1.ª de la 7.ª planta.*

■ Esquema distribución y mando persianas circuito 2.º, izquierda.

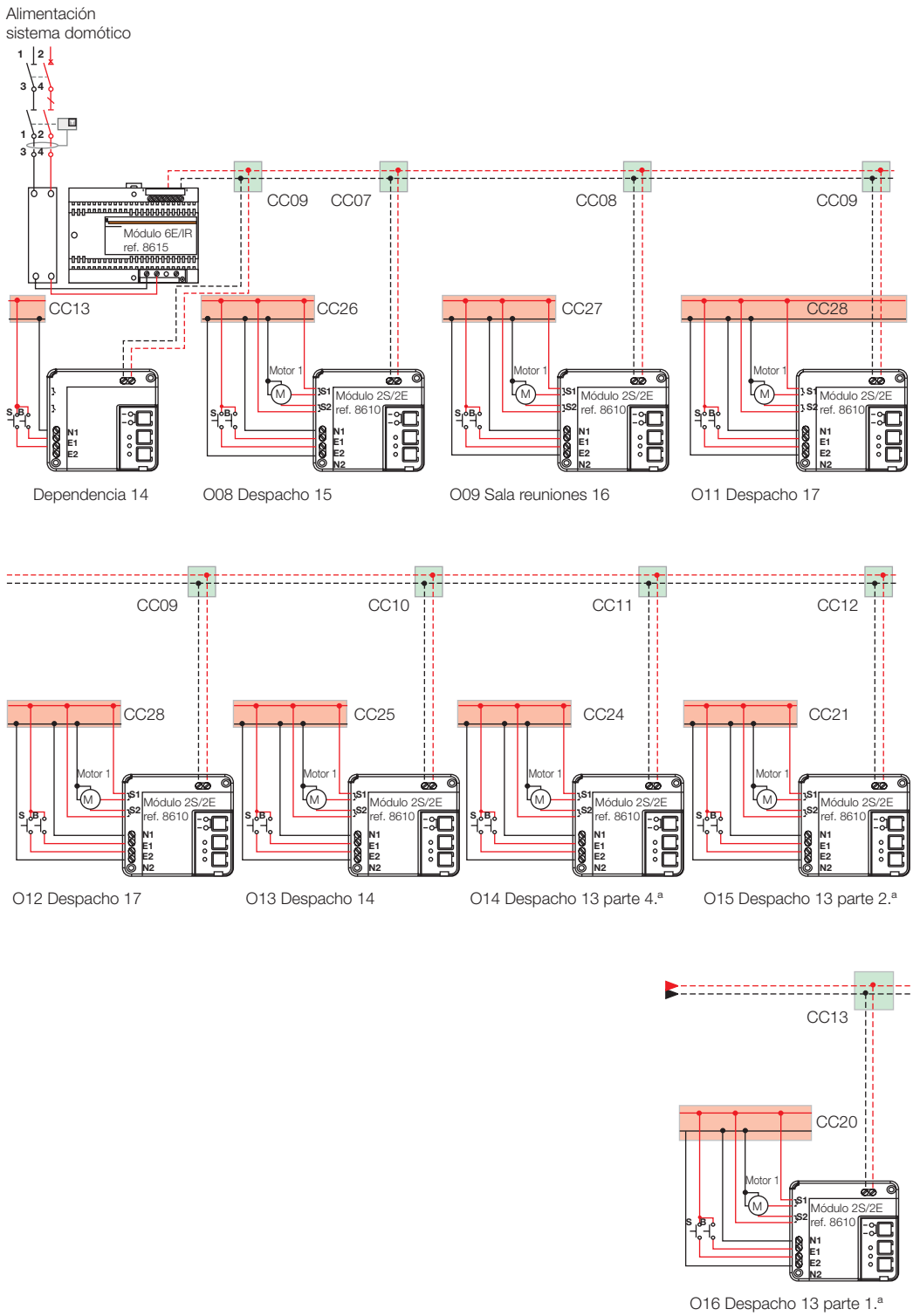


Fig. K5-273: *esquema de distribución y mando persiana línea 2.ª de la 7.ª planta.*

■ Esquema distribución y mando cortinas y puerta 7.ª planta.

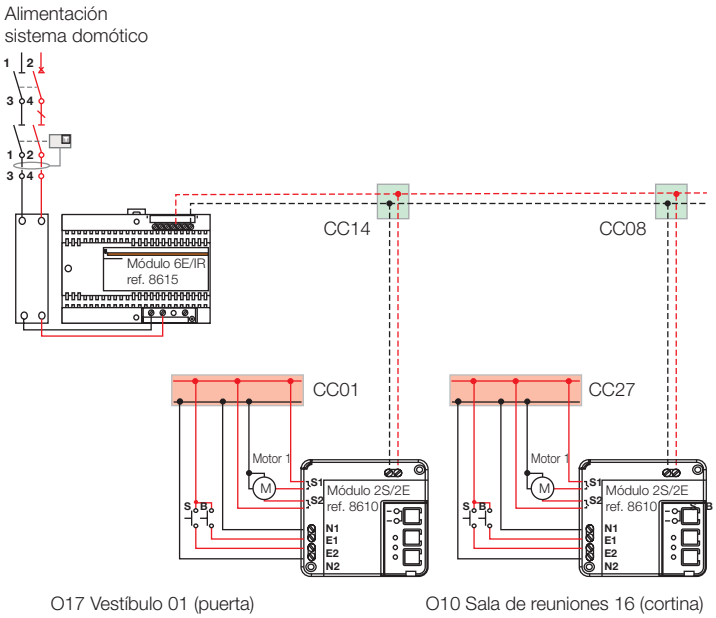


Fig. K5-274: *esquema de distribución y mando cortinas pantallas y puerta, 1.ª planta.*

K
5

Funcionamiento alarmas técnicas

■ Esquema de alimentación general.

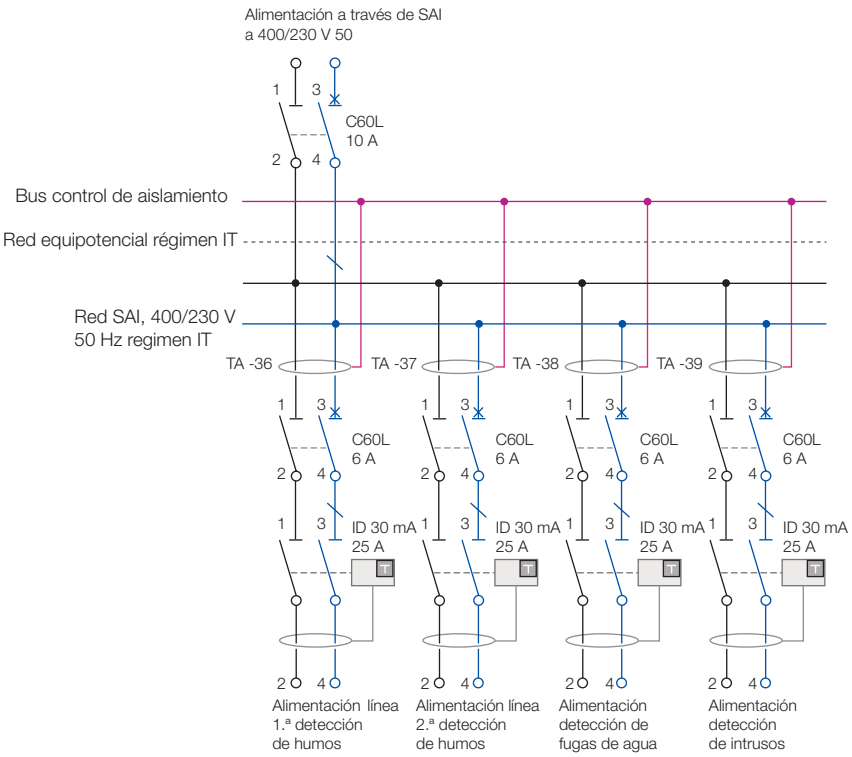


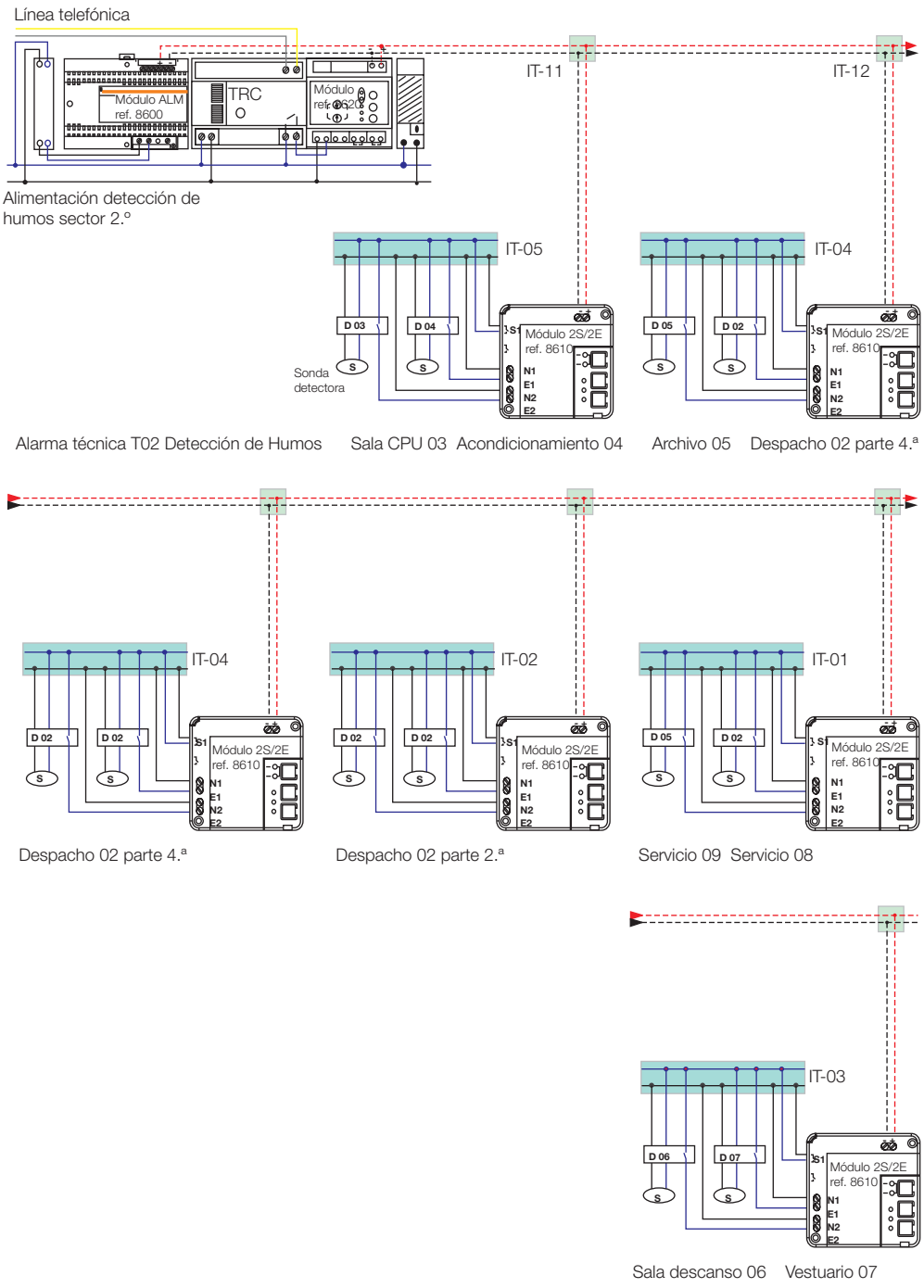
Fig. K5-275: *esquema alimentación circuito de alarmas técnicas.*

■ Detección de humos.

Con el sistema domótico podemos detectar la presencia de humos en cada dependencia, excitar una alarma acústica o luminosa y comunicar la situación a un centro particular de alarmas vía teléfono.

Distribuiremos la red en dos sectores, el de la derecha y el de la izquierda y su alimentación la realizaremos a través de la SAI en la red de régimen IT.

□ Distribución sector 1.º.



□ Distribución sector 2.º.

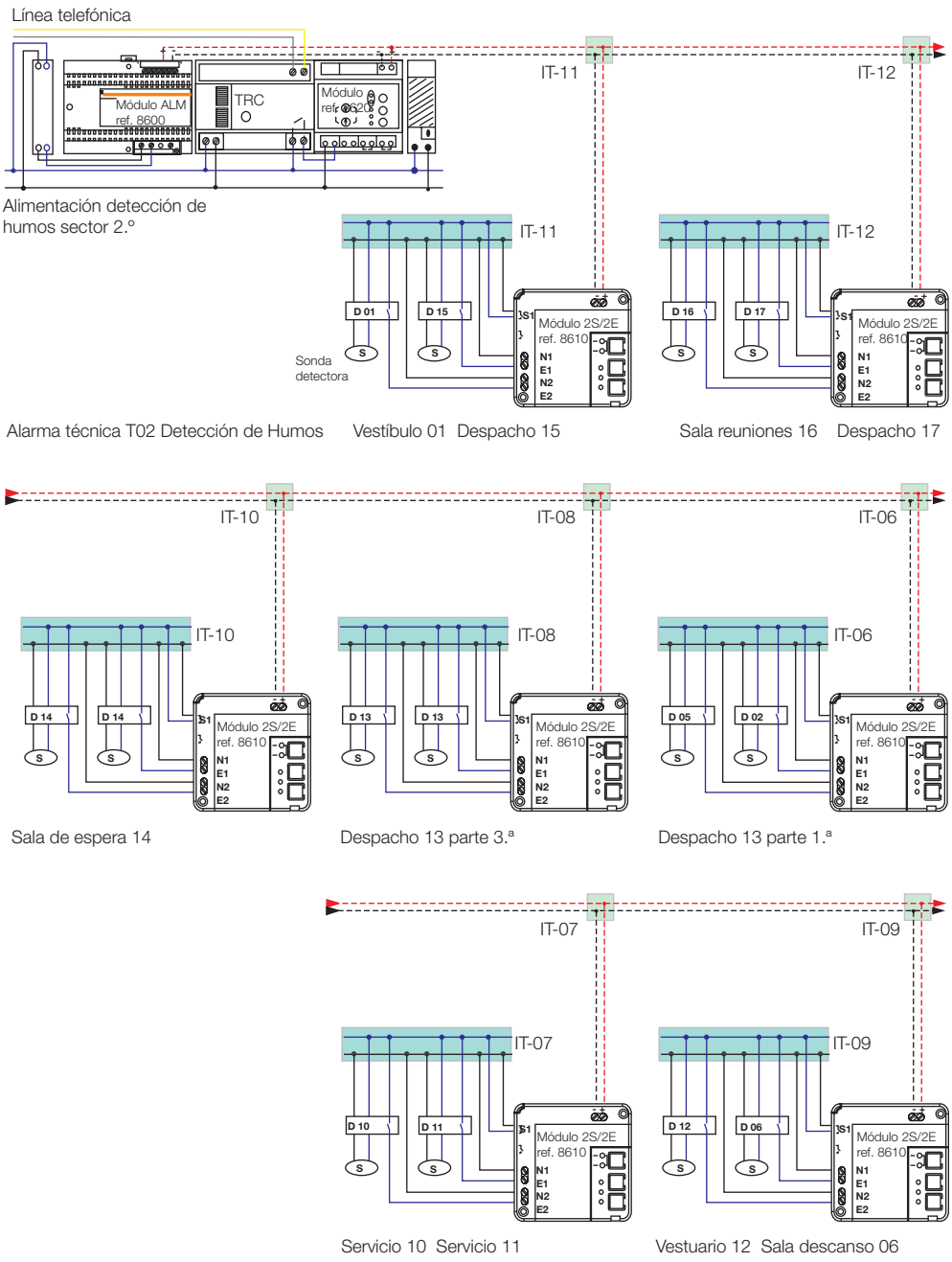


Fig. K5-276: *esquemas circuitos 1.º y 2.º de la detección de humos.*

Para la definición del tipo de detector de cada dependencia, ver apartado J/19, página J/831, del Volumen 3.

■ Detección de presencia.

La detección de presencia para el control de intrusos, en determinadas horas del día, puede activar una alarma acústica o luminosa y una conexión vía telefónica a una central de alarmas particular. Durante todo el día puede estar activando un sistema de control por grabación con registro por vídeo.

□ Esquema del circuito.

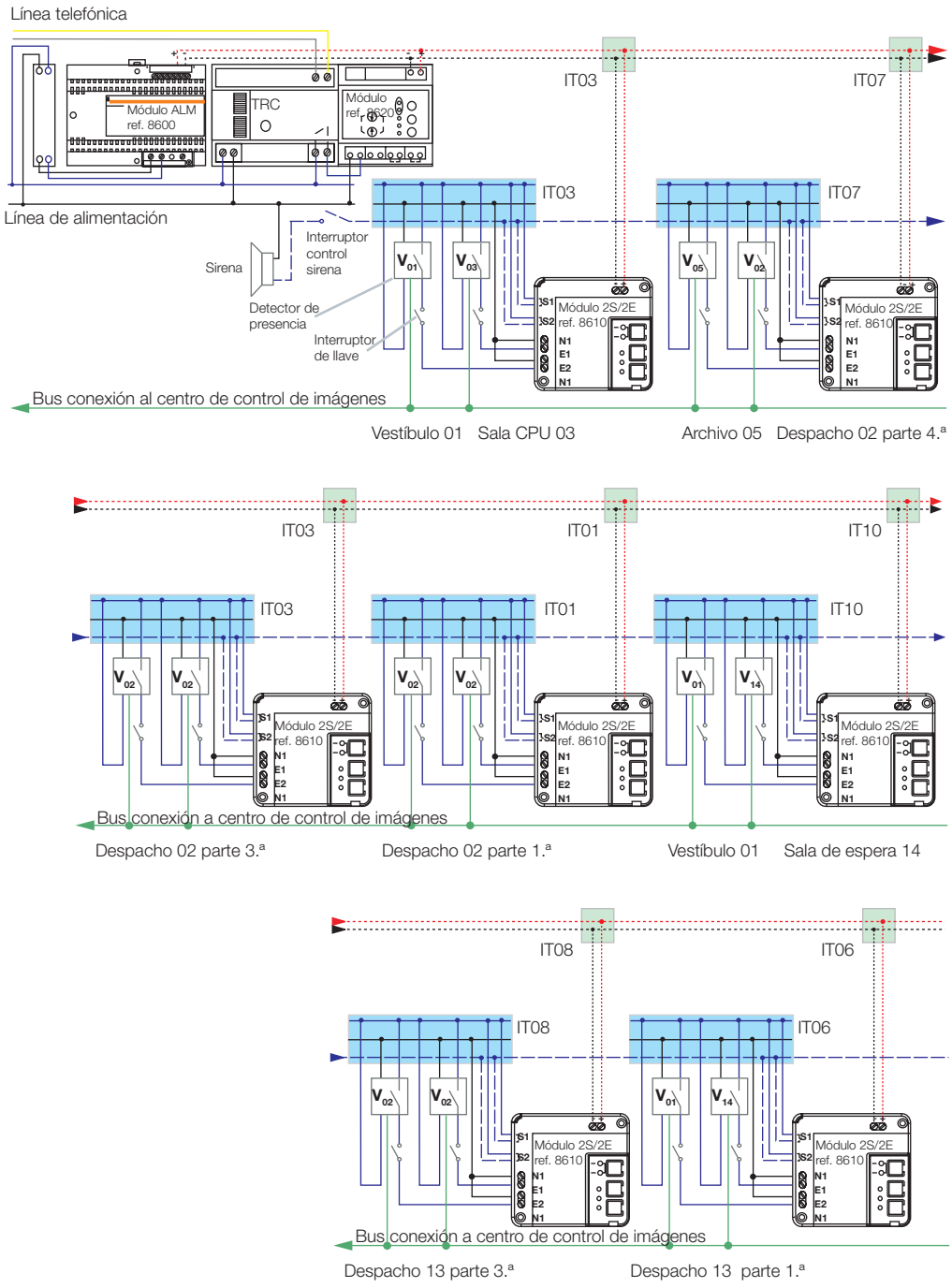


Fig. K-277: *esquema del circuito del control de presencia.*

■ Control de fugas de agua.

En las salas donde se dispone de suministro de agua en el momento que se detecte una fuga, deberá cortarse el suministro de la dependencia actuando sobre la llave general de la dependencia.

Disponemos del sistema domótico para poder controlar las posibles fugas.

□ Esquema de distribución y control.

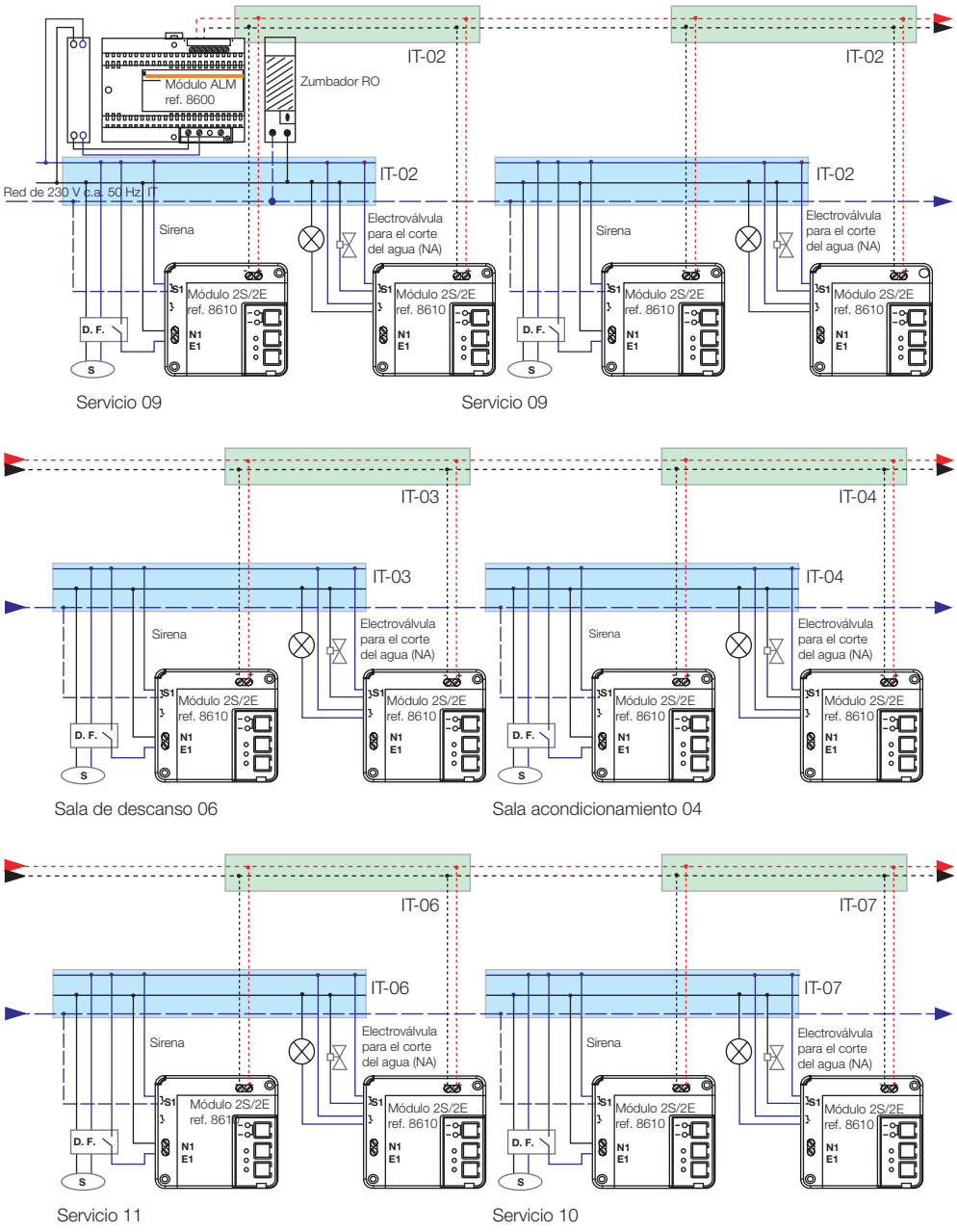


Fig. K5-278: *esquema del circuito para el control de las fugas de agua.*

Consumo medio y contratación

Teniendo en cuenta que las ocho horas diarias de trabajo de lunes a viernes coinciden en horas llanas y punta.

Las cargas informáticas por las condiciones de trabajo actúan solamente en las horas de la jornada de trabajo, llano y punta.

La consideración de que las impresoras, los ploters y los escáneres no trabajan al 100%, en relación a las cargas, considerar un coeficiente de simultaneidad del 0,9 puede ser aconsejable.

Las cargas de confort no trabajan constantemente, considerar un coeficiente de simultaneidad puede ser suficiente.
Las alarmas técnicas funcionaran exporádicamente y sus potencias son exiguas, considerar un coeficinte de simultaneidad de 0,1 puede ser conveniente.

Potencias y consumos

Consumo medio en horas valle

N.°		Cos φ	Ks	Fase		
				L1	L2	L3
A00	Acondicionamiento	0,895		107,2	107,2	107,2
I00	Alumbrado	0,5			4	
C00	Tomas de corriente					
E00	Electrodomésticos	0,831		12,03	10,4	2,38
N00	Informática			-	-	-
T00	Alarmas técnicas	0,7	0,1		2,6	
O00	Confort			-	-	-
S00	Agua sanitaria caliente	1	0,8		10,4	
Totales				**119,23**	**130,18**	**109,58**

Tabla K5-280: *intensidades de consumo en horas valle.*

□ Potencia consumida en horas valle:

$$P_{consumo} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi = 1,73 \cdot 400 \cdot \frac{119,23 + 130,18 + 109,58}{3} \cdot 0,98 =$$

$$= 81.148,62\,W \approx 81,15\,kW$$

Consumo medio en horas llano y punta

N.°		Cos φ	Ks	Fase		
				L1	L2	L3
A00	Acondicionamiento	0,856		71,37	70,04	69,7
I00	Alumbrado	0,9	1	16,16	20,14	19,71
C00	Tomas de corriente					
E00	Electrodomésticos	0,786		27,13	29,7	25,5
N00	Informática	0,7	0,9	65,2	67,86	67,8
T00	Alarmas técnicas	0,7	0,1		2,6	
O00	Confort		0,3	3,6	2,2	2,6
S00	Agua sanitaria caliente			-	-	-
Totales				**174,42**	**181,87**	**176,71**

Tabla K5-281: *intensidades de consumo en horas llano y punta.*

■ Potencia consumida en horas llano y punta:

$$P_{consumo} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi = 1,73 \cdot 400 \cdot \frac{174,42 + 181,87 + 176,71}{3} \cdot 0,98 =$$

$$= 120.486,4\,W \approx 120,5\,kW$$

■ Situación en planta de las alarmas técnicas.

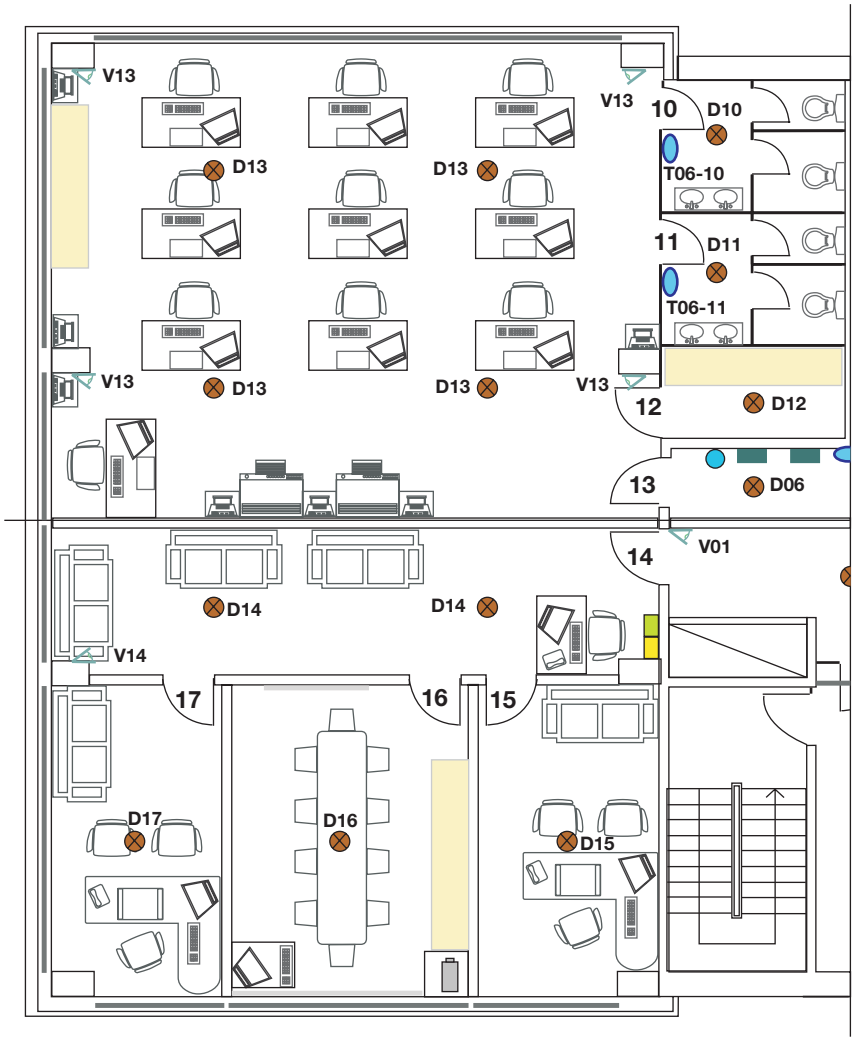


Fig. K5-279: *situación en planta de las alarmas técnicas.*

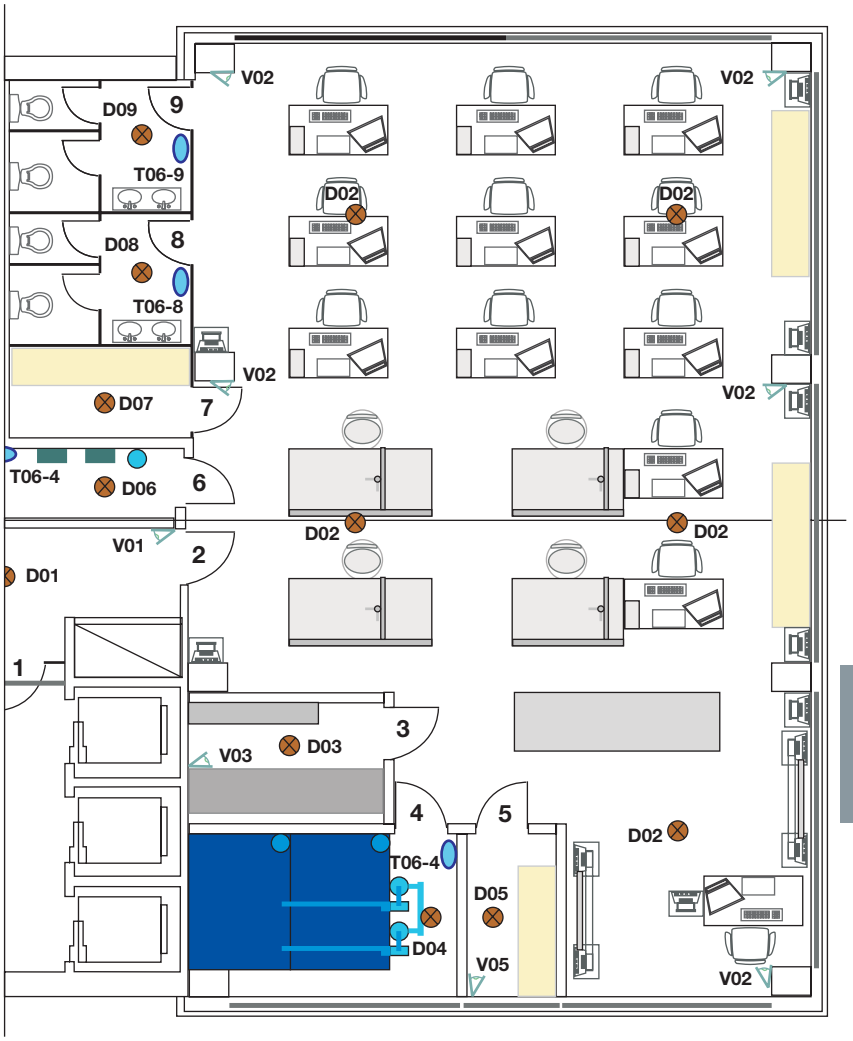
La potencia instalada en relación a la previsión se ve afectada por una fuerte concentración de cargas informáticas y de electrodomésticos para facilitar la tarea laboral. Este fenómeno se debe tener en cuenta en la consideración de edificios para oficinas y aún más de cara al futuro, sobre todo la posibilidad de albergar depósitos de agua para la regulación del consumo en acondicionamiento.

La contratación adecuada sería de 125 kW, en tarifa 4 con más de 117 h/mes. Consecuentemente deberemos considerar la acometida de un T-20 a un T-30, con fusibles de 250 A.

El sistema de suministro ininterrumpido SAI

La potencia aparente necesaria por fase es:

$$S = U \cdot I = 230\,V \cdot [61{,}07 + 0{,}26 + 4]\,A \cong 15{,}1\,kVA$$



En términos generales se calculan los SAI por la potencia monofásica:
□ La mayoría de cargas son monofásicas.
□ Para poder compensar el desequilibrio de fases.

■ Coeficiente de esponjamiento/seguridad.
El SAI se suministra para poder trabajar a su intensidad nominal, pero debemos considerar un coeficiente de ampliación y una reserva de seguridad. Considerar un coeficiente de 1,2 (+20%), es adecuado:

$$S = U \cdot (K_s \cdot I) \cdot K = 230\,V \cdot [61{,}07 + 0{,}26 + 4]\,A \cdot 1{,}2 \cong 18{,}1\,kVA$$

Una Galaxy PW60 (60 kVA de potencia aparente). SAI con salida III+N de 20 kVA de potencia aparente por fase y en régimen IT.
La batería es necesaria para una autonomía de 60 minutos.
Es muy importante adaptar la instalación a sistemas de máxima seguridad de suministro.
Por ello se opta por la instalación de un sistema redundante de 2 SAI, cada uno con su propia batería y cada uno de ellos trabajando al 50% de su potencia

nominal. Ello nos garantiza, casi, un 100% de seguridad, pues en caso de fallo o mantenimiento de cualquiera de los dos, el aparato se puede aislar totalmente y el sistema es alimentado a plena potencia por el otro.
El coeficiente de esponjamiento/seguridad nos permite posibles futuras ampliaciones y evitar obligar a trabajar el SAI al 100% de su potencia nominal permanentemente.
Debemos equipar el SAI con una tarjeta de comunicación "RS232C" para trasladar la información generada por el programa informático del SAI al equipo de control de la calidad y el aislamiento.
La alimentación de cada SAI se realizará a través de un transformador de aislamiento estrella, con régimen TT en el primario y IT en el secundario, para garantizar los mínimos cortes de suministro.
Es muy conveniente trabajar con SAI que mantengan la conversión permanentemente. Las fuentes que normalmente suministran la energía de la red y en el momento del corte inician la actuación de la conversión de la energía de la batería en corriente alterna, siempre tendrán un tiempo de espera entre un régimen de alimentación de la red y el propio, no es conveniente este "saig" de tensión. Por tanto se recomienda el tipo Galaxy.
■ Esquema del SAI doble conversión permanente (on-Line).

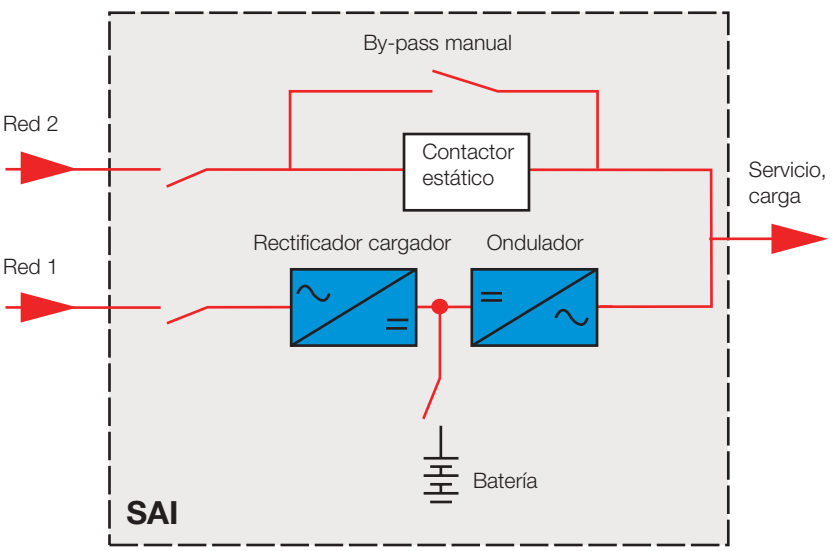


Fig. K5-282: *esquema de instalación del SAI.*

Control de aislamiento del régimen IT

Según hemos descrito en el capítulo G instalaremos un régimen IT con control permanente de aislamiento, con indicación sonora y luminosa de una reducción de aislamiento hasta niveles de prevención (1 a 299 kΩ) y otra señal acústica y luminosa con indicación de niveles de alarma (0,2 a 99,9 kΩ):
■ Los cinco controladores XL308 llevan un indicador luminoso de alarma de cada uno de los 8 ramales que controlan.
■ Los dos controladores generales de aislamiento XM300c generan la corriente de baja frecuencia para darnos las alarmas generales de prevención y general.
Hemos colocado una unidad de transformador de aislamiento a cada uno de los ramales de alimentación del sistema de régimen IT, funcionando uno o el otro según el ramal conectado.

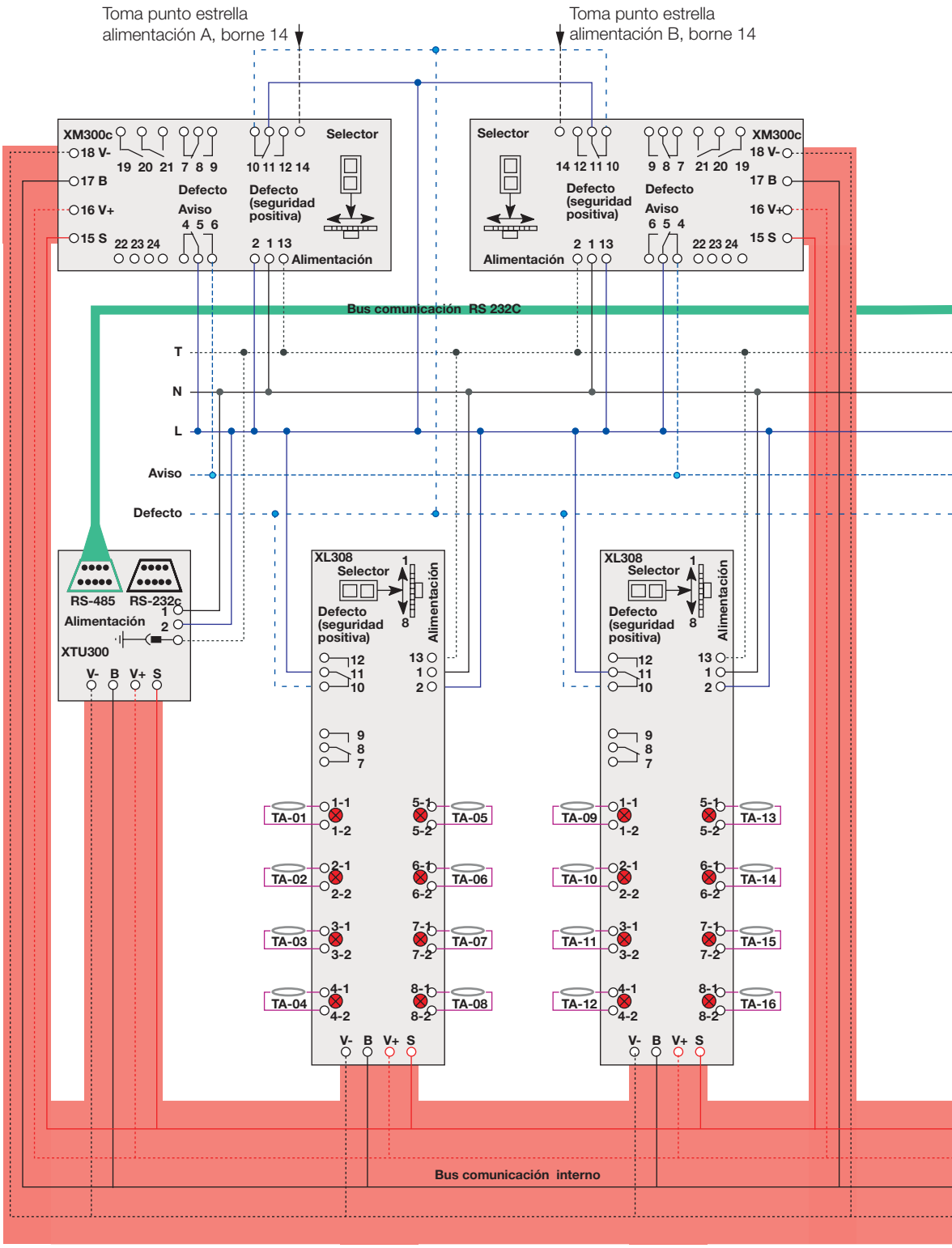
Se ha instalado un desconectador de sobretensiones Cadwer, para derivar las posibles sobretensiones, no eliminadas por los descargadores de sobretensión, de la instalación.
En la instalación del Cadwer se ha colocado una protección con indicador luminoso y acústico para detectar la posible cristalización del carbono de silicio o el óxido de zinc, que en algunas condiciones se vuelve conductor permanente.
■ Un interface XTU300 nos comunicará con el programa central de control de toda instalación, aportando los datos de control del aislamiento en valores y niveles.
Los equipos de control de aislamiento se alimentan desde una salida propia del cuadro general, en régimen IT.
Todos los equipos están situados en el cuadro general para facilitar el control.

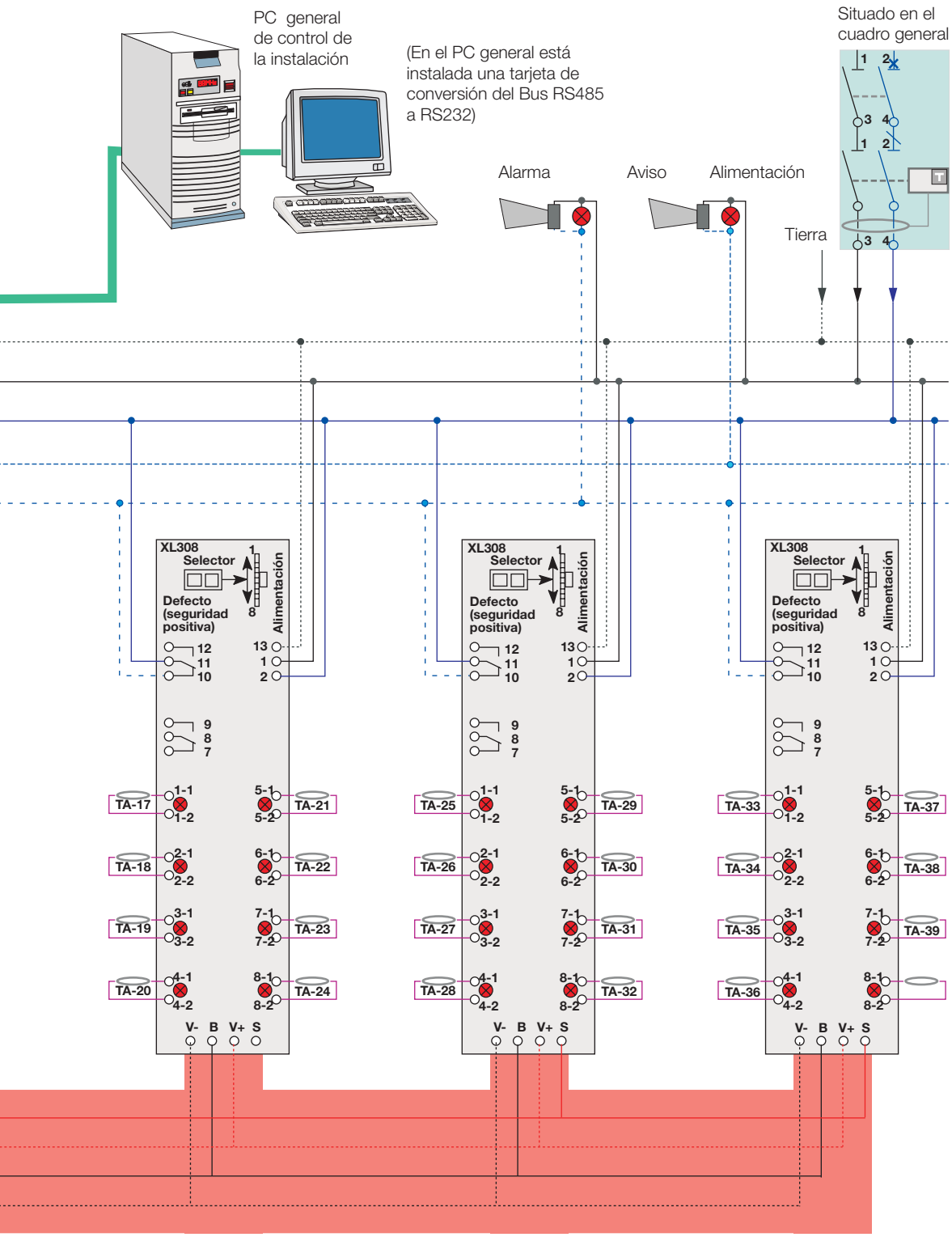
Control de la calidad de la energía suministrada

Partiremos de unos analizadores de tensión e intensidad Power Meter repartidos en puntos estratégicos de la instalación que realizarán las lecturas a través de transformadores de intensidad y tomas de tensión, debidamente protegidas, y las distribuirán vía bus RS485, con protocolo ModBus, a un analizador de datos tipo Circuit Monitor, que a través de su hardware estructurará los datos para mandarlos vía bus RS485 al interface XTU300, el cual transmitirá al PC central, de control de la instalación, vía bus RS485. El PC central dispondrá de una tarjeta de conversión del bus 485 a RS232, adaptado al lenguaje normal de los programas de los PC's.
La alimentación se realiza desde una salida propia, de la red de régimen IT, del cuadro general, con el correspondiente control de aislamiento.
La estructuración de los datos se realizará en el PC general de control de la instalación eléctrica, aprovechando el hardware propio del Circuit Monitor.
Esquema de conexionado del sistema **Power**Logic® de control de red.
Para la programación del sistema de datos, del almacenamiento y de las alarmas, ver el apartado de programación de este capítulo K.
En las páginas contiguas encontraremos los esquemas de conexión del control de aislamiento y del control de calidad de la energía.
En una instalación con reactancias de alta frecuencia debemos tener en consideración la necesidad de tener que colocar filtros para alta frecuencia, pero siempre es resultado de un estudio y análisis sobre el terreno.
En el caso de tener que colocar filtros para inducciones de alta frecuencia debemos considerar los consejos de instalación del capítulo F del volumen 1.

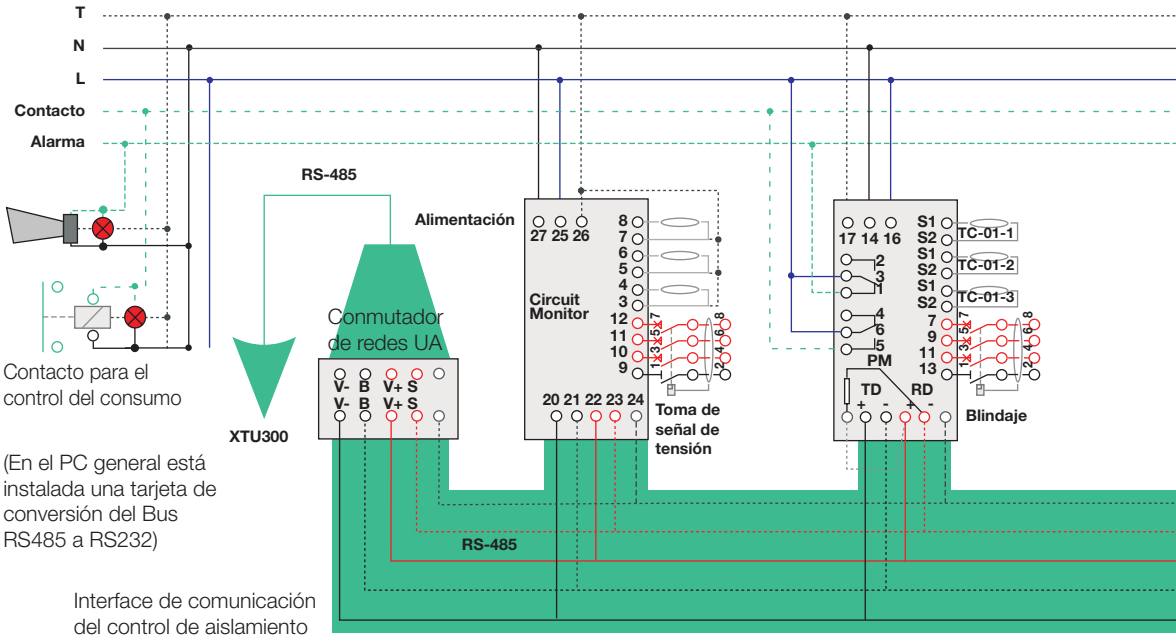
Situación de los controladores de aislamiento en los cuadros

Los sistemas de control se sitúan en el cuadro general, situado en la sala de mantenimiento del primer sótano.
Los captadores se situarán en los puntos estratégicos distribuidos en los circuitos descritos.
El control de la calidad es una función que necesita de una interpretación a tiempo real, a través de un procesador de datos, y una interpretación de los mismos, por tanto debe estar situado en el punto neurálgico de control, el cuadro general de baja tensión CGBT.
Independientemente del control y soluciones repartidas por las dependencias propias de las cargas (sala de ascensores), la visión general de los datos se realiza en el cuadro general.


Toma punto estrella alimentación A, borne 14
Toma punto estrella alimentación B, borne 14
XM300c
18 V-
17 B
16 V+
15 S
19 20 21 7 8 9
10 11 12 14
Selector
Defecto
Aviso
Defecto (seguridad positiva)
4 5 6
22 23 24
2 1 13
Alimentación
Bus comunicación RS 232C
T
N
L
Aviso
Defecto
RS-485
RS-232c
Alimentación
XTU300
V- B V+ S
XL308
Selector
Defecto (seguridad positiva)
Alimentación
TA-01
TA-02
TA-03
TA-04
TA-05
TA-06
TA-07
TA-08
TA-09
TA-10
TA-11
TA-12
TA-13
TA-14
TA-15
TA-16
Bus comunicación interno


PC general de control de la instalación
(En el PC general está instalada una tarjeta de conversión del Bus RS485 a RS232)
Situado en el cuadro general
Alarma
Aviso
Alimentación
Tierra
XL308
Selector
Defecto (seguridad positiva)
Alimentación
V- B V+ S
TA-17
TA-18
TA-19
TA-20
TA-21
TA-22
TA-23
TA-24
TA-25
TA-26
TA-27
TA-28
TA-29
TA-30
TA-31
TA-32
TA-33
TA-34
TA-35
TA-36
TA-37
TA-38
TA-39

Alimentación general de circuito de control de calidad desde una salida propia del CGBT

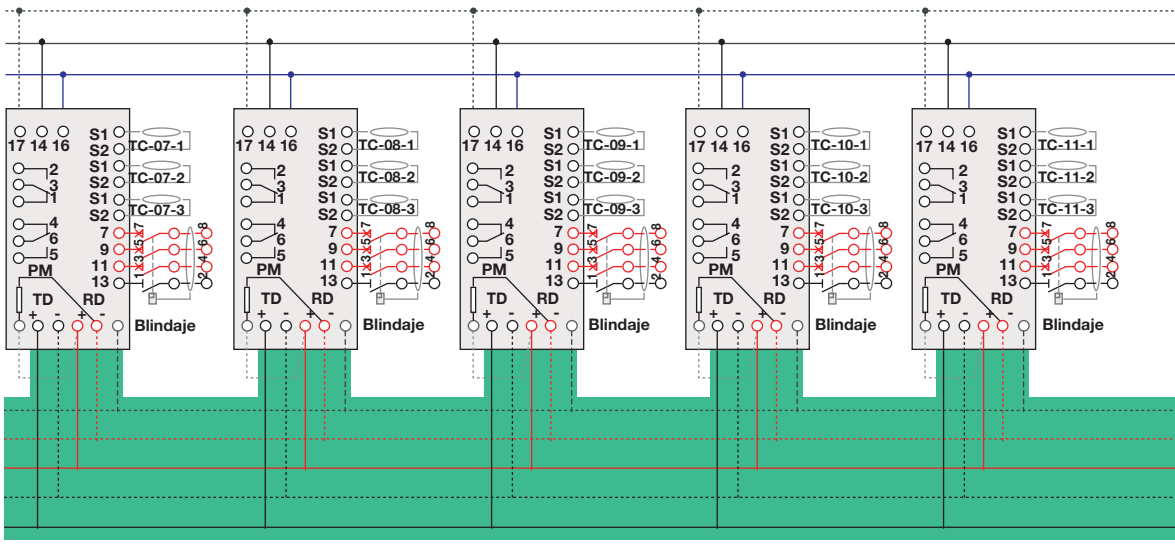


Contacto para el control del consumo

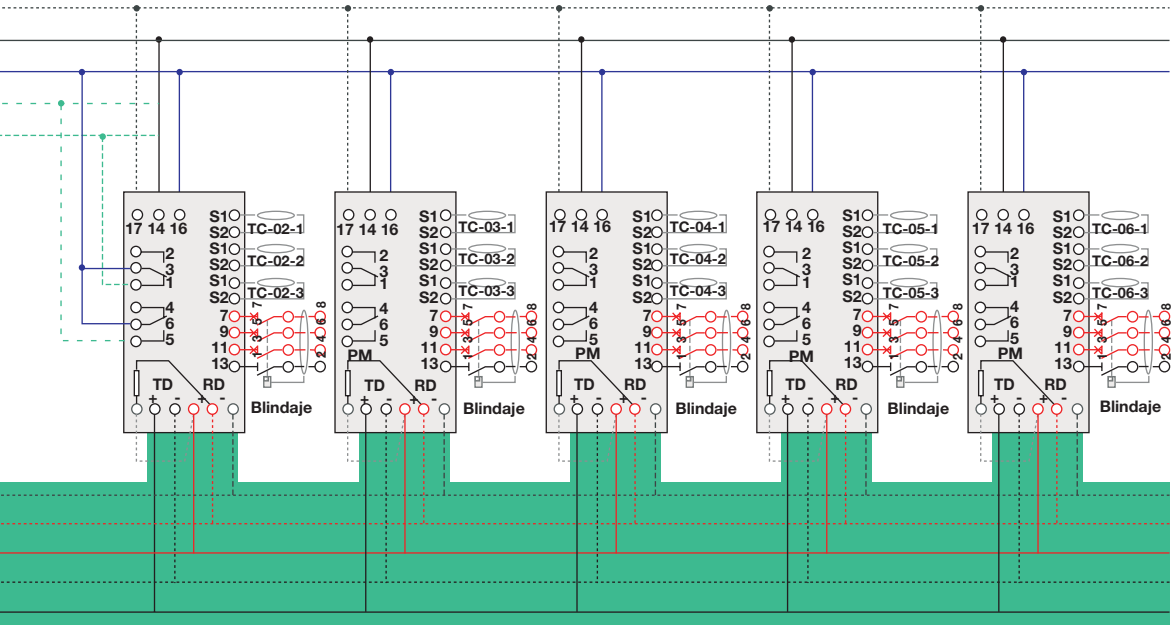
(En el PC general está instalada una tarjeta de conversión del Bus RS485 a RS232)

Interface de comunicación del control de aislamiento

Control suministro Cía. B



C. línea 1.ª SAI | C. línea 2.ª SAI | C. red IT | C. línea 1.ª punto 1.º | C. línea 1.ª punto 2.º



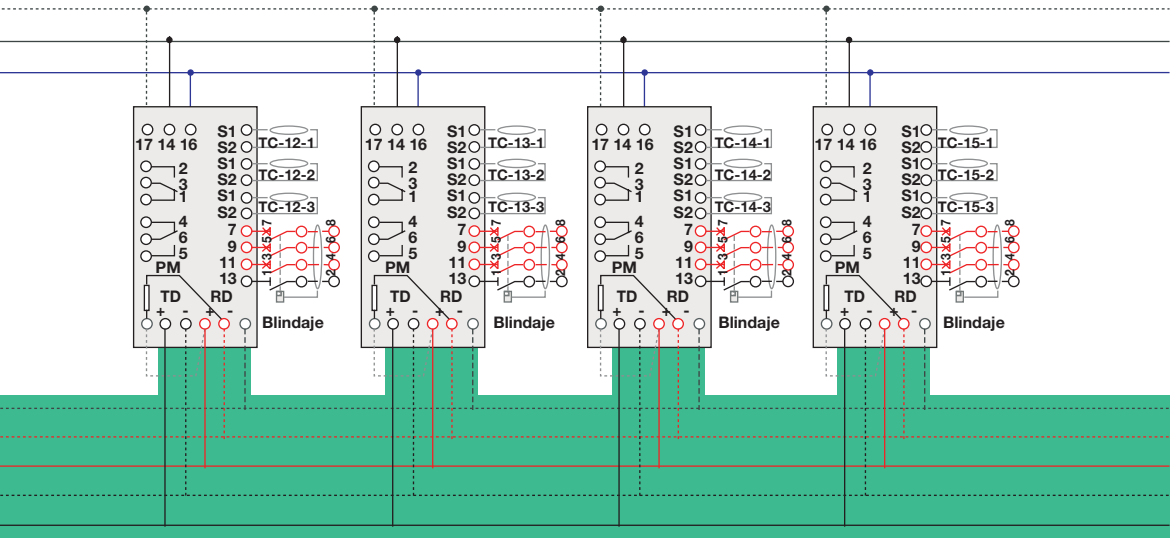
Control suministro Cía. A

C. descargador sobretensión

C. salida acondicionamiento general

C. alumbrado general

C. línea general tomas de corriente

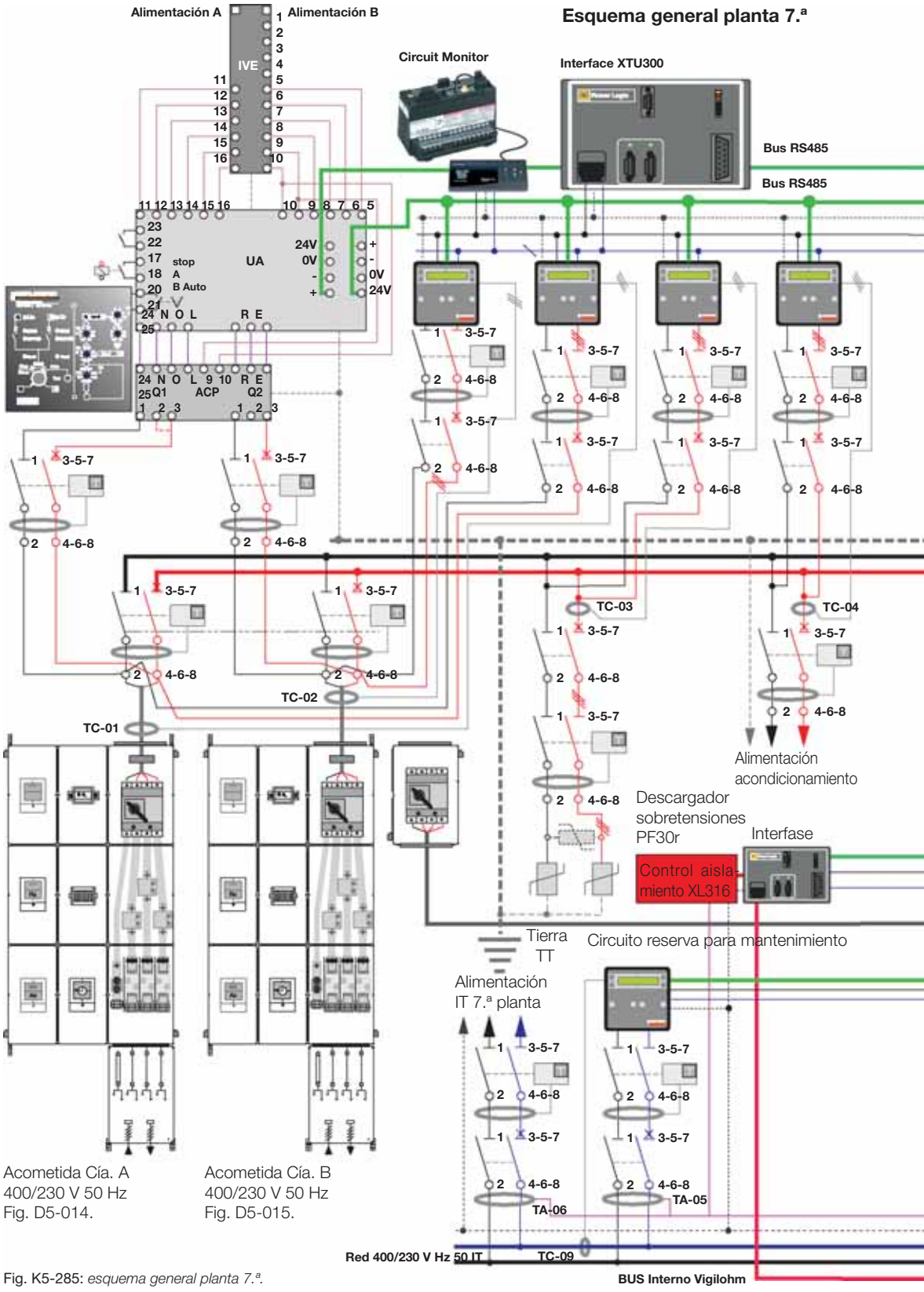


C. alimentación CPU., aguas arriba

C. alimentación CPU., aguas abajo

C. línea 2.ª punto 1.º

C. línea 2.ª punto 2.º



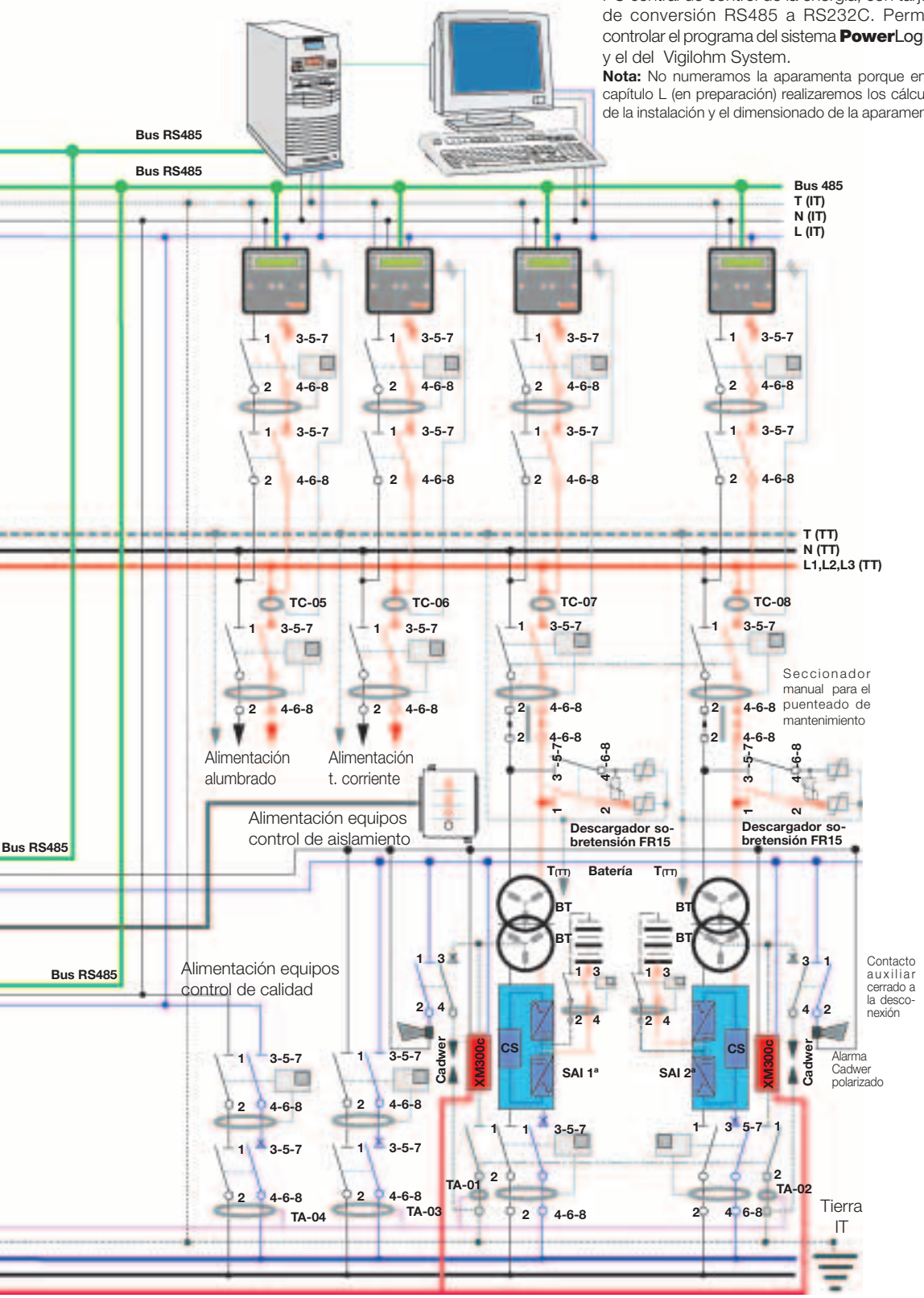
Acometida Cía. A
400/230 V 50 Hz
Fig. D5-014.

Acometida Cía. B
400/230 V 50 Hz
Fig. D5-015.

Fig. K5-285: *esquema general planta 7.ª.*

PC central de control de la energía, con tarjeta de conversión RS485 a RS232C. Permite controlar el programa del sistema **Power**Logic® y el del Vigilohm System.

Nota: No numeramos la aparamenta porque en el capítulo L (en preparación) realizaremos los cálculos de la instalación y el dimensionado de la aparamenta.



Servicios generales

Aparcamiento, plantas (–1), (–2) y (–3)

Acondicionamiento:

■ Zona de aparcamiento.

En una zona de aparcamiento es necesaria una renovación de aire, natural o forzada, para expulsar los gases de los vehículos que transitan en él, en función de la concentración de CO existente.

La ventilación natural exigida por la normativa de construcción de aparcamientos es de una superficie de comunicación al exterior de 0,0025 m^2 por cada metro cuadrado de superficie de aparcamiento.

En nuestro caso:

$$S_v = 3_{plantas} \cdot 16\,m \cdot 26\,m \cdot 0{,}0025\ {}^{m^2}\!/_{m^2} = 3{,}12\ m^2$$, totalmente insuficiente.

La ventilación forzada exigida por la normativa de construcción de aparcamientos corresponde a una capacidad de renovación de 6 veces el volumen del local por hora. Esta renovación debe activarse cuando la concentración de CO llegue a 0,01% de concentración.

Las instalaciones de ventilación forzada deben estar diseñadas para que: el 50% de la capacidad de la instalación pueda actuar durante 90 minutos a 400 ºC.

La renovación se realizará desde dos equipos de ventilación para cada una de las tres plantas subterráneas del aparcamiento, de forma individual.

Instalaremos dos ventiladores centrífugos de alta presión de 4.000 m^3/h y de 3/4 de CV.

Estos equipos pueden realizar 6,41 veces la renovación completa del volumen del local, por hora, siempre y cuando la distribución de las bocas de aire renovado sea adecuadamente repartido, y las bocas de recuperación del vacío con aire nuevo estén debidamente situadas para provocar la circunvalación necesaria para la renovación total.

Las bocas de aspiración y expulsión de aire tendrán compuertas que cerrarán la abertura en el momento que se detecte un incendio y todo el sistema de ventilación quedará en posición de paro. Solamente los servicios de extinción de incendios (bomberos) podrán manipular la ventilación a voluntad.

Para la alimentación eléctrica de los servicios del edificio se ha previsto un doble suministro, y para los circuitos críticos la alimentación a través de un SAI.

La mitad de los circuitos de ventilación tienen el suministro previsto a través del SAI durante una hora.

■ La sala de mantenimiento donde se sitúa el cuadro general de los servicios generales estará aclimatada a través de unos fancoils y termostatos individualizados, alimentados desde los equipos de climatización del vestíbulo central de la planta baja del edificio.

■ La sala de acometidas estará aclimatada a través de unos fancoils y termostatos individualizados, alimentados desde los equipos de climatización del vestíbulo central del edificio.

■ La zona de ascensores y escalera también estará ventilada por equipos propios con una cadencia de actuación propia según programación.

■ La zona de servicios de la planta baja también estará ventilada por equipos propios con una cadencia de actuación propia según programación.

La ventilación del hueco de ascensores de los servicios y el aire acondicionado de la planta del taller de mantenimiento y la sala de contadores está previsto su paro en el caso de incendio, pero con la posibilidad de activación manual por parte del cuerpo de bomberos.

Alumbrado:

■ Zona para los vehículos.

Dispondremos de un alumbrado reducido dedicado a la orientación de la circulación de los vehículos y que sea suficiente para transitar:
□ Los vehículos en luz ciudad.
□ Los peatones circulen cómodamente hasta la escalera y vestíbulo de ascensores.
El alumbrado deberá encenderse a la detección de un movimiento de vehículo en la planta o al entrar un peatón en la misma desde la puerta del vestíbulo de ascensores o rellano de escalera.
El encendido del alumbrado de la planta durará 5 minutos, que se contarán a partir de la última orden.
Los puntos luz estarán formados con tubos fluorescentes de 40 W con cebador, de 58 W de consumo no compensados 0,67 A.
■ Zona para los peatones.
El alumbrado del vestíbulo de ascensores de cada planta se encenderá durante un minuto, desde una orden recibida por un detector de presencia o desde una señal de apertura de las puertas del ascensor de la planta:
□ Si entramos desde el ascensor, el detector de puerta de acceso encenderá el alumbrado suplementario.
□ Si entramos desde la escalera o desde la zona de vehículos el detector de presencia dará la orden de encendida.
Siempre deberá contar un minuto desde la última orden.
Los puntos luz estarán formados por lámparas fluorescentes compactas de 25 W, de 0,205 A (ver Tabla B3-016, página B/63 del Volumen 1).
En cada puerta de acceso a un ascensor se mantendrá permanentemente una lámpara de puerta. Lámpara fluorescente compacta de globo con balasto inductivo de 9 W, 0,09 A, cos φ 0,5.
El alumbrado de la escalera se realizará con pulsadores de la serie Unica al lado de la puerta de acceso, que a través de un minutero de escalera, de un minuto de duración, permitiría realizar el recorrido entre plantas y en cada planta se deberá realizar la pulsación para la próxima.
Un punto luz situado en el centro de cada planta permanecerá encendido siempre para suplir cualquier defecto de los automatismos de reducción de consumo (ver Tabla B3-016, página B/63 del Volumen 1, para las características de las fuentes de luz).
■ Alumbrado sala de mantenimiento.
Los puntos luz estarán formados con tubos fluorescentes de 40 W con cebador, de 58 W de consumo no compensados 0,67 A.
■ Alumbrado sala de acometidas.
Los puntos luz estarán formados con tubos fluorescentes de 40 W con cebador, de 58 W de consumo no compensados 0,67 A.

Alumbrado de emergencia
Todas las dependencias de los servicios generales dispondrán de un alumbrado de emergencia que se alimentará a través de un SAI, con reserva para una hora.
Los puntos luz deberán estar situados de forma que orienten hacia la salida del edificio.
En la sala de mantenimiento, donde se aloja el cuadro general de servicios, y en la sala de las acometidas se dispondrán puntos luz de emergencia para poder operar en los cuadros respectivos.
Los puntos luz estarán formados por lámparas fluorescentes compactas de 25 W, de 0,205 A (ver Tabla B3-016, página B/63 del Volumen 1).

Alumbrado de señalización
Dispondrán de un alumbrado de señalización de salidas y orientación el cual estará alimentado por el SAI de alumbrado de emergencia. El alumbrado será permanente y en caso de fallo de suministro el SAI mantendrá durante una hora la alimentación.
Punto luz “SALIDA” una lámpara fluorescente compacta de 25 W, de 0,205 A (ver Tabla B3-016, página B/63 del Volumen 1).

Punto luz “SALIDA PEATONES” dos lámpara fluorescentes compactas de 25 W, de 0,205 A (ver Tabla B3-016, página B/63 del Volumen 1).

Tomas de corriente

Dispondremos de unas tomas de corriente repartidas por las plantas de rodaje de los vehículos, los vestíbulos de los ascensores y la escalera. Estas tomas de corriente serán de seguridad y solamente tendrán tensión si se actúa un interruptor de llave situado en serie en cada conjunto de tomas de tensión, de la serie antivandálica.
El conjunto de cada toma de tensión estará formado por un interruptor tripolar + neutro, de 16 A a 230 V de llave, una base monofásica + tierra a 230 V y una base trifásica + neutro y tierra de 16 A a 230 V tipo CEE.
Las bases están en acceso físico de las personas pero la tensión, en las mismas, dependerá del interruptor de llave.
La llave solamente la dispondrán los servicios de mantenimiento y limpieza.
El interruptor dispondrá del enclavamiento que no permite extraer la llave si no está en posición de cero.

Señalización y control del tránsito

La entrada del aparcamiento dispondrá de un equipo de control con expedición de tarjetas para la entrada, que una vez retirada permite el acceso actuando sobre la barrera.
Para la salida dispone de un identificador de tarjetas, con señal de salida, que permite la salida actuando sobre la barrera.
Las rampas de acceso y salida son suficientes para el tránsito de un vehículo pero dificultoso para el tránsito de dos en sentido contrario; es adecuado colocar un sistema de semáforos para poder evitar el cruce de dos vehículos en la rampa.
La detección se realizará a través de célula fotovoltaica.
En la primera planta de sótanos se situará un cobrador automático del estacionamiento, el cual grabará la permisión de apertura de la barrera de salida en la tarjeta, una vez abonado el importe y devuelto el cambio correspondiente.
Los diferentes inquilinos podrán disponer de una serie de tarjetas maestras que les permitirá facilitar la apertura de la barrera.

Planta baja recepción y plantas de la 1.ª a la 7.ª

Acondicionamiento

Disponen de una bomba de calor situada en la azotea para atender la planta baja y las dependencias del primer sótano.
La bomba de calor calienta o enfría agua de un depósito. Esta agua se distribuye a los fancoils, situados en las dependencias, a través de una bomba de agua de 3/4 CV a requerimiento de los termostatos que controlan la temperatura de las dependencias de la planta baja y el primer sótano.
La bomba de calor desarrolla una potencia de 29,7 kW en la creación de frigorías y de 31,7 kW en calorías.
Los fancoils son individualizados para cada dependencia:
■ Taller de mantenimiento (n.º A5): mantiene la climatización un fancoil, de un caudal de 1.500 m^3/h, con una potencia de 1/4 de CV a 230 V.
■ Sala de acometidas (n.os A6): mantiene la climatización un fancoil, de un caudal de 1.500 m^3/h, con una potencia de 1/4 de CV a 230 V.
■ Recepción (n.os A8, A9 y A10): mantienen la climatización tres fancoils, de un caudal de 1.500 m^3/h, con una potencia de 1/4 de CV a 230 V para cada uno y se controla con termostato global para la sala.
■ Sala de espera para ascensores (n.º A7): el fancoil permite un caudal de 2.000 m^3/h con una potencia de 1/3 de CV a 230 V y se controla con termostato independiente.
■ Los servicios para los transeúntes de recepción y aparcamiento se sitúan en la planta baja al lado de la recepción (n.º A11): se dispone de un fancoil que permite

un caudal de 1.500 m^3/h con una potencia de 1/4 de CV a 230 V. El reparto para los departamentos de servicios se realiza a través de conductos.
Los fancoils se alimentan de agua aclimatada desde el depósito del sector, a través de un circuito con bomba de circulación individual, de 1 CV.
La bomba de calor nos permite trabajar para aclimatar con agua fría o caliente, de forma individual y utilizar la función más adecuada según la climatología.
La escalera y sus rellanos no serán aclimatados.

Alumbrado:

■ Zona para los vehículos.

Dispondremos de un alumbrado reducido dedicado a la orientación de la circulación de los vehículos y que sea suficiente para transitar.
Este alumbrado situado en el exterior solamente deberá encenderse durante el período que la iluminación solar no permita una buena visibilidad. El control se realizará por medio de una célula fotoeléctrica.
Los puntos luz estarán formados por báculos de 7 m de altura con luminarias para albergar una lámpara de vapor de mercurio con ioduros metálicos de 150 W, con un consumo con balasto de 172 W, no compensadas, 1,8 A.

■ Zona de recepción al exterior.

Los puntos luz estarán formados por lámparas fluorescentes compactas de 25 W, de 0,205 A (ver Tabla B3-016, página B/63 del Volumen 1).
Existirán dos niveles: el normal y el reducido.
Este alumbrado situado en el exterior solamente deberá encenderse durante el período que la iluminación solar no permita una buena visibilidad. El control se realizará por medio de una célula fotoeléctrica y un reloj horario para discriminar el alumbrado y dejarlo en situación de reducido.

■ Zona de recepción interior.

Los puntos luz estarán formados por lámparas fluorescentes compactas de 25 W, de 0,205 A (ver Tabla B3-016, página B/63 del Volumen 1).
Este alumbrado deberá encenderse durante el período que la iluminación solar no permita una buena visibilidad. El control se realizará por medio de una célula fotoeléctrica y un reloj horario para discriminar el alumbrado y dejarlo en situación de reducido.

■ El alumbrado del vestíbulo de ascensores, de las plantas baja, 1.ª, 2.ª, 3.ª, 4.ª, 5.ª, 7.ª y azotea.

En cada planta se encenderá durante un minuto, desde una orden recibida por un detector de presencia o desde una señal de apertura de las puertas del ascensor de la planta:

□ Si entramos desde el ascensor, el detector de puerta de acceso encenderá el alumbrado suplementario.

□ Si entramos desde la escalera o desde la zona de vehículos el detector de presencia dará la orden de encendida.

Siempre deberá contar un minuto desde la última orden.
Los puntos luz estarán formados por lámparas fluorescentes compactas de 25 W, de 0,205 A (ver Tabla B3-016, página B/63 del Volumen 1).
En cada puerta de acceso a un ascensor se mantendrá permanentemente una lámpara de puerta. Lámpara fluorescente compacta de globo con balasto inductivo de 9 W, 0,09 A, cos φ 0,5.

■ El alumbrado del vestíbulo de ascensores, de la planta 6.ª.

En esta planta la superficie a iluminar se incrementa al tener que alumbrar el repartidor a las tres dependencias existentes, pero el funcionamiento de la planta será la misma que las restantes.

■ El alumbrado de la escalera.

Se realizará con pulsadores de la serie Unica al lado de la puerta de acceso, que a través de un minutero de escalera, de un minuto de duración, permitirá realizar el recorrido entre plantas y en cada planta se deberá realizar la pulsación para la próxima.

Azotea

Alumbrado

Zona al aire libre estará alumbrada con puntos luz de lámparas de vapor de sodio de alta presión de 150 W no compensadas con un consumo con balasto de 168 W a 230 V, 1,8 A.
Su encendido se realizará de forma individual con interruptores estancos de la serie vandálica.
Zona para el albergue del equipamiento de ascensores.
Los puntos luz estarán formados con tubos fluorescentes de 40 W con cebador, de 58 W de consumo no compensados 0,67 A.
Se encenderán a voluntad a través de un interruptor de la serie Unica.

Tomas de corriente

Dispondremos de unas tomas de corriente repartidas por todas las dependencias de la azotea. Estas tomas de corriente serán de seguridad y solamente tendrán tensión si se actúa un interruptor de llave situado en serie en cada conjunto de tomas de tensión, de la serie antivandálica.
El conjunto de cada toma de tensión estará formado por un interruptor tripolar + neutro, de 16 A a 230 V de llave, una base monofásica + tierra a 230 V y una base trifásica + neutro y tierra de 16 A a 230 V tipo CEE.
Las bases están en acceso físico de las personas pero la tensión, en las mismas, dependerá del interruptor de llave.
La llave solamente la dispondrán los servicios de mantenimiento y limpieza.
El interruptor dispondrá del enclavamiento que no permite extraer la llave si no está en posición de cero.

Ascensores

Se han previsto tres ascensores para todo el edificio con una potencia para cada uno de 15 CV a 400 V 50 Hz.
Los ascensores dispondrán en cada cabina de alumbrado y teléfono y circulan por todas las plantas.
El arranque y parada será con rampa de desaceleración y aceleración.
Dispondrá de memoria de solicitaciones efectuando el mínimo recorrido, acoplado a las tres cabinas.
La alimentación se realizará a través del SAI de los servicios generales.

La antena de comunicación

La alimentación de la amplificación de la señal de TV no es discriminable y tiene una potencia de 500 W.
Se distribuirá paralelamente a las canalizaciones blindadas de distribución del circuito eléctrico de régimen TT e IT.
Dispontrá de tomas en cajas metálicas para cada planta.

La central telefónica

Estará situada en la recepción y alimentada a través del SAI. Dispondrán de teléfonos públicos en la recepción, en las cabinas de los ascensores, en los rellanos de cada planta y en el cuarto de ascensores de la azotea.
Todos los teléfonos podrán comunicar con la recepción de forma directa y gratuita, pero con el exterior a través del monedero.
Se distribuirá paralelamente, a las canalizaciones blindadas de distribución del circuito eléctrico de régimen TT e IT.

Agua sanitaria caliente

Dispondremos de un termo de agua caliente para los servicios, de una capacidad de 100 l. El circuito es discriminable, para calentar el agua exclusivamente en horas valle.

Las alarmas técnicas
Su consumo es esporádico en circunstancias excepcionales, solamente por la aptitud de su función.

Clasificación de las cargas

Cargas red TT

N.°		Clase	P (W)	I (A)	Fase					
					L1		L2		L3	
Circuitos no incluidos en el SAI										
R00	Renovación de aire					11,2		9,6		9,6
R01	Ex. servicios 1.º	BB2	1 · 225	1,6	1,6					
R02	Ex. servicios 2.º	BB2	1 · 225	1,6			1,6			
R03	Ex. sótano 1.º	BB1	1 · 570	1,6	1,6		1,6		1,6	
R04	Ex. sótano 2.º	BB1	1 · 570	1,6	1,6		1,6		1,6	
R05	Ex. sótano 3.º	BB1	1 · 570	1,6	1,6		1,6		1,6	
R13	Ex. ascensor 1.º	BB1	1 · 570	1,6	1,6		1,6		1,6	
R14	Ex. ascensor 2.º	BB1	1 · 570	1,6	1,6		1,6		1,6	
R15	Ex. ascensor 3.º	BB1	1 · 570	1,6	1,6		1,6		1,6	
A00	Aire acondicionado recepción y talleres						60,8		62	62
A01	Bomba calor	BB2	1 . 31.700	54	54		54		54	
A02	Circulación. H_2O	BB2	1 · 760	2,2	2,2		2,2		2,2	
A03	Electroválvula	BB2	1 · 25	0,2	0,2					
A04	B. Circula. H_2O		1 · 570	1,6	1,6		1,6		1,6	
A05	Fancoil (–1T)	BB2	1 · 190	1,4			1,4			
A06	Fancoil 8 (–1C)	BB2	1 · 190	1,4					1,4	
A07	Fancoil (BAS)	BB2	1 · 370	2,8	2,8					
A08	Fancoil (BR)	BB2	1 · 190	1,4			1,4			
A09	Fancoil (BR)	BB2	1 · 190	1,4					1,4	
A10	Fancoil (BR)	BB2	1 · 190	1,4			1,4			
A11	Fancoil (BS)	BB2	1 · 190	1,4					1,4	
A00	Ambientador					1,5		0,5		1,5
A12	Fancoil A05	BB2	1 · 115	0,5	0,5					
A13	Fancoil A06	BB2	1 · 115	0,5					0,5	
A14	Fancoil A07	BB2	1 · 115	0,5			0,5			
A15	Fancoil A08	BB2	1 · 115	0,5	0,5					
A16	Fancoil A09	BB2	1 · 115	0,5					0,5	
A17	Fancoil A10	BB2	1 · 115	0,5	0,5					
A18	Fancoil A11	BB2	1 · 115	0,5					0,5	
I00	Alumbrado					45,88		48,08		45,91
I01	Sótano (–1)	BB1	42 · 58	0,67	9,38		9,38		9,38	
I02	Sótano (–1T)	BB1	3 · 58	0,67			2,01			
I03	Sótano (–1C)	BB1	4 · 25	0,205		0,82				
I04	Sótano (–2)	BB1	45 · 58	0,67	10,05		10,05		10,05	
I05	Sótano (–3)	BB1	36 · 58	0,67	8,04		8,04		8,04	
I06	Planta baja V	BB2	2 · 172	1,8	1,8				1,8	
I07	P. baja V-E (N)	BB1	23 · 25	0,205	1,64		1,64		1,44	
I08	P. baja V-E (R)	BB1	11 · 50	0,24	0,96		0,96		0,72	
I09	P. baja V-I (N)	BB1	9 · 25	0,205	0,62		0,62		1,63	
I10	P. baja V-I (R)	BB1	4 · 50	0,24	0,96					
I11	Servicios	BB2	12 · 25	0,205	0,82		0,82		0,82	
I12	S. ascen. (–3)	BB1	3 · 25	0,205		0,62				
I13	S. ascen. (–2)	BB1	3 · 25	0,205				0,62		
I14	S. ascen. (–1)	BB1	3 · 25	0,205	0,62					
I15	S. ascen. (B)	BB1	3 · 25	0,205		0,62				
I16	S. ascen. (1.º)	BB1	3 · 25	0,205				0,62		
I17	S. ascen. (2.º)	BB1	3 · 25	0,205	0,62					

(continúa en pág. siguiente)

(continuación)

N.º		Clase	P (W)	I (A)	Fase					
					L1		L2		L3	
I18	S. ascen. (3.º)	BB1	3 · 25	0,205		0,62				
I19	S. ascen. (4.º)	BB1	3 · 25	0,205				0,62		
I20	S. ascen. (5.º)	BB1	3 · 25	0,205	0,62					
I21	S. ascen. (6.º)	BB1	3 · 25	0,205		0,62				
I22	J. ascen. (6.º)	BB1	11 . 25	0,205	0,82		0,62		0,82	
I23	S. ascen. (7.º)	BB1	3 · 25	0,205					0,62	
I24	S. ascen. (A)	BB1	3 · 25	0,205					0,62	
I25	Escalera (–3, –2)	BB1	4 · 25	0,205	0,82					
I26	Escalera (–2, –1)	BB1	4 · 25	0,205			0,82			
I27	Escalera (–1, B)	BB1	4 · 25	0,205					0,82	
I28	Escalera (B, 1º)	BB1	4 · 25	0,205	0,82					
I29	Escalera (1.º, 2.º)	BB1	4 · 25	0,205			0,82			
I30	Escalera (2.º, 3.º)	BB1	4 · 25	0,205					0,82	
I31	Escalera (3.º, 4.º)	BB1	4 · 25	0,205	0,82					
I32	Escalera (4.º, 5.º)	BB1	4 · 25	0,205			0,82			
I33	Escalera (5.º, 6.º)	BB1	4 · 25	0,205					0,82	
I34	Escalera (6.º, 7.º)	BB1	4 · 25	0,205	0,82					
I35	Escalera (7.º, A.º)	BB1	4 · 25	0,205			0,82			
I36	Sala ascensores	BB1	3 · 58	0,67			2,01			
I37	Azotea	BB3	6 · 168	1,8	3,6		3,6		3,6	
I38	Hueco ascensor	BB1	30 · 25	0,205	2,05		2,05		2,05	
E00	Electrodomésticos							3,9		
E01	Dispensador T	BB2	1 · 300	1,3			1,3			
E01	Dispensador T	BB2	1 · 300	1,3			1,3			
E01	Dispensador T	BB2	1 · 300	1,3			1,3			
C00	Conectores, enchufes					213,6		214,1		213,6
C01	Sótano (–3)	BB1	9 · 5 A · 0,1	4	1,5		1,5		1,5	
			9 · 16 A · 0,1	12,8	14,4		14,4		14,4	
C02	Sótano (–2)	BB1	8 · 5 A · 0,1	4	1,5		1,5		1	
			8 · 16 A · 0,1	12,8	12,8		12,8		12,8	
C03	Sótano (–1)	BB1	8 · 5 A · 0,1	4	1,5		1		1,5	
			8 · 16 A · 0,1	12,8	12,8		12,8		12,8	
C04	Sótano (–1T)	BB1	5 · 5 A · 0,1	2,5	1		1		0,5	
			5 · 16 A · 0,1	8	8		8		8	
C05	Sótano (–1C)	BB1	2 · 5 A · 0,1	1	0,5		0,5			
			2 · 16 A · 0,1	3,2	3,2		3,2		3,2	
C06	P. baja V-E	BB1	2 · 5 A · 0,1	1			0,5		0,5	
			2 · 16 A · 0,1	3,2	3,2		3,2		3,2	
C07	P. baja V-I	BB1	3 · 5 A · 0,1	1,5	0,5		0,5		0,5	
			3 · 16 A · 0,1	4,8	4,8		4,8		4,8	
C08	Servicios	BB1	3 · 5 A · 0,1	4,5	0,5		0,5		0,5	
			3 · 16 A · 0,1	4,8	4,8		4,8		4,8	
C09	Ascensor S (–3)	BB1	1 · 5 A · 0,1	0,5					0,5	
			1 · 16 A · 0,1	1,6	1,6		1,6		1,6	
C10	Ascensor S (–2)	BB1	1 · 5 A · 0,1	0,5	0,5					
			1 · 16 A · 0,1	1,6	1,6		1,6		1,6	
C11	Ascensor S (–1)	BB1	1 · 5 A · 0,1	0,5			0,5			
			1 · 16 A · 0,1	1,6	1,6		1,6		1,6	
C12	Ascensor B	BB1	1 · 5 A · 0,1	0,5					0,5	
			1 · 16 A · 0,1	1,6	1,6		1,6		1,6	
C13	Ascensor P (1.º)	BB1	1 · 5 A · 0,1	0,5	0,5					
			1 · 16 A · 0,1	1,6	1,6		1,6		1,6	
C14	Ascensor P (2.º)	BB1	1 · 5 A · 0,1	0,5			0,5			
			1 · 16 A · 0,1	1,6	1,6		1,6		1,6	

(continúa en pág. siguiente)

(continuación)

N.º		Clase	P (W)	I (A)	Fase					
					L1		L2		L3	
C15	Ascensor P (3.º)	BB1	1 · 5 A · 0,1	0,5					0,5	
			1 · 16 A · 0,1	1,6	1,6		1,6		1,6	
C16	Ascensor P (4.º)	BB1	1 · 5 A · 0,1	0,5	0,5					
			1 · 16 A · 0,1	1,6	1,6		1,6		1,6	
C17	Ascensor P (5.º)	BB1	1 · 5 A · 0,1	0,5			0,5			
			1 · 16 A · 0,1	1,6	1,6		1,6		1,6	
C18	Ascensor P (6.º)	BB1	1 · 5 A · 0,1	0,5	0,5		0,5		0,5	
			1 · 16 A · 0,1	1,6	4,8		4,8		4,8	
C19	Ascensor P (7.º)	BB1	1 · 5 A · 0,1	0,5	0,5					
			1 · 16 A · 0,1	1,6	1,6		1,6		1,6	
C20	Escalera (–3, –2)	BB1	2 · 5 A · 0,1	1			0,5		0,5	
			2 · 16 A · 0,1	3,2	3,2		3,2		3,2	
C21	Escalera (–2, –1)	BB1	2 · 5 A · 0,1	1	0,5		0,5			
			2 · 16 A · 0,1	3,2	3,2		3,2		3,2	
C22	Escalera (–1, B)	BB1	2 · 5 A · 0,1	1	0,5				0,5	
			2 · 16 A · 0,1	3,2	3,2		3,2		3,2	
C23	Escalera (B, 1.º)	BB1	2 · 5 A · 0,1	1			0,5		0,5	
			2 · 16 A · 0,1	3,2	3,2		3,2		3,2	
C24	Escalera (1.º, 2.º)	BB1	2 · 5 A · 0,1	1	0,5		0,5			
			2 · 16 A · 0,1	3,2	3,2		3,2		3,2	
C25	Escalera (2.º, 3.º)	BB1	2 · 5 A · 0,1	1	0,5				0,5	
			2 · 16 A · 0,1	3,2	3,2		3,2		3,2	
C26	Escalera (3.º, 4.º)	BB1	2 · 5 A · 0,1	1			0,5		0,5	
			2 · 16 A · 0,1	3,2	3,2		3,2		3,2	
C27	Escalera (4.º, 5.º)	BB1	2 · 5 A · 0,1	1	0,5		0,5			
			2 · 16 A · 0,1	3,2	3,2		3,2		3,2	
C28	Escalera (5.º, 6.º)	BB1	2 · 5 A · 0,1	1	0,5				0,5	
			2 · 16 A · 0,1	3,2	3,2		3,2		3,2	
C29	Escalera (6.º, 7.º)	BB1	2 · 5 A · 0,1	1			0,5		0,5	
			2 · 16 A · 0,1	3,2	3,2		3,2		3,2	
C30	Escalera (7.º, A.º)	BB1	2 · 5 A · 0,1	1	0,5		0,5			
			2 · 16 A · 0,1	3,2	3,2		3,2		3,2	
C31	Azotea	BB1	12 · 5 A · 0,1		1,5		1,5		1,5	
			12 · 16 A · 0,1	19,2	19,2		19,2		19,2	
C32	S. ascensores	BB1	4 · 5 A · 0,1	2	0,5		0,5		1	
			4 · 16 A · 0,1		6,4		6,4		6,4	
C33	Hueco ascensor	BB1	30 · 5 A · 0,1	5	5		5		5	
			30 · 16 A · 0,1	3,2	48		48		48	
S00	Agua sanitaria caliente					5,2		5,2		
S01	Servicios 80 L	BB2	2 · 1.200	5,2	5,2					
S02	Servicios 80 L	BB2	2 · 1.200	5,2			5,2			
CA0	Control aparcamiento					5,56		4,45		11,12
CA1	Dispensador tarjetas		1 · 500	2,78	2,78					
CA2	Barrera		1 · 800	4,45				4,45		
CA3	Controlador salida		1 · 500	2,78	2,78					
CA4	Monedero		1 · 2.000	1,12						11,12
Totales					**343,74**		**347,88**		**343,73**	
R00	Renovación de aire				11,2		9,6		9,6	
A00	Aire acondicionado recepción y talleres					60,8		62		62
A00	Ambientador				1,5		0,5		1,5	
I00	Alumbrado				45,88		48,08		45,91	
E00	Electrodomésticos						3,9			
C00	Conectores, enchufes				213,6		214,1		213,6	
S00	Agua sanitaria caliente				5,2		5,2			
CA0	Control aparcamiento				5,56		4,45		11,12	

Tabla K5-286: *tabla de cargas instaladas.*

Cargas red IT alimentadas a través del SAI

N.º		Clase	P (W)	I (A)	Fase					
					L1		L2		L3	
R00	Renovación de aire					6,4		6,4		8
R06	Ex. sótano 1.º	BB1	1 · 570	1,6	1,6		1,6		1,6	
R07	Ex. sótano 2.º	BB1	1 · 570	1,6	1,6		1,6		1,6	
R08	Ex. sótano 3.º	BB1	1 · 570	1,6	1,6		1,6		1,6	
R09	Ex. tapa E-1	BB2	2 · 225	1,6					1,6	
R10	Ex. tapa S-1	BB2	2 · 225	1,6	1,6					
R11	Ex. tapa E-2	BB2	2 · 225	1,6			1,6			
R12	Ex. tapa S-2	BB2	2 · 225	1,6					1,6	
I00	Alumbrado permanente					2,01		1,62		1,62
I39	Sótano (–3)	BB1	1 · 58	0,67	0,67					
I40	Sótano (–2)	BB1	1 · 58	0,67	0,67					
I41	Sótano (–1)	BB1	1 · 58	0,67	0,67					
I42	P. ascen. (–3)	BB1	3 · 9	0,09					0,27	
I43	P. ascen. (–2)	BB1	3 · 9	0,09				0,27		
I44	P. ascen. (–1)	BB1	3 · 9	0,09					0,27	
I45	P. ascen. (B)	BB1	3 · 9	0,09				0,27		
I46	P. ascen. (1.º)	BB1	3 · 9	0,09					0,27	
I47	P. ascen. (2.º)	BB1	3 · 9	0,09				0,27		
I48	P. ascen. (3.º)	BB1	3 · 9	0,09					0,27	
I49	P. ascen. (4.º)	BB1	3 · 9	0,09				0,27		
I50	P. ascen. (5.º)	BB1	3 · 9	0,09					0,27	
I51	P. ascen. (6.º)	BB1	3 · 9	0,09				0,27		
I52	P. ascen. (7.º)	BB1	3 · 9	0,09					0,27	
I53	P. ascen. (A)	BB1	3 · 9	0,09				0,27		
I00	Alumbrado de emergencia					5,39		5,39		5,37
I54	Sótano (–1)	BB1	5 · 25	0,205	1,03					
I55	Sótano (–1T)	BB1	3 · 25	0,205	0,62					
I56	Sótano (–1C)	BB1	3 · 25	0,205	0,62					
I57	Sótano (–2)	BB1	5 · 25	0,205			1,03			
I58	Sótano (–3)	BB1	4 · 25	0,205			0,82			
I59	P. baja V-E	BB1	11 · 25	0,205					2,26	
I60	P. baja V-I	BB1	5 · 25	0,205					1,03	
I61	Servicios	BB2	3 · 25	0,205					0,62	
I62	S. ascen. (–3)	BB1	1 · 25	0,205			0,21			
I63	S. ascen. (–2)	BB1	1 · 25	0,205					0,21	
I64	S. ascen. (–1)	BB1	1 · 25	0,205	0,21					
I65	S. ascen. (B)	BB1	1 · 25	0,205					0,21	
I66	S. ascen. (1.º)	BB1	1 · 25	0,205			0,21			
I67	S. ascen. (2.º)	BB1	1 · 25	0,205	0,21					
I68	S. ascen. (3.º)	BB1	1 · 25	0,205			0,21			
I69	S. ascen. (4.º)	BB1	1 · 25	0,205					0,21	
I70	S. ascen. (5.º)	BB1	1 · 25	0,205	0,21					
I71	S. ascen. (6.º)	BB1	1 · 25	0,205			0,21			
I72	S. ascen. (7.º)	BB1	1 · 25	0,205					0,21	
I73	S. ascen. (A)	BB1	1 · 25	0,205	0,21					
I74	Escalera (–3, –2)	BB1	3 · 25	0,205					0,62	
I75	Escalera (–2, –1)	BB1	3 · 25	0,205					0,62	
I76	Escalera (–1, B)	BB1	3 · 25	0,205	0,62					
I77	Escalera (B, 1.º)	BB1	3 · 25	0,205					0,62	
I78	Escalera (1.º, 2.º)	BB1	3 · 25	0,205		0,62				
I79	Escalera (2.º, 3.º)	BB1	3 · 25	0,205	0,62					
I80	Escalera (3.º, 4.º)	BB1	3 · 25	0,205		0,62				
I81	Escalera (4.º, 5.º)	BB1	3 · 25	0,205					0,62	
I82	Escalera (5.º, 6.º)	BB1	3 · 25	0,205	0,62					
I83	Escalera 6.º, 7.º)	BB1	3 · 25	0,205		0,62				
I84	Escalera (7.º, A.º)	BB1	3 · 25	0,205					0,62	
I85	Sala ascensores	BB1	1 · 25	0,67	0,21					
I86	Azotea	BB3	1 · 25	1,8	0,21					

(continúa en pág. siguiente)

(continuación)

N.º		Clase	P (W)	I (A)	Fase					
					L1		L2		L3	
I00	Alumbrado de señalización semáforos				0,72		1,2		1,2	
I87	Sótano (–3) - (–2)	BB1	4 · 50	0,24	0,48					
			1 · 50	0,24	0,24					
I88	Sótano (–2) - (1)	BB1	4 · 50	0,24			0,96			
			1 · 50	0,24			0,24			
I89	Sótano (–1) - (B)	BB1	4 · 50	0,24					0,96	
			1 · 50	0,24					0,24	
I00	Alumbrado de señalización peatones				4,51		4,51		4,51	
I90	S. ascen. (–3)	BB1	2 · 25	0,205			0,82			
I91	S. ascen. (–2)	BB1	2 · 25	0,205					0,82	
I92	S. ascen. (–1)	BB1	2 · 25	0,205	0,41					
I93	S. ascen. (B)	BB1	2 · 25	0,205			0,41			
I94	S. ascen. (1.º)	BB1	4 · 25	0,205					0,82	
I95	S. ascen. (2.º)	BB1	4 · 25	0,205	0,82					
I96	S. ascen. (3.º)	BB1	4 · 25	0,205			0,82			
I97	S. ascen. (4.º)	BB1	4 · 25	0,205					0,82	
I98	S. ascen. (5.º)	BB1	4 · 25	0,205	0,82					
I99	S. ascen. (6.º)	BB1	4 · 25	0,205			0,82			
I100	S. ascen. (7.º)	BB1	4 · 25	0,205					0,82	
I101	S. ascen. (A)	BB1	4 · 25	0,205	0,82					
I102	Escalera (–3, –2)	BB1	2 · 25	0,205			0,41			
I103	Escalera (–2, –1)	BB1	2 · 25	0,205					0,41	
I104	Escalera (–1, B)	BB1	2 · 25	0,205	0,41					
I105	Escalera (B, 1.º)	BB1	2 · 25	0,205			0,41			
I106	Escalera (1.º, 2.º)	BB1	2 · 25	0,205					0,41	
I107	Escalera (2.º, 3.º)	BB1	2 · 25	0,205	0,41					
I108	Escalera (3.º, 4.º)	BB1	2 · 25	0,205			0,41			
I109	Escalera (4.º, 5.º)	BB1	2 · 25	0,205					0,41	
I110	Escalera (5.º, 6.º)	BB1	2 · 25	0,205	0,41					
I111	Escalera (6.º, 7.º)	BB1	2 · 25	0,205			0,41			
I112	Escalera (7.º, A.º)	BB1	2 · 25	0,205	0,41					
I00	Alumbrado de señalización vehiculos				0,41		0,82		0,82	
I113	S. ascen. (–3)	BB1	4 · 25	0,205			0,82			
I114	S. ascen. (–2)	BB1	4 · 25	0,205					0,82	
I115	S. ascen. (–1)	BB1	2 · 25	0,205	0,41					
E00	Comunicación					2,2		1,3		
E01	Central tel.	BB1	1 · 300	1,3			1,3			
E02	Amplificador TV	BB1	1 · 500		2,2					
T00	Alarmas técnicas						0,9			
T01	F. sist. dom.	BB1								
T02	C. humos	BB2		0,1			0,1			
T03	Sirena	BB1		0,2			0,2			
T04	Comunicación	BB1		0,2			0,2			
T05	D.F. agua	BB2		0,1			0,1			
T06	Electroválvula	BB2			0,3		0,3			
AS0	Ascensores					69,95		69,95		69,95
AS1	Motores		3 ·11.000	22	66		66		66	
AS2	Luz cabina		3 · 25	0,205	0,205		0,205		0,205	
AS3	T. tensión cabina		3 · 5 A · 0,1	0,5	0,5		0,5		0,5	
			3 · 16 A ·0,1	3,2	3,2		3,2		3,2	
Totales						**91,59**		**92,09**		**91,47**
R00	Renovación de aire				6,4		6,4		8	
I00	Alumbrado permanente				2,01		1,62		1,62	
I00	Alumbrado de emergencia				5,39		5,39		5,37	
I00	Alumbrado de señalización semáforos				0,72		1,2		1,2	
I00	Alumbrado de señalización peatones				4,51		4,51			4,51
I00	Alumbrado de señalización vehículos				0,41		0,82		0,82	
E00	Comunicación				2,2		1,3			
T00	Alarmas técnicas						0,9			
AS0	Ascensores				69,95		69,95		69,95	

Tabla K5-287: *tabla de cargas instaladas en la red IT.*

Instalaciones en las diferentes plantas, situación en planta, esquemas y procesos de trabajo

Tercer sótano (–3)

Situación en planta de las cargas y los detectores

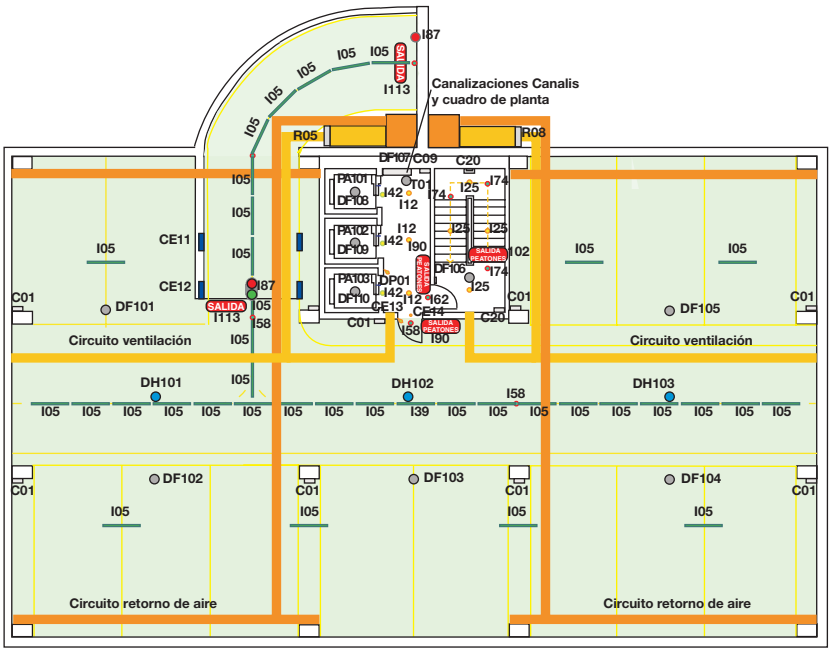


Fig. K5-288: *situación en planta cargas planta sótano (–3).*

■ Elementos no descritos en la tabla de cargas Tablas K5-286 y K5-287, páginas K/697 a K/701:
□ DF101-10: detector de fuego y humos propios de un incendio, para la actuación de la alarma técnica contra incendios.
□ DH101-3: detector de anhídrido o monóxido de carbono para la actuación de los extractores de renovación de aire.
□ DP01: detector de presencia en el vestíbulo de ascensores, para encender el alumbrado de refuerzo del vestíbulo.
□ PA101-3: detector de apertura de puerta de ascensor para el encendido del alumbrado de refuerzo del vestíbulo.
□ CE01-2: detectores fotoeléctricos para el control del paso de los vehículos y peatones, para facilitar el control del tránsito con los semáforos y el encendido del alumbrado.
Gestionado desde el microprocesador Modicon, situado en el primer sótano.

Esquema del circuito del tercer sótano
Se ha pensado en una distribución con canalizaciones prefabricadas tipo Canalis para la distribución de la energía. Red en régimen TT par la distribución normal y en régimen IT con alimentación a través de SAI para los circuitos especiales. Un cable coaxial con conectores para los circuitos de maniobra, desde el tercer sótano hasta la azotea, con control a través de un cuadro para cada planta, situando el cuadro general en el primer sótano.
La distribución de la señal telefónica y de comunicación comunitaria (TV), con sendos cables apantallados y tomas para cada planta.

Descripción de la función de los circuitos del tercer sótano:
■ Tel.: circuito de alimentación señal telefónica interna, desde la central propia, para la red de teléfonos públicos del edificio.

■ TV: circuito de reparto de la señal de TV captada y amplificada para todo el edifico, desde la antena colectiva.
■ NTT 1 y LTT 1: alimentación en régimen TT desde el relé de detección de fallo de tensión, para el encendido del alumbrado de emergencia durante una hora, a través del SAI central.
El relé de detección de tensión alimenta permanentemente un relé con un contacto abierto con la bobina activada y cerrado en reposo.
■ MNIT 1 y ML1IT 1: red monofásica a 230 V para la alimentación de la maniobra en régimen IT de las tres plantas de sótanos.
■ SL1IT 1: señal derivada de la fase de la red de maniobra 1 en régimen IT. Destinada a la activación del relé de encendido de la iluminación de emergencia de los sótanos por el paro del alumbrado permanente o falta de tensión.
■ TIT, NIT, LIT: red en régimen IT alimentada a través de un SAI central.
■ S1N y S1L: señal para el encendido del alumbrado del sótano tercero controlado por la presencia de vehículos y personas en movimiento de entrada o salida al aparcamiento.
■ TTT, NTT, LTT: red en régimen TT.
■ A: bus para el control del aislamiento. Señales de los toroidales.

Esquema circuito eléctrico sótano tercero (–3)

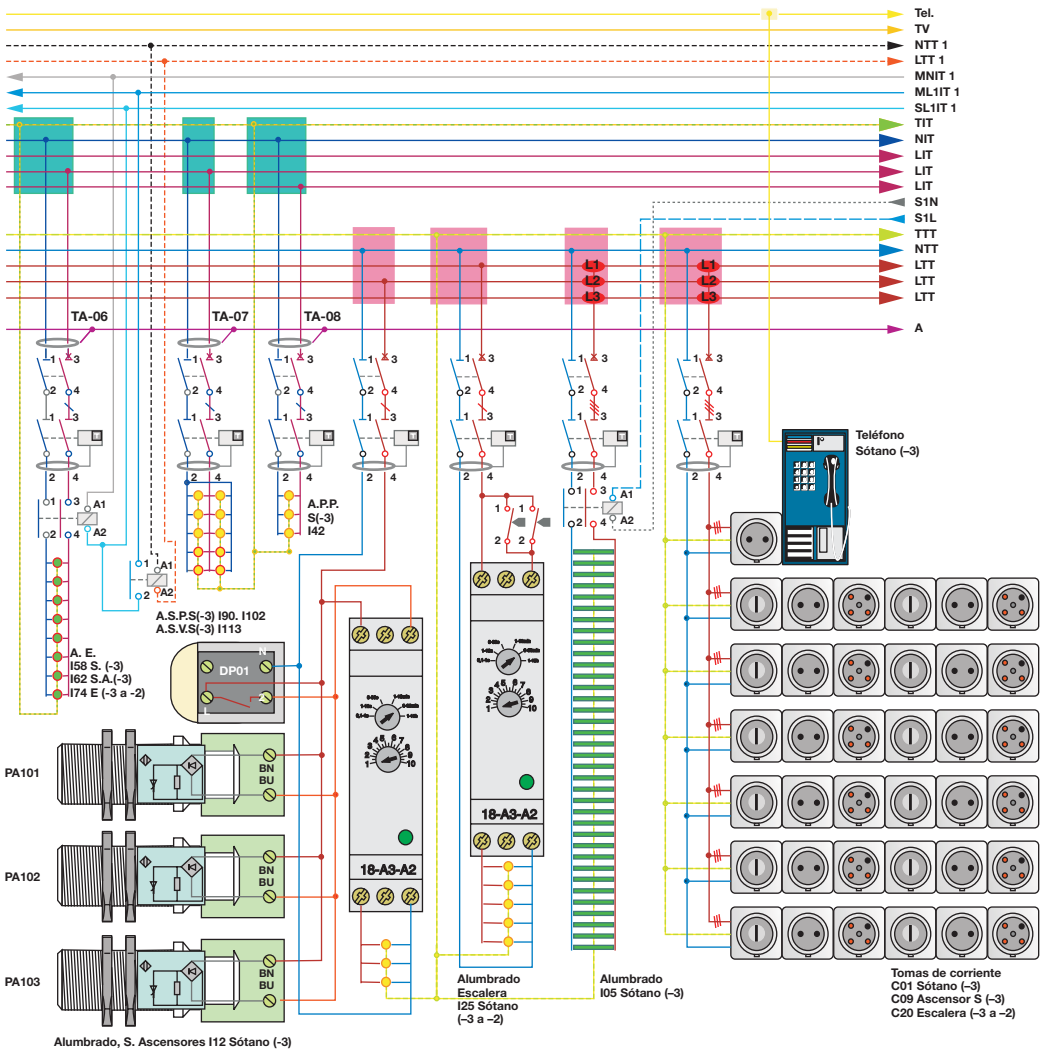


Fig. K5-289: *esquema circuito eléctrico planta sótano (–3).*

Segundo sótano (–2)

Situación en planta de las cargas y los detectores

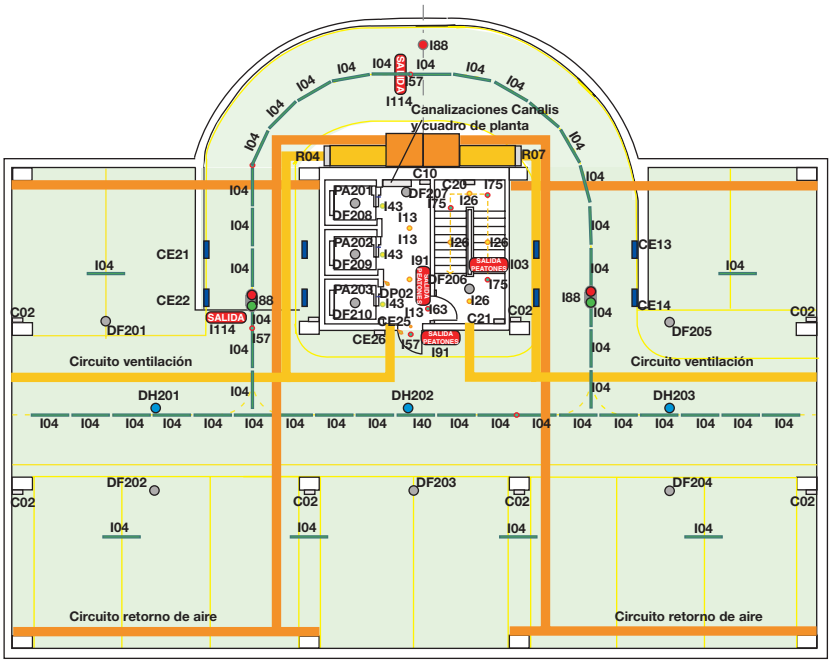


Fig. K5-290: *situación en planta cargas planta sótano (–2).*

■ Elementos no descritos en la tabla de cargas Tablas K5-286 y K5-287, páginas K/697 a K/701:
□ DF201-10: detector de fuego y humos propios de un incendio, para la actuación de la alarma técnica contra incendios.
□ DH201-3: detector de anhídrido o monóxido de carbono para la actuación de los extractores de renovación de aire.
□ DP02: detector de presencia en el vestíbulo de ascensores, para encender el alumbrado de refuerzo del vestíbulo.
□ PA201-3: detector de apertura de puerta de ascensor para el encendido del alumbrado de refuerzo del vestíbulo.
□ CE01-6: detectores fotoeléctricos para el control del paso de los vehículos y peatones, para facilitar el control del tránsito con los semáforos y el encendido del alumbrado. Gestionado desde el microprocesador Modicon, situado en el primer sótano.

Esquema del circuito del segundo sótano
Se ha pensado en una distribución con canalizaciones prefabricadas tipo Canalis para la distribución de la energía. Red en régimen TT par la distribución normal y en régimen IT con alimentación a través de SAI para los circuitos especiales. Un cable coaxial con conectores para los circuitos de maniobra, desde el tercer sótano hasta la azotea, con control a través de un cuadro para cada planta, situando el cuadro general en el primer sótano.
La distribución de la señal telefónica y de comunicación comunitaria (TV), con sendos cables apantallados y tomas para cada planta.

Descripción de la función de los circuitos del segundo sótano:
■ Tel.: circuito de alimentación señal telefónica interna, desde la central propia, para la red de teléfonos públicos del edificio.
■ TV: circuito de reparto de la señal de TV captada y amplificada para todo el edificio, desde la antena colectiva.

■ NTT 1 y LTT 1: alimentación en régimen TT desde el relé de detección de fallo de tensión, para el encendido del alumbrado de emergencia durante una hora, a través del SAI central.
El relé de detección de tensión alimenta permanentemente un relé con un contacto abierto con la bobina activada y cerrado en reposo.
■ MNIT 1 y ML1IT 1: red monofásica a 230 V para la alimentación de la maniobra en régimen IT de las tres plantas de sótanos.
■ SL1IT 1: señal derivada de la fase de la red de maniobra 1 en régimen IT. Destinada a la activación del relé de encendido de la iluminación de emergencia de los sótanos por el paro del alumbrado permanente.
■ TIT, NIT, LIT: red en régimen IT alimentada a través de un SAI central.
■ S1N y S1L: señal para el encendido del alumbrado del sótano tercero controlado por la presencia de vehículos y personas en movimiento de entrada o salida al aparcamiento.
■ S1N y S2L: señal para el encendido del alumbrado del sótano segundo controlado por la presencia de vehículos y personas en movimiento de entrada o salida al aparcamiento.
■ TTT, NTT, LTT: red en régimen TT.
■ A: bus para el control del aislamiento. Señales de los toroidales.

Esquema circuito eléctrico sótano segundo (–2)

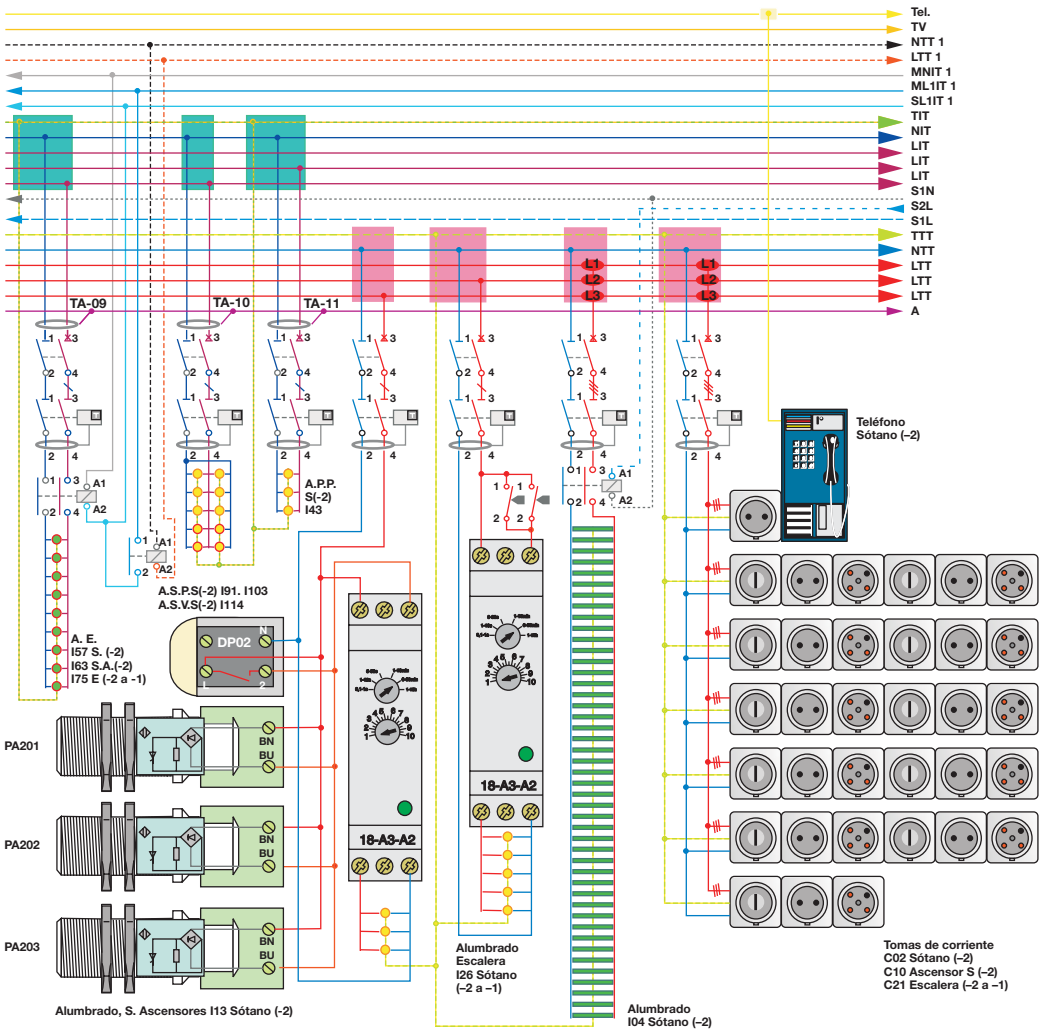


Fig. K5-291: *esquema circuito eléctrico planta sótano (–2).*

Primer sótano (–1)

Situación en planta de las cargas y detectores

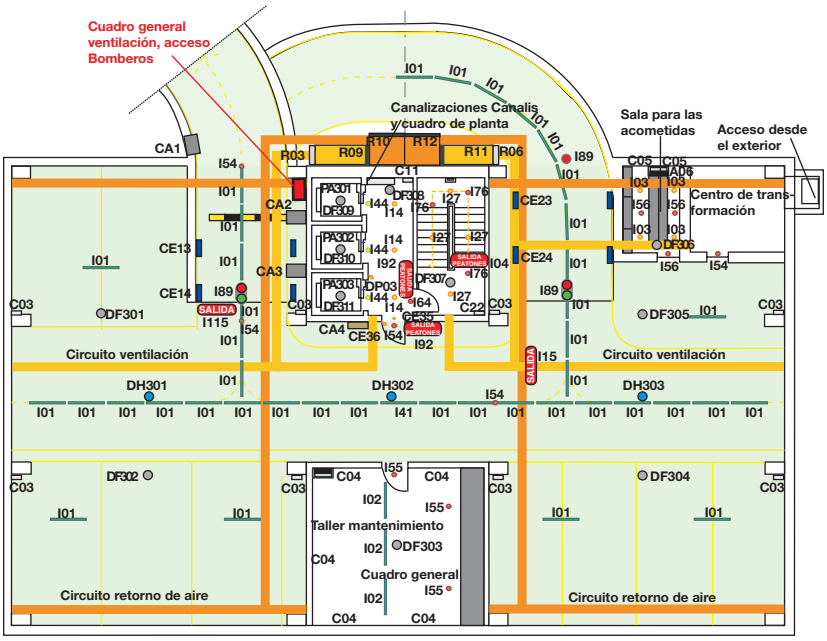


Fig. K5-292: *situación en planta cargas planta sótano (–1).*

■ Elementos no descritos en la tabla de cargas Tablas K5-286 y K5-286, páginas K/697 a K/701.

□ DF301-12: detector de fuego y humos propios de un incendio, para la actuación de la alarma técnica contra incendios.

□ DH301-3: detector de anhídrido o monóxido de carbono para la actuación de los extractores de renovación de aire.

□ DP03: detector de presencia en el vestíbulo de ascensores, para encender el alumbrado de refuerzo del vestíbulo.

□ PA301-3: detector de apertura de puerta de ascensor para el encendido del alumbrado de refuerzo del vestíbulo.

□ CE01-6: detectores fotoeléctricos para el control del paso de los vehículos y peatones, para facilitar el control del tránsito con los semáforos y el encendido del alumbrado. Gestionado desde el microprocesador Modicon, situado en el primer sótano.

Esquema del circuito del primer sótano

Se ha pensado en una distribución con canalizaciones prefabricadas tipo Canalis para la distribución de la energía. Red en régimen TT para la distribución normal y en régimen IT con alimentación a través de SAI para los circuitos especiales. Un cable coaxial con conectores para los circuitos de maniobra, desde el tercer sótano hasta la azotea, con control a través de un cuadro para cada planta, situando el cuadro general en el primer sótano.

La distribución de la señal telefónica y de comunicación comunitaria (TV), con sendos cables apantallados y tomas para cada planta.

Descripción de la función de los circuitos del primer sótano:

■ Tel.: circuito de alimentación señal telefónica interna, desde la central propia, para la red de teléfonos públicos del edificio.

■ TV: circuito de reparto de la señal de TV captada y amplificada para todo el edifico, desde la antena colectiva.

■ NTT 1 y LTT 1: alimentación en régimen TT desde el relé de detección de fallo de tensión, para el encendido del alumbrado de emergencia durante una hora, a través del SAI central.

El relé de detección de tensión alimenta permanentemente un relé con un contacto abierto con la bobina activada y cerrado en reposo.

■ MNIT 1 y ML1IT 1: red monofásica a 230 V para la alimentación de la maniobra en régimen IT de las tres plantas de sótanos.

■ SL1IT 1: señal derivada de la fase de la red de maniobra 1 en régimen IT. Destinada a la activación del relé de encendido de la iluminación de emergencia de los sótanos.

El relé de detección de tensión alimenta permanentemente un relé con un contacto abierto con la bobina activada y cerrado en reposo.

Una desconexión del circuito de alumbrado permanente de los sótanos, voluntaria o a través de una protección, activa el encendido de emergencia de los tres sótanos, así como un fallo de tensión.

■ TIT, NIT, LIT: red en régimen IT alimentada a través de un SAI central.

■ S1N y S1L: señal para el encendido del alumbrado del sótano tercero controlado por la presencia de vehículos y personas en movimiento de entrada o salida al aparcamiento.

■ S1N y S2L: señal para el encendido del alumbrado del sótano segundo controlado por la presencia de vehículos y personas en movimiento de entrada o salida al aparcamiento.

■ S1N y S3L: señal para el encendido del alumbrado del sótano primero controlado por la presencia de vehículos y personas en movimiento de entrada o salida al aparcamiento.

■ TTT, NTT, LTT: red en régimen TT.

■ A: bus para el control del aislamiento. Señales de los toroidales.

El control del tránsito y el alumbrado de los sótanos

En cada entrada o salida de vehículos dispondremos de dos células fotovoltaicas que detecten la presencia de un vehículo y la secuencia de paso.

El primer vehículo que acceda a una célula obtendrá la preferencia de paso a través de los semáforos.

En el caso de que un vehículo pretendiera acceder a la rampa, con el semáforo en rojo, activará una alarma luminosa de color rojo intermitente y una de acústica. Esta señal permite advertir al vehículo en tránsito correcto del peligro.

La señal de alarma no debe desactivarse hasta que el vehículo infractor retroceda y active el secuencial de las dos células fotovoltaicas en orden inverso.

En el acceso del aparcamiento desde la zona de peatones, se dispondrá de una célula de detección de presencia y de un detector inductivo en la puerta, de forma que si se abre primero la puerta y a continuación se detecta presencia indica que entra una persona, y a la inversa que sale.

La presencia de una persona o un vehículo en una planta de aparcamiento debe activar el alumbrado de la misma por un período de cinco minutos a contar desde la última señal.

Este proceso se realizará desde un microprocesador Modicon, que en el capítulo M (en preparación) expondremos su configuración y programación.

Esquema circuito eléctrico sótano primero (–1):

■ Alumbrado y tomas de corriente.

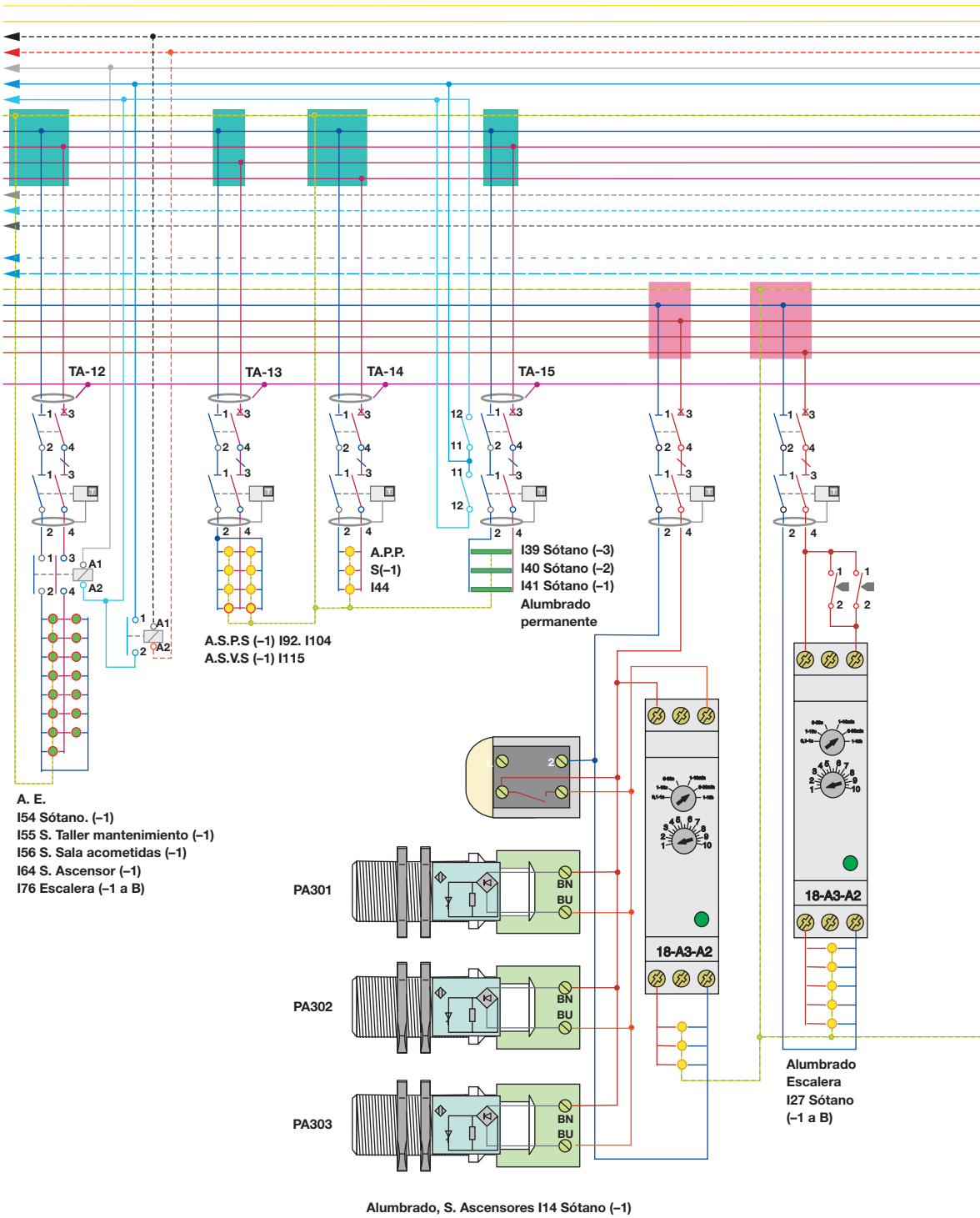
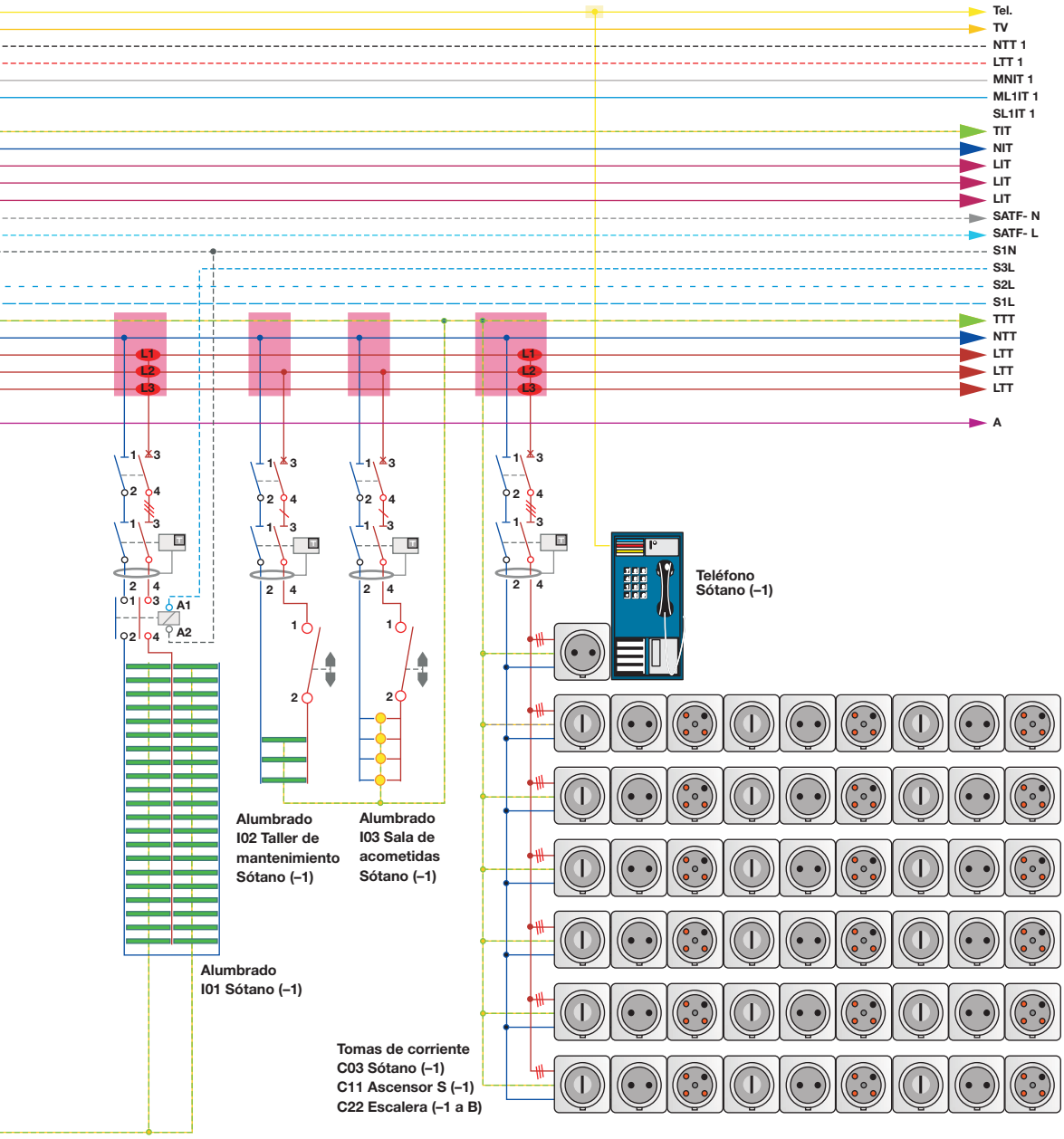


Fig. K5-293: *esquema circuito eléctrico planta sótano (–1), alumbrado y tomas de corriente.*


Tel.
TV
NTT 1
LTT 1
MNIT 1
ML1IT 1
SL1IT 1
TIT
NIT
LIT
LIT
LIT
SATF- N
SATF- L
S1N
S3L
S2L
S1L
TTT
NTT
LTT
LTT
LTT
A
L1
L2
L3
A1
A2
Teléfono
Sótano (–1)
Alumbrado
I02 Taller de
mantenimiento
Sótano (–1)
Alumbrado
I03 Sala de
acometidas
Sótano (–1)
Alumbrado
I01 Sótano (–1)
Tomas de corriente
C03 Sótano (–1)
C11 Ascensor S (–1)
C22 Escalera (–1 a B)

■ Esquema control tránsito rodado y alumbrado aparcamiento.

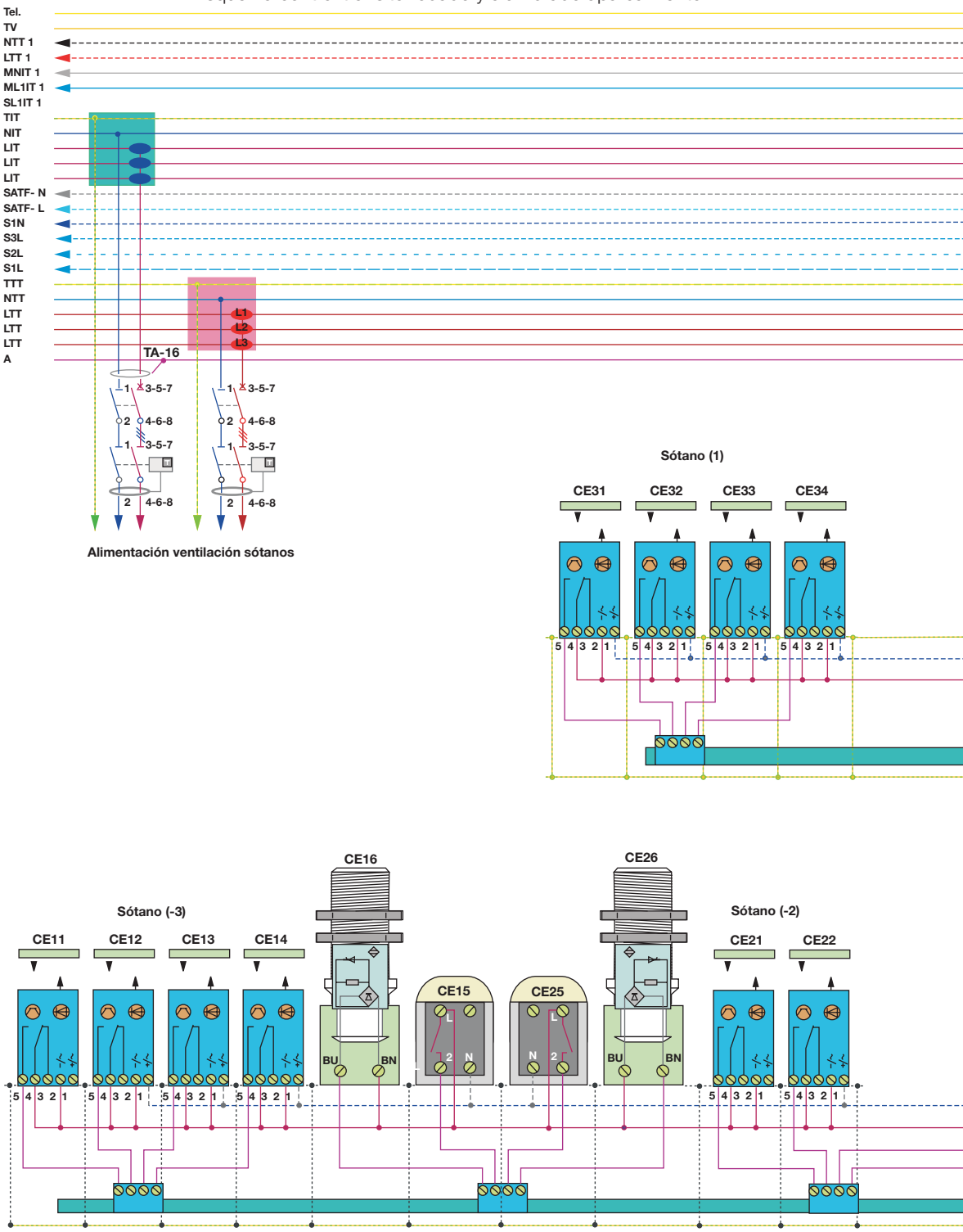
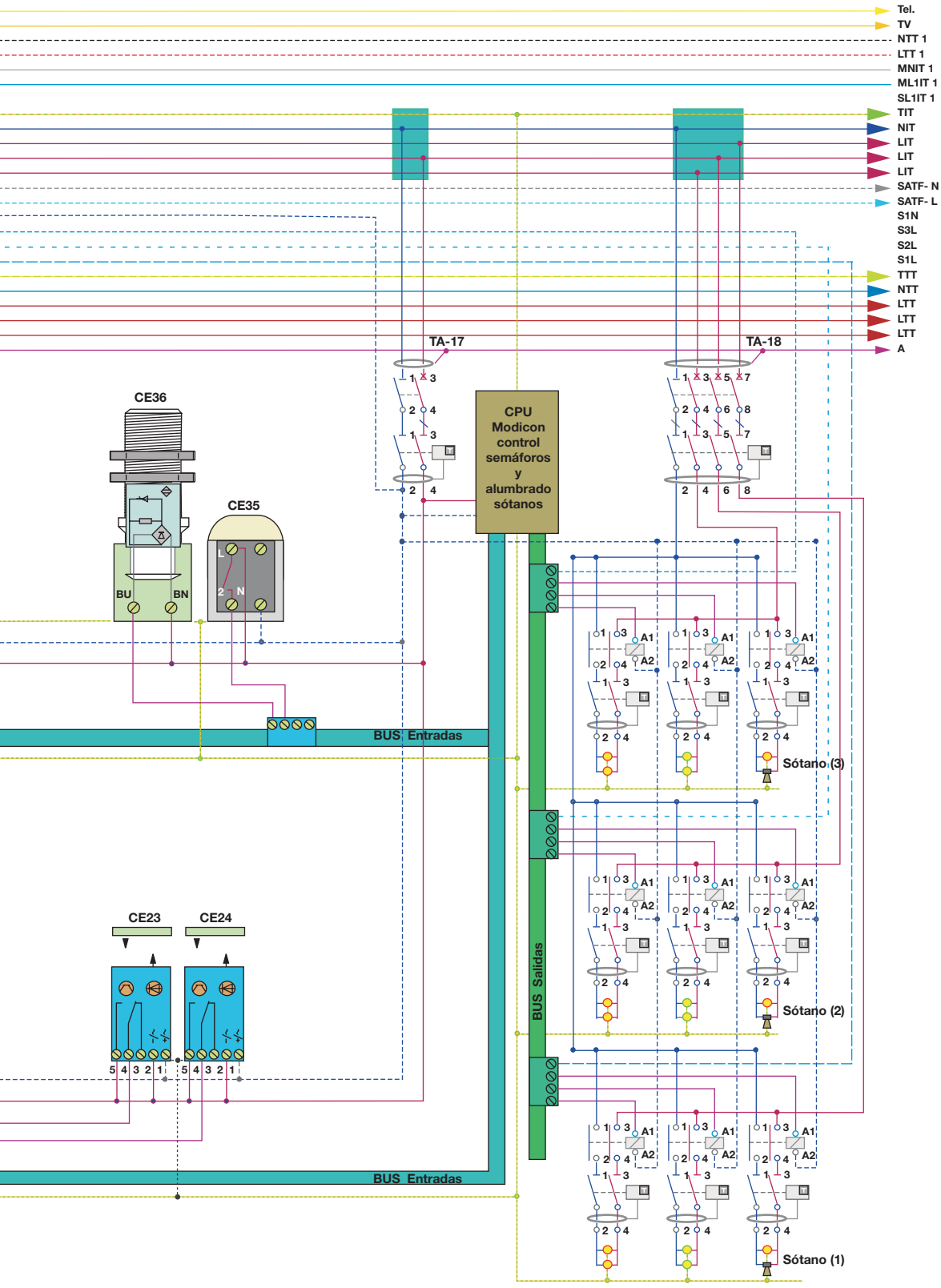


Fig. K5-294: *esquema circuito eléctrico control semáforos y alumbrado planta sótanos.*


Tel.
TV
NTT 1
LTT 1
MNIT 1
ML1IT 1
SL1IT 1
TIT
NIT
LIT
LIT
LIT
SATF- N
SATF- L
S1N
S3L
S2L
S1L
TTT
NTT
LTT
LTT
LTT
A
TA-17
TA-18
CPU
Modicon
control
semáforos
y
alumbrado
sótanos
CE36
CE35
BU
BN
L
N
BUS Entradas
BUS Salidas
CE23
CE24
Sótano (3)
Sótano (2)
Sótano (1)

■ Circuito de ventilación sótanos.

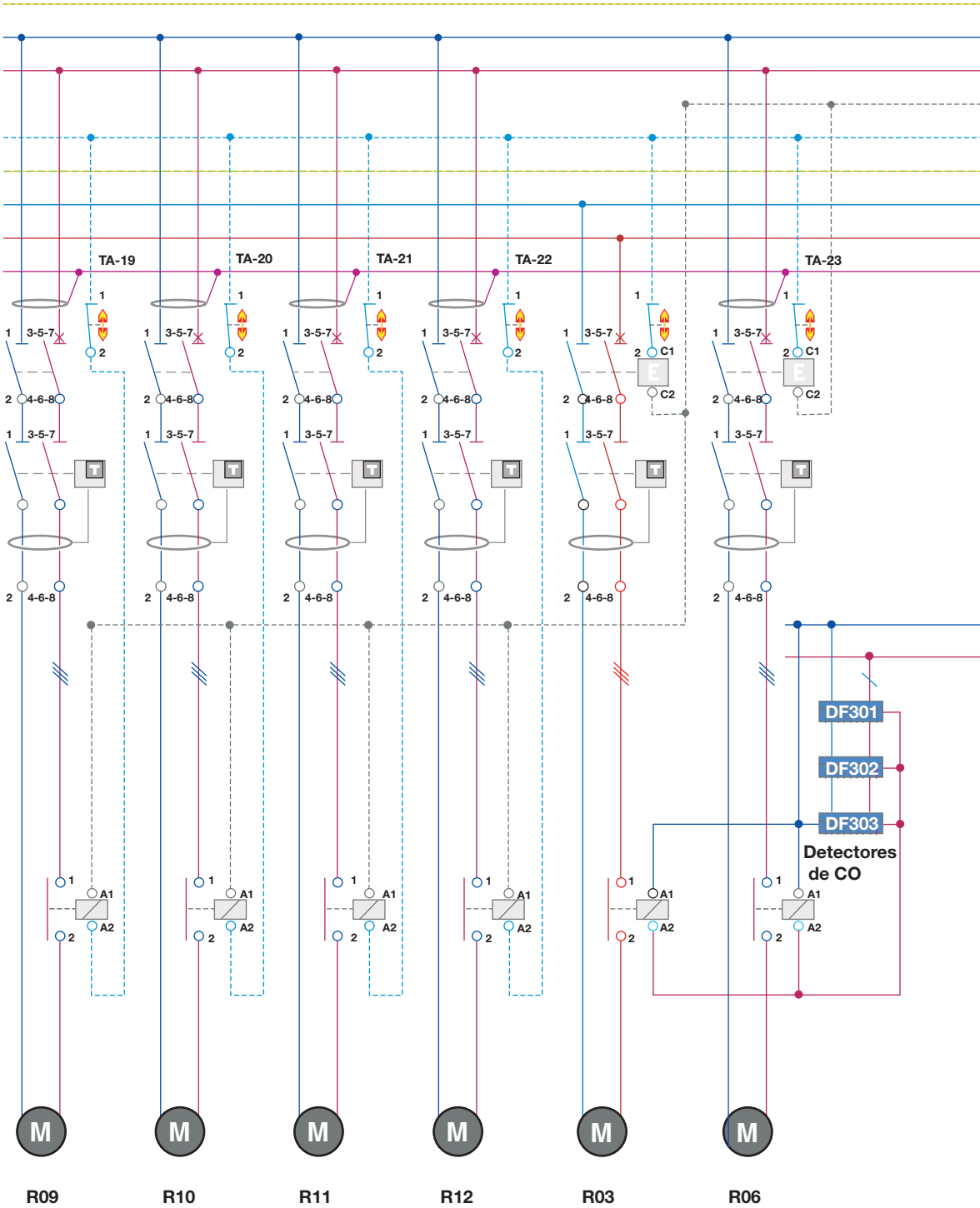
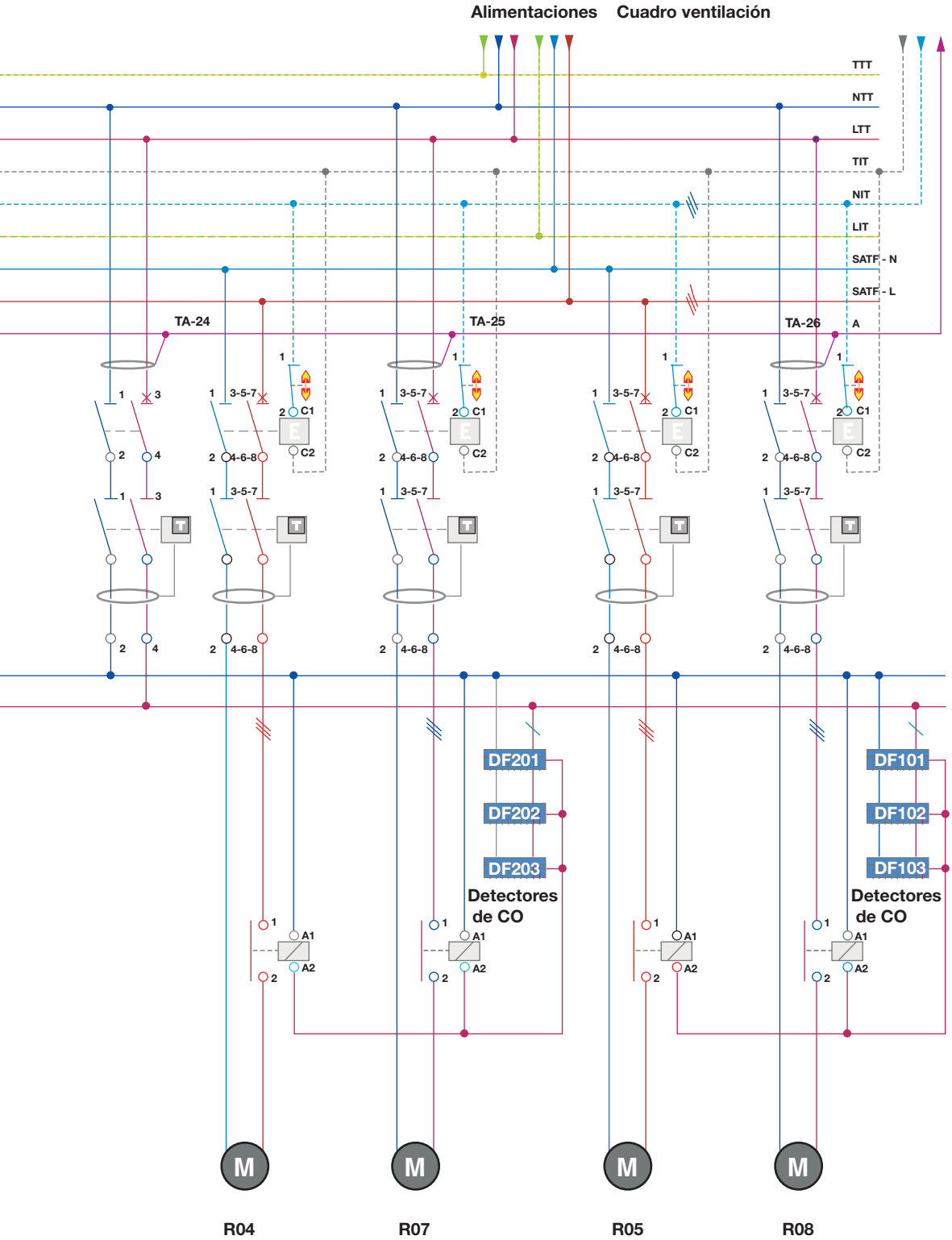


Fig. K5-295: *esquema circuito eléctrico ventilación plantas sótanos.*


Alimentaciones
Cuadro ventilación
TTT
NTT
LTT
TIT
NIT
LIT
SATF - N
SATF - L
A
TA-24
TA-25
TA-26
DF201
DF202
DF203
Detectores de CO
DF101
DF102
DF103
Detectores de CO
M
M
M
M
R04
R07
R05
R08
Ventilación sótano segundo
Ventilación sótano tercero

Descripción de la función de los circuitos de ventilación de los sótanos:

■ TTT, NTT, LTT: red en régimen TT, derivada de la general a través del interruptor automático de alimentación ventilación sótanos.

■ SATF-N y SATF-L: señal procedente de las alarmas técnicas, detectoras de fuego o humo, en régimen IT, para alimentar una bobina de emisión en todos los automáticos de control y alimentación de los circuitos de ventilación y acondicionamiento, de los departamentos de los servicios generales.

Cada bobina de emisión se podrá desactivar, desde el cuadro de ventilación y acondicionamiento, a voluntad a través de un interruptor de llave situado en el cuadro, para uso exclusivo de los bomberos.

■ TIT, NIT, LIT: red en régimen IT alimentada a través de un SAI central, derivada de la general a través del interruptor automático de alimentación ventilación sótanos.

Equipo para el control de los vehículos:

■ CA1: dispensador de tarjetas para facilitar la entrada.

■ CA2: barrera que permite el tránsito de entrada y salida, al retirar la tarjeta del dispensador, o al introducir la tarjeta debidamente conformada por el monedero o por una tarjeta maestra, en el controlador de salida.

■ CA3: controlador de salida, equipo lector de tarjetas conformadas o maestras que actúa sobre la barrera.

■ CA4: monedero para la conformación de tarjetas.

E01 Red telefónica: entrada de la señal desde la red pública a la central de los servicios generales, y distribución a todos los teléfonos con monedero de los servicios generales, y a los propios del departamento de mantenimiento.

E02 Red de señal colectiva de ondas hercianas: antena de captación de ondas hercianas, amplificador de señal para la alimentación a todas las plantas del edificio.

Dispondremos un descargador de sobretensiones para evitar la interferencia propia de las mismas.

Esquema circuitos de control vehículos, teléfónico y de ondas hercianas

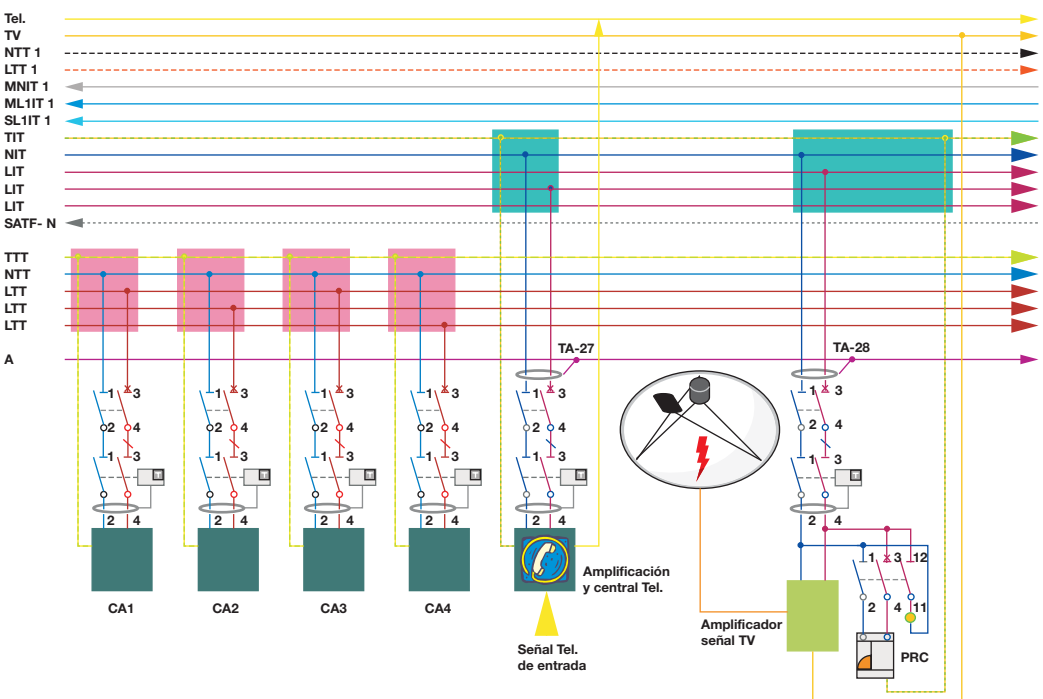


Fig. K5-296: *esquema circuito eléctrico control vehículos, telefónico y de ondas hercianas.*

Planta baja

Situación en planta de las cargas y los detectores:

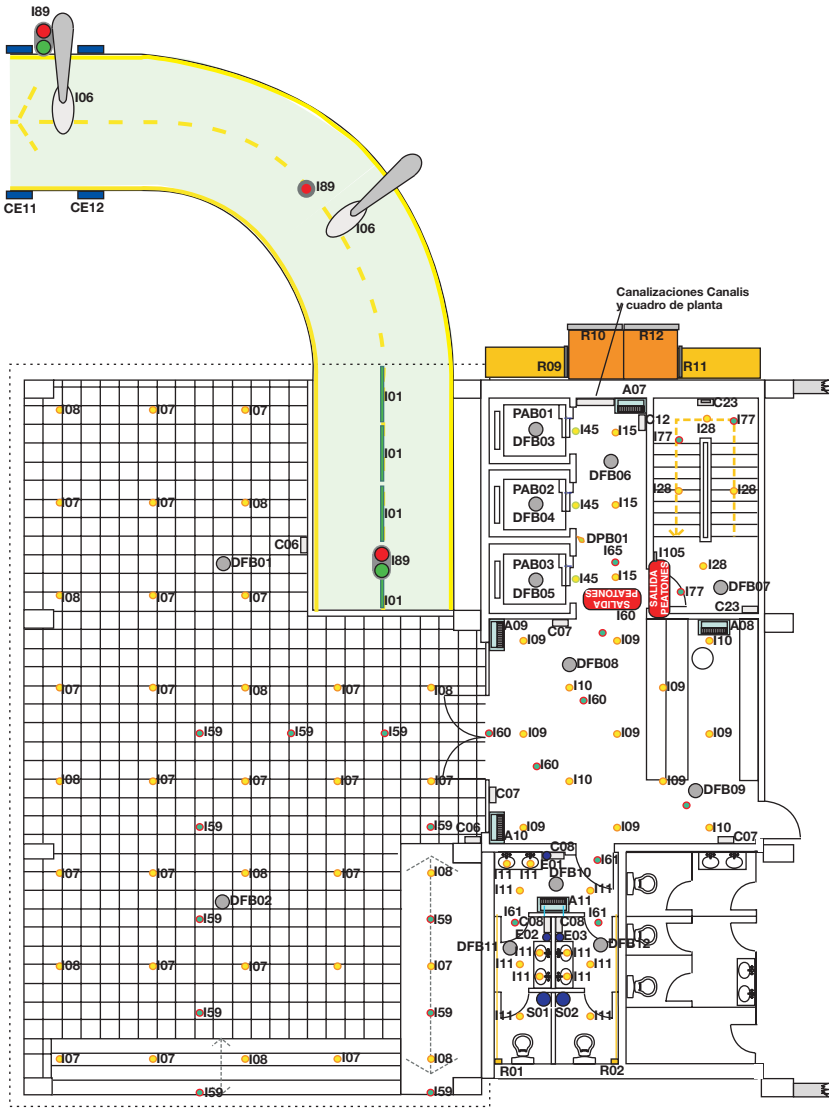


Fig. K5-297: *situación en planta cargas planta baja (B).*

■ Elementos no descritos en la tabla de cargas Tablas K5-286 y K5-287, páginas K/697 a K/701:

□ DFB01-12: detector de fuego y humos propios de un incendio, para la actuación de la alarma técnica contra incendios.

□ DPB1: detector de presencia en el vestíbulo de ascensores, para encender el alumbrado de refuerzo del vestíbulo.

□ PAB01-3: detector de apertura de puerta de ascensor para el encendido del alumbrado de refuerzo del vestíbulo.

Esquema eléctrico planta baja

■ Esquema alumbrado planta baja

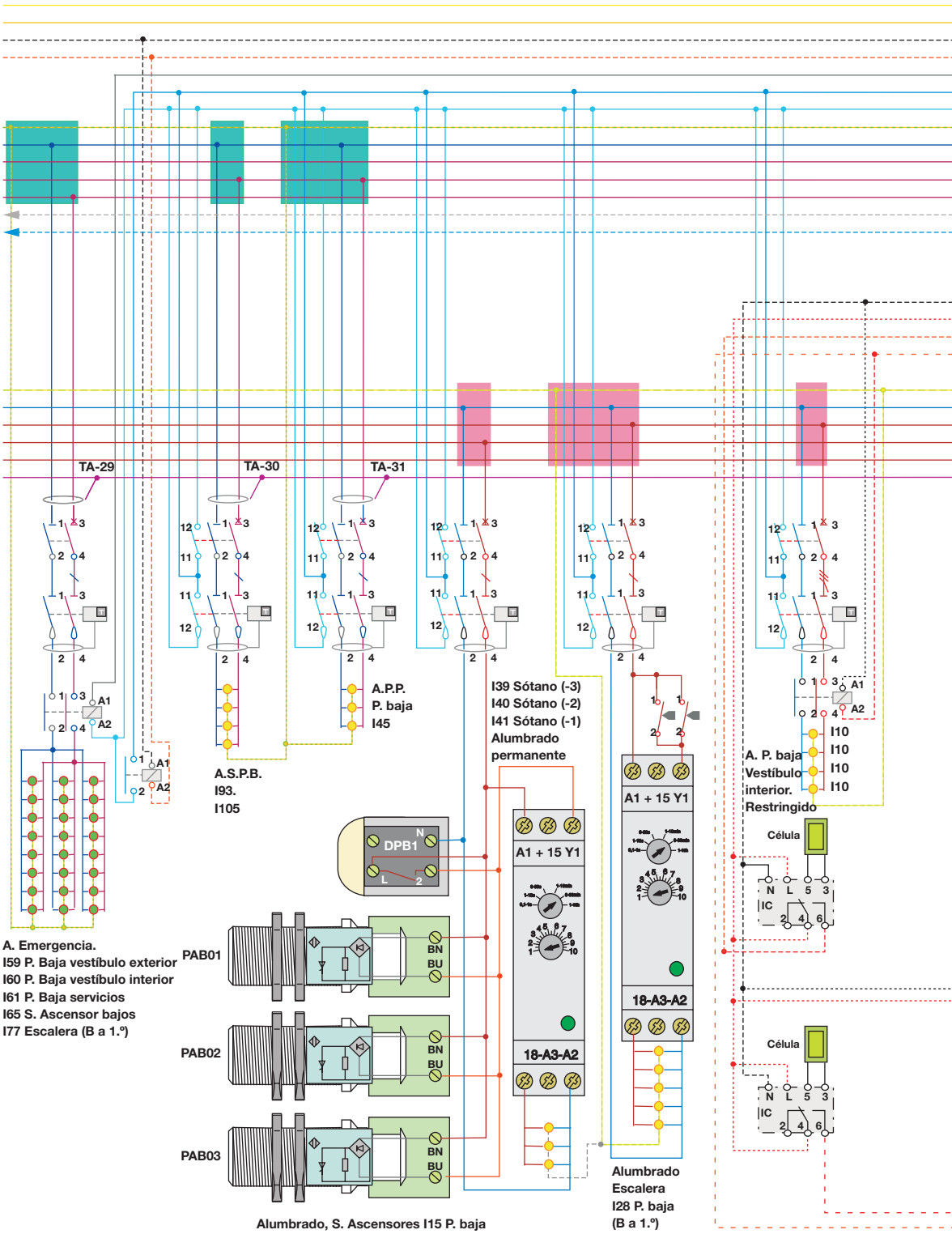
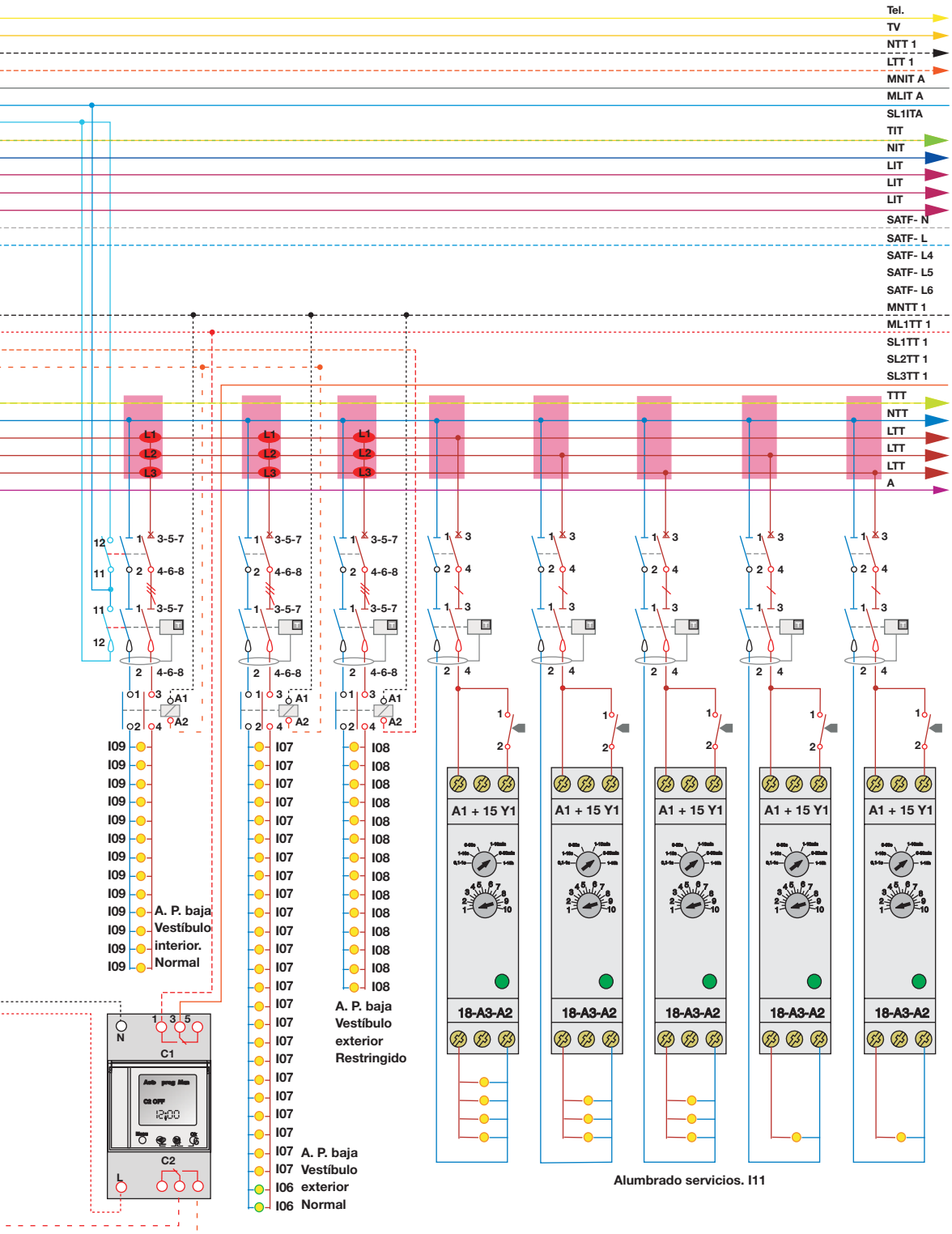


Fig. K5-298: *esquema circuito eléctrico alumbrado planta baja.*


Tel.
TV
NTT 1
LTT 1
MNIT A
MLIT A
SL1ITA
TIT
NIT
LIT
LIT
LIT
SATF- N
SATF- L
SATF- L4
SATF- L5
SATF- L6
MNTT 1
ML1TT 1
SL1TT 1
SL2TT 1
SL3TT 1
TTT
NTT
LTT
LTT
LTT
A
L1
L2
L3
A1 + 15 Y1
18-A3-A2
I09
I08
I07
I06
A. P. baja
Vestíbulo
interior.
Normal
A. P. baja
Vestíbulo
exterior
Restringido
A. P. baja
Vestíbulo
exterior
Normal
C1
C2
N
L
Alumbrado servicios. I11

Esquema ventilación, maniobra, tomas de corriente y agua sanitaria de la planta baja

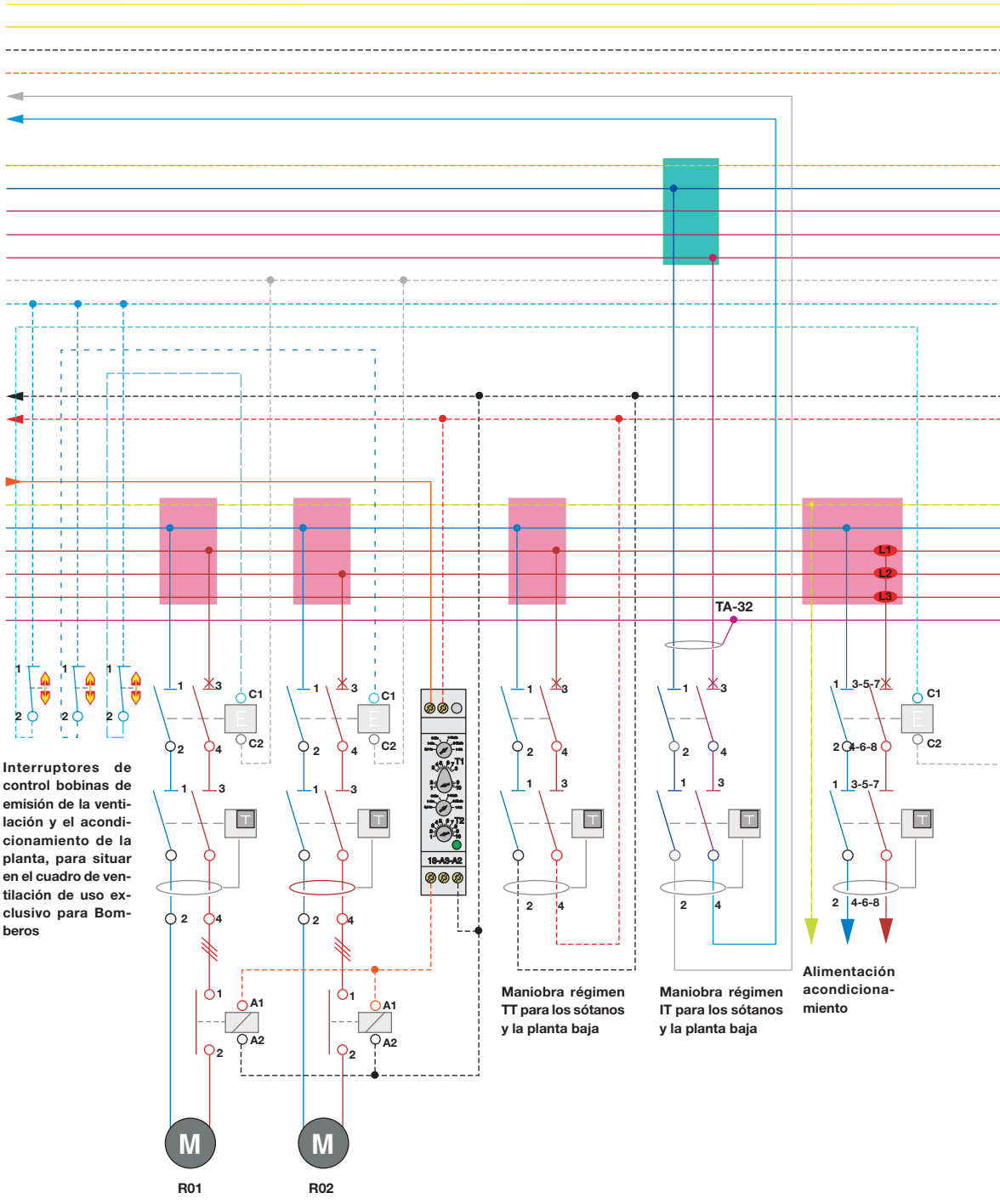
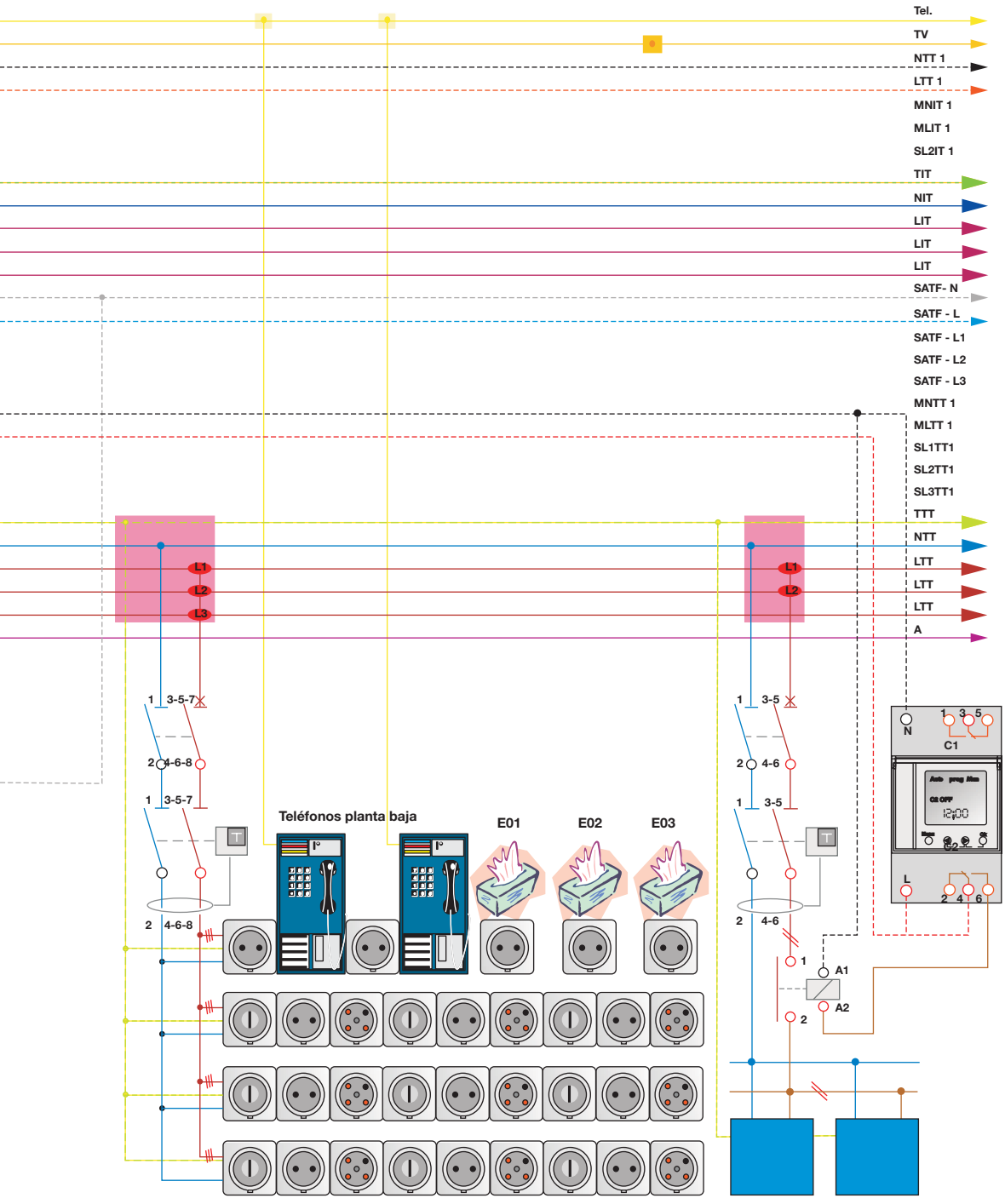


Fig. K5-299: *esquema circuito eléctrico ventilación, lineas de maniobra, toma acondicionamiento, tomas de corriente y agua sanitaria de la planta baja.*



Tomas de corriente planta baja
C06: Planta baja vestíbulo exterior
C07: Planta baja vestíbulo interior
C08: Planta baja servicios
C12: Sala ascensor planta baja
C23: Escalera (B a 1.º)

S01 S02.
Agua sanitaria caliente

Esquema acondicionamiento de la planta baja

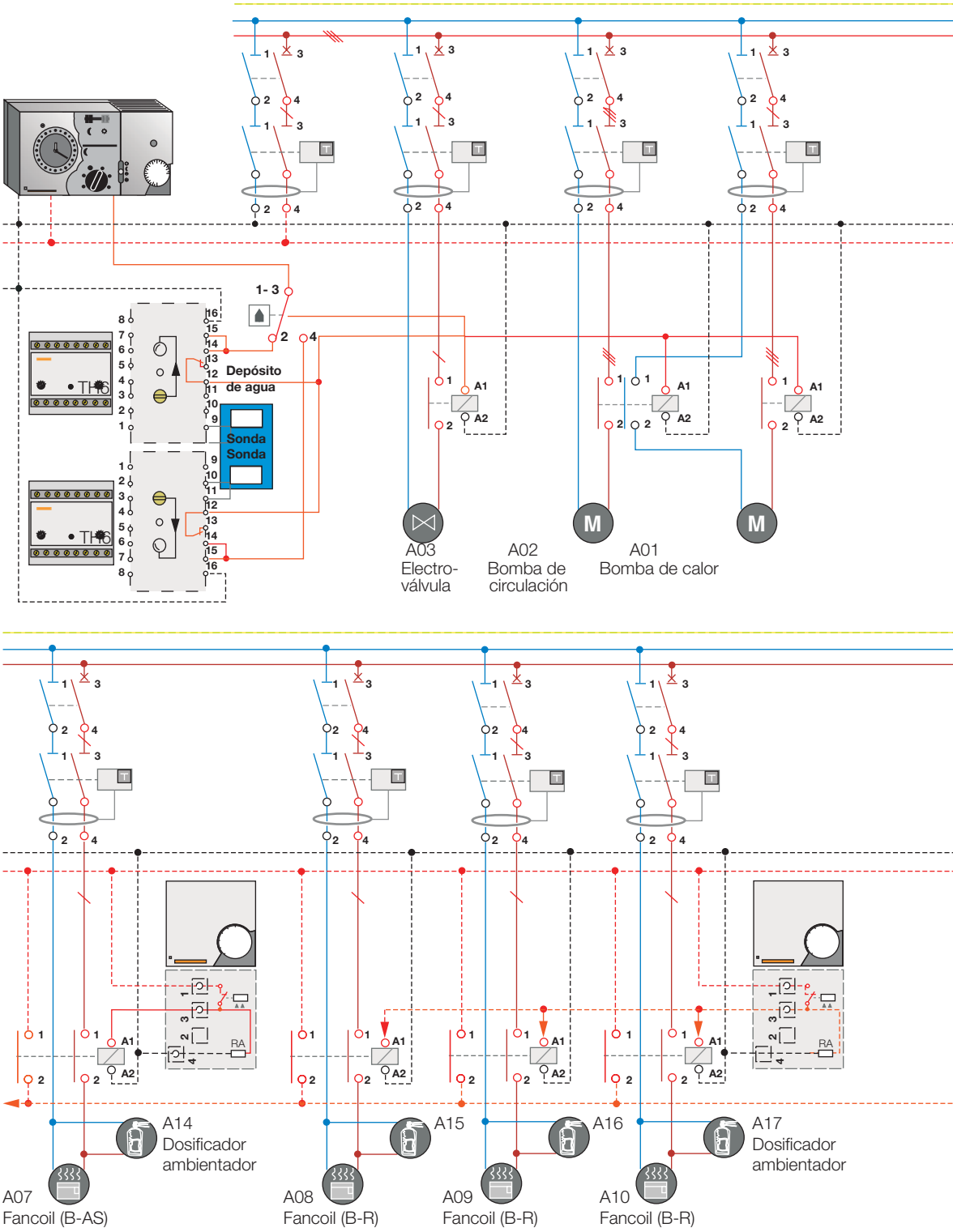
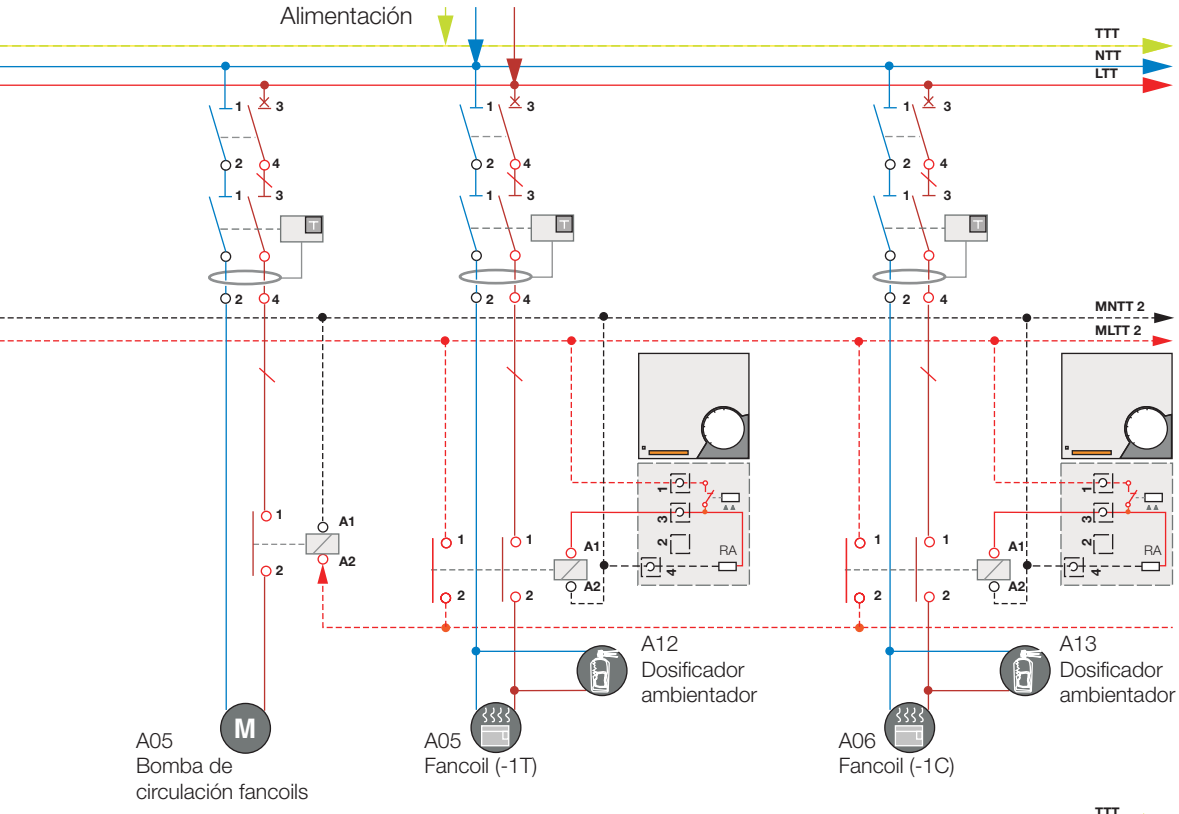
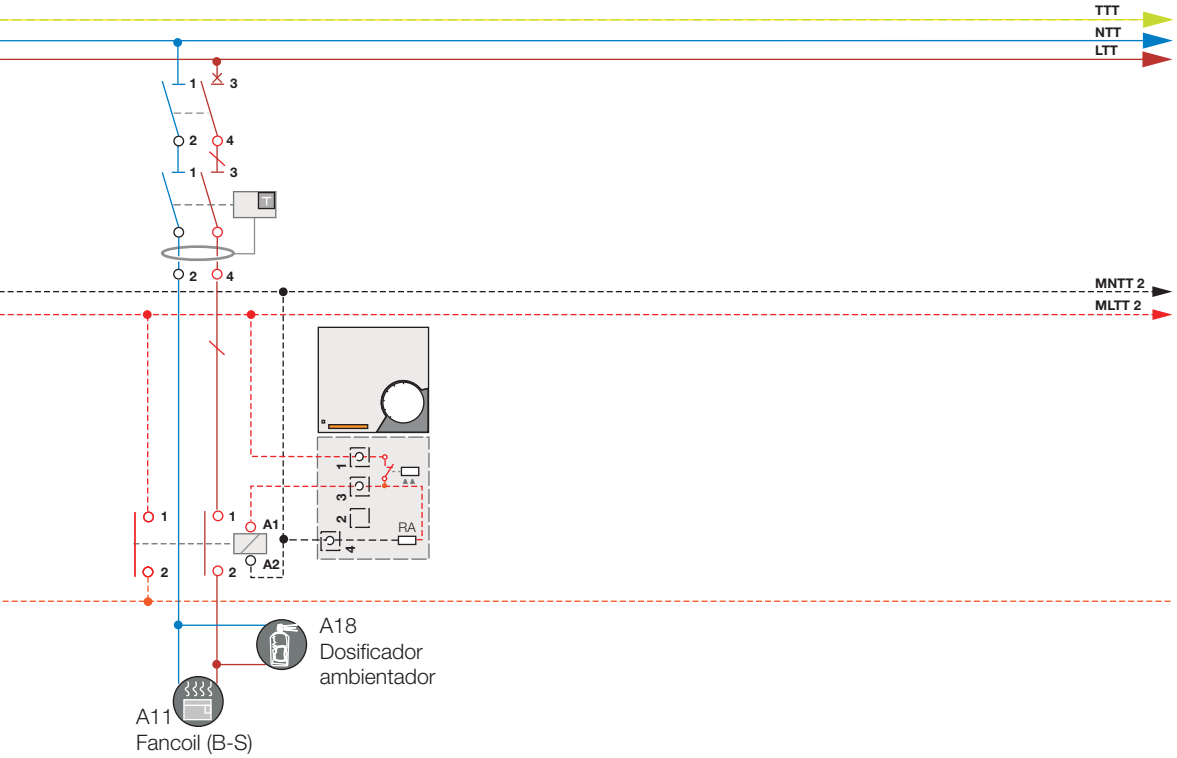


Fig. K5-300: *esquema circuito eléctrico acondicionamiento de la planta baja.*


Alimentación
TTT
NTT
LTT
MNTT 2
MLTT 2
A1
A2
RA
A05
Bomba de
circulación fancoils
A05
Fancoil (-1T)
A12
Dosificador
ambientador
A06
Fancoil (-1C)
A13
Dosificador
ambientador


TTT
NTT
LTT
MNTT 2
MLTT 2
A1
A2
RA
A18
Dosificador
ambientador
A11
Fancoil (B-S)

K
5

Descripción de la función de los circuitos de la planta baja:

■ Tel.: circuito de alimentación señal telefónica interna, desde la central propia, para la red de teléfonos públicos del edificio.

■ TV: circuito de reparto de la señal de TV captada y amplificada para todo el edifico, desde la antena colectiva.

■ NTT 1 y LTT 1: alimentación en régimen TT desde el relé de detección de fallo de tensión, para el encendido del alumbrado de emergencia durante una hora, a través del SAI central.

El relé de detección de tensión alimenta permanentemente un relé con un contacto abierto con la bobina activada y cerrado en reposo.

■ MNIT 1 y ML1IT 1: red monofásica a 230 V para la alimentación de la maniobra en régimen IT de las tres plantas de sótanos.

■ SL1IT 2: señal derivada de la fase de la red de maniobra 1 en régimen IT. Destinada a la activación del relé de encendido de la iluminación de emergencia de la planta baja.

El relé de detección de tensión alimenta permanentemente un relé con un contacto abierto con la bobina activada y cerrado en reposo.

Una desconexión del circuito de alumbrado permanente o restringido de la planta baja, voluntaria o a través de una protección, activa el encendido de alumbrado de emergencia de la planta baja.

■ TIT, NIT, LIT: red en régimen IT alimentada a través de un SAI central.

■ SATF-N y SATF-L: señal procedente de las alarmas técnicas, detectoras de fuego o humo, en régimen IT, para alimentar una bobina de emisión en todos los automáticos de control y alimentación de los circuitos de ventilación y acondicionamiento, de los departamentos de los servicios generales.

Cada bobina de emisión se podrá desactivar, desde el cuadro de ventilación y acondicionamiento, a voluntad a través de un interruptor de llave situado en el cuadro, para uso exclusivo de los bomberos.

■ SATF-L1: señal procedente de las alarmas técnicas, detectoras de fuego o humo, que activa la bobina de emisión de la toma de potencia para el circuito de acondicionamiento.

■ SATF-L2: señal procedente de las alarmas técnicas, detectoras de fuego o humo, que activa la bobina de emisión de la toma de potencia del circuito segundo de ventilación de los servicios.

■ SATF-L3: señal procedente de las alarmas técnicas, detectoras de fuego o humo, que activa la bobina de emisión de la toma de potencia del circuito primero de ventilación de los servicios.

■ MNTT 1 y ML1TT 1: red monofásica a 230 V para la alimentación de la maniobra en régimen TT de las tres plantas de sótanos y planta baja.

■ SL1TT 1: señal derivada de la fase de la red de maniobra 1 en régimen TT. Destinada a la activación del relé de encendido de la iluminación restringida de la planta baja, a través de la célula fotoeléctrica.

La célula aprecia la falta de intensidad luminosa del sol y activa el alumbrado, y correspondientemente a la inversa.

■ SL2TT 1: señal derivada de la fase de la red de maniobra 1 en régimen TT. Destinada a la activación del relé de encendido de la iluminación normal de la planta baja, a través de la célula fotoeléctrica y un temporizador.

La célula aprecia la falta de intensidad luminosa del sol y activa el alumbrado, y correspondientemente a la inversa.

El temporizador limita el tiempo de actuación del alumbrado, desactivándolo a partir de una hora prefijada.

■ SL3TT 1: señal derivada de la fase de la red de maniobra 1 en régimen TT. Destinada a distribuir una señal de maniobra procedente del interruptor horario, para controlar el tiempo entre encendido de la ventilación de los servicios, que alimenta un temporizador que regula el tiempo de actuación.

■ TTT, NTT, LTT: red en régimen TT.

■ A: bus para el control del aislamiento. Señales de los toroidales.

■ NTT 1, LTT 1: red en régimen TT para la alimentación del acondicionamiento de la planta baja y algunos servicios del primer sótano.

■ MNTT 2 y ML1TT 2: red monofásica a 230 V para la alimentación de la maniobra en régimen TT del acondicionamiento de las planta baja y dependencias de los sótanos.

Plantas 1.ª, 2.ª, 3.ª, 4.ª, 5.ª, 7.ª y A

Situación en planta de las cargas y los detectores:

■ Elementos no descritos en la tabla de cargas Tablas K5-286 y K5-287, páginas K/697 a K/701:

□ DFP101-5: detector de fuego y humos propios de un incendio, para la actuación de la alarma técnica contra incendios.

□ DPP101: detector de presencia en el vestíbulo de ascensores, para encender el alumbrado de refuerzo del vestíbulo.

□ PAP101-3: detector de apertura de puerta de ascensor para el encendido del alumbrado de refuerzo del vestíbulo.

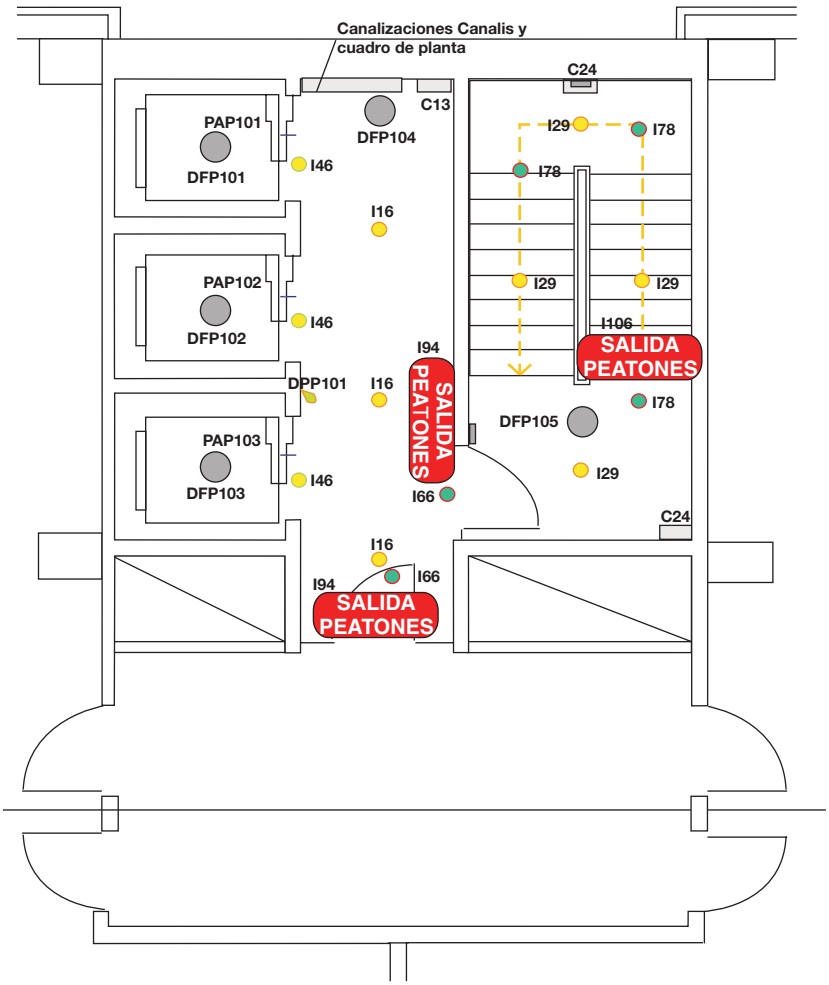


Fig. K5-301: *situación en planta cargas 1.ª, 2.ª, 3.ª, 4.ª, 5.ª, 7.ª y A.*

Descripción de la función de los circuitos de las plantas 1.ª, 2.ª, 3.ª, 4.ª, 5.ª y 7.ª:

■ Tel.: circuito de alimentación señal telefónica interna, desde la central propia, para la red de teléfonos públicos del edificio.

■ TV: circuito de reparto de la señal de TV captada y amplificada para todo el edificio, desde la antena colectiva.

■ NTT 1 y LTT 1: alimentación en régimen TT desde el relé de detección de fallo de tensión, para el encendido del alumbrado de emergencia durante una hora, a través del SAI central.
El relé de detección de tensión alimenta permanentemente un relé con un contacto abierto con la bobina activada y cerrado en reposo.
■ MNIT 2 y ML1IT 2: red monofásica a 230 V para la alimentación de la maniobra en régimen IT de la primera planta.
Cada una de las plantas tendrá una toma de maniobra propia y la referencia será la misma, cambiando sucesivamente el número final (MNIT 2...8 y ML1IT 2...9).
■ SL1IT 2: señal derivada de la fase de la red de maniobra 2 en régimen IT. Destinada a la activación del relé de encendido de la iluminación de emergencia de la primera planta.
El relé de detección de tensión alimenta permanentemente un relé con un contacto abierto con la bobina activada y cerrado en reposo.
Una desconexión del circuito de alumbrado permanente o de señalización de la planta baja, voluntaria o a través de una protección; activa el encendido del alumbrado de emergencia de la planta baja.

Esquema del circuito de las plantas 1.ª, 2.ª, 3.ª, 4.ª, 5.ª, 7.ª, A.

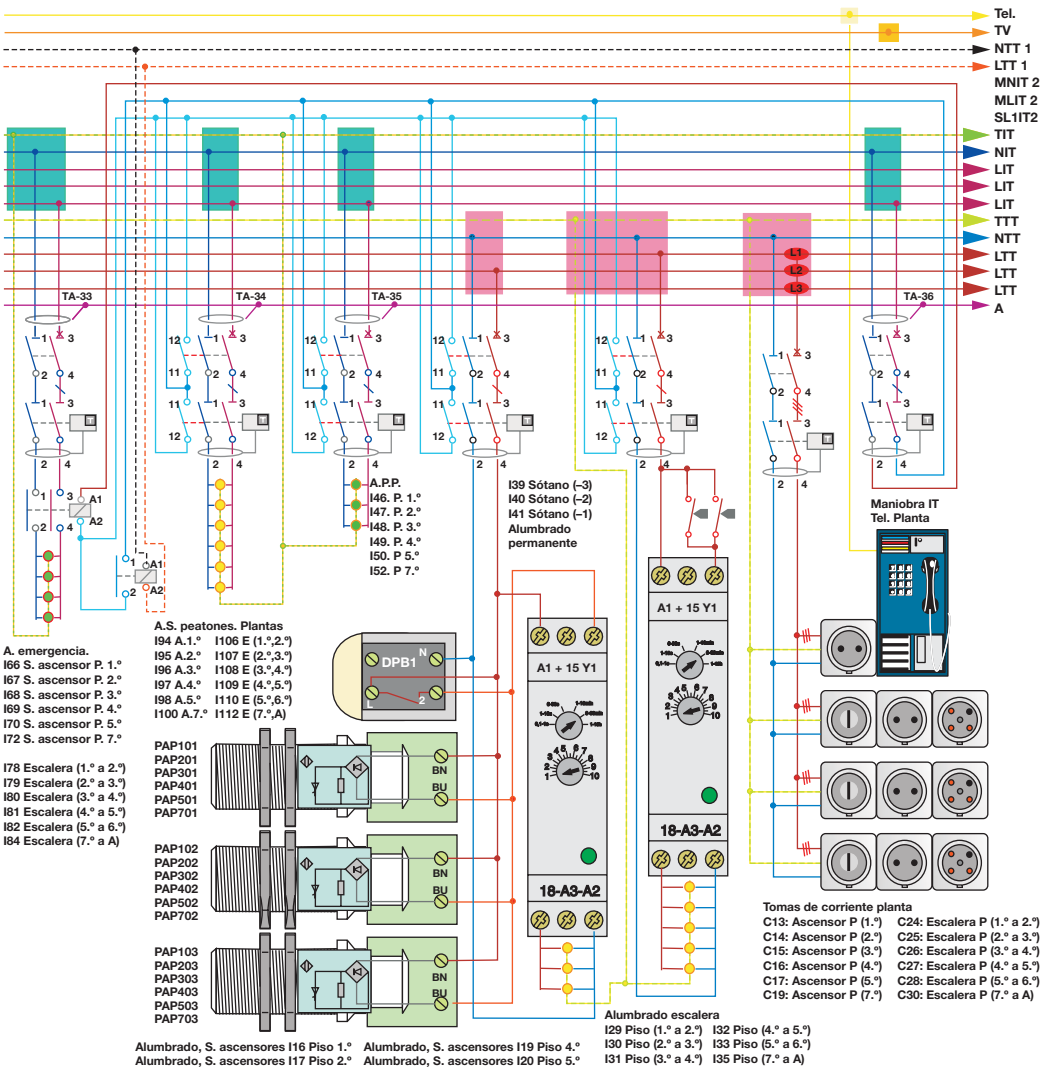


Fig. K5-302: *esquema circuito eléctrico de las cargas de las plantas 1.ª, 2.ª, 3.ª, 4.ª, 5.ª, 7.ª y A.*

■ TTT, NTT, LTT: red en régimen TT.
■ A: bus para el control del aislamiento. Señales de los toroidales.
Se ha pensado en una distribución con canalizaciones prefabricadas tipo Canalis para la distribución de la energía. Red en régimen TT para la distribución normal y en régimen IT con alimentación a través de SAI para los circuitos especiales. Un cable coaxial con conectores para los circuitos de maniobra, desde el tercer sótano hasta la azotea, con control a través de un cuadro para cada planta, situando el cuadro general en el primer sótano.

Planta 6.ª

Situación en planta de las cargas y los detectores:
■ Elementos no descritos en la tabla de cargas Tablas K5-286 y K5-287, páginas K/697 a K/701:
□ DFP601-5: detector de fuego y humos propios de un incendio, para la actuación de la alarma técnica contra incendios.
□ DPP601: detector de presencia en el vestíbulo de ascensores, para encender el alumbrado de refuerzo del vestíbulo.
□ PAP601-3: detector de apertura de puerta de ascensor para el encendido del alumbrado de refuerzo del vestíbulo.

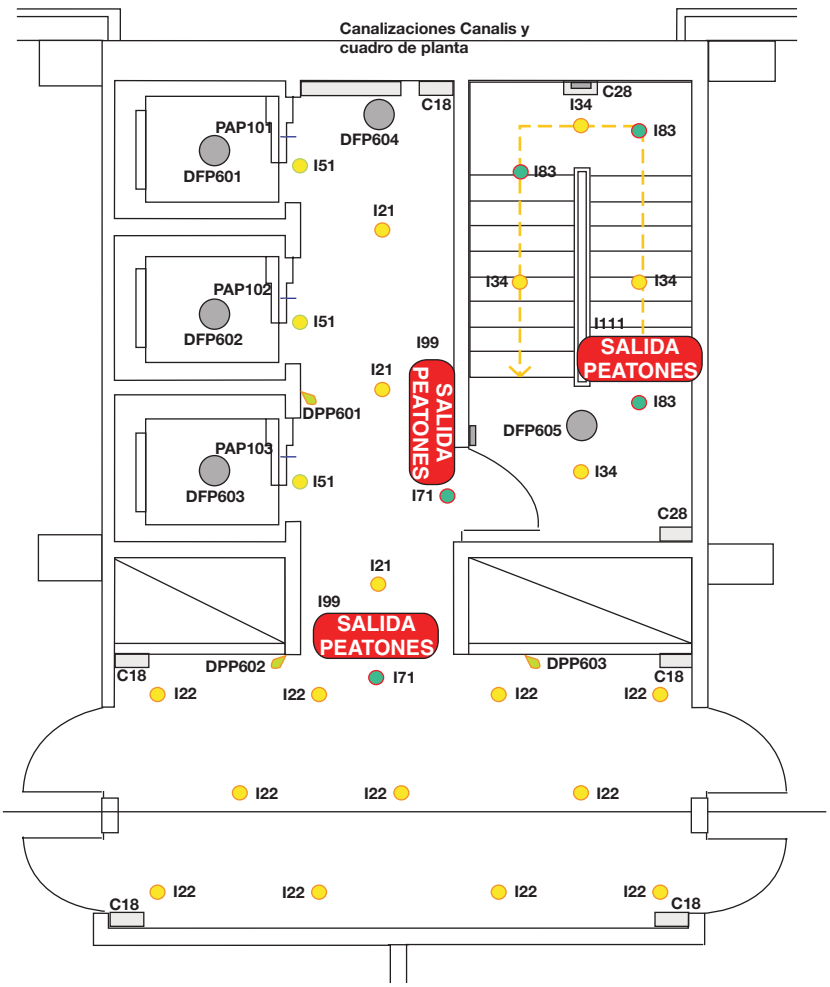


Fig. K5-303: *situación en planta de las cargas de la 6.ª planta.*

Descripción de la función de los circuitos de la planta 6.ª:

■ Tel.: circuito de alimentación señal telefónica interna, desde la central propia, para la red de teléfonos públicos del edificio.

■ TV.: circuito de reparto de la señal de TV captada y amplificada para todo el edifico, desde la antena colectiva.

■ NTT 1 y LTT 1: alimentación en régimen TT desde el relé de detección de fallo de tensión, para el encendido del alumbrado de emergencia durante una hora, a través del SAI central.

El relé de detección de tensión alimenta permanentemente un relé con un contacto abierto con la bobina activada y cerrado en reposo.

Esquema del circuito de la planta 6.ª

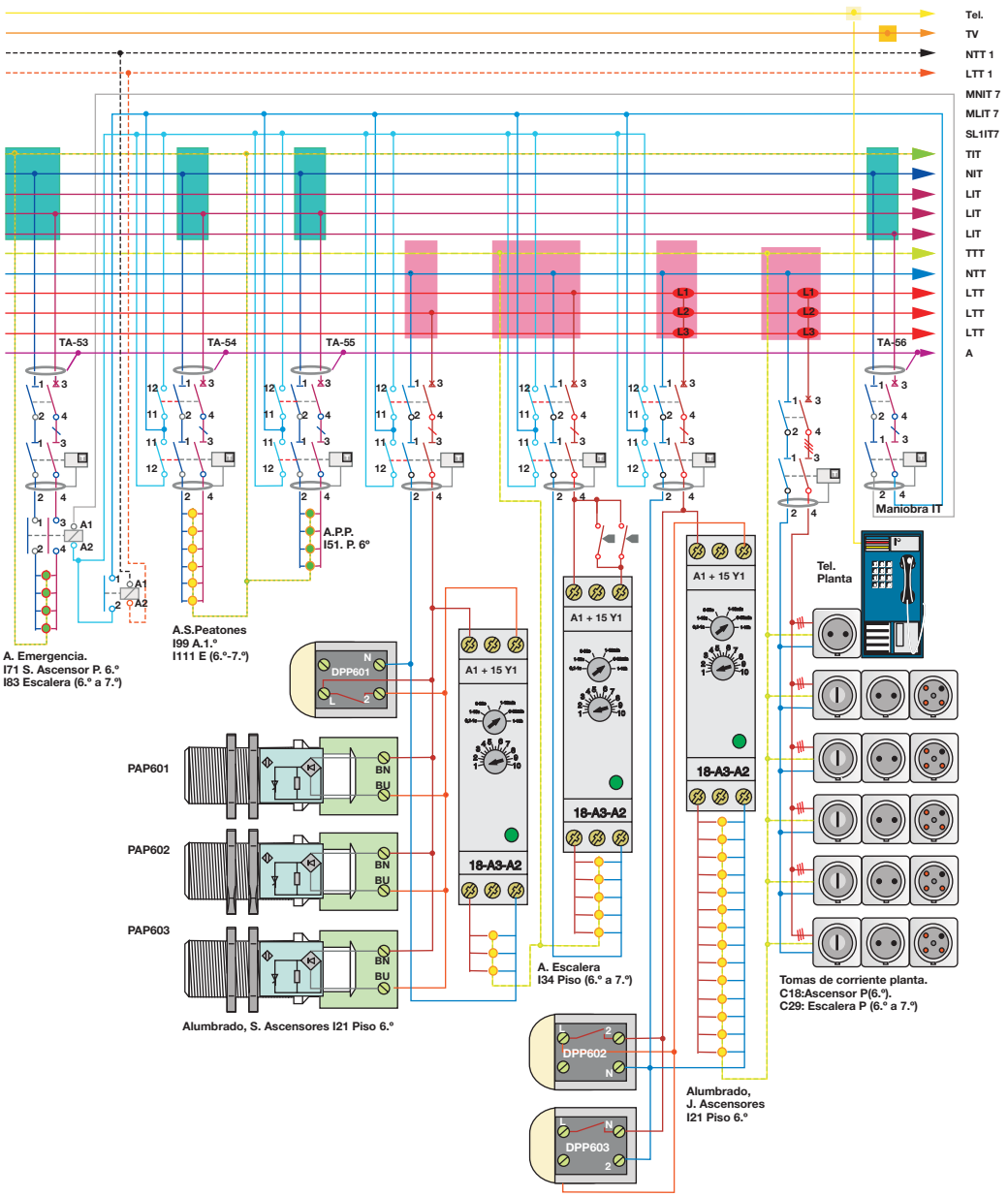


Fig. K5-304: *esquema circuito eléctrico de las cargas de la planta 6.ª.*

■ MNIT 7 y ML1IT 7: red monofásica a 230 V para la alimentación de la maniobra en régimen IT de la sexta planta.
■ SL1IT 7: señal derivada de la fase de la red de maniobra 7 en régimen IT. Destinada a la activación del relé de encendido de la iluminación de emergencia de la sexta planta.
El relé de detección de tensión alimenta permanentemente un relé con un contacto abierto con la bobina activada y cerrado en reposo.
Una desconexión del circuito de alumbrado permanente o de señalización de la planta baja, voluntaria o a través de una protección; activa el encendido del alumbrado de emergencia de la planta baja.
■ TTT, NTT, LTT: red en régimen TT.
■ A: bus para el control del aislamiento. Señales de los toroidales.
Se ha pensado en una distribución con canalizaciones prefabricadas tipo Canalis para la distribución de la energía. Red en régimen TT para la distribución normal y en régimen IT con alimentación a través de SAI para los circuitos especiales. Un cable coaxial con conectores para los circuitos de maniobra, desde el tercer sótano hasta la azotea, con control a través de un cuadro para cada planta, situando el cuadro general en el primer sótano.
■ Elementos no descritos en la tabla de cargas Tablas K5-286 y K5-287, páginas K/697 a K/701:
□ DFPA01-6: detector de fuego y humos propios de un incendio, para la actuación de la alarma técnica contra incendios.
□ DPPA01: detector de presencia en el vestíbulo de ascensores, para encender el alumbrado de refuerzo del vestíbulo.
□ PAPA01-3: detector de apertura de puerta de ascensor para el encendido del alumbrado de refuerzo del vestíbulo.

Descripción de la función de los circuitos de la azotea:
■ Tel.: circuito de alimentación señal telefónica interna, desde la central propia, para la red de teléfonos públicos del edificio.
■ TV: circuito de reparto de la señal de TV captada y amplificada para todo el edificio, desde la antena colectiva.
■ NTT 1 y LTT 1: alimentación en régimen TT desde el relé de detección de fallo de tensión, para el encendido del alumbrado de emergencia durante una hora, a través del SAI central.
El relé de detección de tensión alimenta permanentemente un relé con un contacto abierto con la bobina activada y cerrado en reposo.
La señal se introduce en los microprocesadores de la maniobra de los ascensores con la finalidad de:
□ Comunicar al microprocesador que trabaja a través de la reserva del SAI.
□ Que el tiempo de reserva del SAI es de 30 minutos para el conjunto de los tres ascensores y de 30 minutos más para uno de los tres ascensores.
□ Que puede aceptar instrucciones de movimiento hasta 6 minutos antes de su límite de reserva.
□ Que la última maniobra tendrá fin en la planta baja.
□ Que han de quedar situados en la planta baja inoperativos al final de su reserva.
■ MNIT A y ML1IT A: red monofásica a 230 V para la alimentación de la maniobra en régimen IT de la azotea.
■ SL1IT A: señal derivada de la fase de la red de maniobra A en régimen IT. Destinada a la activación del relé de encendido de la iluminación de emergencia de la azotea.
El relé de detección de tensión alimenta permanentemente un relé con un contacto abierto con la bobina activada y cerrado en reposo.

Azotea

Situación en planta de las cargas y los detectores

Fig. K5-305: *situación en planta de las cargas de la azotea.*

Una desconexión del circuito de alumbrado permanente o de señalización de la azotea, voluntaria o a través de una protección; activa el encendido del alumbrado de emergencia de la azotea.

■ TIT, NIT, LIT: red en régimen IT alimentada a través de un SAI central.

■ SATF-N y SATF-L: señal procedente de las alarmas técnicas, detectoras de fuego o humo, en régimen IT, para alimentar una bobina de emisión de todos los automáticos de control y alimentación de los circuitos de ventilación y acondicionamiento, de los departamentos de los servicios generales.

Cada bobina de emisión se podrá desactivar, desde el cuadro de ventilación y acondicionamiento, a voluntad a través de un interruptor de llave situado en el cuadro, para uso exclusivo de los bomberos.

■ SATF-L4: señal procedente de las alarmas técnicas, detectoras de fuego o humo, que activa la bobina de emisión de la toma de potencia del circuito de ventilación del primer hueco de ascensor.

■ SATF-L5: señal procedente de las alarmas técnicas, detectoras de fuego o humo, que activa la bobina de emisión de la toma de potencia del circuito de ventilación del segundo hueco de ascensor.

■ SATF-L6: señal procedente de las alarmas técnicas, detectoras de fuego o humo, que activa la bobina de emisión de la toma de potencia del circuito de ventilación del tercer hueco de ascensor.

■ MNTT 1 y ML1TT 1: red monofásica a 230 V para la alimentación de la maniobra en régimen TT de las tres plantas de sótanos, planta baja y ventilación huecos de ascensor.

■ SL3TT 1: señal derivada de la fase de la red de maniobra 1 en régimen TT. Destinada a distribuir una señal de maniobra procedente del interruptor horario, para controlar el tiempo entre encendido de la ventilación de los servicios, que alimenta un temporizador que regula el tiempo de actuación.

■ TTT, NTT, LTT: red en régimen TT.

■ A: bus para el control del aislamiento. Señales de los toroidales.

Esquema del circuito de la azotea

Se ha pensado en una distribución con canalizaciones prefabricadas tipo Canalis para la distribución de la energía. Red en régimen TT para la distribución normal y en régimen IT con alimentación a través de SAI para los circuitos especiales. Un cable coaxial con conectores para los circuitos de maniobra, desde el tercer sótano hasta la azotea, con control a través de un cuadro para cada planta, situando el cuadro general en el primer sótano.

■ Esquema del circuito de ascensores.

La red de régimen IT alimenta el cuadro de distribución y control de los ascensores.

Los sistemas de control de la velocidad y frenado a partir de variadores de velocidad que actúan sobre la onda senoidal, son generadores de armónicos.

La tasa de distorsión está en el orden del 124% y es sumamente importante el elevado valor de cresta producido por los arranques y paros propios de su función.

Para disminuir este efecto dispondremos un compensador activo y un compensador del factor de potencia de los motores.

La toma de compensación de armónicos debe situarse aguas abajo de la toma de compensación del factor de potencia, para que no afecte a los condensadores.

La toma de maniobra debe situarse aguas arriba de la compensación de armónicos y factor de potencia para evitar que éstos afecten a la propia maniobra.

En las cabinas se dispondrá de teléfono para cualquier emergencia y alumbrado permanente.

■ Esquema del circuito de la azotea, alumbrado y tomas de corriente de la escalera y ascensores.

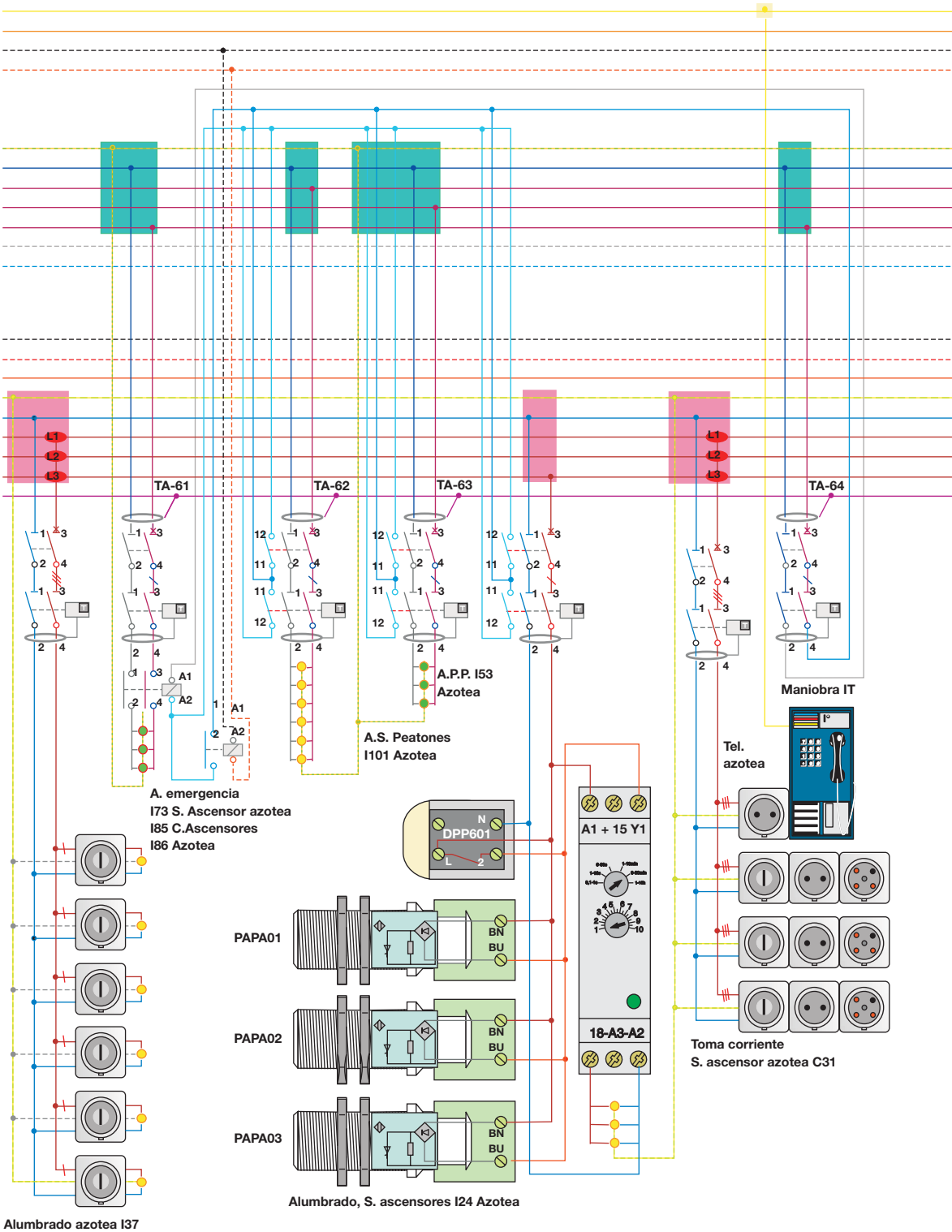
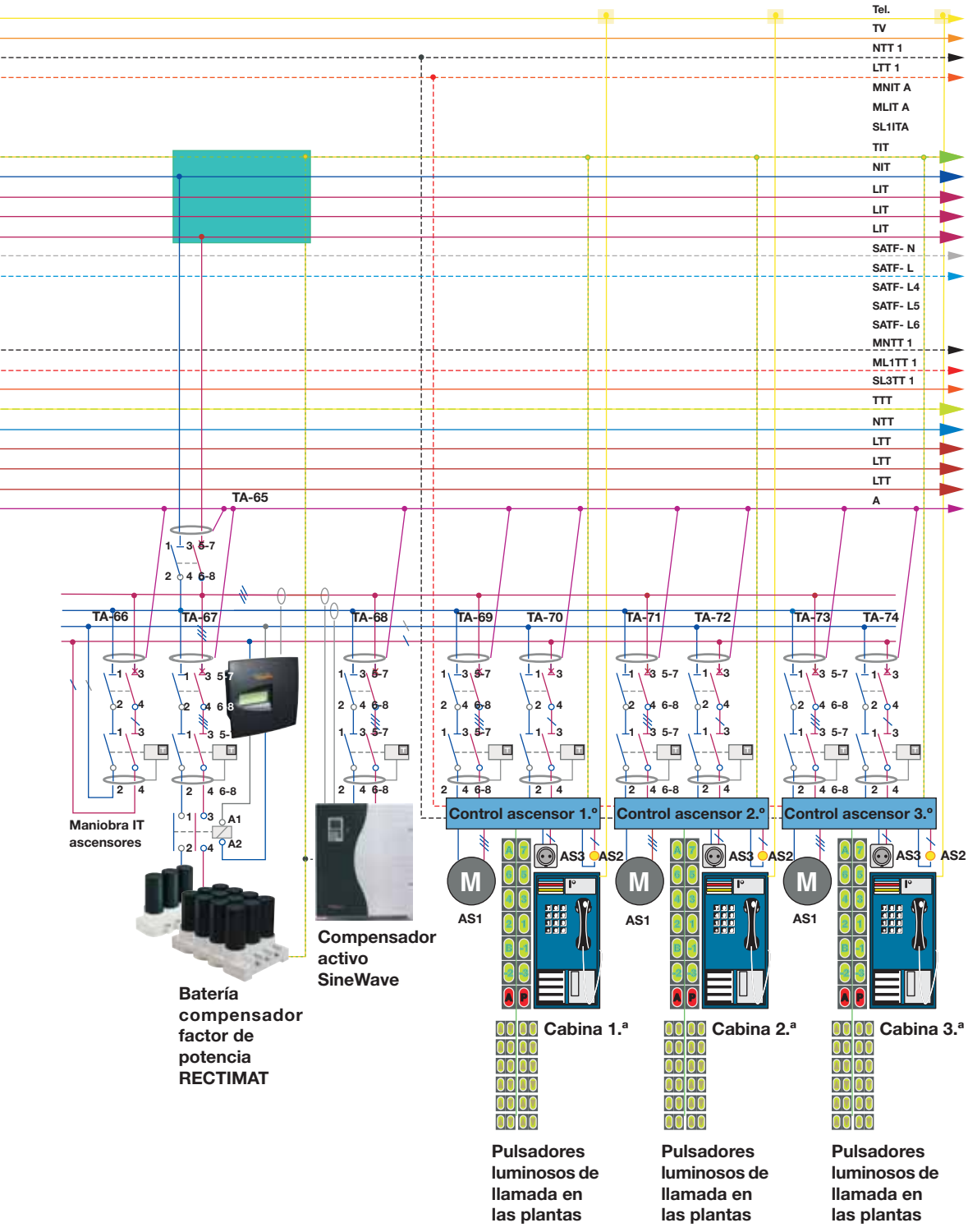


Fig. K5-306: *esquema circuito eléctrico de las cargas de la escalera de la azotea y ascensores.*


Tel.
TV
NTT 1
LTT 1
MNIT A
MLIT A
SL1ITA
TIT
NIT
LIT
LIT
LIT
SATF- N
SATF- L
SATF- L4
SATF- L5
SATF- L6
MNTT 1
ML1TT 1
SL3TT 1
TTT
NTT
LTT
LTT
LTT
A
TA-65
TA-66
TA-67
TA-68
TA-69
TA-70
TA-71
TA-72
TA-73
TA-74
Maniobra IT ascensores
Batería compensador factor de potencia RECTIMAT
Compensador activo SineWave
Control ascensor 1.º
Control ascensor 2.º
Control ascensor 3.º
AS1
AS2
AS3
Cabina 1.ª
Cabina 2.ª
Cabina 3.ª
Pulsadores luminosos de llamada en las plantas
Pulsadores luminosos de llamada en las plantas
Pulsadores luminosos de llamada en las plantas

■ Esquema del circuito de la azotea, alumbrado y tomas de corriente de la azotea y el hueco del ascensor.

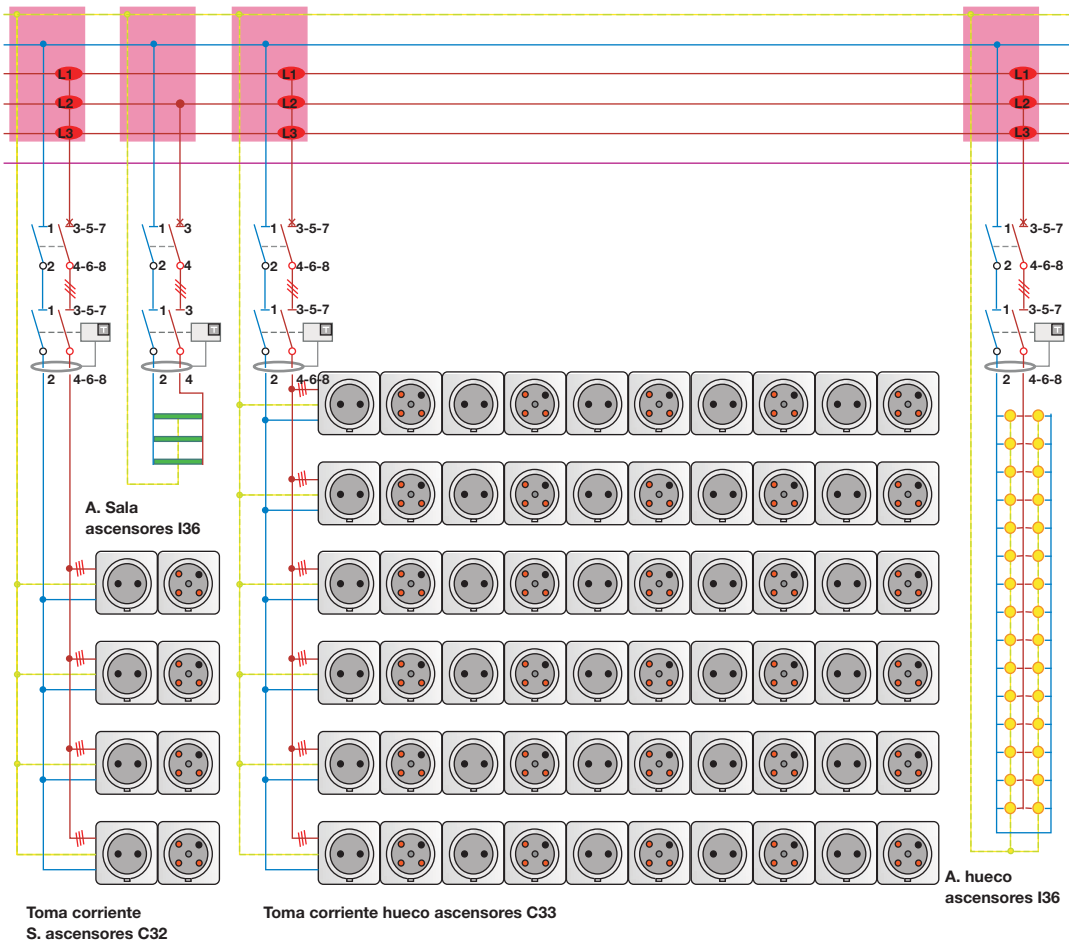
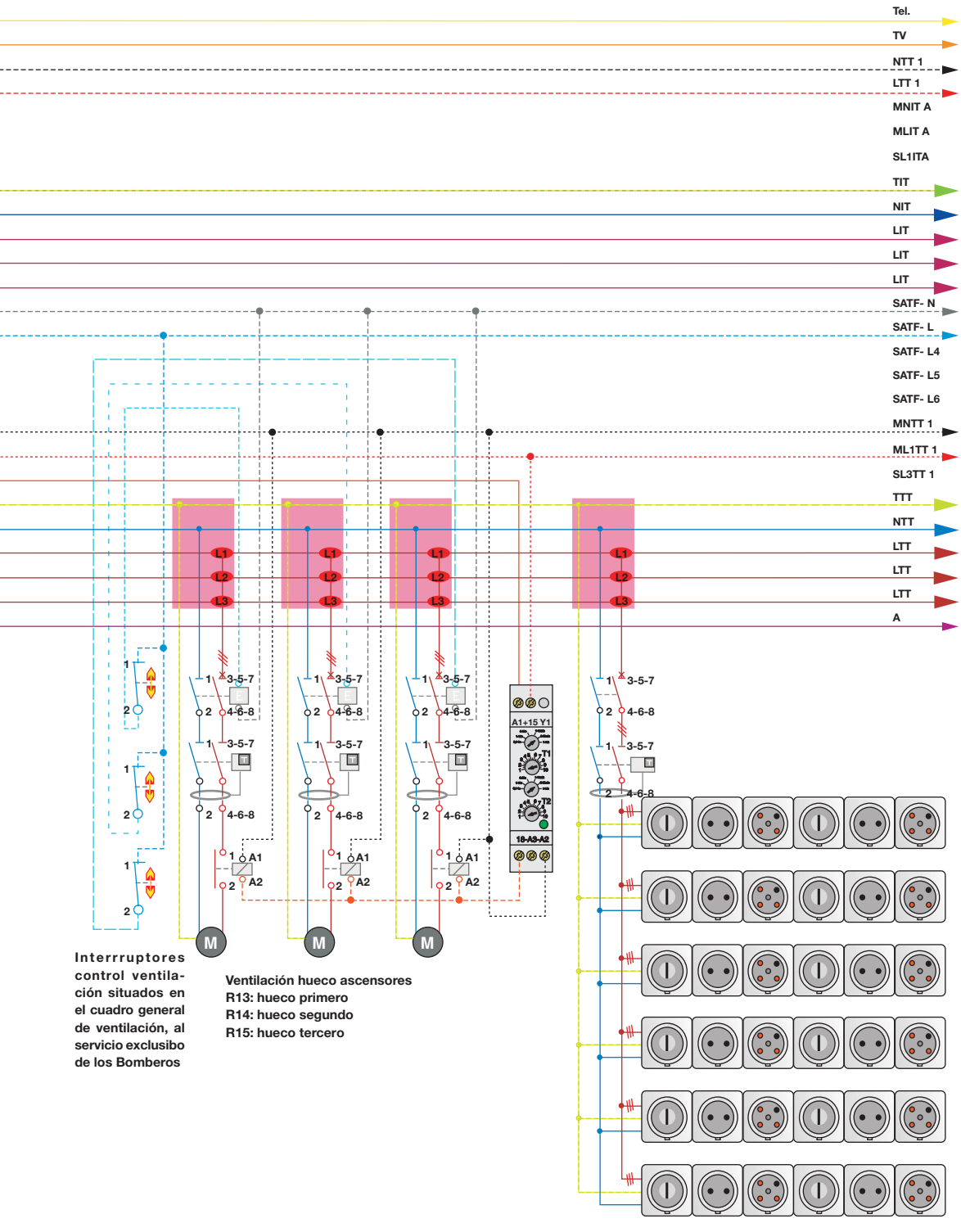


Fig. K5-307: *esquema circuito eléctrico de las cargas de la azotea y el hueco de los ascensores.*



Interrruptores control ventilación situados en el cuadro general de ventilación, al servicio exclusibo de los Bomberos

Ventilación hueco ascensores
R13: hueco primero
R14: hueco segundo
R15: hueco tercero

Tomas corriente azotea C31

K
5

□ Esquema de distribución.

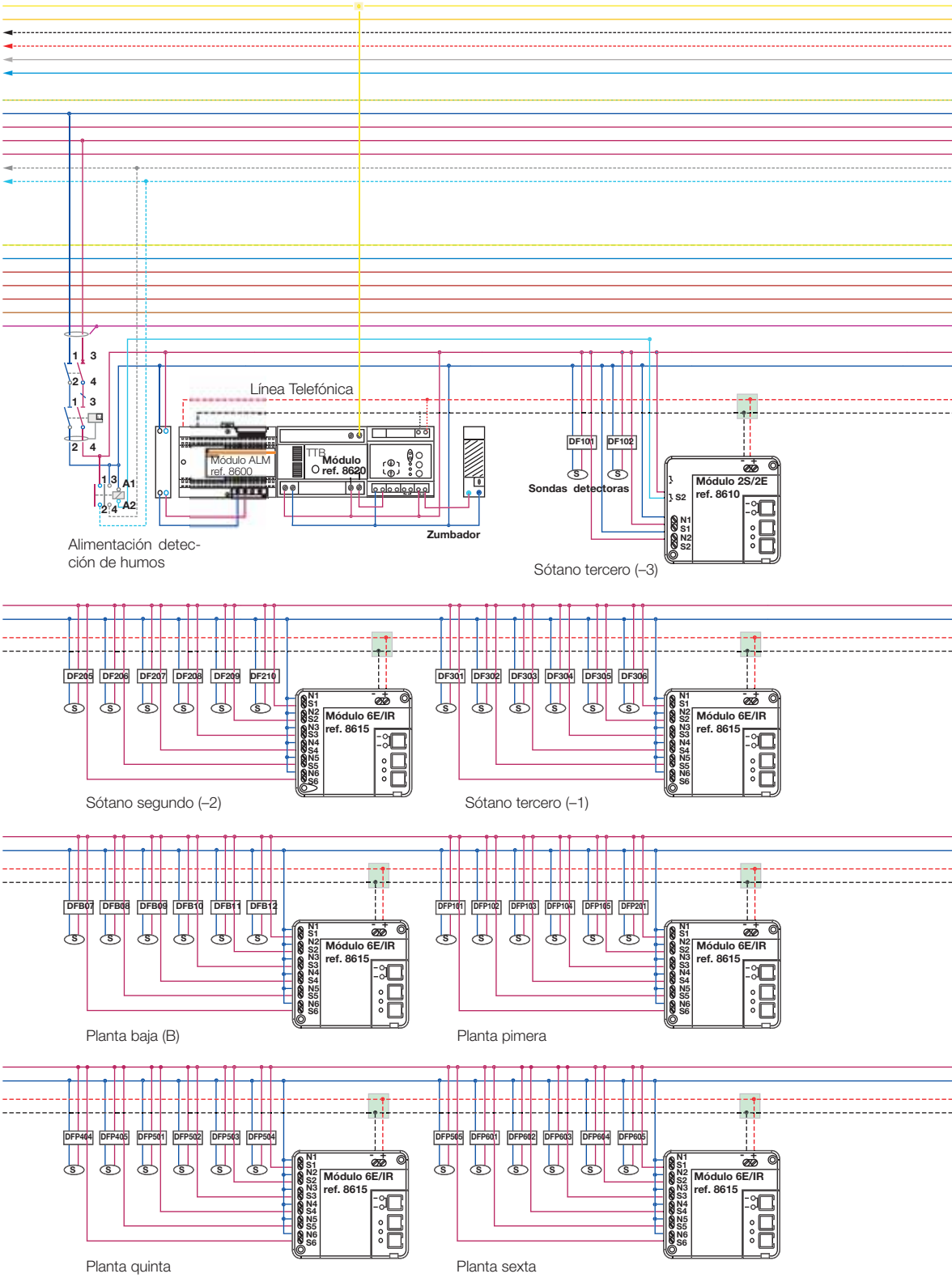
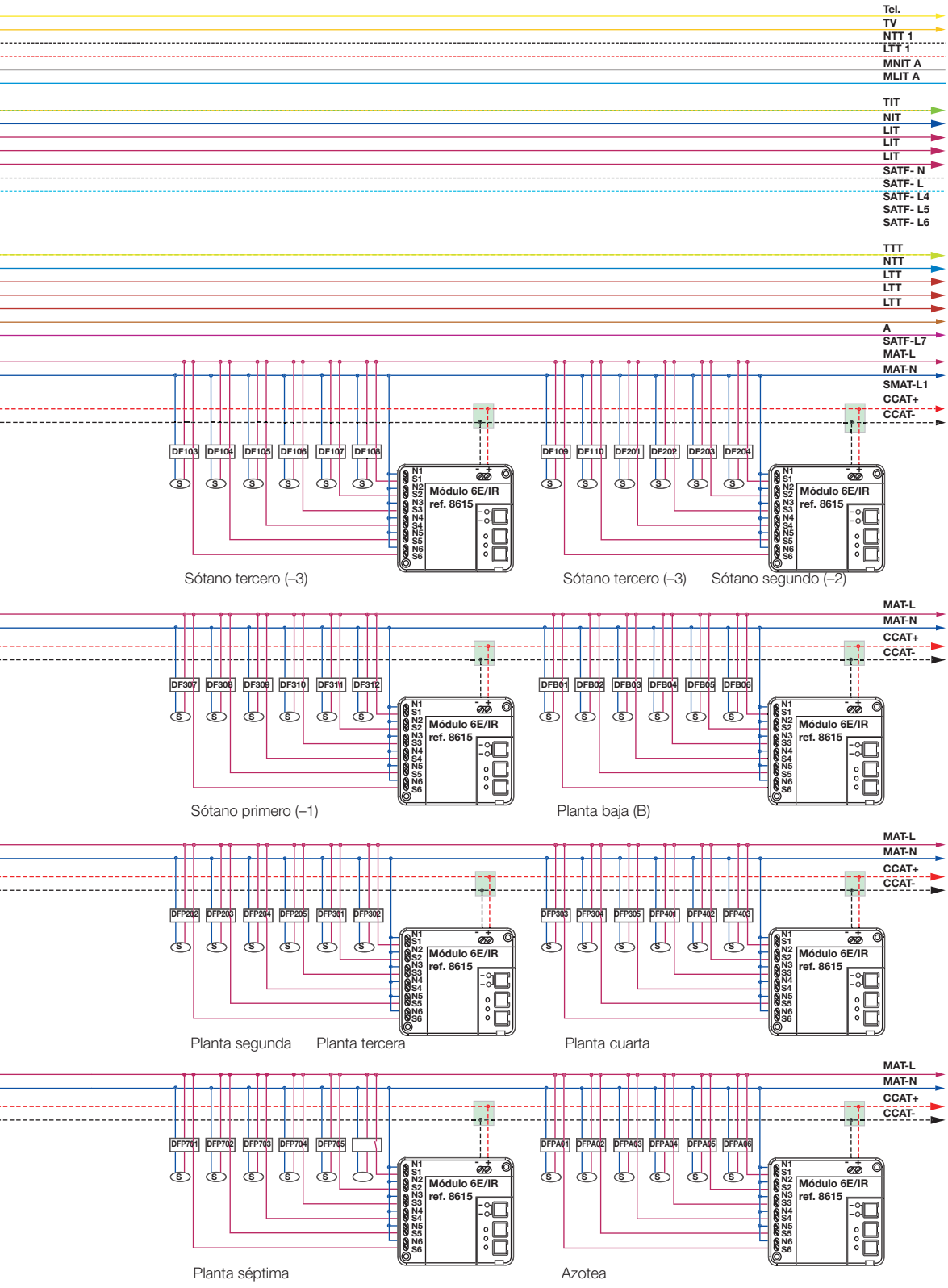


Fig. K5-308: *esquemas circuito detección de humos.*


Tel.
TV
NTT 1
LTT 1
MNIT A
MLIT A
TIT
NIT
LIT
LIT
LIT
SATF- N
SATF- L
SATF- L4
SATF- L5
SATF- L6
TTT
NTT
LTT
LTT
LTT
A
SATF-L7
MAT-L
MAT-N
SMAT-L1
CCAT+
CCAT-
DF103 DF104 DF105 DF106 DF107 DF108
DF109 DF110 DF201 DF202 DF203 DF204
Módulo 6E/IR ref. 8615
Sótano tercero (–3)
Sótano tercero (–3)
Sótano segundo (–2)
MAT-L
MAT-N
CCAT+
CCAT-
DF307 DF308 DF309 DF310 DF311 DF312
DFB01 DFB02 DFB03 DFB04 DFB05 DFB06
Módulo 6E/IR ref. 8615
Sótano primero (–1)
Planta baja (B)
MAT-L
MAT-N
CCAT+
CCAT-
DFP202 DFP203 DFP204 DFP205 DFP301 DFP302
DFP303 DFP304 DFP305 DFP401 DFP402 DFP403
Módulo 6E/IR ref. 8615
Planta segunda
Planta tercera
Planta cuarta
MAT-L
MAT-N
CCAT+
CCAT-
DFP701 DFP702 DFP703 DFP704 DFP705
DFPA01 DFPA02 DFPA03 DFPA04 DFPA05 DFPA06
Módulo 6E/IR ref. 8615
Planta séptima
Azotea

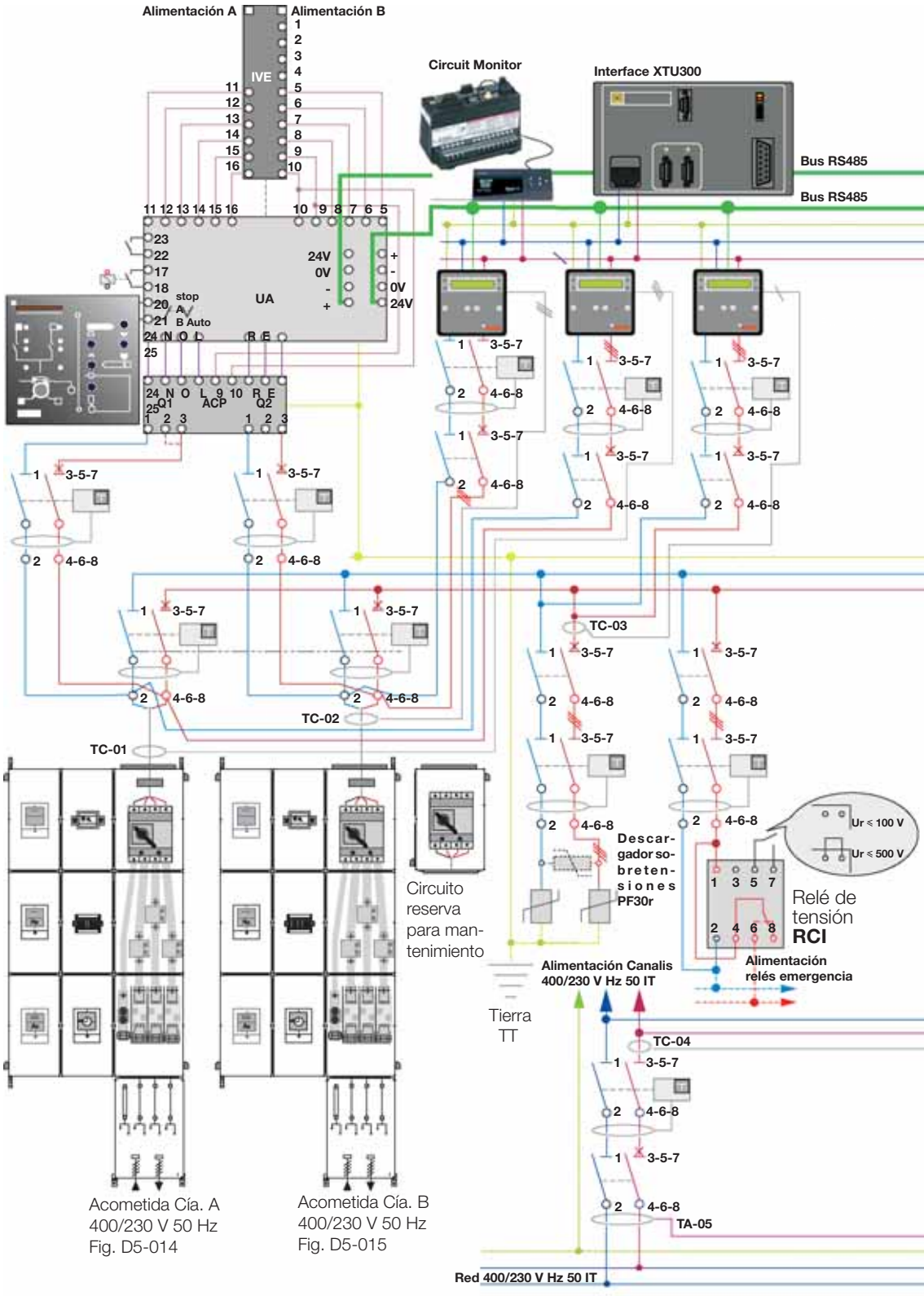
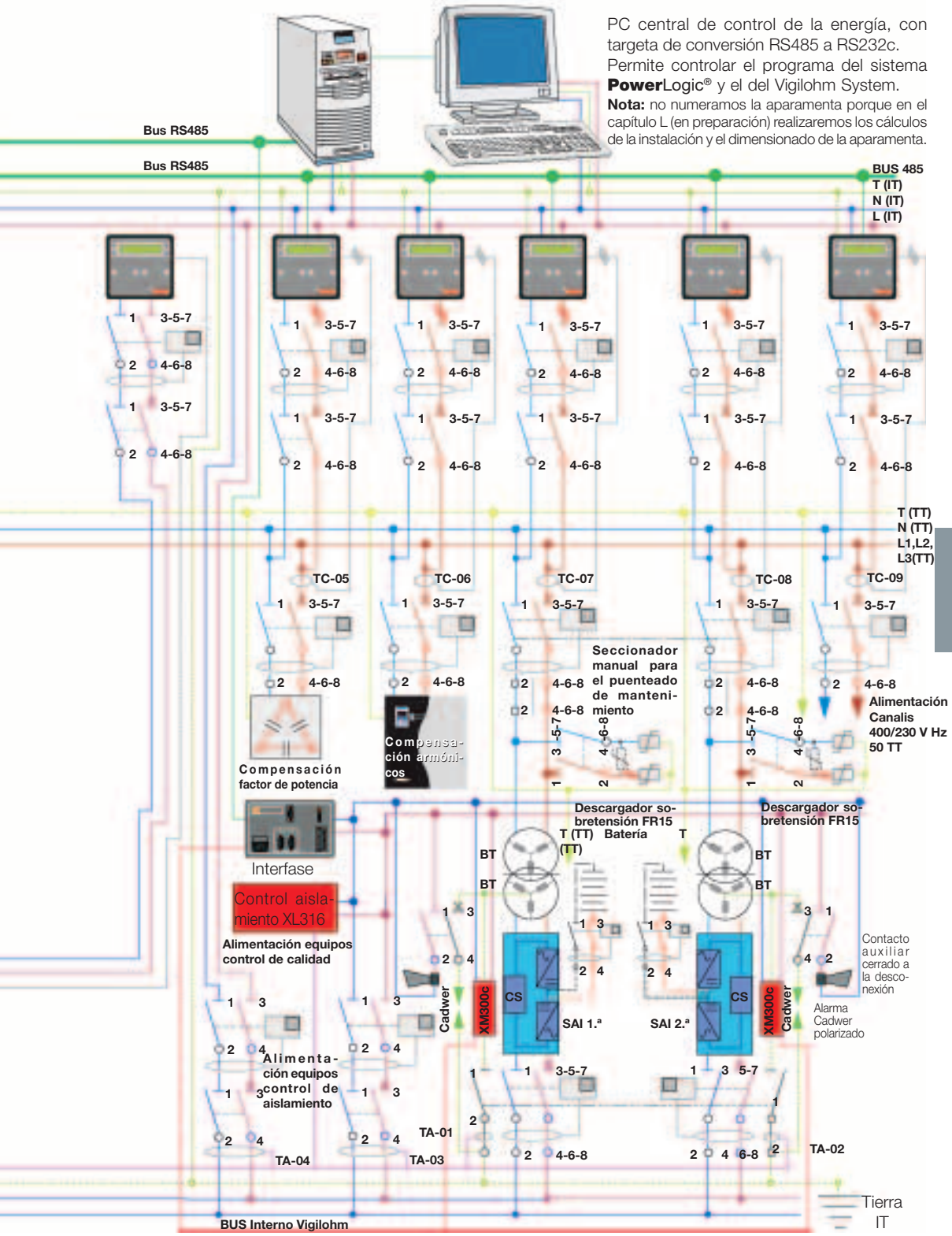


Fig. K5-309: *esquema general servicios generales.*

Esquema general alimentación y control de los servicios generales

PC central de control de la energía, con targeta de conversión RS485 a RS232c. Permite controlar el programa del sistema **Power**Logic® y el del Vigilohm System.

Nota: no numeramos la aparamenta porque en el capítulo L (en preparación) realizaremos los cálculos de la instalación y el dimensionado de la aparamenta.



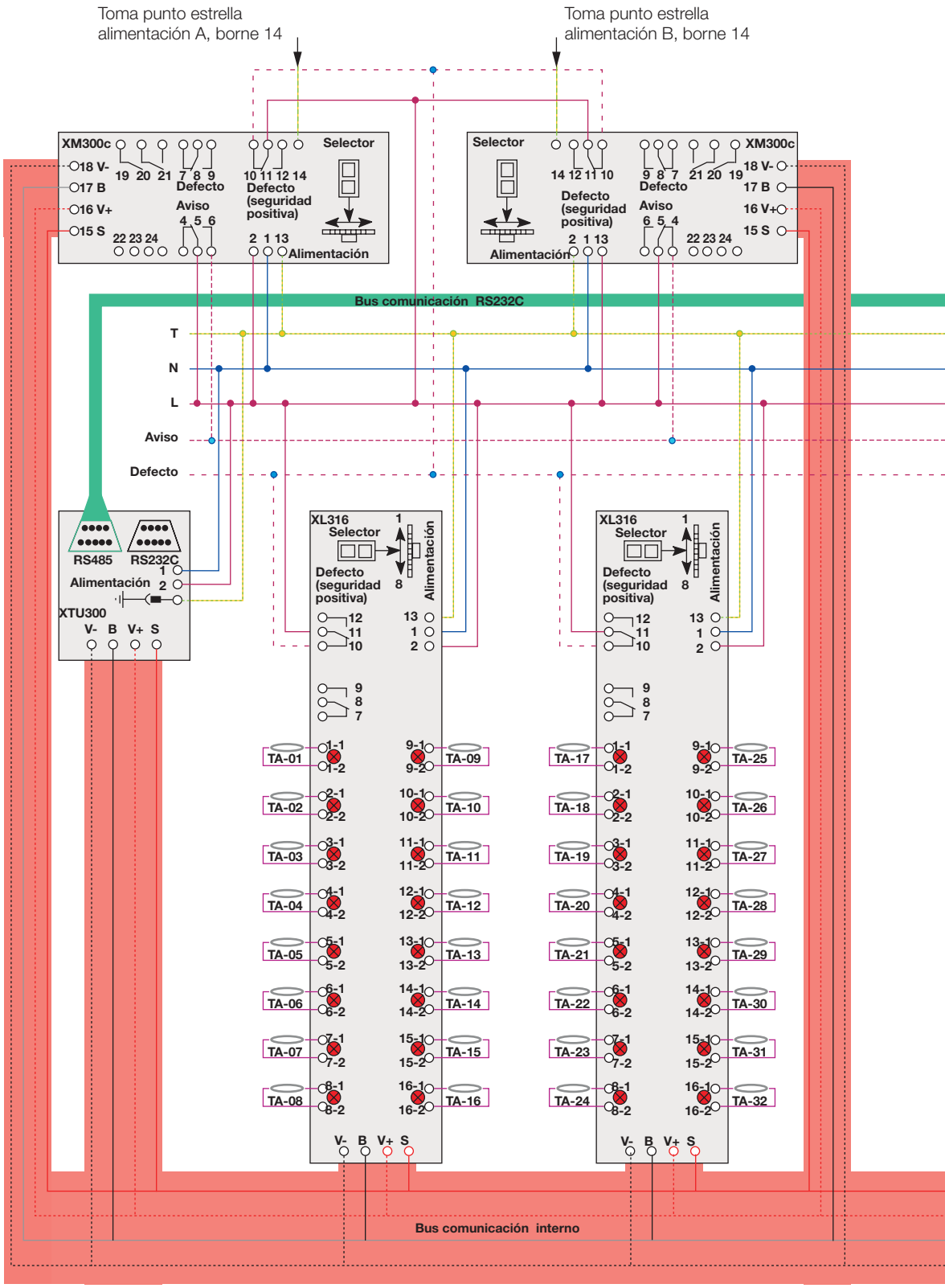
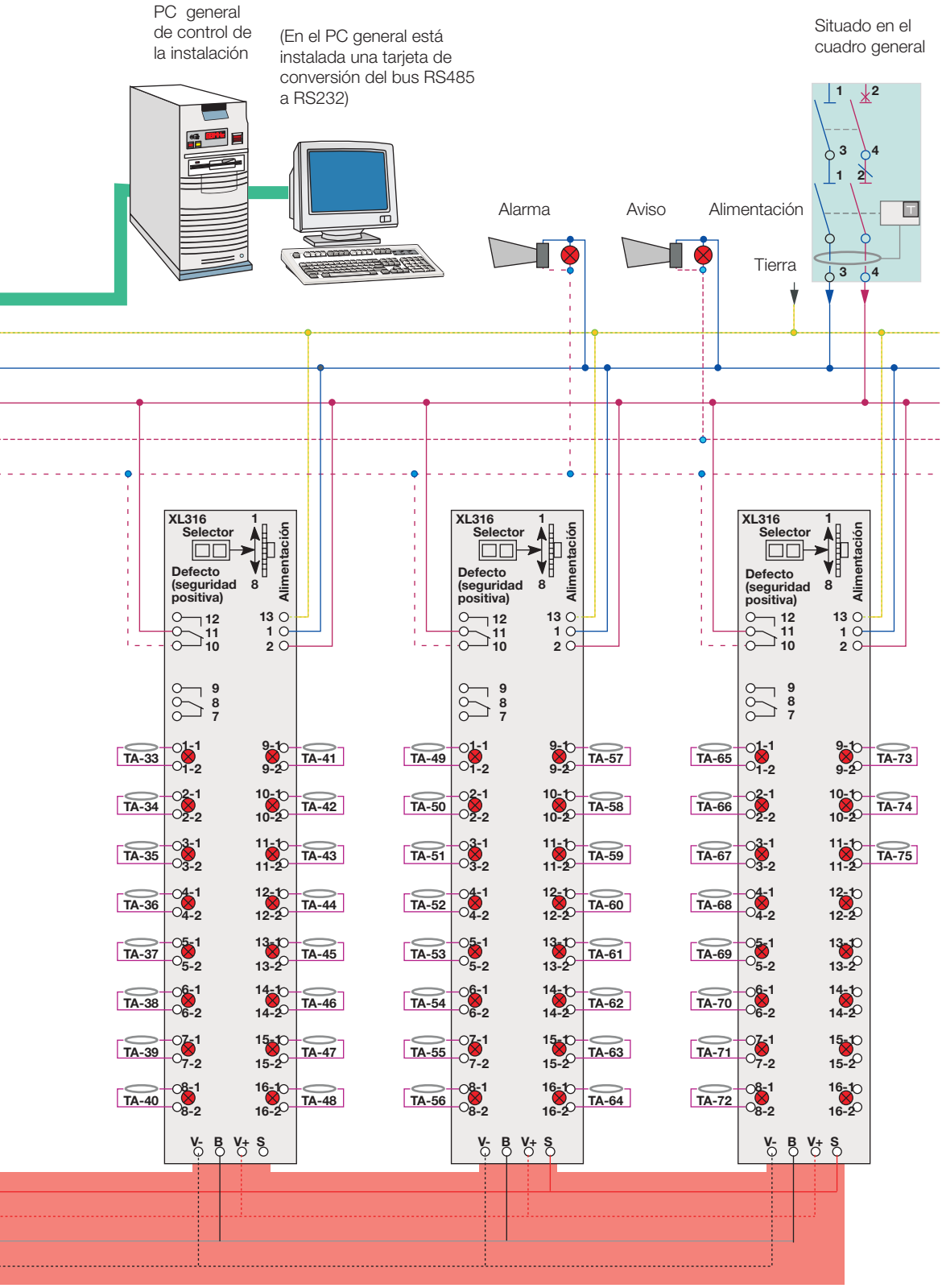


Fig. K5-310: *esquema del circuito de control de aislamiento.*


PC general de control de la instalación
(En el PC general está instalada una tarjeta de conversión del bus RS485 a RS232)
Situado en el cuadro general
Alarma
Aviso
Alimentación
Tierra
XL316
Selector
Defecto (seguridad positiva)
Alimentación
V- B V+ S
TA-33 TA-34 TA-35 TA-36 TA-37 TA-38 TA-39 TA-40 TA-41 TA-42 TA-43 TA-44 TA-45 TA-46 TA-47 TA-48
TA-49 TA-50 TA-51 TA-52 TA-53 TA-54 TA-55 TA-56 TA-57 TA-58 TA-59 TA-60 TA-61 TA-62 TA-63 TA-64
TA-65 TA-66 TA-67 TA-68 TA-69 TA-70 TA-71 TA-72 TA-73 TA-74 TA-75

Alarmas técnicas:

■ Detección de humos.

Con el sistema domótico podemos detectar la presencia de humos en cada dependencia, excitar una alarma acústica o luminosa y comunicar la situación a un centro particular de alarmas vía teléfono.

Distribuiremos en una sola red y su alimentación la realizaremos a través del SAI de la red de régimen IT, que mantendrá, en caso de fallo de tensión durante una hora la a limentación del sistema.

Para la definición del tipo de detector de cada dependencia, ver apartado J19, página J/831 del Volumen 3.

Los detectores de humo activan una señal de entrada a un módulo del sistema domótico de seis entradas y éstas por programación activan la salida del módulo 8610 y la salida de la señal teléfónica.

La salida S2 del módulo 8610 activa un relé y éste pone bajo tensión la red SATF. Esta red activa todas las bobinas de emisión de todos los interruptores automáticos correspondientes a líneas de ventilación o acondicionamiento, cortando la alimentación de las mismas.

Se dispone un cuadro con todos los circuitos de ventilación y acondicionamiento a la salida del aparcamiento con fácil acceso para los bomberos. En el cuadro se dispondrán interruptores para el corte de la alimentación de las bobinas de emisión, de forma manual.

El control del aislamiento en régimen IT

Según hemos descrito en el capítulo G del Volumen 2 instalaremos un régimen IT con control permanente de aislamiento, con indicación sonora y luminosa de una reducción del aislamiento hasta niveles de prevención (1 a 299 kΩ) y otra señal acústica y luminosa con indicación de niveles de alarma (0,2 a 99,9 kΩ):

■ Los cinco controladores XL316 llevan indicador luminoso de alarma de cada uno de los 16 ramales que controlan.

■ Esquema del circuito para el control del aislamiento.

■ Los dos controladores generales de aislamiento XM300c generan la corriente de baja frecuencia para darnos las alarmas generales de prevención y general.

Hemos colocado una unidad de transformador de aislamiento a cada uno de los ramales de alimentación del sistema de régimen IT, funcionando uno o el otro según el ramal conectado.

Se ha instalado un desconectador de sobretensiones Cadwer, para derivar las posibles sobretensiones, no eliminadas por los descargadores de sobretensión, de la instalación.

En la instalación del Cadwer se ha colocado una protección con indicador luminoso y acústico para detectar la posible cristalización del carbono de silicio o el óxido de zinc, que en algunas condiciones se vuelve conductor permanente.

■ Un interface XTU300 nos comunicará con el programa central de control de toda la instalación, aportando los datos de control del aislamiento en valores y niveles.

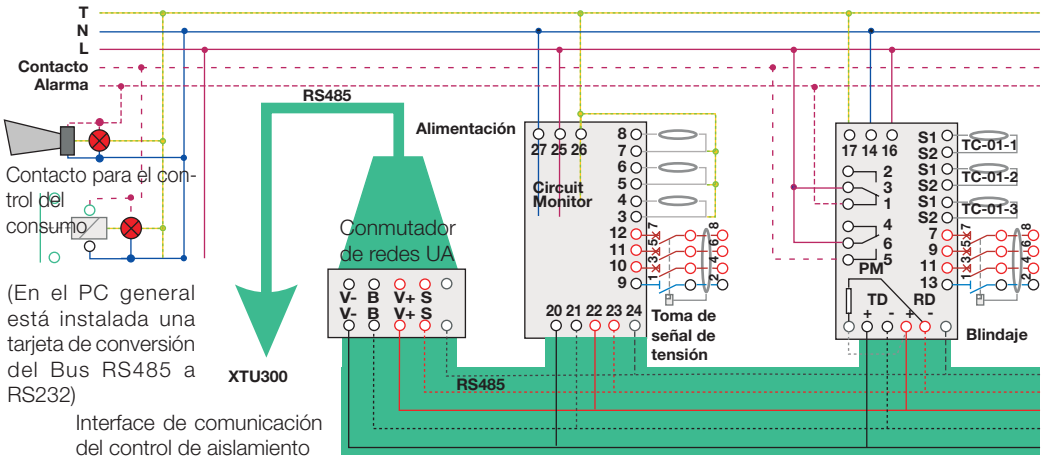
Los equipos de control de aislamiento se alimentan desde una salida propia del cuadro general, en régimen IT.

Todos los equipos están situados en el cuadro general para facilitar el control.

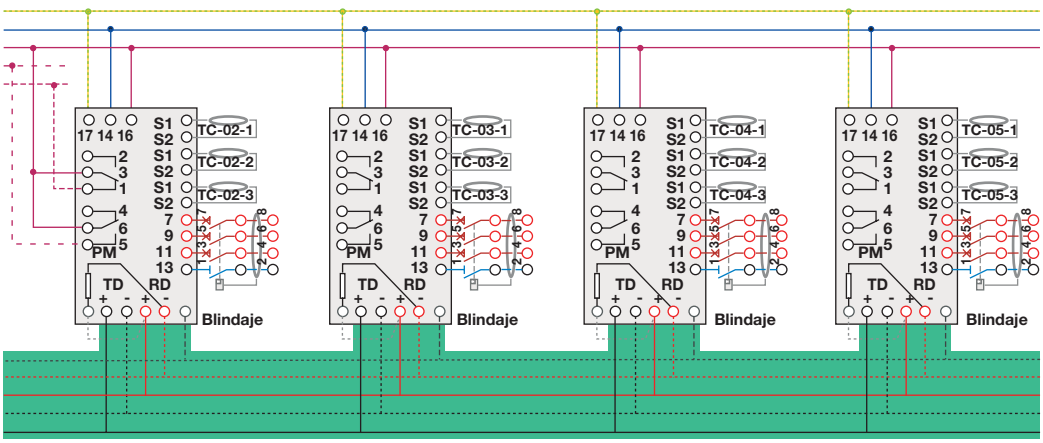
Control de la calidad de la energía suministrada a las plantas

Partiremos de unos analizadores de tensión e intensidad Power Meter repartidos en puntos estratégicos de la instalación que realizarán las lecturas a través de transformadores de intensidad y tomas de tensión, debidamente protegidas, y las distribuirán vía bus RS485, con protocolo Modbus, a un analizador de datos tipo Circuit Monitor, que a través de su hardware, estructurará los datos para mandarlos vía bus RS485 al interface XTU300, el cual transmitirá al PC central, de control de la instalación, vía bus RS485.

Alimentación general de circuito de control de calidad desde una salida propia del CGBT



Control suministro Cía. A

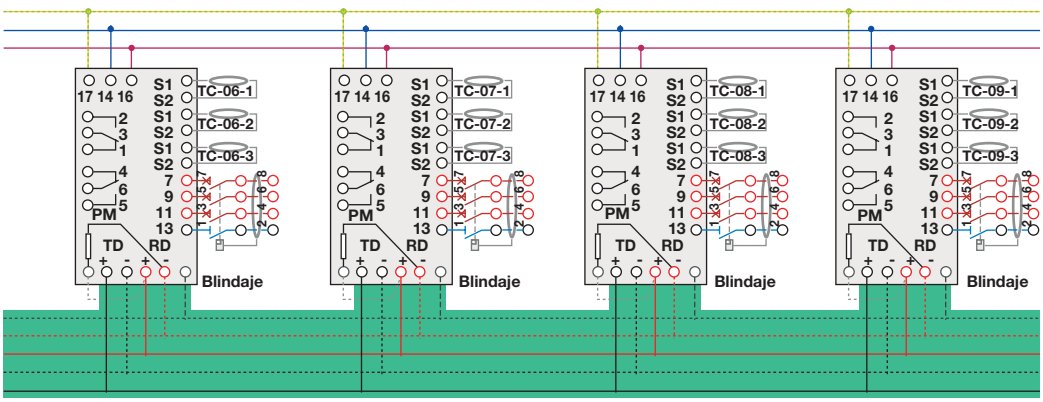


Control suministro Cía. B

C. descargador sobretensión

C. alimentación Canalis régimen IT

C. batería de condensadores



C. compensador de armónicos

Alimentación SAI - 1

Alimentación SAI - 2

Alimentación Canalis Canalis régimen TT

Fig. K5-311: *esquema circuito control de calidad de la energía.*

El PC central dispondrá de una tarjeta de conversión del bus 485 a RS232, adaptado al lenguaje normal de los programas de los PC.
La alimentación se realiza desde una salida propia, de la red de régimen IT, del cuadro general. Con el correspondiente control de aislamiento.
La estructuración de los datos se realizará en el PC general de control de la instalación eléctrica, aprovechando el hardware propio del Circuit Monitor.
Para la programación del sistema de datos, del almacenamiento y de las alarmas, ver el apartado de programación de este capítulo K.
■ Esquema de conexionado del sistema **Power**Logic® de control de red.

Coordinación de las cargas y los consumos

Hemos descrito las cargas y su suministro ahora debemos estudiar su coordinación para lograr el consumo más inverso a la relación coste de la energía en función del horario, según la tarifa a contratar más adecuada.
Al disponer de un doble suministro debemos controlar la potencia consumida a cada suministrador para poder respetar los mínimos contratados.
Este estudio bien realizado es el que nos permitirá obtener la energía al menor coste posible.

Cargas derivadas de la red de régimen TT

N.º		Fase		
		L1	L2	L3
R00	Renovación de aire	11,2	9,6	9,6
A00	Aire acondicionado recepción y talleres	60,8	62	62
A00	Ambientador	1,5	0,5	1,5
A00	Ambientador	1,5	0,5	1,5
I00	Alumbrado	45,88	48,08	45,91
E00	Electrodomésticos		3,9	
C00	Conectores, enchufes	213,6	214,1	213,6
S00	Agua sanitaria caliente	5,2	5,2	
CA0	Control aparcamiento	5,56	4,45	11,12
Totales		**343,74**	**347,88**	**343,73**

Tabla K5-312: *tabla de cargas instaladas.*

■ Cargas derivadas de la red de régimen IT.

N.º		Fase		
		L1	L2	L3
R00	Renovación de aire	6,4	6,4	8
I00	Alumbrado permanente	2,01	1,62	1,62
I00	Alumbrado de emergencia	5,39	5,39	5,37
I00	Alumbrado de señalización semáforos	0,72	1,2	1,2
I00	Alumbrado de señalización peatones	4,51	4,51	4,51
I00	Alumbrado de señalización vehículos	0,41	0,82	0,82
E00	Comunicación	2,2	1,3	
T00	Alarmas técnicas		0,9	
AS0	Ascensores	69,95	69,95	69,95
Totales		**91,59**	**92,09**	**91,47**

Tabla K5-313: *tabla de cargas instaladas en la red IT.*

■ Cargas totales derivadas de la red de régimen TT e IT.

N.º		Intensidad fases				Potencia
		L1	L2	L3	Cos φ	P (W)
R00	Renovación de aire	17,6	15,9	17,8	0,8	9.466,56
A00	Aire acondicionado recepción y talleres	60,8	62	62	0,8	34.101,76
A00	Ambientador	1,5	0,5	1,5	0,8	646,05
I00	Alumbrado	45,88	48,08	45,91	0,6	18.941,42
I00	Alumbrado permanente	2,01	1,62	1,62	0,6	726,6
I00	Alumbrado de emergencia	5,39	5,39	5,37	0,6	2.233,77
I00	Alumbrado de señalización semáforos	0,72	1,2	1,2	0,6	431,80
I00	Alumbrado de señalización peatones	4,51	4,51	4,51	0,6	1.872,55
I00	Alumbrado de señalización vehículos	0,41	0,82	0,82	0,6	282,33
E00	Electrodomésticos		3,9		0,8	165,6
C00	Conectores, enchufes	213,6	214,1	213,6	0,8	118.337,53
S00	Agua sanitaria caliente	5,2	5,2		1	2.392,00
CA0	Control aparcamiento	5,56	4,45	11,12	0,7	3.410,17
E00	Comunicación	2,2	1,3		0,7	663,50
T00	Alarmas técnicas		0,9		0,7	144,90
AS0	Ascensores	69,95	69,95	69,95	0,8	38.724,32
Total						**232.540,86**

Tabla K5-314: *tabla de cargas instaladas en la red TT e IT.*

Consideración del consumo

La renovación de aire

La instalación de renovación de aire comprende la renovación de aire de los sótanos del hueco de los ascensores y de los servicios de la planta baja.

La potencia mayor corresponde a la renovación de aire de los sótanos. Es evidente que esta renovación se realizará preferentemente durante las horas de máxima afluencia de vehículos y consecuentemente durante las horas de actividad de las oficinas o sea mayoritariamente diurna.

La activación de la renovación de aire se mantendrá mientras se detecte la concentración prescrita del monóxido de carbono.

Teniendo en cuenta el número de plazas de aparcamiento y la capacidad de renovación de aire de la instalación (6 veces el volumen por hora), no es desmesurado considerar en un principio de previsión que:

■ Durante las horas de actividad de las 8 h a las 21 h que cada 20 minutos la ventilación se activa durante 5 minutos. Esto representa que el volumen de aire se renueva una vez y media cada hora.

■ Durante las horas de poca actividad de la 1 h a las 8 h y de las 21 h a las 24 h, que cada 30 minutos la ventilación se active durante 5 minutos. Esto representa que el volumen de aire se renueva una vez cada hora.

Si consideramos que la renovación de aire de los huecos de los ascensores y la ventilación de los servicios deben activarse igual que los de ventilación de los sótanos podremos programar que cuando actúen en régimen de actividad 5 minutos cada 20 minutos lo hagan de forma escalonada cada cinco minutos uno y los de los servicios durante los 5 minutos restantes.

La ventilación de los sótanos coincidirá con la ventilación del hueco de ascensor o de los servicios pero es dificil que los detectores de monóxido de carbono se aprecie al mismo tiempo en los tres sótanos, aunque esporádicamente puede suceder, por tanto consideraremos que sólo coinciden la ventilación de un sótano de un hueco de ascensor o servicios.

La intensidad por fase será 1,6 A de la ventilación del hueco de ascensor o ventilación de los servicios y 2 · 1,6 A de la ventilación de los sótanos.

Potencia a considerar permanentemente en período de máxima actividad:

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot 400\,V \cdot 4{,}8\,A \cdot 0{,}8 = 2.657{,}28\,W$$

Si la potencia que hemos considerado en la instalación es de 9.466,56 W y el consumo considerado 2.657,28 W . Le corresponde un factor de utilización de:

$$K = \frac{2.466{,}56\ W}{9.466{,}56\ W} = 0{,}26$$

Podemos llegar a factores de reducción mayores si consideramos la aplicación de un relé de discriminación de consumo, en el que el circuito prioritario es la ventilación de los sótanos y el circuito discriminado es la ventilación del hueco de la escalera o los servicios.
De momento consideramos apto este control de principio y no tendremos un factor óptimo, hasta que transcurrido un año analicemos las posibilidades de ajuste.

El acondicionamiento
Se limita la instalación en el vestíbulo de la planta baja el cuarto de acometidas y el taller de mantenimiento y control situados en el primer sótano.
El consumo más elevado se producirá en el vestíbulo de la planta baja, la apertura de las puertas al exterior, la función chimenea de los huecos de ascensor y escalera la climatología de la zona, todas estas circunstancias tan hipotéticas requerirían un estudio complejo y profundo para realizar una previsión de ajuste a la realidad, la cual siempre necesitaría de un ajuste al cabo de un año de funcionamiento real.
La CEI permite considerar un factor de simultaneidad para más de 10 circuitos del 0,5, pero en nuestro caso existe un consumo (la bomba de calor) que representa el 90% del total y este valor nos distorsionaría la consideración.
En la mayoría de las instalaciones es normal que la bomba de calor funcione de forma consecutiva hasta llegar a la climatización deseada, y a partir de este momento trabaje de forma esporádica para el mantenimiento.
El tránsito y las aberturas nos hacen considerar este caso como excepcional, considerar en un principio un factor de simultaneidad de 0,8 se puede considerar adecuado y revisarlo al cabo del registro de un año.

El alumbrado
Es una instalación compleja y obliga a un estudio fraccionado en función de las dependencias y su utilización:
■ Los sótanos tienen el alumbrado controlado en función de la presencia de vehículos y personas.
Cada detección de presencia inicia una cuenta de cinco minutos de duración de encendido del alumbrado.
Si consideramos un movimiento de doce presencias por hora, durante las horas de máxima actividad de 8 h a las 21 h, y de tres presencias por hora durante las horas de mínima actividad de 1 h a las 8 h y de las 21 h a las 24 h, que estas doce presencias de las horas de máxima actividad, tienen un factor de simultaneidad de 0,8 y las de mínima actividad del 0,95, tendremos:
□ Tiempo de duración del encendido durante una hora.
– Período de máxima actividad.
Doce presencias con un factor de simultaneidad del 0,8 y una duración de cinco minutos cada una, tendremos:

$$T = n.^{o}P \cdot K_1 \cdot 5'/h = 12 \cdot 0{,}8 \cdot 5' = 48'/h$$

– Período de mínima actividad.
Tres presencias con un factor de simultaneidad del 0,95 y una duración de cinco minutos cada una, tendremos:

$$T = n.^{o}P \cdot K1 \cdot 5'/h = 3 \cdot 0{,}95 \cdot 5' = 14{,}25'/h \approx 15'/h$$

□ Tiempo de duración medio del encendido por hora, durante las 24 horas del día.
Si durante las 13 h de máxima actividad mantenemos el alumbrado 48'/h y durante las 11 h de baja actividad mantenemos el alumbrado encendido durante 15'/h tendremos:

$$tm/h = \frac{(13h \cdot 48'/h) + (11h \cdot 15'/h)}{24h} = \frac{789'/h}{24h} = 32{,}875'$$

□ El coeficiente de utilización K.

El coeficiente de utilización será: $K = \frac{32{,}875'}{60'} = 0{,}5479 \approx 0{,}548$.

□ Potencia total instalada en alumbrado del aparcamiento.

N.°		Clase	P (W)	I (A)	Fase		
					L1	L2	L3
I01	Sótano (–1)	BB1	42 · 58	0,67	9,38	9,38	9,38
I04	Sótano (–2)	BB1	45 · 58	0,67	10,05	10,05	10,05
I05	Sótano (–3)	BB1	36 · 58	0,67	8,04	8,04	8,04
Total					**27,92**	**27,92**	**27,92**

Tabla K5-315: *potencia instalada en el alumbrado del aparcamiento.*

La potencia total instalada en alumbrado del aparcamiento:

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi = 1{,}73 \cdot 230\,V \cdot 27{,}92\ A \cdot 0{,}52 = 5.776{,}87\ W$$

□ Consumo en kW/h:

$$P_{consumida} = P \cdot K = 5.776{,}87 \cdot 0{,}548 = 3.165{,}73\ W/h \approx 3{,}17\ kW/h$$

■ Las salas de ascensores.
Si consideramos que las presencias por entrada de vehículos activarán el alumbrado de dos salas de ascensores, la de entrada y salida, podemos realizar una previsión de consumo con los mismos coeficientes del alumbrado de los sótanos.
Pero debemos considerar las presencias por entrada de peatones.
Si consideramos un movimiento de 6 presencias por hora, durante las horas de máxima actividad de 8 h a las 21 h, y de dos presencias por hora durante las horas de mínima actividad de 1 h a las 8 h y de las 21 h a las 24 h, que las seis presencias de las horas de máxima actividad, tienen un factor de simultaneidad de 0,8 y las dos de mínima actividad del 0,95.
□ Tiempo de duración del encendido durante una hora:
– Período de máxima actividad.
Seis presencias de peatones y las doce presencias por vehículos con un factor de simultaneidad del 0,8, con una duración de cinco minutos cada una, tendremos:

$$T = n.^{o}P \cdot K1 \cdot 5'/h = (12+6) \cdot 0{,}8 \cdot 5' = 72'/h$$

Ocupar 72' durante una hora no es un valor correcto para una sola sala, pero debemos entender que este valor se refiere al alumbrado de los rellanos de las siete plantas y los tres sótanos.
Al considerar la potencia sólo de uno de ellos nos sale un coeficiente de utilización global superior a 60' de una hora.

– Período de mínima actividad.
Tres presencias con un factor de simultaneidad del 0,95 y una duración de cinco minutos cada una, tendremos:

$$T = n.^{o}P \cdot K_1 \cdot 5'/h = (3+2) \cdot 0{,}95 \cdot 5' = 23{,}75'/h \approx 24'/h$$

□ Tiempo de duración medio del encendido por hora, durante las 24 horas del día.
Si durante las 13 h de máxima actividad mantenemos el alumbrado 48'/h y durante las 11 h de baja actividad mantenemos el alumbrado encendido durante 15'/h tendremos:

$$t_m/h = \frac{(13h \cdot 72'/h) + (11h \cdot 24'/h)}{24h} = \frac{1200'/h}{24h} = 50'$$

□ El coeficiente de utilización K.

El coeficiente de utilización será: $K = \frac{50'}{60'} = 0{,}833 \approx 0{,}84$.

□ Potencia instalada en los rellanos de los ascensores.

N.º		Clase	P (W)	I (A)	Fase		
					L1	L2	L3
I12	S. ascen. (–3)	BB1	3 · 25	0,205		0,62	
I13	S. ascen. (–2)	BB1	3 · 25	0,205			0,62
I14	S. ascen. (–1)	BB1	3 · 25	0,205	0,62		
I15	S. ascen. (B)	BB1	3 · 25	0,205		0,62	
I16	S. ascen. (1.º)	BB1	3 · 25	0,205			0,62
I17	S. ascen. (2.º)	BB1	3 · 25	0,205	0,62		
I18	S. ascen. (3.º)	BB1	3 · 25	0,205		0,62	
I19	S. ascen. (4.º)	BB1	3 · 25	0,205			0,62
I20	S. ascen. (5.º)	BB1	3 · 25	0,205	0,62		
I21	S. ascen. (6.º)	BB1	3 · 25	0,205		0,62	
I22	J. ascen. (6.º)	BB1	11 . 25	0,205	0,82	0,62	0,82
I23	S. ascen. (7.º)	BB1	3 · 25	0,205			0,62
I24	S. ascen. (A)	BB1	3 · 25	0,205			0,62
Totales					**2,68**	**3,1**	**3,92**

Tabla K5-316: *potencia instalada en los rellanos de los ascensores.*

□ La potencia consumida en los rellanos será:

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi = 1{,}73 \cdot 400\ V \cdot \frac{2{,}68 + 3{,}1 + 3{,}92}{3} \cdot 0{,}5 = 1.118{,}97\ W$$

□ La potencia media por rellano, teniendo en cuenta los tres sótanos, la planta baja, los siete pisos y la azotea, un total de doce rellanos, será:

$$P_{rellano} = \frac{P}{12} = \frac{1.118{,}97}{12} = 93{,}25\ W$$

La potencia a considerar por cada presencia de transeúnte proveniente de vehículo o a pie será la correspondiente al rellano de llegada al edificio y al correspondiente de su situación, tambien deberemos considerar la salida, que corresponderá a la misma pero en sentido inverso, total nos afectará a cuatro rellanos.
□ La potencia consumida será:

$$P_{consumida} = 4\ ud \cdot P_{rellano} \cdot K = 4\ ud \cdot 93{,}25\ W \cdot 0{,}84 = 313{,}31\ W$$

■ La escalera, si consideramos que sólo el 10% de las personas en tránsito utilizarán la escalera cuando hayan de desplazarse dos planta, tendremos que el coeficiente será un 10% del correspondiente a los rellanos de los ascensores (0,084).

□ Potencia instalada en la escalera.

N.º		Clase	P (W)	I (A)	Fase					
					L1		L2		L3	
25	Escalera (–3, –2)	BB1	4 · 25	0,205	0,82					
l26	Escalera (–2, –1)	BB1	4 · 25	0,205			0,82			
l27	Escalera (–1, B)	BB1	4 · 25	0,205					0,82	
l28	Escalera (B, 1º)	BB1	4 · 25	0,205	0,82					
l29	Escalera (1.º, 2.º)	BB1	4 · 25	0,205			0,82			
l30	Escalera (2.º, 3.º)	BB1	4 · 25	0,205					0,82	
l31	Escalera (3.º, 4.º)	BB1	4 · 25	0,205	0,82					
l32	Escalera (4.º, 5.º)	BB1	4 · 25	0,205			0,82			
l33	Escalera (5.º, 6.º)	BB1	4 · 25	0,205					0,82	
l34	Escalera (6.º, 7.º)	BB1	4 · 25	0,205	0,82					
l35	Escalera (7.º, A.º)	BB1	4 · 25	0,205			0,82			
Total						**3,28**		**3,28**		**2,46**

Tabla K5-317: *potencia instalada en la escalera.*

La potencia Instalada en la escalera será:

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi = 1{,}73 \cdot 400 \text{ V} \cdot \frac{3{,}28 + 3{,}28 + 2{,}46}{3} \cdot 0{,}5 = 1.040{,}30 \text{ W}$$

□ La potencia media instalada por tramo de escalera, teniendo en cuenta los tres sótanos, la planta baja, los siete pisos y la azotea, un total de once tramos, será:

$$P_{tramo} = \frac{P}{11} = \frac{1.040{,}3 \text{ W}}{11} = 94{,}58 \text{ W}$$

□ La potencia consumida teniendo en cuenta que consideramos una media de utilización de dos tramos por transeúnte, será:

$$P_{consumida} = 2 \text{ ud} \cdot P_{tramo} \cdot K = 2 \text{ ud} \cdot 94{,}58 \text{ W} \cdot 0{,}084 = 15{,}89 \text{ W}$$

El hecho de utilizar la escalera no afecta a los coeficientes de los rellanos de los ascensores, puesto que, por construcción, no han de pasar por ellos.

■ El vestíbulo dispone de dos alumbrados, el normal y el restringido, activados desde una célula fotoeléctrica.

Si consideramos que la media de encendido del alumbrado es de las 24 h a las 7 h y de 18 h a la 24 h y que a las 22 h se apaga el alumbrado normal y sólo queda el alumbrado restringido tendremos:

□ El alumbrado normal de encenderá de las 18 h a las 22 h, o sea 4 h diarias, por tanto el coeficiente de utilización K será:

$$K = \frac{4 \text{ h}}{24 \text{ h}} = 0{,}166 \approx 0{,}17$$

□ El alumbrado restringido de las 18 h hasta las 7 h del día siguiente, o sea 13 h diarias, por tanto el coeficiente de utilización K será:

$$K = \frac{13 \text{ h}}{24 \text{ h}} = 0{,}541 \approx 0{,}542$$

□ Potencia instalada en la planta baja.

N.º		Clase	P (W)	I (A)	Fase					
					L1		L2		L3	
l06	Planta baja V	BB2	2 · 172	1,8	1,8				1,8	
l07	P. baja V-E (N)	BB1	23 · 25	0,205	1,64		1,64		1,44	
l08	P. baja V-E (R)	BB1	11 · 50	0,24	0,96		0,96		0,72	
l09	P. baja V-I (N)	BB1	9 · 25	0,205	0,62		0,62		1,63	
l10	P. baja V-I (R)	BB1	4 · 50	0,24	0,96					
Total						**5,98**		**3,22**		**1,63**

Tabla K5-318: *potencia instalada en el alumbrado de la planta baja.*

La potencia instalada en la planta baja:

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi = 1{,}73 \cdot 400\ V \cdot \frac{5{,}98 + 3{,}22 + 1{,}63}{3}\ A \cdot 0{,}51 = 3.822{,}12\ W$$

□ Potencia consumida en la planta baja:

$$P_{consumida} = P \cdot K = 3.822{,}12\ W \cdot 0{,}542 = 2.071{,}59\ W$$

■ Los servicios están controlados por temporizadores, regulados a 15' de alumbrado por activación, para situarse a un servicio es necesario pasar por el lavabo central, por tanto de las tres dependencias se activa el alumbrado de dos, por tanto cada activación representa los dos tercios del alumbrado. Si consideramos 20 utilizaciones al día, tendremos:

□ Tiempo total día: $T_{total/día} = 20\,ud \cdot 15' = 300' = 5\,h$.

□ Tiempo total de actuación por hora: $T_{total/hora} = \frac{5\,h}{24\,h} = 0{,}2084\,h$.

□ Coeficiente de utilización K, si cada hora se activa 0,2084 h de media y solamente los dos tercios de la instalación, el coeficiente K será:

$$K = T_{total/hora} \cdot {}^{2}\!/_{3} = 0{,}2084\,h \cdot {}^{2}\!/_{3} = 0{,}1389$$

□ Potencia instalada en los servicios.

N.°		Clase	P (W)	I (A)	Fase		
					L1	L2	L3
I11	Servicios	BB2	12 · 25	0,205	0,82	0,82	0,82
Total					**0,82**	**0,82**	**0,82**

Tabla K5-319: *potencia instalada en el alumbrado de los servicios.*

La potencia instalada en los servicios será:

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi = 1{,}73 \cdot 400\ V \cdot 0{,}82\ A \cdot 0{,}5 = 283{,}72\ W$$

□ Potencia consumida.

$$P_{consumida} = P \cdot K = 283{,}72\ W \cdot 0{,}1389 = 39{,}41\ W$$

■ La sala de ascensores, la azotea, la sala de contadores y los huecos de los ascensores, su encendido es esporádico, sólo para mantenimiento. Para tener una consideración de incidencia especificaremos un coeficiente de simultaneidad de 0,01.

□ Potencia total instalada.

N.°		Clase	P (W)	I (A)	Fase					
					L1		L2		L3	
36	Sala ascensores	BB1	3 · 58	0,67			2,01			
I37	Azotea	BB3	6 · 168	1,8	3,6		3,6		3,6	
I38	Hueco ascensor	BB1	30 · 25	0,205	2,05		2,05		2,05	
Total					**5,65**		**7,66**		**5,65**	

Tabla K5-320: *potencia total instalada.*

□ La potencia instalada en la planta baja:

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi = 1{,}73 \cdot 400\ V \cdot \frac{5{,}65 + 7{,}66 + 5{,}65}{3}\ A \cdot 0{,}52 = 6.822{,}56\ W$$

□ Potencia consumida.

$$P_{consumida} = P \cdot K = 6.822{,}56\ W \cdot 0{,}01 = 68{,}22\ W$$

Consideración total del alumbrado

Leyenda	Potencia (W) Instalada	Coeficiente K	Consumo KW/h
Los sótanos	5.776,87	0,548	3.170
Las salas de ascensores	1.118,97	0,84	313,31
La escalera	1.040,3	0,084	15,89
El vestíbulo	3.822,12	0,542	2.071,59
Los servicios	283,72	0,1389	39,41
La sala de ascensores, azotea, sala de contadores y huecos ascensores	6.822,56	0,01	68,22
Total	**18.864,54**	**0,3**	**5.678,42**

Tabla K5-321: *consideración total del alumbrado.*

□ El coeficiente de utilización medio será:

$$K = \frac{5.678{,}42\ W}{18.864{,}54\ W} = 0{,}30$$

■ El alumbrado permanente, el de señalización peatones, el de señalización vehículos y el del taller de mantenimiento y control del edificio, estarán permanentemente encendidos su coeficiente de simultaneidad será 1.

■ El alumbrado de los semáforos tendrán siempre una de las lámparas encendidas el rojo o el verde, por tanto su coeficiente de utilización será el del 50% o sea 0,5.

Los electrodomésticos, se refiere a los dispensadores de toallas de los servicios. El tiempo de actuación es de 10", podemos considerar unas 20 actuaciones día, aunque su potencia no influye prácticamente en la totalidad.

Debemos tener en consideración que están instalados tres dispensadores.

□ Tiempo total de actuación por día. $T_{total/día} = \frac{20\ ud}{3\ ud} \cdot 10" = 66{,}66" \approx 67"$.

□ Tiempo total de actuación por hora. $T_{total/hora} = \frac{67"}{24\ h} = 2{,}791"/h \approx 2{,}8"/h$.

□ Coeficiente de utilización K. $K = \frac{2{,}8"/h}{3.600"/h} = 0{,}0078 \approx 0{,}008$.

■ Las tomas de corriente, en la Tabla B4-002, página B/70 del Volumen 1 especificamos el coeficiente de utilización en las viviendas, pero para los servicios generales de un edificio las necesidades de utilización no son las mismas y dependen de las particularidades de utilización de cada caso. En el que nos ocupa, las tomas de corriente están previstas para los servicios de limpieza y de mantenimiento.

□ Para la limpieza se prevén cuatro aspiradoras de 2.000 W y una máquina de barrer para el aparcamiento de 3.000 W.

La limpieza se realiza en las horas de poca actividad y está previsto una duración de 4,5 h con un coeficiente de utilización de 0,9 para el barrido del aparcamiento y 6 h con un coeficiente de utilización de 0,8 para la limpieza general con aspiradores:

– El consumo diario en limpieza será:

$$P = (3.000\ W/h \cdot 4{,}5\ h \cdot 0{,}9) + (2.000\ W/h \cdot 3\ ud \cdot 6\ h \cdot 0{,}8) = 36{,}9\ kW \approx 37\ kW$$

□ Para el mantenimiento podemos considerar un 10% de la limpieza puesto que su utilización es esporádica.

□ Potencia total consumida:

$$P_{total/día} = 37\ kW + \frac{37\ kW \cdot 10}{100} = 40{,}7\ kW \approx 41\ kW$$

□ La potencia media consumida por hora será: $P_{total/h} = \frac{41\,kW/día}{24\,h} = 1{,}7\,kW$

La potencia prevista de instalación es de 118,33 kW.

□ El coeficiente de utilización será: $K = \frac{1{,}7\,kW}{118{,}33\,kW} = 0{,}014366 \approx 0{,}0144$

■ Agua sanitaria, debemos tener en consideración que con un kW/h se obtiene, partiendo de agua a 12 ºC, 30 L de agua a 37 ºC o 20 L de agua a 50 ºC o 10 L de agua a 85 ºC.
Para un lavabo se puede considerar, para cada utilización, un consumo de unos 3 L de agua a 37 ºC o 2 L de agua a 50 ºC o 1 L de agua a 85 ºC y este consumo de agua caliente se obtiene con 0,1 kW/h, con el sistema de termos de agua calentados por resistencia.
Si en los dispensadores hemos considerado 20 utilizaciones diarias y que las pérdidas de temperatura durante el día es del 10%, tendremos:
□ El consumo medio por día del agua sanitaria:

$$P_{total/día} = 20\,ud \cdot 0{,}1\,kW \cdot 1{,}1 = 2{,}2\,kW/día$$

□ Consumo medio por hora:

$$P_{total/h} = \frac{2{,}2\,kW/día}{24\,h} = 0{,}0916\,kW/h \approx 0{,}092\,kW/h$$

Si consideramos que la potencia instalada es de 2,32kW tendremos un coeficiente de utilización de: $K = \frac{0.092\,kW/h}{2{,}32\,kW/h} = 0{,}0396 \approx 0{,}04$

■ Control aparcamiento, si hemos considerado 12 presencias por hora en horas de máxima actividad y 3 presencias por hora en horas de mínima actividad, tendremos:

Actividades día: $N^o_{actuaciones/día} = (13\,h \cdot 12\,ud) + (11\,h \cdot 3\,ud) = 189\,ud$

□ Dispensador de tarjetas, tiempo de actuación por tarjeta 30" (0,00833 h).
Potencia consumida por día:

$$P_{total/día} = 500\,W \cdot 189\,ud \cdot 0.00834\,h = 0{,}7875\,kW/h$$

□ Barrera, debemos tener en consideración que cada vehículo que entra sale, por tanto la actividad de la barrera será doble. Su consumo es de 800 W:

$$P_{total/día} = 800\,W \cdot (189\,ud \cdot 2) \cdot 0.00834\,h = 2{,}522\,kW/h$$

□ Controlador salidas, tiene la misma actividad y potencia que el dispensador de tarjetas:

$$P_{total/día} = 500\,W \cdot 189\,ud \cdot 0.00834\,h = 0{,}7875\,kW/h$$

□ Monedero si consideramos que el 40% de las personas no dispondrán de tarjeta maestra y su consumo es de 2.000 W, tendremos:

$$P_{total/día} = 2kW \cdot \left(\frac{189\,ud \cdot 40}{100}\right) \cdot 0.00834\,h = 1{,}261\,kW/h$$

□ Potencia total consumida en un día:

$$P_{total/día} = 0{,}7875\,kW/h + 2{,}522\,kW/h + 0{,}7875\,kW/h + 1{,}261\,kW/h =$$
$$= 5{,}358\,kW/h/día$$

□ Potencia consumida por hora:

$$P_h = \frac{5{,}358\,kW/h/día}{24\,h} = 0{,}22325\,kW/h \approx 0{,}2233\,kW/h$$

□ Coeficiente de utilización, si se ha previsto una instalación de 3,41 kW/h, tendremos: $K = \frac{0{,}2233\ kW/h}{3{,}41\ kW/h} = 0{,}654$.

■ Comunicación y alarmas técnicas, deberán prestar servicio las 24 h del día, por tanto K = 1.

■ Ascensores, en la tabla B4-004, página B/72 del Volumen 1, encontraremos los coeficientes de simultaneidad para los ascensores:

Primer ascensor K = 1.

Segundo ascensor K = 0,75.

Tercer ascensor K = 0,6.

Si disponemos de tres ascensores iguales tendremos: los 38,724,32 W/3 ud.

Primer ascensor: $A_{1.º} = \frac{38.724{,}32\ kW}{3\ ud} \cdot 1 = 12.908{,}10\ W.$

Segundo ascensor: $A_{2.º} = \frac{38.724{,}32\ kW}{3\ ud} \cdot 0{,}75 = 9.681{,}08\ W.$

Tercer ascensor: $A_{3.º} = \frac{38.724{,}32\ kW}{3\ ud} \cdot 0{,}6 = 7.744{,}86\ W.$

Total ascensores:

$$A_{1.º} + A_{2.º} + A_{3.º} = 12{,}91\ kW + 9{,}68\ kW + 0{,}775\ kW = 30{,}34\ kW$$

□ El coeficiente medio de utilización será: $K = \frac{30.340\ W/h}{38.724{,}32\ W/h} = 0{,}784$

Consumos totales derivados de la red de régimen TT e IT

N.º		Potencia (W) Instalada	Coeficiente K	Consumo KW/h
R00	Renovación de aire	9.466,56	0,26	2,47
A00	Aire acondicionado recepción y talleres	34.101,76	0,8	27,29
A00	Ambientador	1.646,05	0,8	1,32
I00	Alumbrado	18.941,42	0,3	5,69
I00	Alumbrado permanente	726,6	1	0,73
I00	Alumbrado de emergencia	2.233,77		
I00	Alumbrado de señalización semáforos	431,80	0,5	0,22
I00	Alumbrado de señalización peatones	1.872,55	1	1,88
I00	Alumbrado de señalización vehículos	282,33	1	0,29
E00	Electrodomésticos	165,6	0,08	0,02
C00	Conectores, enchufes	118.337,53	0,0144	1,71
S00	Agua sanitaria caliente	2.392,00	0,04	0,1
CA0	Control aparcamiento	3.410,17	0,654	2,23
E00	Comunicación	663,50	1	0,7
T00	Alarmas técnicas	144,90	1	0,15
AS0	Ascensores	38.724,32	0,784	30,36
Total		**232.540,86**		**75,16**

Tabla K5-322: *consumos totales en los servicios generales.*

En las páginas B/73 y D/119 del Volumen 1, encontraremos el cálculo de la previsión de la potencia del edificio y de los servicios generales.

En este aspecto la previsión realizada es de S = 125,41 kVA, es obvio que nos falta calcular el factor de potencia medio de la instalación, pero si consideramos un cos φ medio de 0,75 tendremos:

$$P = S \cdot \cos \varphi = 125{,}41\ kVA \cdot 0{,}75 = 94{,}05\ kW$$

Un estudio detallado del control energético siempre nos permite una reducción del consumo, por insignificante que presente la reducción, en el tiempo son kilovatios.

Es aconsejable realizar una contratación de 80 kW a 400/230 V, en tarifa 4.0 General de larga duración (más de 117 h/mes).
No obstante a través del sistema de control de la calidad y el consumo Circuit Monitor, podremos mantener un sistema de control y al cabo de un año realizar un ajuste de la contratación en función de los resultados estadísticos del consumo anual.

El sistema de suministro ininterrumpido SAI

La potencia necesaria es:
Renovación de aire.

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi \cdot \eta = 1{,}73 \cdot 400\,V \cdot \frac{6{,}4 + 6{,}4 + 8}{3}\,A \cdot 0{,}86 \cdot 0{,}87 = 3.589{,}77\,W$$

Consumo a través del SAI

N.º		Potencia (W) Instalada	Coeficiente K	Consumo KW/h
R00	Renovación de aire	3.589,77	0,26	0,94
I00	Alumbrado permanente	726,6	1	0,73
I00	Alumbrado de emergencia	2.233,77	1	2,24
I00	Alumbrado de señalización semáforos	431,80	0,5	0,22
I00	Alumbrado de señalización peatones	1.872,55	1	1,88
I00	Alumbrado de señalización vehículos	282,33	1	0,29
E00	Comunicación	663,50	1	0,7
T00	Alarmas técnicas	144,90	1	0,15
AS0	Ascensores	38.724,32	0,784	30,36
Total				**37,51**

Tabla K5-323: *consumos totales en los servicios permanentes en régimen IT a través de SAI.*

En términos generales se calculan los SAI por la potencia monofásica:
- ***La mayoría de cargas son monofásicas.***
- ***Para poder compensar el desequilibrio de fases.***

En este caso la mayor carga son los ascensores y los motores de ventilación, por tanto son cargas trifásicas.

Coeficiente de extensión/seguridad

El SAI se suministra para poder trabajar a su intensidad nominal, pero debemos considerar un coeficiente de ampliación y una reserva de seguridad. Considerar un coeficiente de 1,2 (+20%), es adecuado:

$$S = \frac{P_{consumo} \cdot K_S}{\cos\varphi} = \frac{37{,}51\,kW \cdot 1{,}2}{0{,}75} = 60\,kVA$$

Una Galaxy PW60 (60 kVA de potencia aparente). SAI con salida III+N de 20 kVA de potencia aparente por fase y en régimen IT.
La batería es necesaria para una autonomía de 90 minutos.
Es muy importante adaptar la instalación a sistemas de máxima seguridad de suministro.
Por ello se opta por la instalación de un sistema redundante de 2 SAI, cada uno con su propia batería y cada uno de ellos trabajando al 50% de su potencia nominal. Ello nos garantiza, casi, un 100% de seguridad, pues en caso de fallo o mantenimiento de cualquiera de los dos, el aparato se puede aislar totalmente y el sistema es alimentado a plena potencia por el otro.
El coeficiente de expansión/seguridad nos permite posibles futuras ampliaciones y evitar obligar a trabajar el SAI al 100% de su potencia nominal permanentemente.

Debemos equipar el SAI con una tarjeta de comunicación “RS232C” para trasladar la información generada por el programa informático del SAI al equipo de control de la calidad y el aislamiento.
La alimentación de cada SAI se realiza a través de un transformador de aislamiento estrella estrella, con régimen TT en el primario y IT en el secundario, para garantizar los mínimos cortes de suministro.
Es muy conveniente trabajar con SAI que mantengan la conversión permanentemente. Las fuentes que normalmente suministran la energía de la red y en el momento del corte inician la actuación de la conversión de la energía de la batería en corriente alterna, siempre tendrán un tiempo de espera entre un régimen de alimentación de la red y el propio, no es conveniente este “saig” de tensión. Por tanto se debe recomendar el tipo Galaxy.

Esquema del SAI doble conversión permanente (on-line)

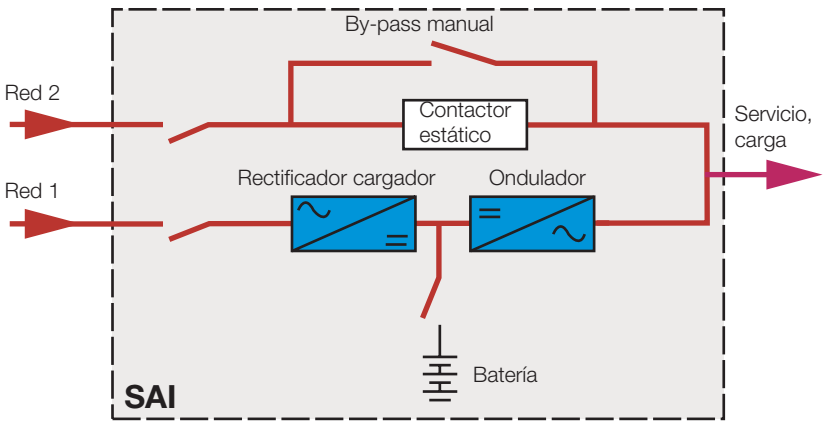


Fig K5-324: *esquema de instalación de la SAI.*

5.6. Industria para la inyección de piezas técnicas en termoplásticos

Dispone de una planta industrial y un altillo para oficina.

Aire acondicionado
Disponen de dos bombas de calor situadas en la sala de acondicionamiento y compresores, las dos bombas de calor deben climatizar tanto la planta como el altillo. Es impotante mantener una temperatura de unos 18 a 22 ºC en el almacén de productos, como en la zona de inyección.
Las bombas de calor calientan o enfrían agua de un depósito. Esta agua se distribuye a los fancoils, situados en las dependencias, a través de sendas bombas de agua de 1 CV a requerimiento de los termostatos que controlan la temperatura de las dependencias de la planta y altillo.
Las bombas de calor desarrollan, cada una, una potencia de 70 kW en la creación de frigorías y de 74 kW en calorías.
Los fancoils son individualizados para cada dependencia:
■ Altillo:
□ Despacho (n.º 1): mantienen la climatización dos fancoils, de un caudal de 1.500 m^3/h, con una potencia de 1/4 de CV a 230 V cada uno. Se controla con termostato independiente para la sala.
□ Archivo (n.º 2): mantiene la climatización un fancoil, de un caudal de 1.500 m^3/h, con una potencia de 1/4 de CV a 230 V. Se controla con termostato independiente en la sala. Dispone de una conducción que deriva parte del caudal del aire al servicio (S3).

□ Rellano altillo (n.º 4): mantiene la climatización un fancoil, de un caudal de 1.500 m^3/h, con una potencia de 1/4 de CV a 230 V. Se controla con termostato independiente para la sala. Dispone de una conducción que deriva parte del caudal del aire al servicio (S5).
□ Despachos (n.os 6, 7 y 8): mantiene la climatización un fancoil por despacho, de un caudal de 1.000 m^3/h, con una potencia de 1/5 de CV a 230 V cada uno. Se controla con termostato independiente para cada despacho.
□ Sala de reunión (n.º 9): mantienen la climatización dos fancoils que permiten un caudal de 1.000 m^3/h con una potencia de 1/5 de CV a 230 V cada uno y se controlan con un solo termostato los dos fancoils.
□ Pasillo (n.º 10): mantienen la climatización dos fancoils que permiten un caudal de 1.000 m^3/h con una potencia de 1/5 de CV a 230 V cada uno y se controlan con un sólo termostato los dos fancoils.
■ Planta:
□ Labotatorio control de calidad (n.º 11): mantienen la climatización cuatro fancoils que permiten un caudal de 1.500 m^3/h con una potencia de 1/4 de CV a 230 V cada uno y se controlan por un sólo termostato los cuatro fancoils. Se dispone de una conducción que deriva parte del caudal del aire al servicio (S12).
□ Rellano planta (n.º 13): mantiene la climatización un fancoil, de un caudal de 1.500 m^3/h, con una potencia de 1/4 de CV a 230 V. Se controla con termostato independiente para la sala.
□ Almacén de productos acabados y primeras materias (n.º 14): mantienen la climatización cuatro fancoils, de un caudal de 1.500 m^3/h, con una potencia de 1/4 de CV a 230 V. Se controla con termostato independiente para la sala.
□ Sala de inyección (n.º 15): mantienen la climatización 10 fancoils, de un caudal de 1.500 m^3/h, con una potencia de 1/4 de CV a 230 V. Se controla con dos termostatos independientes para la sala, cada termostato controla la mitad del espacio de la sala y comanda cinco fancoils. El fancoil adosado al servicio (n.º 16) dispone de una conducción que deriva parte del caudal del aire al servicio.
□ Vestuario (n.º 17): mantiene la climatización un fancoil, de un caudal de 1.500 m^3/h, con una potencia de 1/4 de CV a 230 V. Se controla con termostato independiente para la sala.
□ Taller eléctrico (n.º 18): mantiene la climatización un fancoil, de un caudal de 1.500 m^3/h, con una potencia de 1/4 de CV a 230 V. Se controla con termostato independiente para la sala.
□ Taller mecánico (n.º 19): mantienen la climatización tres fancoils, de un caudal de 1.500 m^3/h, con una potencia de 1/4 de CV a 230 V. Se controla con termostato independiente para la sala.
Los fancoils se alimentan de agua aclimatada desde el depósito del sector, a través de un circuito con bomba de circulación individual de 1 CV.
Al disponer de dos bombas de calor y dos depósitos de agua nos permite poder hacer trabajar las bombas, para aclimatar cada depósito, con agua fría o caliente, de forma individual y utilizar la combinación más adecuada según la climatología.

Ambientador
En cada fancoil dispondremos de un dosificador de ambientador y desinfectante, para mantener un ambiente agradable a la sensibilidad humana.

Renovación de aire
Las aberturas del edificio y el tránsito a través de ellas permite una constante renovación del aire.
Debemos tener en consideración las salas especiales que necesitan una renovación de aire propia, en consonancia con su actividad:

■ Sala de compresores y bombas de calor: no está aclimatada, solamente dispone de un extractor de 6.500 m^3/h, 1,5 CV a 400/230 V, que funciona cuando la temperatura de la sala es superior a 22 ºC.
■ Los servicios y vestuarios: situaremos dos extractores con conducto para cada dependencia, que permiten cada uno un caudal de 900 m^3/h, de una potencia de 225 W a 230 V y un temporizador que los haga trabajar cinco minutos cada cuarto de hora.

Alumbrado general:
■ Altillo.
Cada dependencia dispondrá de un alumbrado general reducido y de un alumbrado de refuerzo, ambos se encienden a voluntad a través de un interruptor manual. La luminosidad se ha adecuado al trabajo con monitores tanto en intensidad como en color, si debemos trabajar en las mesas de despacho sin el monitor, podemos necesitar un incremento de luminosidad y una tonalidad más cálida próxima a los 555 Å de longitud.
■ Planta.
Cada dependencia dispone de un alumbrado adecuado a la precisión de trabajo a realizar, permitiendo el encendido y apagado del mismo por sectores y de forma manual. Cada dependencia permite dejar unos puntos luz como alumbrado de situación, para las horas que no tenga actividad la industria.

Alumbrado de emergencia
Dispondremos de un alumbrado de señalización con lámparas fluorescentes compactas de 25 W cos φ = 0,5, I = 0,205 A. La alimentación se realiza a través del SAI con una reserva de una hora (según reglamento).

Conectores para red de 230 V
Dispondrán en cada dependencia de una red de conectores a 230 V, de la serie Unica para dos unidades, de las cuales, una de color naranja, estará discriminado el horario de trabajo y son las que corresponden para el uso de los utensilios de la limpieza. Solamente dispondrán de tensión en las horas valle de la contratación.

Conectores para la red de 230 V a través del SAI:
■ En las oficinas del altillo y en el laboratorio de control de calidad, cada punto informático dispondrá de una columna del sistema Canalis con los mandos del alumbrado individualizado, una toma de corriente de la red de conectores a 230 V, un juego de tomas de corriente alimentadas por el SAI, para los equipos informáticos, una toma correspondiente a la red informática, una toma de TV y una toma de teléfono.
■ En la sala de reuniones que dispone de proyección, también dispondrá de toma a través del SAI, para el monitor de TV, para el vídeo y para el proyector de ampliación de la señal del PC.
■ En la sala de inyección, los controles informáticos de proceso de las máquinas de inyección, se alimentarán a través del SAI.
■ En el taller eléctrico donde está situado el cuadro general, todo el sistema de control de la calidad de la energía se alimentará a través del SAI.
■ En el taller mecánico, la fresadora, ponteadora y rectificadora de agujeros, que están equipadas con control numérico, el control se realizará a través del SAI.

Las máquinas:
■ En las oficinas existen nueve ordenadores con sus PC's, monitores, teclados; cinco impresoras y una fotocopiadora.
■ Vestíbulo planta baja: una expendedora de bebidas refrescantes y otra de café.
■ Almacén y zona de carga y descarga:
□ Balanza de pesada con microprocesador conectado a la red informática interna.
□ Un recargador de baterías para la carretilla eléctrica.

Situación de las cargas:

■ Planta.

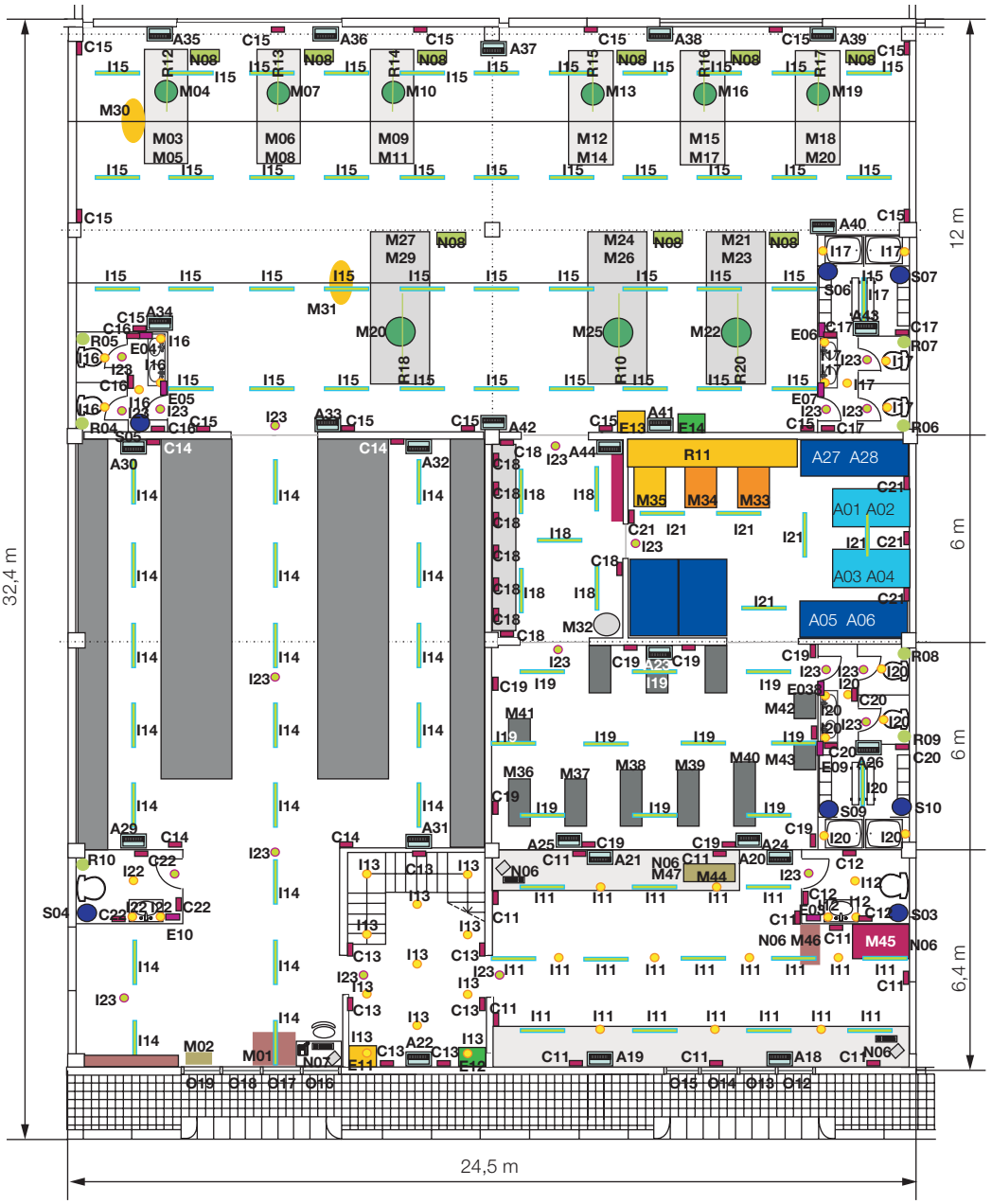


Fig. K5-325: *situación en planta de las cargas de la planta.*

■ Sala de inyección:

□ Seis máquinas de inyección de 7,5 kW de potencia de bomba y 3,2 kW para la calefacción, acompañadas de secadores en la tolva de 1,6 kW.

□ Dos máquinas de inyección de 15 kW de potencia de bomba y 4,4 kW para la calefacción, acompañadas de secadores en la tolva de 1,6 kW.

□ Una máquina de inyección de 18,5 kW de potencia de bomba y 10,3 kW para la calefacción, acompañadas de secadores en la tolva de 2,7 kW.

□ Un polipastro de 1,5 kW.

■ Altillo.

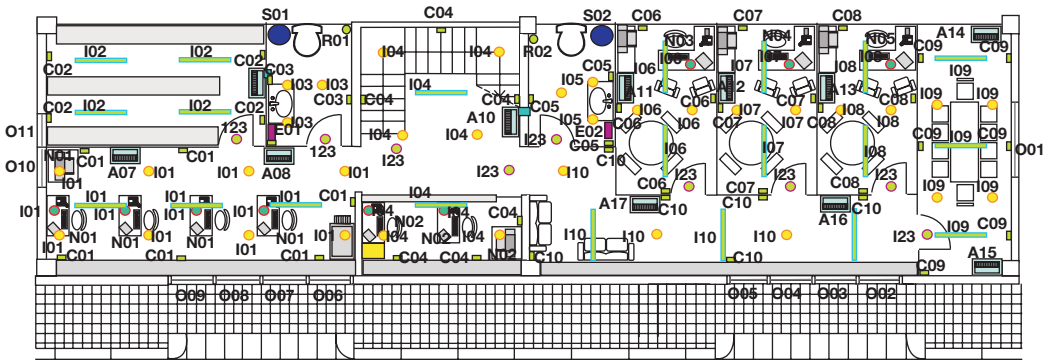


Fig. K5-326: *situación en planta de las cargas del altillo.*

□ Un polipastro de 2 kW.
□ Un expendedor de bebidas refrescantes.
□ Un expendedor de café.

La inyección de termoplásticos necesita acondicionar los moldes a una temperatura determinada, en función de la pieza a obtener y el material de la misma. En consecuencia no realizamos ninguna previsión de cargas sólo una reserva de potencia, 20 kW.

■ Taller eléctrico: una taladradora de 1/2 CV.
■ Sala de compresores y acondicionamiento:
□ Dos compresores de 7,6 kVA, cos φ 0,8.
□ Un condensador del vapor de agua para el aire comprimido de 3,5 kW.
■ Taller mecánico:
□ Dos tornos de 3/4 CV.
□ Dos fresadoras de 1 CV con control numérico.
□ Una rectificadora de 1,5 CV.
□ Una rectificadora de taladros de 3/4 CV.
□ Dos taladradoras de 1/2 CV.
■ Laboratorio de control de calidad:
□ Comprobador del grado ignífugo por hilo incandescente 0,5 kW.
□ Cámara climática de 2 kW.
□ Comprobador de resistencia de materiales de 1/5 CV.
□ Horno de 2 kW.
□ Dos ordenadores con PC, monitor, teclado, conectado a la red informática interna.
■ Servicios.

Servicios (S3, S5, S21):
□ En cada uno disponen de un termo de 80 l, 1,2 kW.
□ En cada uno disponen de un expendedor de toallas.

Servicio (S16):
□ Dispone de dos termos de 80 l, 1,2 kW.
□ Disponen de dos expendedores de toallas.

■ Vestuarios (V17-V20):
□ En cada uno disponen de dos termos de 150 l, 1,8 kW.
□ En cada uno disponen de dos expendedores de toallas.

Confort

La transparencia al exterior con grandes ventanales obliga a una protección, con persianas, de los rayos ultravioletas del sol incidentes sobre las salas.
Las persianas tendrán mandos individualizados en cada dependencia.

La antena de comunicación
La alimentación de la amplificación de la señal de TV no es discriminable.

Hilo musical
Alimentaremos un equipo de cadena HI-FI para la planta.

La central telefónica
Estará situada en la recepción (n.º 4) y alimentada a través del SAI.

Agua sanitaria caliente
Dispondremos de termos de agua caliente para los servicios, de una capacidad de 80 l cada uno y de 10 l en los vestuarios. El circuito es discriminable, para calentar el agua exclusivamente en horas valle.

Las alarmas técnicas
Su consumo es esporádico en circunstancias excepcionales, solamente por la aptitud de su función.

Clasificación de las cargas

N.º		Clase	P (W)	I (A)	Fase		
					L1	L2	L3
A00	Aire acondicionado				281,2	280,7	281
A01	Bomba calor 1	BB2	1 . 74.000	125	125	125	125
A02	B1 circula. H_2O	BB2	1 · 760	2	2	2	2
A03	Bomba calor 2	BB2	1 . 74.000	125	125	125	125
A04	B2 circula. H_2O	BB2	1 · 760	2	2	2	2
A05	Electroválvula 1	BB2	1 · 25	0,2	0,2		
A06	B3 circula. H_2O	BB2	1 · 760	2	2	2	2
A07	Fancoil S1	BB2	1 · 190	1,4	2		
A08	Fancoil S1	BB2	1 · 190	1,4		2	
A09	Fancoil S2	BB2	1 · 190	1,4			2
A10	Fancoil S4	BB2	1 · 190	1,4	2		
A11	Fancoil S6	BB2	1 · 155	1,2		1,5	
A12	Fancoil S7	BB2	1 · 155	1,2			1,5
A13	Fancoil S8	BB2	1 · 155	1,2	1,5		
A14	Fancoil S9	BB2	1 · 155	1,2		1,5	
A15	Fancoil S9	BB2	1 · 155	1,2			1,5
A16	Fancoil S10	BB2	1 · 155	1,2	1,5		
A17	Fancoil S10	BB2	1 · 155	1,2		1,5	
A18	Fancoil S11	BB2	1 · 190	1,4			2
A19	Fancoil S11	BB2	1 · 190	1,4	2		
A20	Fancoil S11	BB2	1 · 190	1,4		2	
A21	Fancoil S11	BB2	1 · 190	1,4			2
A22	Fancoil S13	BB2	1 · 190	1,4	2		
A23	Fancoil S19	BB2	1 · 190	1,4		2	
A24	Fancoil S19	BB2	1 · 190	1,4			2
A25	Fancoil S19	BB2	1 · 190	1,4	2		
A26	Fancoil S20	BB2	1 · 190	1,4		2	
A27	Electroválvula 1	BB2	1 · 25	0,2		0,2	
A28	B3 circula H_2O	BB2	1 · 760	2	2	2	2
A29	Fancoil S14	BB2	1 · 190	1,4			2
A30	Fancoil S14	BB2	1 · 190	1,4	2		

(continúa en pág. siguiente)

(continuación)

N.°		Clase	P (W)	I (A)	Fase		
					L1	L2	L3
A31	Fancoil S14	BB2	1 · 190	1,4		2	
A32	Fancoil S14	BB2	1 · 190	1,4			2
A33	Fancoil S15	BB2	1 · 190	1,4	2		
A34	Fancoil S15	BB2	1 · 190	1,4		2	
A35	Fancoil S15	BB2	1 · 190	1,4			2
A36	Fancoil S15	BB2	1 · 190	1,4	2		
A37	Fancoil S15	BB2	1 · 190	1,4		2	
A38	Fancoil S15	BB2	1 · 190	1,4			2
A39	Fancoil S15	BB2	1 · 190	1,4	2		
A40	Fancoil S15	BB2	1 · 190	1,4		2	
A41	Fancoil S15	BB2	1 · 190	1,4			2
A42	Fancoil S15	BB2	1 · 190	1,4	2		
A43	Fancoil S17	BB2	1 · 190	1,4		2	
A44	Fancoil S18	BB2	1 · 190	1,4			2
A00	Ambientadores				6	6	6
A45	Fancoil S1	BB2	1 · 115	0,5	0,5		
A46	Fancoil S1	BB2	1 · 115	0,5		0,5	
A47	Fancoil S2	BB2	1 · 115	0,5			0,5
A48	Fancoil S4	BB2	1 · 115	0,5	0,5		
A49	Fancoil S6	BB2	1 · 115	0,5		0,5	
A50	Fancoil S7	BB2	1 · 115	0,5			0,5
A51	Fancoil S8	BB2	1 · 115	0,5	0,5		
A52	Fancoil S9	BB2	1 · 115	0,5		0,5	
A53	Fancoil S9	BB2	1 · 115	0,5			0,5
A54	Fancoil S10	BB2	1 · 115	0,5	0,5		
A55	Fancoil S10	BB2	1 · 115	0,5		0,5	
A56	Fancoil S11	BB2	1 · 115	0,5			0,5
A57	Fancoil S11	BB2	1 · 115	0,5	0,5		
A58	Fancoil S11	BB2	1 · 115	0,5		0,5	
A59	Fancoil S11	BB2	1 · 115	0,5			0,5
A60	Fancoil S13	BB2	1 · 115	0,5	0,5		
A61	Fancoil S19	BB2	1 · 115	0,5		0,5	
A62	Fancoil S19	BB2	1 · 115	0,5			0,5
A63	Fancoil S19	BB2	1 · 115	0,5	0,5		
A64	Fancoil S20	BB2	1 · 115	0,5		0,5	
A65	Fancoil S14	BB2	1 · 115	0,5			0,5
A66	Fancoil S14	BB2	1 · 115	0,5	0,5		
A67	Fancoil S14	BB2	1 · 115	0,5		0,5	
A68	Fancoil S14	BB2	1 · 115	0,5			0,5
A69	Fancoil S15	BB2	1 · 115	0,5	0,5		
A70	Fancoil S15	BB2	1 · 115	0,5		0,5	
A71	Fancoil S15	BB2	1 · 115	0,5			0,5
A72	Fancoil S15	BB2	1 · 115	0,5	0,5		
A73	Fancoil S15	BB2	1 · 115	0,5		0,5	
A74	Fancoil S15	BB2	1 · 115	0,5			0,5
A75	Fancoil S15	BB2	1 · 115	0,5	0,5		
A76	Fancoil S15	BB2	1 · 115	0,5		0,5	
A77	Fancoil S15	BB2	1 · 115	0,5			0,5
A78	Fancoil S15	BB2	1 · 115	0,5	0,5		

(continúa en pág. siguiente)

(continuación)

N.º		Clase	P (W)	I (A)	Fase		
					L1	L2	L3
A79	Fancoil S17	BB2	1 · 115	0,5		0,5	
A80	Fancoil S18	BB2	1 · 115	0,5			0,5
R00	Renovación de aire				7	8,6	7
R01	Ex. servicios S3	BB2	1 · 225	1,6	1,6		
R02	Ex. servicios S5	BB2	1 · 225	1,6		1,6	
R03	Ex. servicios S12	BB2	1 · 225	1,6			1,6
R04	Ex. servicios S16	BB2	1 · 225	1,6	1,6		
R05	Ex. servicios S16	BB2	1 · 225	1,6		1,6	
R06	Ex. vestuario S17	BB2	1 · 225	1,6			1,6
R07	Ex. vestuario S17	BB2	1 · 225	1,6	1,6		
R08	Ex. vestuario S20	BB2	1 · 225	1,6		1,6	
R09	Ex. vestuario S20	BB2	1 · 225	1,6			1,6
R10	Ex. servicios S16	BB2	1 · 225	1,6		1,6	
R11	Ex. compre. S21	BB2	1 · 1.100	2,2	2,2	2,2	2,2
R12	Ex. inyección S15	BB2	1 · 225	1,6	1,6		
R13	Ex. inyección S15	BB2	1 · 225	1,6		1,6	
R14	Ex. inyección S15	BB2	1 · 225	1,6		1,6	
R15	Ex. inyección S15	BB2	1 · 225	1,6	1,6		
R16	Ex. inyección S15	BB2	1 · 225	1,6		1,6	
R17	Ex. inyección S15	BB2	1 · 225	1,6			1,6
R18	Ex. inyección S15	BB2	1 · 225	1,6	1,6		
R19	Ex. inyección S15	BB2	1 · 225	1,6		1,6	
R20	Ex. inyección S15	BB2	1 · 225	1,6			1,6
I00	Alumbrado				25,42	24,53	29,43
I01	Despacho S1	BB1	3 · 54	0,45	1,35		
		BB1	8 · 25	0,205	1,64		
		BB1	4 · 100	0,43	1,72		
I02	Archivo S2	BB1	4 · 54	0,45			1,8
I03	Servicio S3	BB2	3 · 25	0,205	0,62		
I04	Rellano Al S4	BB1	2 · 54	0,45		0,9	
		BB1	6 . 25	0,205		1,23	
		BB1	2 . 100	0,43		0,86	
I05	Servicio S5	BB2	3 · 54	0,45	1,35		
I06	Despacho S6	BB1	2 · 54	0,45	0,9		
		BB1	2 . 25	0,205	0,41		
		BB1	1 . 100	0,43	0,43		
I07	Despacho S7	BB1	2 · 54	0,45		0,9	
		BB1	2 . 25	0,205		0,41	
		BB1	1 . 100	0,43		0,43	
I08	Despacho S8	BB1	2 · 54	0,45			0,9
		BB1	2 . 25	0,205			0,41
		BB1	1 . 100	0,43			0,43
I09	S. reuniones S9	BB1	3 · 54	0,45	1,35		
		BB1	4 . 25	0,205	0,82		
I10	Pasillo S10	BB1	3 · 54	0,45		1,35	
		BB1	4 . 25	0,205		0,82	
I11	Laboratorio S11	BB1	12 · 54	0,45	1,25	1,25	1,25
		BB1	9 . 25	0,205	1,25	0,62	
I12	Servicio S12	BB2	3 · 54	0,45	1,35		

(continúa en pág. siguiente)

(continuación)

N.°		Clase	P (W)	I (A)	Fase		
					L1	L2	L3
I13	Rellano P S13	BB1	11 · 25	0,205		2,26	
I14	Almacén S14	BB1	20 · 54	0,45	2,7	3,15	3,15
I15	Inyección S15	BB1	41 · 54	0,45	4,5	5,85	8,1
I16	Servicio S16	BB2	5 · 25	0,205			1,03
I17	Vestuario S17	BB2	1 · 54	0,45	0,45		
			7 · 25	0,205	1,44		
I18	T. eléctrico S18	BB1	5 · 54	0,45		2,25	
I19	T. mecánico S19	BB1	10 · 54	0,45			4,5
I20	Vestuario S20	BB2	1 · 54	0,45	0,45		
			7 · 25	0,205	1,44		
I21	Compresores S21	BB2	5 · 54	0,45		2,25	
I22	Servicio S22	BB2	3 · 54	0,45			1,35
I23	A. emergencia	BB1	30 · 25	0,205			6,51
E00	Electrodomésticos				8,6	7,4	7,4
E01	Dispensador S03	BB2	1 · 300	1,3	1,3		
E02	Dispensador S05	BB2	1 · 300	1,3		1,3	
E03	Dispensador S12	BB2	1 · 300	1,3		1,3	
E04	Dispensador S16	BB2	1 · 300	1,3	1,3		
E04	Dispensador S16	BB2	1 · 300	1,3	1,3		
E05	Dispensador S16	BB2	1 · 300	1,3	1,3		
E06	Dispensador S17	BB2	1 · 300	1,3		1,3	
E07	Dispensador S17	BB2	1 · 300	1,3		1,3	
E08	Dispensador S20	BB2	1 · 300	1,3			1,3
E09	Dispensador S20	BB2	1 · 300	1,3			1,3
E10	Dispensador S22	BB2	1 · 300	1,3	1,3		
E11	Dis. bebidas S13	BB2	1 · 400	1,7	1,7		
E12	Cafetera S13	BB2	1 · 800	3,5			3,5
E13	Dis. bebidas S15	BB2	1 · 400	1,7	1,7		
E14	Cafetera S15	BB2	1 · 800	3,5		3,5	
M00	Máquinas				573,6	575,80	573,2
M01	Balanza S14	BB1	1 · 500	2,18	2,18		
M02	C. baterías S14	BB1	85 VA	0,4	0,4		
M03	Inyectora S15	BB1	1 · 7.500	13,55	13,55	13,55	13,55
M04	T. calefac S15	BB1	1 · 1.600	2,32	2,32	2,32	2,32
M05	Calefacción S15	BB1	1 · 3.200	4,63	4,63	4,63	4,63
M06	Inyectora S15	BB1	1 · 7.500	13,55	13,55	13,55	13,55
M07	T. calefac. S15	BB1	1 · 1.600	2,32	2,32	2,32	2,32
M08	Calefacción S15	BB1	1 · 3.200	4,63	4,63	4,63	4,63
M09	Inyectora S15	BB1	1 · 7.500	13,55	13,55	13,55	13,55
M10	T. calefac. S15	BB1	1 · 1.600	2,32	2,32	2,32	2,32
M11	Calefacción S15	BB1	1 · 3.200	4,63	4,63	4,63	4,63
M12	Inyectora S15	BB1	1 · 7.500	13,55	13,55	13,55	13,55
M13	T. calefac. S15	BB1	1 · 1.600	2,32	2,32	2,32	2,32
M14	Calefacción S15	BB1	1 · 3.200	4,63	4,63	4,63	4,63
M15	Inyectora S15	BB1	1 · 7.500	13,55	13,55	13,55	13,55
M16	T. calefac. S15	BB1	1 · 1.600	2,32	2,32	2,32	2,32
M17	Calefacción S15	BB1	1 · 3.200	4,63	4,63	4,63	4,63
M18	Inyectora S15	BB1	1 · 7.500	13,55	13,55	13,55	13,55
M19	T. calefac. S15	BB1	1 · 1.600	2,32	2,32	2,32	2,32

(continúa en pág. siguiente)

(continuación)

N.º		Clase	P (W)	I (A)	Fase		
					L1	L2	L3
M20	Calefacción S15	BB1	1 · 3.200	4,63	4,63	4,63	4,63
M21	Inyectora S15	BB1	1· 15.500	28,00	28,00	28,00	28,00
M22	T. calefac. S15	BB1	1 · 1.600	2,32	2,32	2,32	2,32
M23	Calefacción S15	BB1	1 · 4.400	6,36	6,36	6,36	6,36
M24	Inyectora S15	BB1	1· 15.500	28,00	28,00	28,00	28,00
M25	T. calefac. S15	BB1	1 · 1.600	2,32	2,32	2,32	2,32
M26	Calefacción S15	BB1	1 · 4.400	6,36	6,36	6,36	6,36
M27	Inyectora S15	BB1	1· 18.500	33,42	33,42	33,042	33,42
M28	T. calefac. S15	BB1	1 · 2.700	3,90	3,90	3,90	3,90
M29	Calefacción S15	BB1	1· 10.300	14,89	14,89	14,89	14,89
M30	Polipastro S15	BB1	1 · 1.500	2,7	2,7	2,7	2,7
M31	Polipastro S15	BB1	1 · 2.000	3,62	3,62	3,62	3,62
M32	Taladradora S18	BB1	1 · 370	0,8	0,8	0,8	0,8
M33	Compresor S21	BB1	1 · 5.500	8,55	8,55	8,55	8,55
M34	Compresor S21	BB1	1 · 5.500	8,55	8,55	8,55	8,55
M35	Condensa S21	BB2	1 · 3.500	6,33	6,33	6,33	6,33
M36	Torno S19	BB1	1 · 550	1,3	1,3	1,3	1,3
M37	Torno S19	BB1	1 · 550	1,3	1,3	1,3	1,3
M38	Fresadora S19	BB1	1 · 750	1,6	1,6	1,6	1,6
M39	Fresadora S19	BB1	1 · 750	1,6	1,6	1,6	1,6
M40	Rectifica. S19	BB1	1 · 1.100	2,2	2,2	2,2	2,2
M41	Taladradora S19	BB1	1 · 370	0,8	0,8	0,8	0,8
M42	Taladradora S19	BB1	1 · 370	0,8	0,8	0,8	0,8
M43	Tala-Fresa S19	BB1	1 · 370	0,8	0,8	0,8	0,8
M44	Hilo incan. S11	BB1	1 · 500	2,18			2,18
M45	C. Climática S11	BB1	1 · 2.000	2,9	2,9	2,9	2,9
M46	R. Materia S11	BB1	1 · 1.100	4,78		4,78	
M47	Horno S11	BB1	1 · 2.000	2,9	2,9	2,9	2,9
C00	Conectores, enchufes				106	109	109
C01	Despacho S1	BB1	14 · 5 A · 0,1	7	7		
			6 · 5 A · 0,05	1,5			1,5
	Fotocopiadoras	BB1	1 · 13 A ·1	13		13	
C02	Almacén S2	BB1	4 · 5 A · 0,1		2	2	
			4 · 5 A · 0,05	1			1
C03	Servicio S3	BB2	3 · 5 A · 0,1	1,5			1,5
			2 · 5 A · 0,05	0,5			0,5
C04	Rellano. A S4	BB1	10 · 5 A · 0,1	5	5		
			6 · 5 A · 0,05	1,5			1,5
C05	Servicio S5	BB2	3 · 5 A · 0,1	1,5		1,5	
			3 · 5 A · 0,05	0,75			0,75
C06	Despacho S6	BB1	6 · 5 A · 0,1	3			3
			4 · 5 A · 0,05	1			1
C07	Despacho S7	BB1	6 · 5 A · 0,1	3			3
			4 · 5 A · 0,05	1			1
C08	Despacho S8	BB1	6 · 5 A ·0,1	3		3	
			4 · 5 A · 0,05	1			1
C09	S. reunión S9	BB1	7 · 5 A · 0,1	3,5			3,5
			7 · 5 A · 0,05	1,75			1,75
C10	Pasillo S10	BB1	6 · 5 A · 0,1	3	3		
			6 · 5 A · 0,05	1,5			1,5

(continúa en pág. siguiente)

(continuación)

N.°		Clase	P (W)	I (A)	Fase		
					L1	L2	L3
C11	Laboratorio S11	BB1	9 · 5 A · 0,1	4,5		4,5	
			9 ·16A · 0,1	14,4	14,4	14,4	14,4
			9 · 5 A · 0,05	2,25		2,25	
C12	Servicio S12	BB1	3 · 5 A · 0,1	1,5			1,5
			3 · 5 A · 0,05	0,75		0,75	
C13	Rellano P S13	BB1	7 · 5 A · 0,1	3,5	3,5		
			7 · 5 A · 0,05	1,75		1,75	
C14	Almacén S14	BB1	4 · 5 A · 0,1	2		2	
			4 ·16A · 0,1	6,4	6,4	6,4	6,4
			4 · 5 A · 0,05	1	0,5	0,5	
C15	S. inyección S15	BB1	15 · 5 A · 0,1	7,5			7,5
			15 ·16A · 0,1	24	24	24	24
			15 · 5 A · 0,05	3,75	1	2,75	
C16	Servicio S16	BB2	3 · 5 A · 0,1	1,5	1,5		
			3 · 5 A · 0,05	0,75		0,75	
C17	Vestuario S17	BB3	3 · 5 A · 0,1	1,5		1,5	
			3 · 5 A · 0,05	0,75		0,75	
C18	T. eléctrico S18	BB1	9 · 5 A · 0,1	4,5			4,5
			9 ·16A · 0,1	14,4	14,4	14,4	14,4
			9 · 5 A · 0,05	2,25			2,25
C19	T. mecánico S19	BB1	9 · 5 A · 0,1	4,5	4,5		
			9 ·16A · 0,1	14,4	14,4	14,4	14,4
			9 · 5 A · 0,05	2,25	2,25		
C20	Vestuario S20	BB3	3 · 5 A · 0,1	1,5		1,5	
			3 · 5 A · 0,05	0,75	0,75		
C21	Compreso. S19	BB1	4 · 5 A · 0,1	4,5			4,5
			4 ·16A · 0,1	6,4	6,4	6,4	6,4
			4 · 5 A · 0,05	2,25			2,25
C22	Servicio S22	BB2	3 · 5 A · 0,1	1,5	1,5		
			3 · 5 A · 0,05	0,75		0,75	
Conectores discriminados					4,5	10,45	16,00
N00	Informática				36,6	35,14	35,44
N01	Despacho S1						
	4 CPU	BB1	1 · 300	1,3	2,6	2,6	
	4 Pantalla	BB1	1 · 220	1	2	2	
	1 Impresora G	BB1	1 · 1.100	6,9			6,9
	1 Escáner	BB1		2		2	
N02	Rellano S4						
	2 CPU	BB1	1 · 300	1,3	2,6		
	2 Pantalla	BB1	1 · 220	1	2		
	1 Impresora G	BB1	1 · 1.100	6,9	6,9		
N03	Despacho S6	BB1					
	1 CPU	BB1	1 · 300	1,3		1,3	
	1 Pantalla	BB1	1 · 220	1		1	
	1 Impresora G	BB1	1 · 1.100	6,9		6,9	
N04	Despacho S7	BB1					
	1 CPU	BB1	1 · 300	1,3			1,3
	1 Pantalla	BB1	1 · 220	1			1
	1 Impresora G	BB1	1 · 1.100	6,9			6,9

(continúa en pág. siguiente)

(continuación)

N.º		Clase	P (W)	I (A)	Fase		
					L1	L2	L3
N05	Despacho S8	BB1					
	1 CPU	BB1	1 · 300	1,3	1,3		
	1 Pantalla	BB1	1 · 220	1	1		
	1 Impresora G	BB1	1 · 1.100	6,9	6,9		
N06	Laboratorio S11	BB1					
	2 CPU	BB1	1 · 300	1,3	1,3	1,3	
	2 Pantalla	BB1	1 · 220	1	1	1	
	1 Impresora G	BB1	1 · 1.100	6,9		6,9	
	3 Intercomunicadores a CPU	BB1	1 · 100	0,57		1,14	0,57
N07	Almacen S14	BB1					
	1 CPU	BB1	1 · 300	1,3			1,3
	1 Pantalla	BB1	1 · 220	1			1
	1 Impresora G	BB1	1 · 1.100	6,9			6,9
	1 Intercomunicadores a CPU	BB1	1 · 100	0,57			0,57
N08	Inyección S15 9 alimentaciones a cuadros de control inyectadoras	BB1 BB1	1 · 700	3	9	9	9
T00	Alarmas técnicas					2,6	
T01	F. sist. dom.	BB1					
T02	C. humos	BB2		0,1		0,1	
T03	Sirena	BB1		0,2		0,2	
T04	Comunicación	BB1		0,2		0,2	
T05	DF agua	BB2		0,1		0,1	
T06	Electroválvula	BB2		0,3		0,3	
T07	Intrusión	BB1		0,1		0,1	
T08	Sirena	BB1		0,3		0,3	
T09	C. entradas	BB1		0,5		0,5	
O00	Confort				2,9	2,4	2,4
O01	S01 persiana	BB1	1 · 80	0,4	0,4		
O02	S01 persiana	BB1	1 · 80	0,4		0,4	
O03	S01 persiana	BB1	1 · 80	0,4			0,4
O04	S01 persiana	BB1	1 · 80	0,4	0,4		
O05	S01 persiana	BB1	1 · 80	0,4		0,4	
O06	S02 persiana	BB1	1 · 80	0,4			0,4
O07	S09 persiana	BB1	1 · 100	0,5	0,5		
O08	S10 persiana	BB1	1 · 80	0,4		0,4	
O09	S10 persiana	BB1	1 · 80	0,4			0,4
O10	S10 persiana	BB1	1 · 80	0,4	0,4		
O11	S10 persiana	BB1	1 · 80	0,4		0,4	
O12	S11 persiana	BB1	1 · 80	0,4			0,4
O13	S11 persiana	BB1	1 · 80	0,4	0,4		
O14	S11 persiana	BB1	1 · 80	0,4		0,4	
O15	S11 persiana	BB1	1 · 80	0,4			0,4
O16	S14 persiana	BB1	1 · 80	0,4	0,4		
O17	S14 persiana	BB1	1 . 80	0,4		0,4	

(continúa en pág. siguiente)

(continuación)

N.º		Clase	P (W)	I (A)	Fase		
					L1	L2	L3
O18	S14 persiana	BB1	1 · 80	0,4			0,4
O19	S14 persiana	BB1	1 . 80	0,4	0,4		
S00	Agua sanitaria caliente				23,6	16,4	21,2
S01	Servicios 80 L	BB2	1 · 1.200	5,2	5,2		
S02	Servicios 80 L	BB2	1 · 1.200	5,2		5,2	
S03	Servicios 80 L	BB2	1 · 1.200	5,2			5,2
S04	Servicios 80 L	BB2	1 · 1.200	5,2	5,2		
S05	Servicios 80 L	BB2	1 · 1.200	5,2		5,2	
S06	Vestuario 150 L	BB2	1 · 1.800	8			8
S07	Vestuario 150 L	BB2	1 · 1.800	8	8		
S09	Vestuario 150 L	BB2	1 · 1.800	8		8	
S10	Vestuario 150 L	BB2	1 · 1.800	8			8
Totales					**1138,62**	**1143,04**	**1166,83**
A00	Aire acondicionado planta 7.ª				274,6	274,4	274,4
	Ambientador				6	6	6
R00	Renovación de aire				7	7	7
CM	Previsión				35	35	35
I00	Alumbrado				25,42	24,53	29,43
E00	Electrodomésticos				8,6	7,4	7,4
M00	Máquinas				573,6	575,80	573,2
C00	Conectores, enchufes				106	109	109
	Conectores discriminados				4,5	10,45	16,00
N00	Informática				69,4	72,06	85,8
T00	Alarmas técnicas					2,6	
O00	Confort				2,9	2,4	2,4
S00	Agua sanitaria caliente				23,6	16,4	21,2

Tabla K5-327: *cargas de la planta y altillo.*

Funcionamiento de los circuitos

Aire acondicionado y renovación de aire

Desde el cuadro general distribuiremos en dos secciones, a la derecha y a la izquierda del mismo, todas las dependencias de la planta y el altillo.

Las bombas de calor calientan o enfrían agua según las instrucciones dadas manualmente al cuadro de mandos propio. La temperatura del agua se puede regular pero es deseable que trabaje entre 50 y 55 ºC, en calefacción diurna.

Esta agua se distribuye a los fancoils, repartidos por las dependencias, a través de una bomba para agua de 1 CV, para cada circuito; a requerimiento de los termostatos que controlan la temperatura de las dependencias de la planta.

Esta distribución permite individualizar el trabajo de la bomba de calor, facilitando que una trabaje calentando y otra enfriando, para disponer durante la jornada de agua caliente o fría segun necesidades.

En el apartado J21, página J/971, del Volumen 3 exponemos la forma de automatizar este proceso y desarrollamos un ejemplo.

Para una mayor optimización de la energía, las dos bombas trabajan durante las horas valle a pleno rendimiento, almacenando frigorías o calorías en los depósitos de agua, durante las horas llano en función de la necesidad de mantenimiento de la temperatura del agua del depósito y en las horas punta, y de forma secuencial, 30 minutos cada una, en función de que la temperatura del agua de los depósitos llegue a un mínimo prefijado. Este control horario lo realizan los programadores

horarios (en colaboración de temporizadores), los termostatos y el control manual, seleccionan la necesidad de trabajo de las bombas de calor en función de la temperatura ambiente y la del agua.

□ Circuito hidráulico del acondicionamiento (generación).

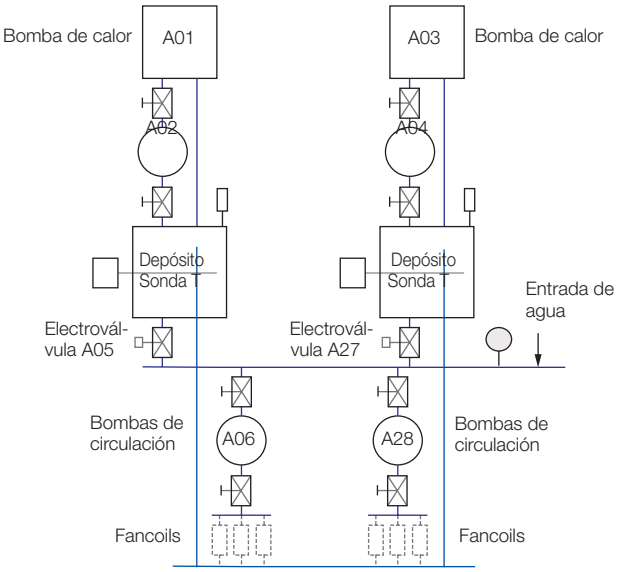


Fig. K5-328: *esquema del circuito hidráulico del acondicionamiento.*

El sistema de renovación de aire lo alimentaremos a través del mismo interruptor general del aire acondicionado.

■ La renovación de aire debe proyectarse en función de las actividades en cada sala. En términos generales las salas tienen suficiente altura y aberturas para un movimiento másico suficiente del aire, pero los servicios, vestuarios, sala de compresores y sala de inyección de termoplásticos, en función de su actividad deberá preverse una renovación de aire:

□ Servicios y vestuarios: en los servicios se prevén unos ventiladores con un caudal de 900 m^3/h, que actúen 5 minutos cada 30 minutos.

□ Sala de inyección: se prevén unos ventiladores, con un caudal de 900 m^3/h, para cada máquina, con campana de humos, que actúe 3 minutos cada 10 minutos.

□ Sala de compresores: no estará aclimatada, la temperatura que desprenden los compresores y las bombas de calor para el enfriamiento del aire y la climatización, no deben ser aclimatadas, pero sí que debe existir una constante renovación de aire para evitar que las máquinas y elementos trabajen a temperaturas elevadas.

En consideración de la zona climática donde está situada la empresa, con una buena renovación de aire es suficiente para mantener una temperatura inferior a 35 ºC de máxima. Por tanto un ventilador con un caudal 6.500 m^3/h, 1,5 CV a 400/230 V, que funciona cuando la temperatura de la sala sea superior a 20 ºC, lograremos el objetivo.

Las cargas correspondientes a estas líneas son generadoras de desfases de la tensión y la intensidad.

También son generadoras de armónicos y subarmónicos, pero en poca proporción la cual no hace aconsejable su tratamiento individualizado, pero el del desfase es oportuno tratarlo de forma individual.

Colocaremos un Power Meter para la lectura de la energía en el punto de suministro, tanto para los parámetros de calidad como para los de cantidad:

■ Los datos de calidad adecuados para este punto son:

□ Tensión, simple y compuesta.

□ Factor de potencia de las tres fases.

□ Corrimiento en las tres fases.
□ Armónicos desde el 1 al 40 y proporción.
■ Datos de cantidad:
□ Consumos por períodos.
□ Intensidades por fases (máxima y media).
□ Control en el tiempo de las intensidades máximas.
Deberemos introducir los datos en un registro para facilitar las posibles correcciones y el oportuno control.

Actuación del circuito de acondicionamiento
Debemos tener una consideración especial en la sala de inyección, a consecuencia que se genera una cantidad de calorías importante en la inyección de los termoplásticos y una cantidad de vapores que debemos extraer. En ella solamente dos termostatos internos deberán mantener la temperatura adecuada de unos 24 ºC, en el resto de dependencias puede funcionar normalmente el proceso que describimos:
■ En invierno mantener una temperatura durante las horas de trabajo de 20 ºC y durante las horas nocturnas del entorno de los 17 ºC. Lo podemos conseguir con el termostato programador THPA2.
Si hacemos trabajar las dos bombas de calor durante las horas valle calentando el agua de los dos depósitos, podremos tener reservas de calorías suficientes y dejar que en horas llano y valle solamente trabaje media hora una bomba y media hora la otra en función del requerimiento de los termostatos. La programación la podemos realizar a través del programador y los termostatos.
■ En la primavera y el otoño cuando no es necesaria una calefacción ni una refrigeración, solamente una renovación de aire, podemos situar los fancoils en posición de ventilación.
Pero no todos los días tendremos las mismas necesidades, puede ser que durante unas horas necesitemos calor, otras ventilación y otras refrigeración. Si hacemos trabajar las dos bombas de calor durante las horas valle una calentando y la otra enfriando el agua de los dos depósitos respectivos, podremos tener reservas de calorías y frigorías suficientes y dejar que en horas llano y valle solamente trabaje media hora una bomba y media hora la otra en función del requerimiento de los termostatos. La programación la podemos realizar a través del programador y los termostatos.
■ En verano no todas las horas del día necesitamos una refrigeración, por tanto mantenemos el mismo sistema del otoño y la primavera durante las primeras horas del día.
En el momento que la temperatura exterior tenga un valor al entorno de 21 ºC deberemos desconectar la renovación de aire y mantener la temperatura interna con la bomba de calor y una renovación parcial de aire, actuación de verano.
Si hacemos trabajar las dos bombas de calor durante las horas valle enfriando el agua de los dos depósitos respectivos, podremos tener reservas de frigorías suficientes y dejar que en horas llano y valle solamente trabaje media hora una bomba y media hora la otra en función del requerimiento de los termostatos. La programación la podemos realizar a través del programador y los termostatos.
Este sistema nos permite ajustar el consumo a la realidad de la necesidad en función de la temperatura climatológica, la aportación de calor de las lámparas y las personas.
Es obvio que en función de la climatología tendremos zonas con muy buenos resultados y otras con resultados medianos, pero siempre mantendrá un eficiente equilibrio en función de la climatología.
Es recomendable utilizar un relé de protección para la bomba de calor, que no permita el arranque cuando el gas está en una cumbre de presión, para evitar las puntas de arranque elevadas, las cuales pueden crear bajadas de tensión.
El relé para el control de las bombas de calor lo encontraremos en el apartado J9. “La aparamenta para la protección de receptores”, página J/487 del Volumen 3.

La alternativa de una acumulación de agua en un depósito da por resultado una mayor uniformidad de trabajo, con menos arranque y períodos más largos de actuación, evitando así la creación del posible efecto flicker.
El esquema que presentamos tiene una parte manual a través de un interruptor de posiciones, pero esta manipulación puede automatizarse totalmente en función de la temperatura exterior, la interior y el grado de humedad.
Uno de los consumos más elevados del local son para el acondicionamiento térmico, en función de la experiencia a lo largo de un año, es posible reajustar los aislamientos y las pérdidas, para reducir al máximo la intervención de las bombas de calor.
Este proceso de trabajo nos permite reducir el consumo en horas punta, puesto que en ellas solamente trabajará una bomba de calor e incrementar el consumo en horas valle puesto que en ellas desarrollaran el máximo trabajo las dos bombas de calor.
No hemos tenido en consideración la posibilidad de la aportación de la energía solar, en el acondicionamiento térmico, porque esperamos poder tratar el tema de la energía solar en un capítulo genérico exclusivo para energías alternativas, con todas sus posibilidades, bajo la reglamentación que la regule en el momento.

Dosificador de ambiente
En cada fancoil dispondremos de un dosificador de ambientador y desinfectante, para mantener un ambiente agradecido a la sensibilidad humana.

Distribución eléctrica del acondicionamiento y renovación de aire

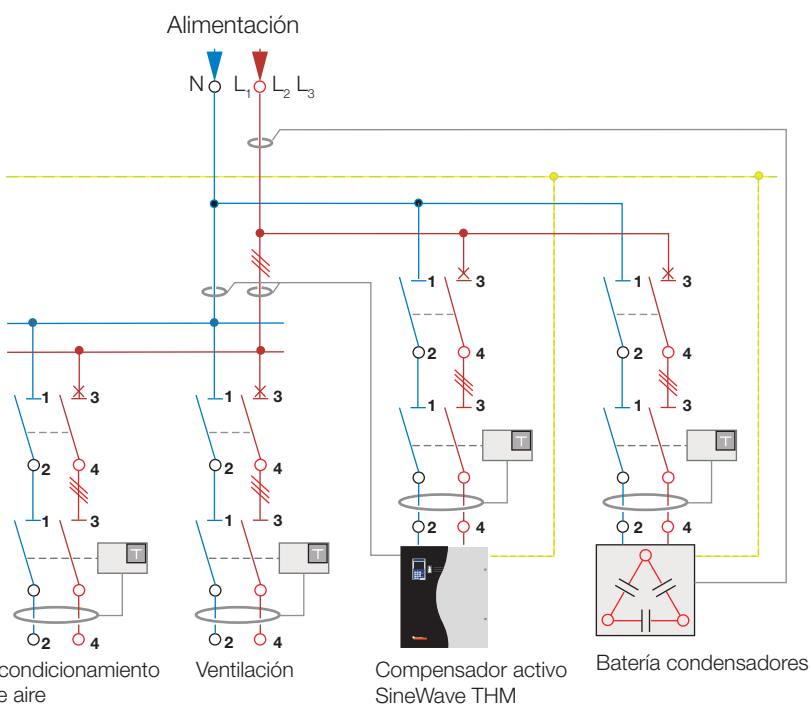


Fig. K5-329: *esquema de distribución general del acondicionamiento y renovación de aire.*

■ Generación de acondicionamiento.
La generación del agua aclimatada y repartida en dos circuitos a los fancoils se realiza según el esquema adjunto:

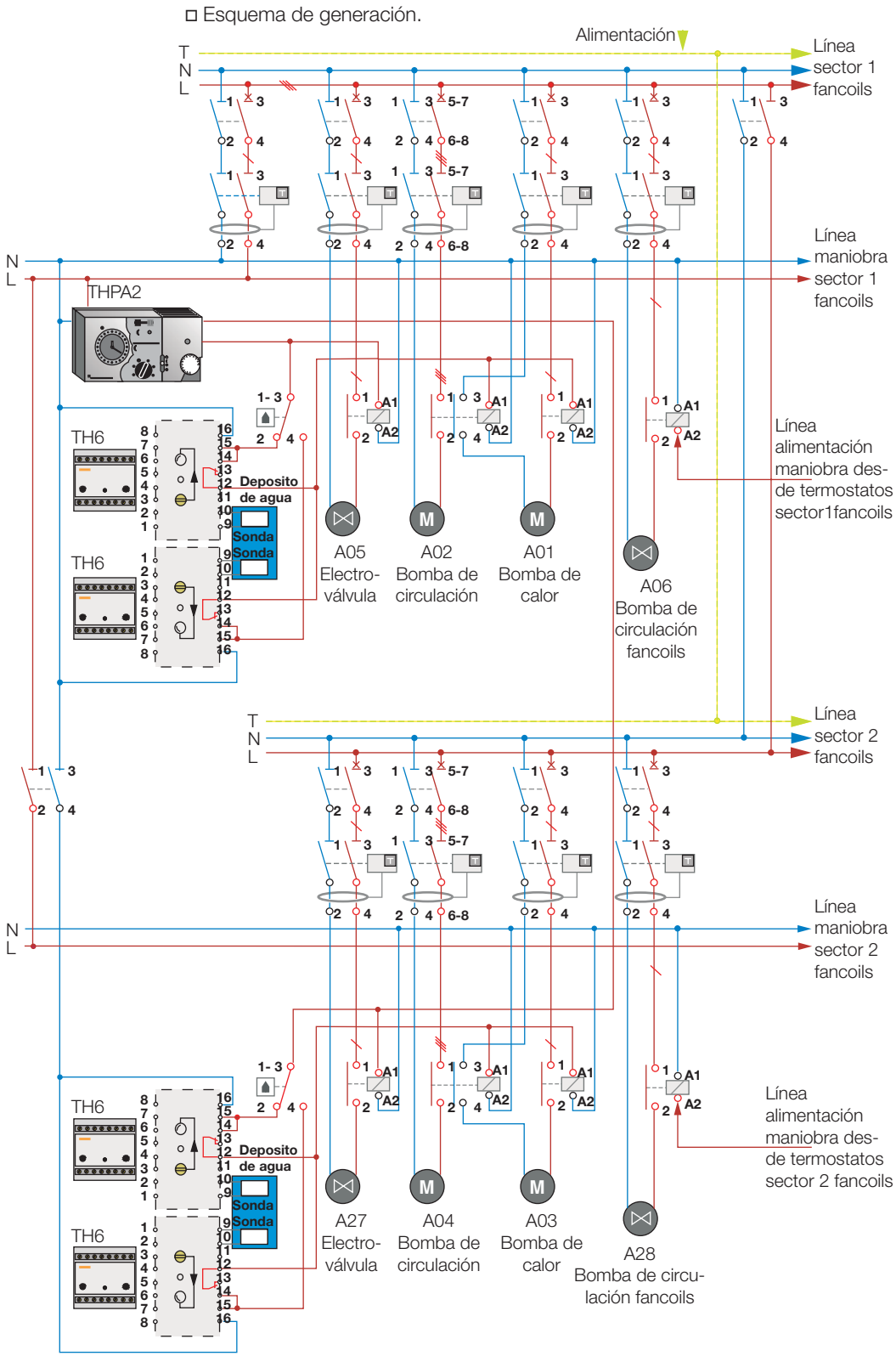


Fig. K5-330: *esquema de generación general del acondicionamiento.*

■ Distribución del acondicionamiento sector 1.º.

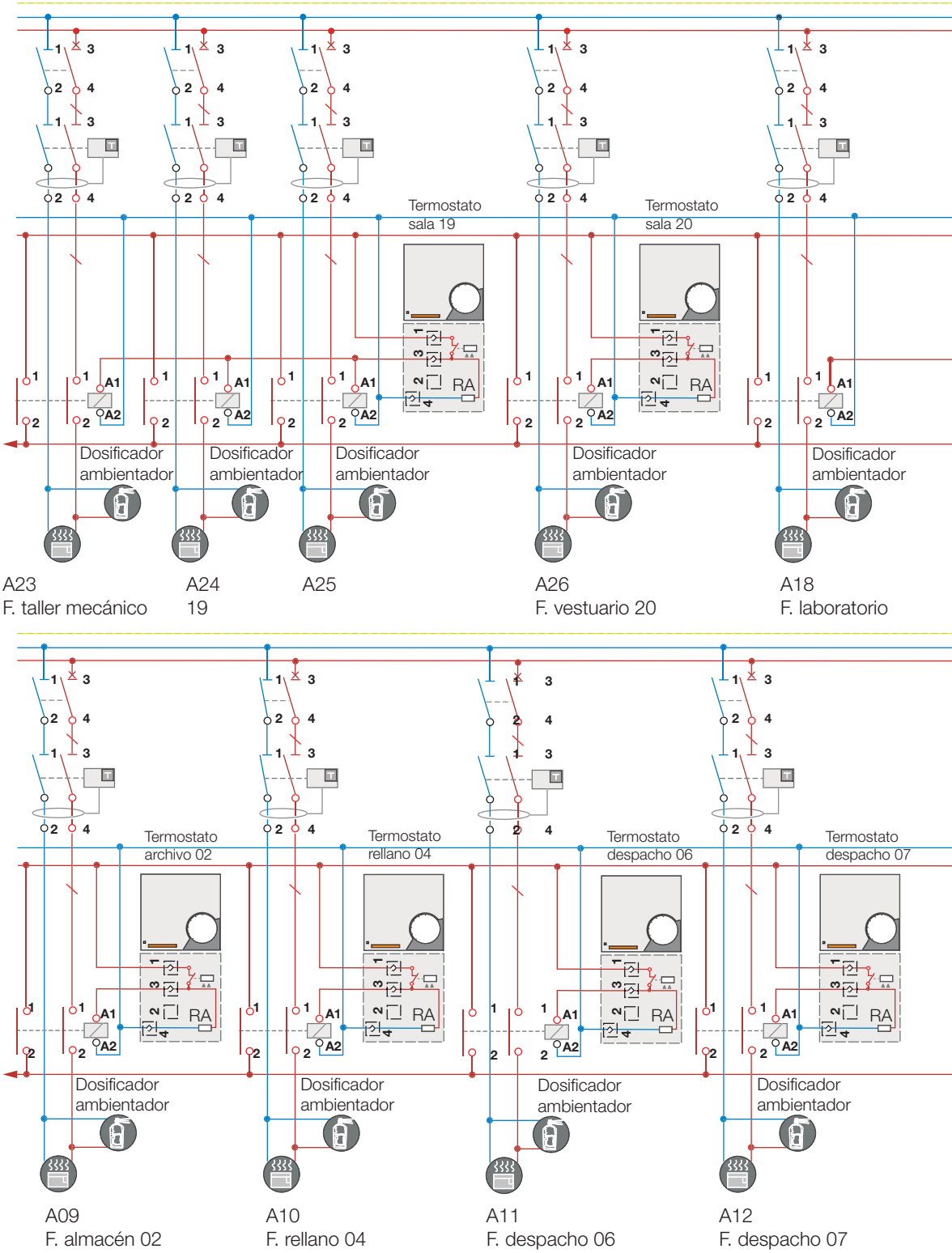
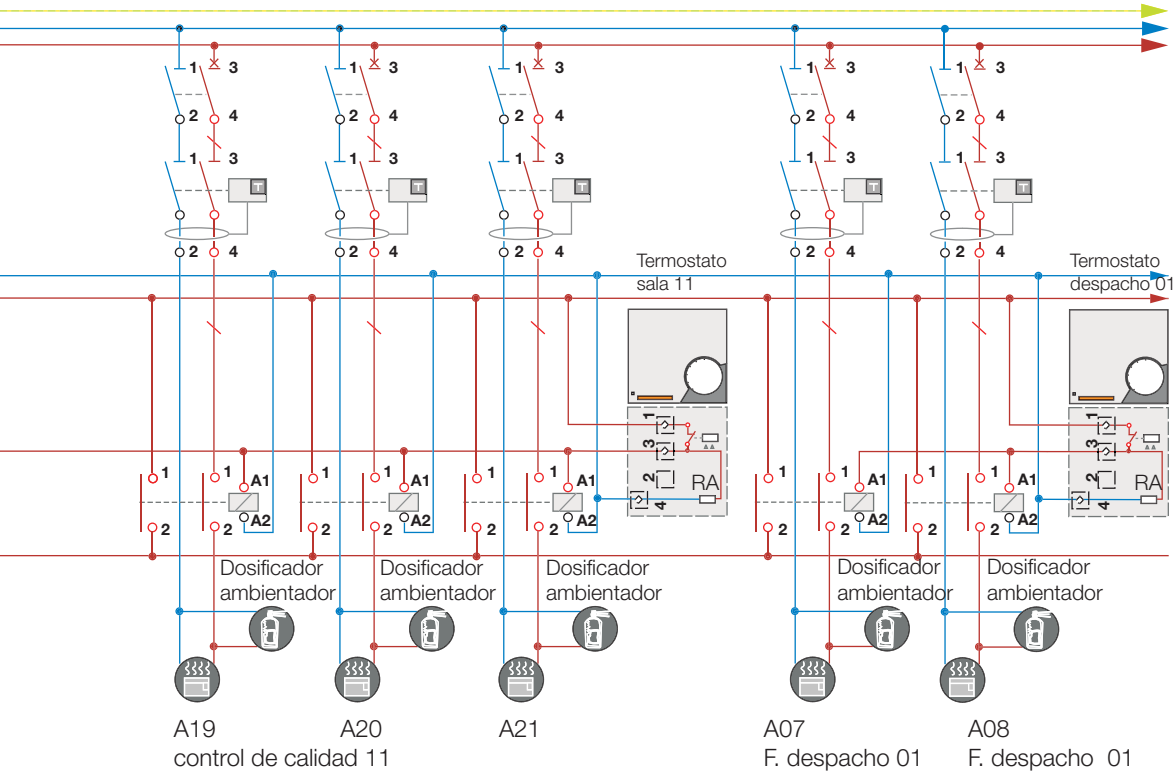


Fig. K5-331: *esquema de distribución del acondicionamiento sector 1.º.*



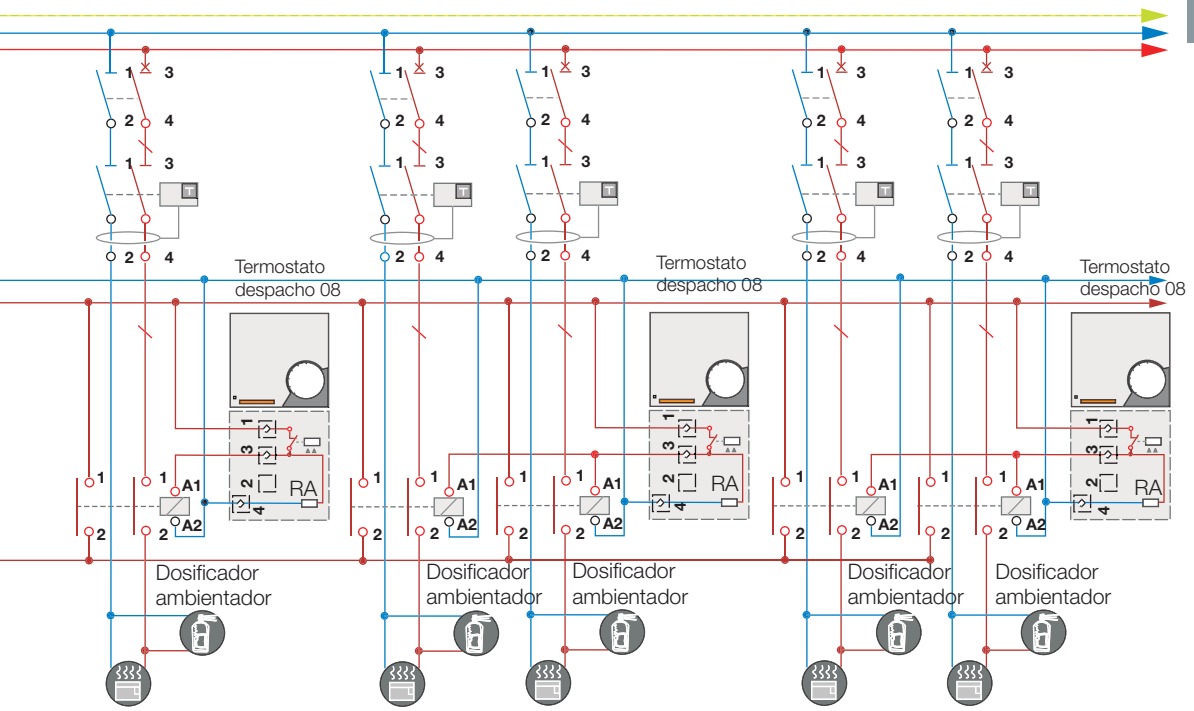
A19
control de calidad 11

A20

A21

A07
F. despacho 01

A08
F. despacho 01



A13
F. despacho 08

A17
F. s. reuniones 09

A15
F. sala reuniones 09

A16
F. corredor 10

A17

K
5

■ Distribución del acondicionamiento sector 2.º.

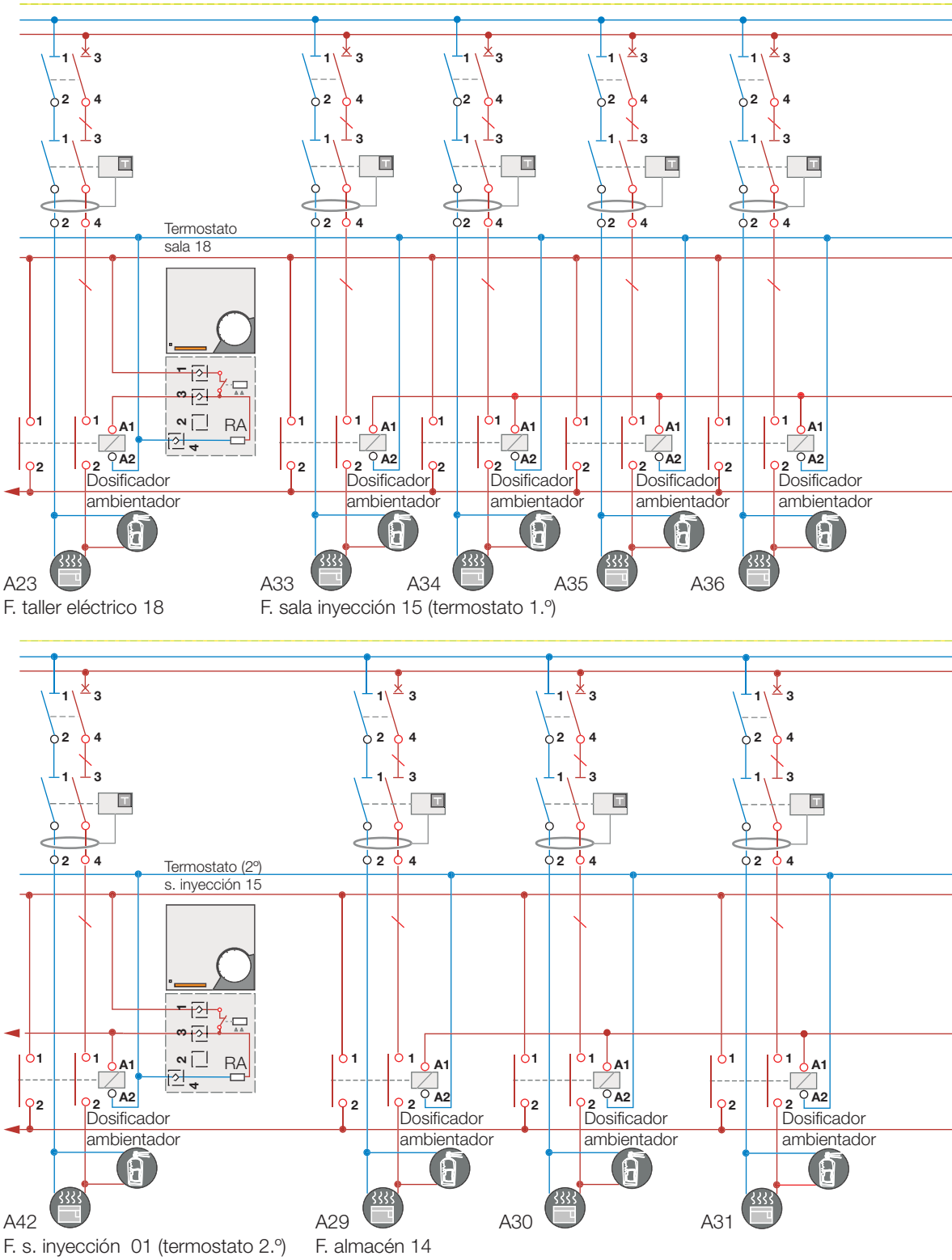
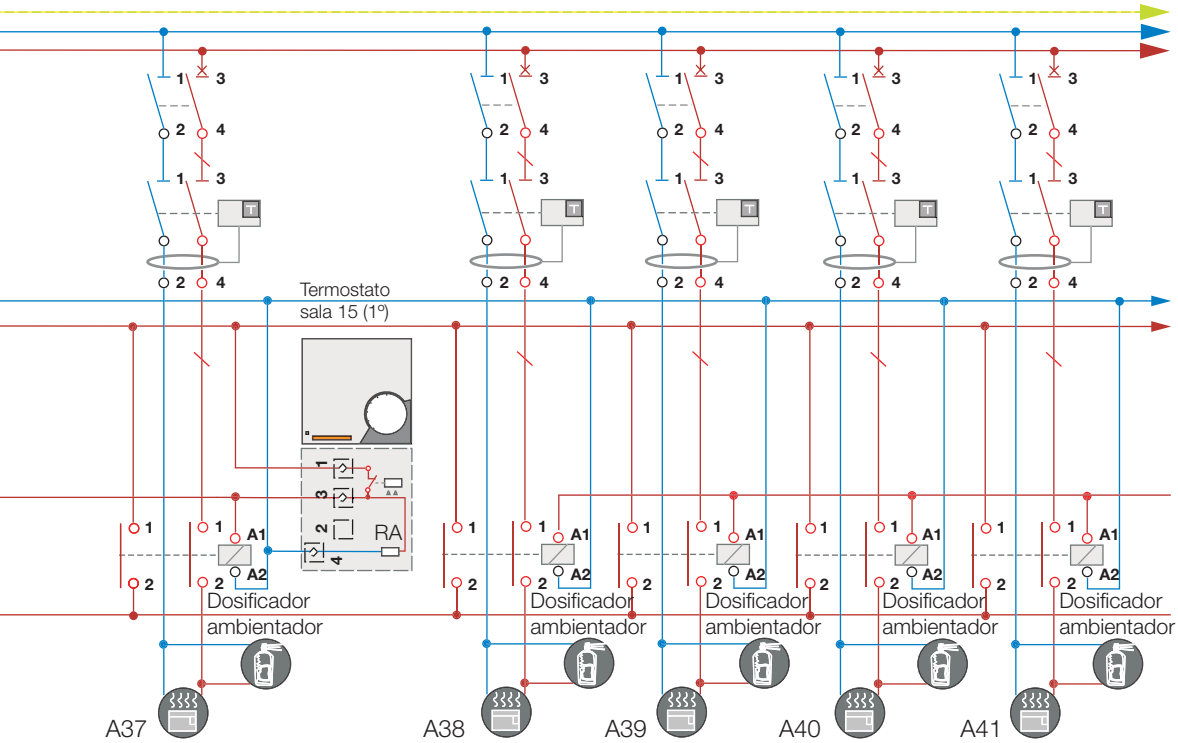
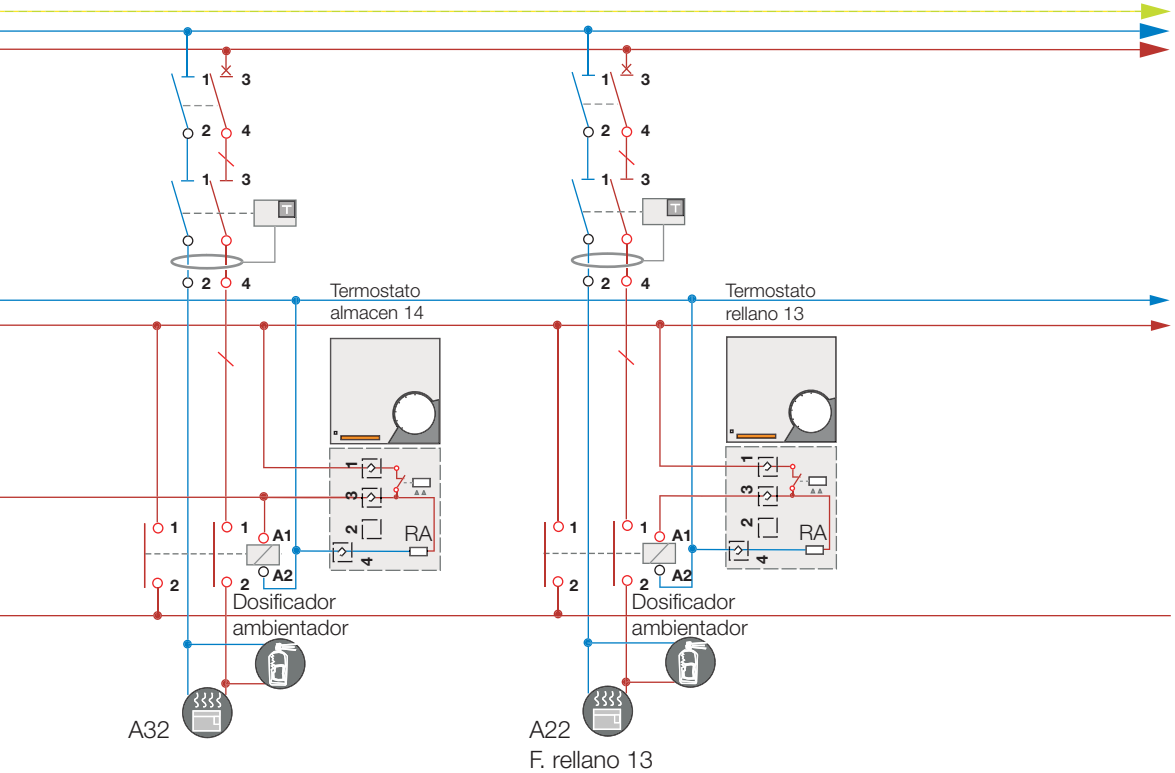


Fig. K5-332: *esquema de distribución del acondicionamiento sector 2.º.*



F. Sala inyección 15 (termostato 2.º)



F. rellano 13

Renovación de aire

■ Distribución de la renovación de aire.

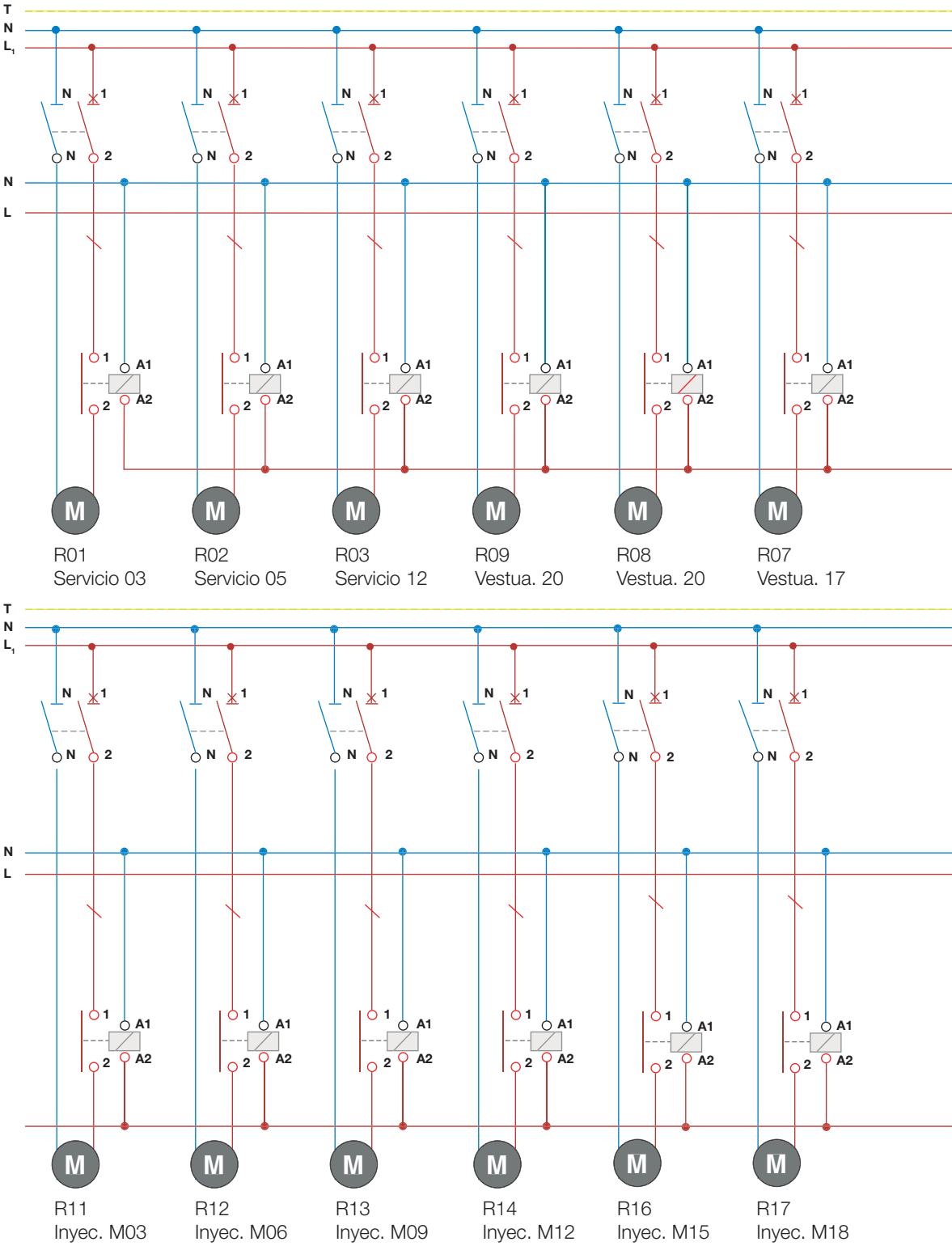
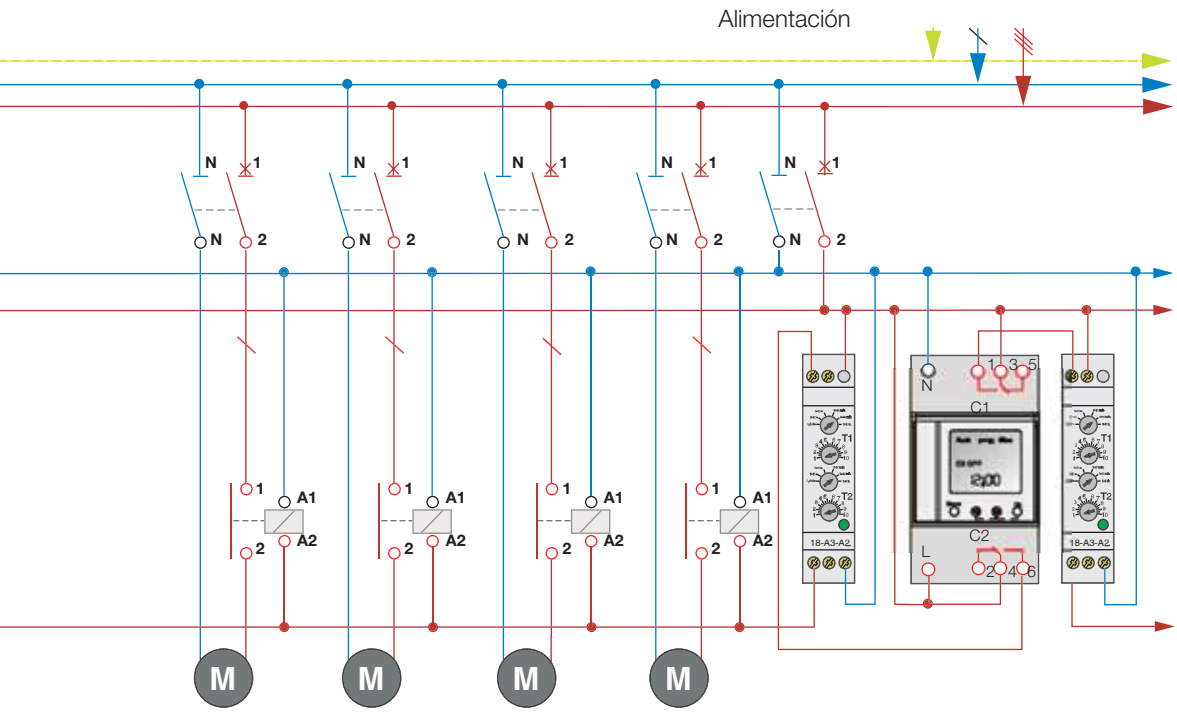


Fig. K5-333: *esquema de distribución de la renovación de aire.*

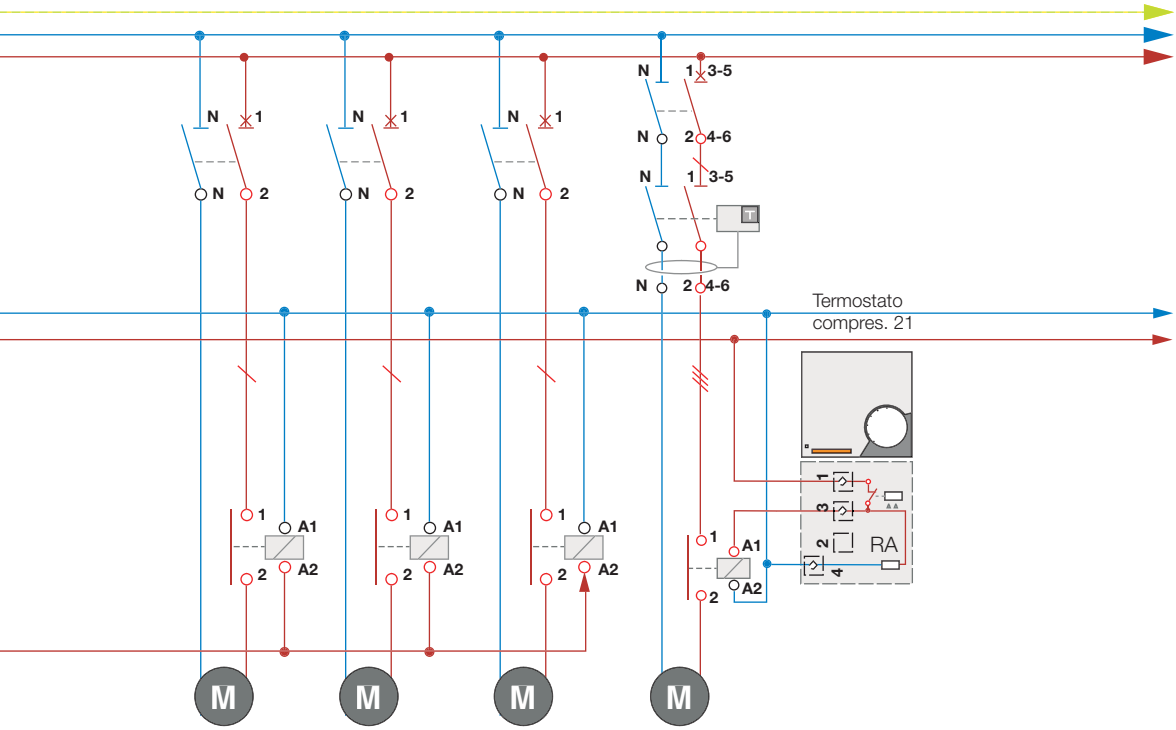


R06
Vestua. 17

R04
Servicio 16

R05
Servicio 16

R10
Servicio 22



R18
Inyec. M27

R19
Inyec. M21

R20
Inyec. M24

R11
S. compresores.

K
5

Consumo discriminado del acondicionamiento

Teniendo en cuenta la previsión de la jornada laboral de las diferentes dependencias:

■ Grupo 1.º: las oficinas, el almacén y la sección de expediciones, trabajan un turno de 8 horas, de 6 h a 14 h, durante 222 días al año.

■ Grupo 2.º: el taller de mantenimiento y el laboratorio de control de calidad trabajan dos turnos de 8 horas, de 6 h a 14 h y de 14 h a 22 h, durante 222 días al año.

■ Grupo 3.º: la sala de máquinas de inyección y los compresores trabajan cuatro turnos durante 360 días al año.

En el capítulo D del Volumen 1 hemos situado la industria en la zona 3 Madrid, Castilla-La Mancha y Extremadura.

Horarios de los recargos y descuentos del Tipo 4

Z	Invierno				Verano				Grupo n.º
	Punta	Llano		Valle	Punta	Llano		Valle	
3	16 - 22	8 - 16	22 - 24	0 - 8	9 - 15	8 - 9	15 - 24	0 - 8	
	6	10		8	6	10		8	
	-	6		2	5	1		2	1
	6	8		2	5	9		2	2
	6	10		8	6	10		8	3

Tabla K5-334: *horas de discriminación en función del horario de trabajo de las secciones.*

Promedios de invierno y verano, de las horas de trabajo por sección, en función de la discriminación.

Grupo 1.º

$$\text{Valle} = \frac{2\text{ h} + 2\text{ h}}{2} = 2\text{ h}; \quad \text{Llano} = \frac{6\text{ h} + 1\text{h}}{2} = 3{,}5\text{ h}; \quad \text{Punta} = \frac{0\text{ h} + 5\text{ h}}{2} = 2{,}5\text{ h}$$

Grupo 2.º

$$\text{Valle} = \frac{2\text{ h} + 2\text{ h}}{2} = 2\text{ h}; \quad \text{Llano} = \frac{8\text{ h} + 9\text{ h}}{2} = 8{,}5\text{ h}; \quad \text{Punta} = \frac{6\text{ h} + 5\text{ h}}{2} = 5{,}5\text{ h}$$

Grupo 3.º

Valle = 8 h; Llano = 10 h; Punta = 6 h

Consumo del acondicionamiento en horas valle, llano y punta:

■ Generación:

□ Generación en horas valle.

N.º		Cos φ	Ku	Fase		
				L1	L2	L3
A01	Bomba calor 1	0,9	0,85	125	125	125
A02	B1. circula. H_2O	0,75	0,85	2	2	2
A03	Bomba calor 2	0,9	0,85	125	125	125
A04	B2. circula. H_2O	0,75	0,85	2	2	2
A05	Electroválvula 1	0,5	0,85	0,2		
A06	B3. circulación	0,75	0,85	2	2	2
A27	Electroválvula 1	0,5	0,85		0,2	
A28	B3. circulación	0,75	0,85	2	2	2
Total		**0,894**	**0,8**	**258,2**	**258,2**	**258**

Tabla K5-335: *totales de intensidades consumidas por la generación en horas valle.*

$$\cos \varphi_{medio} = \frac{[2 \cdot (0{,}9 \cdot 125)] + [4 \cdot (0{,}75 \cdot 2)] + (0{,}5 \cdot 0{,}2)}{258{,}2} = 0{,}894$$

□ Generación en horas llano.

N.º		Cos φ	Ku	Fase		
				L1	L2	L3
A01	Bomba calor 1	0,9	0,75	125	125	125
A02	B1. circula. H_2O	0,75	0,75	2	2	2
A03	Bomba calor 2	0,9	0,75	125	125	125
A04	B2. circula. H_2O	0,75	0,75	2	2	2
A05	Electroválvula 1	0,5	0,75	0,2		
A06	B3. circulación	0,75	0,75	2	2	2
A27	Electroválvula 1	0,5	0,75		0,2	
A28	B3. circulación	0,75	0,75	2	2	2
Total		**0,894**	**0,75**	**258,2**	**258,2**	**258**

Tabla K5-336: *totales de intensidades consumidas por la generación en horas llano.*

□ Generación en horas punta.
Solamente actúa el 50%, media hora un grupo y media hora el otro grupo.

N.º		Cos φ	Ku	Fase		
				L1	L2	L3
A01	Bomba calor 1	0,9	0,90	125	125	125
A02	B1. circula. H_2O	0,75	0,90	2	2	2
A03	Bomba calor 2	0,9	0,90	125	125	125
A04	B2. circula. H_2O	0,75	0,90	2	2	2
A05	Electroválvula 1	0,5	0,90	0,2		
A06	B3. circulación	0,75	0,90	2	2	2
A27	Electroválvula 1	0,5	0,90		0,2	
A28	B3. circulación	0,75	0,90	2	2	2
Total		**0,894**	**0,90**	**258,2**	**258,2**	**258**

Tabla K5-337: *totales de intensidades consumidas por la generación en horas punta.*

■ Grupo 1.º: en horas valle, llano y punta.

N.º		Cos φ	Ku	Fase		
				L1	L2	L3
A07	Fancoil S1	0,75	0,6	2		
A08	Fancoil S1	0,75	0,6		2	
A09	Fancoil S2	0,75	0,6			2
A10	Fancoil S4	0,75	0,6	2		
A11	Fancoil S6	0,73	0,6		1,5	
A12	Fancoil S7	0,73	0,6			1,5
A13	Fancoil S8	0,73	0,6	1,5		
A14	Fancoil S9	0,73	0,6		1,5	
A15	Fancoil S9	0,73	0,6			1,5
A16	Fancoil S10	0,73	0,6	1,5		
A17	Fancoil S10	0,73	0,6		1,5	
A29	Fancoil S14	0,75	0,6			2
A30	Fancoil S14	0,75	0,6	2		

(continúa en pág. siguiente)

(continuación)

N.º		Cos φ	Ku	Fase		
				L1	L2	L3
A31	Fancoil S14	0,75	0,6		2	
A32	Fancoil S14	0,75	0,6			2
A45	Fancoil S1	0,6	0,6	0,5		
A46	Fancoil S1	0,6	0,6		0,5	
A47	Fancoil S2	0,6	0,6			0,5
A48	Fancoil S4	0,6	0,6	0,5		
A49	Fancoil S6	0,6	0,6		0,5	
A50	Fancoil S7	0,6	0,6			0,5
A51	Fancoil S8	0,6	0,6	0,5		
A52	Fancoil S9	0,6	0,6		0,5	
A53	Fancoil S9	0,6	0,6			0,5
A54	Fancoil S10	0,6	0,6	0,5		
A55	Fancoil S10	0,6	0,6		0,5	
A65	Fancoil S14	0,6	0,6			0,5
A66	Fancoil S14	0,6	0,6	0,5		
A67	Fancoil S14	0,6	0,6		0,5	
A68	Fancoil S14	0,6	0,6			0,5
Totales		**0,686**	**0,6**	**11,5**	**11,5**	**11,5**

$$\cos \varphi_{\text{medio}} = \frac{[3 \cdot (0{,}75 \cdot 2)] + [2 \cdot (0{,}73 \cdot 1{,}5)] + [4 \cdot (0{,}6 \cdot 0{,}5)]}{11{,}5} = 0{,}686$$

Tabla K5-338: *totales de intensidades consumidas por el grupo 1.º en horas valle.*

■ Grupo 2.º: en horas valle, llano y punta.

N.º		Cos φ	Ku	Fase		
				L1	L2	L3
A18	Fancoil S11	0,75	0,6			2
A19	Fancoil S1	0,75	0,6	2		
A20	Fancoil S11	0,75	0,6		2	
A21	Fancoil S11	0,75	0,6			2
A22	Fancoil S13	0,75	0,6	2		
A23	Fancoil S19	0,75	0,6		2	
A24	Fancoil S19	0,75	0,6			2
A25	Fancoil S19	0,75	0,6	2		
A26	Fancoil S20	0,75	0,6		2	
A44	Fancoil S18	0,75	0,6			2
A56	Fancoil S11	0,6	0,6			0,5
A57	Fancoil S11	0,6	0,6	0,5		
A58	Fancoil S11	0,6	0,6		0,5	
A59	Fancoil S11	0,6	0,6			0,5
A60	Fancoil S13	0,6	0,6	0,5		
A61	Fancoil S19	0,6	0,6		0,5	
A62	Fancoil S19	0,6	0,6			0,5
A63	Fancoil S19	0,6	0,6	0,5		
A64	Fancoil S20	0,6	0,6		0,5	
A80	Fancoil S18	0,6	0,6			0,5
Totales		**0,72**	**0,6**	**7,5**	**7,5**	**10**

$$\cos \varphi_{\text{medio}} = \frac{[4 \cdot (0{,}75 \cdot 2)] + [4 \cdot (0{,}6 \cdot 0{,}5)]}{10} = 0{,}72$$

Tabla K5-339: *totales de intensidades consumidas por el grupo 2.º en horas valle.*

■ Grupo 3.º: en horas valle, llano y punta.

N.º		Cos φ	Ku	Fase		
				L1	L2	L3
A33	Fancoil S15	0,75	0,7	2		
A34	Fancoil S15	0,75	0,7		2	
A35	Fancoil S15	0,75	0,7			2
A36	Fancoil S15	0,75	0,7	2		
A37	Fancoil S15	0,75	0,7		2	
A38	Fancoil S15	0,75	0,7			2
A39	Fancoil S15	0,75	0,7	2		
A40	Fancoil S15	0,75	0,7		2	
A41	Fancoil S15	0,75	0,7			2
A42	Fancoil S15	0,75	0,7	2		
A43	Fancoil S17	0,75	0,7		2	
A69	Fancoil S15	0,6	0,7	0,5		
A70	Fancoil S15	0,6	0,7		0,5	
A71	Fancoil S15	0,6	0,7			0,5
A72	Fancoil S15	0,6	0,7	0,5		
A73	Fancoil S15	0,6	0,7		0,5	
A74	Fancoil S15	0,6	0,7			0,5
A75	Fancoil S15	0,6	0,7	0,5		
A76	Fancoil S15	0,6	0,7		0,5	
A77	Fancoil S15	0,6	0,7			0,5
A78	Fancoil S15	0,6	0,7	0,5		
A79	Fancoil S17	0,6	0,7		0,5	
Totales		**0,72**	**0,7**	**10**	**10**	**7,5**

$$\cos\varphi_{\text{medio}} = \frac{[4 \cdot (0{,}75 \cdot 2)] + [4 \cdot (0{,}6 \cdot 0{,}5)]}{10} = 0{,}72$$

Tabla K5-340: totales de intensidades consumidas por el grupo 3.º en horas valle.

Potencias consumidas en horas valle, llano y punta:

■ Generación:

□ Generación horas valle:

$$P_G = \sqrt{3} \cdot U \cdot \frac{I_1 + I_2 + I_3}{3} \cdot Ku =$$

$$= \sqrt{3} \cdot 400\ V \cdot \frac{258{,}2\ A + 258{,}2\ A + 258\ A}{3} \cdot 0{,}85 = 151{,}84\ kVA$$

□ Generación horas llano:

$$P_G = \sqrt{3} \cdot U \cdot \frac{I_1 + I_2 + I_3}{3} \cdot Ku =$$

$$= \sqrt{3} \cdot 400\ V \cdot \frac{258{,}2\ A + 258{,}2\ A + 258\ A}{3} \cdot 0{,}75 = 133{,}98\ kVA$$

□ Generación horas punta:

$$P_G = \sqrt{3} \cdot U \cdot \frac{I_1 + I_2 + I_3}{3} \cdot Ku =$$

$$= \sqrt{3} \cdot 400\ V \cdot \frac{258{,}2/2\ A + 258{,}2/2\ A + 258/2\ A}{3} \cdot 0{,}9 = 80{,}39\ kVA$$

■ Grupo 1.º horas valle, llano y punta:

$$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot \frac{I_1 + I_2 + I_3}{3} \cdot Ku =$$

$$= \sqrt{3} \cdot 400\ V \cdot \frac{11{,}5\ A + 11{,}5\ A + 11{,}5\ A}{3} \cdot 0{,}6 = 4{,}78\ kVA$$

■ Grupo 2.º horas valle, llano y punta:

$$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot \frac{I_1 + I_2 + I_3}{3} \cdot Ku =$$

$$= \sqrt{3} \cdot 400\ V \cdot \frac{7{,}5\ A + 7{,}5\ A + 10\ A}{3} \cdot 0{,}6 = 3{,}46\ kVA$$

■ Grupo 3.º horas valle, llano y punta:

$$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot \frac{I_1 + I_2 + I_3}{3} \cdot Ku =$$

$$= \sqrt{3} \cdot 400\ V \cdot \frac{10\ A + 10\ A + 7{,}5\ A}{3} \cdot 0{,}7 = 4{,}44\ kVA$$

■ Potencia total consumida en horas valle:

$$S_T = S_G + S_{G1} + S_{G2} + S_{G3} = 151{,}84 + 4{,}78 + 3{,}46 + 4{,}44 = 164{,}52\ kVA$$

■ Factor de potencia medio en horas valle:

$$\cos \varphi_{medio} = \frac{(S_G \cdot \cos \varphi) + (S_{G1} \cdot \cos \varphi) + (S_{G2} \cdot \cos \varphi) + (S_{G3} \cdot \cos \varphi)}{S_T} =$$

$$= \frac{(151{,}84 \cdot 0{,}894) + (4{,}78 \cdot 0{,}686) + (3{,}46 \cdot 0{,}72) + (4{,}44 \cdot 0{,}72)}{164{,}52} = 0{,}879$$

■ Potencia total consumida en horas llano:

$$S_T = S_G + S_{G1} + S_{G2} + S_{G3} = 133{,}98 + 4{,}78 + 3{,}46 + 4{,}44 = 146{,}66\ kVA$$

■ Factor de potencia medio en horas llano:

$$\cos \varphi_{medio} = \frac{(S_G \cdot \cos \varphi) + (S_{G1} \cdot \cos \varphi) + (S_{G2} \cdot \cos \varphi) + (S_{G3} \cdot \cos \varphi)}{S_T} =$$

$$= \frac{(133{,}98 \cdot 0{,}894) + (4{,}78 \cdot 0{,}686) + (3{,}46 \cdot 0{,}72) + (4{,}44 \cdot 0{,}72)}{144{,}66} = 0{,}889$$

■ Potencia total consumida en horas punta:

$$S_T = S_G + S_{G1} + S_{G2} + S_{G3} = 80{,}39 + 4{,}78 + 3{,}46 + 4{,}44 = 93{,}07\ kVA$$

■ Factor de potencia medio en horas punta:

$$\cos \varphi_{medio} = \frac{(S_G \cdot \cos \varphi) + (S_{G1} \cdot \cos \varphi) + (S_{G2} \cdot \cos \varphi) + (S_{G3} \cdot \cos \varphi)}{S_T} =$$

$$= \frac{(80{,}39 \cdot 0{,}894) + (4{,}78 \cdot 0{,}686) + (3{,}46 \cdot 0{,}72) + (4{,}44 \cdot 0{,}72)}{93{,}07} = 0{,}868$$

Potencia reactiva necesaria

Si deseamos compensar hasta un cos φ de 0,98, tendremos:

■ Para horas valle.

Con un cos φ medio de 0,879 para pasar a un cos φ de 0,98 debemos multiplicar por 0,337 según la Tabla E5-003 de la página E/49 del Volumen 1:

$$Q_c(kVA) = P(kW) \cdot K = 164{,}52\ kVA \cdot 0{,}879 \cdot 0{,}337 = 48{,}74\ kVAr$$

■ Para horas llano.
Con un cos φ medio de 0,889 para pasar a un cos φ de 0,98 debemos multiplicar por 0,310 según la Tabla E5-003 de la página E/49 del Volumen 1:

$$Q_c(kVA) = P(kW) \cdot K = 146{,}66\,kVA \cdot 0{,}889 \cdot 0{,}31 = 40{,}42\,kVAr$$

■ Para horas punta.
Con un cos φ medio de 0,868 para pasar a un cos φ de 0,98 debemos multiplicar por 0,384 según la Tabla E5-003 de la página E/49 del Volumen 1:

$$Q_c(kVA) = P(kW) \cdot K = 93{,}07\,kVA \cdot 0{,}868 \cdot 0{,}384 = 31{,}02\,kVAr$$

Debemos dimensionar la batería para el período de mayor carga, consumos en horas valle, y dotarla de un juego de escalones que nos permita trabajar cómodamente durante las horas llanas y punta.
Una Rectibloc vertical de clase H de 50 kVAr sería una solución adecuada.

Consumo de la ventilación en horas valle, llano y punta
La ventilación se activa en función de las necesidades de las salas en que está aplicada.
■ Potencias y factor de utilización Ku, de las cargas instaladas.

N.º		Cos φ	Ku	Fase		
				L1	L2	L3
R01	Ex. servicios S3	0,7	0,17	1,6		
R02	Ex. servicios S5	0,7	0,17		1,6	
R03	Ex. servicios S12	0,7	0,17			1,6
R04	Ex. servicios S16	0,7	0,17	1,6		
R05	Ex. servicios S16	0,7	0,17		1,6	
R06	Ex. vestuario S17	0,7	0,17			1,6
R07	Ex. vestuario S17	0,7	0,17	1,6		
R08	Ex. vestuario S20	0,7	0,17		1,6	
R09	Ex. vestuario S20	0,7	0,17			1,6
R10	Ex. servicios S22	0,7	0,17			1,6
R11	Ex. compre. S21	0,75	0,7	2,2	2,2	2,2
R12	Ex. inyección S15	0,7	0,3	1,6		
R13	Ex. inyección S15	0,7	0,3		1,6	
R14	Ex. inyección S15	0,7	0,3			1,6
R15	Ex. inyección S15	0,7	0,3	1,6		
R16	Ex. inyección S15	0,7	0,3		1,6	
R17	Ex. inyección S15	0,7	0,3			1,6
R18	Ex. inyección S15	0,7	0,3	1,6		
R19	Ex. inyección S15	0,7	0,3		1,6	
R20	Ex. inyección S15	0,7	0,3			1,6
Totales				**11,8**	**11,8**	**13,4**

Tabla K5-341: *potencias de las cargas de ventilación y coeficientes de utilización.*

□ Grupo 1.º.

N.º		Cos φ	Ku	Fase		
				L1	L2	L3
R01	Ex. servicios S3	0,7	0,17	1,6		
R02	Ex. servicios S5	0,7	0,17		1,6	
R10	Ex. servicios S22	0,7	0,17			1,6
Totales		**0,7**	**0,17**	**1,6**	**1,6**	**1,6**

Tabla K5-342: *totales de intensidades consumidas por la ventilación, grupo 1.º.*

□ Grupo 2.º.

N.º		Cos φ	Ku	Fase		
				L1	L2	L3
R03	Ex. servicios S12	0,7	0,17			1,6
R08	Ex. vestuario S20	0,7	0,17		1,6	
R09	Ex. vestuario S20	0,7	0,17			1,6
Totales		**0,7**	**0,17**		**1,6**	**3,2**

Tabla K5-343: *totales de intensidades consumidas por la ventilación, grupo 2.º.*

□ Grupo 3.º.

N.º		Cos φ	Ku	Fase		
				L1	L2	L3
R04	Ex. servicios S16	0,7	0,17	1,6		
R05	Ex. servicios S16	0,7	0,17		1,6	
R06	Ex. vestuario S17	0,7	0,17			1,6
R07	Ex. vestuario S17	0,7	0,17	1,6		
R11	Ex. compre. S21	0,75	0,7	2,2	2,2	2,2
R12	Ex. inyección S15	0,7	0,3	1,6		
R13	Ex. inyección S15	0,7	0,3		1,6	
R14	Ex. inyección S15	0,7	0,3			1,6
R15	Ex. inyección S15	0,7	0,3	1,6		
R16	Ex. inyección S15	0,7	0,3		1,6	
R17	Ex. inyección S15	0,7	0,3			1,6
R18	Ex. inyección S15	0,7	0,3	1,6		
R19	Ex. inyección S15	0,7	0,3		1,6	
R20	Ex. inyección S15	0,7	0,3			1,6
Totales				**10,2**	**8,6**	**8,6**

Tabla K5-344: *totales de intensidades consumidas por la ventilación, grupo 3.º.*

Cargas del grupo 3.º en función del cos φ y el factor de utilización.

N.º		Cos φ	Fase		
			L1 · Ku	L2 · Ku	L3 · Ku
R04	Ex. servicios S16	0,7	0,272		
R05	Ex. servicios S16	0,7		0,272	
R06	Ex. vestuario S17	0,7			0,272
R07	Ex. vestuario S17	0,7	0,272		
R11	Ex. compre. S21	0,75	1,54	1,54	1,54
R12	Ex. inyección S15	0,7	0,48		
R13	Ex. inyección S15	0,7		0,48	
R14	Ex. inyección S15	0,7			0,48
R15	Ex. inyección S15	0,7	0,48		
R16	Ex. inyección S15	0,7		0,48	
R17	Ex. inyección S15	0,7			0,48
R18	Ex. inyección S15	0,7	0,48		
R19	Ex. inyección S15	0,7		0,48	
R20	Ex. inyección S15	0,7			0,48
Totales			**3,53**	**3,26**	**3,26**
Totales cos φ		**0,7**	**1,99**	**1,72**	**1,72**
Totales cos φ		**0,75**	**1,54**	**1,54**	**1,54**

$$\text{Cos}\,\varphi_{\text{medio}} = \frac{\left[\left(\frac{(1{,}99 + 1{,}72 + 1{,}72)\,A}{3} \cdot 0{,}7\right) + (1{,}54\,A \cdot 0{,}75)\right]}{\left(\frac{(1{,}99 + 1{,}72 + 1{,}72)\,A}{3} + 1{,}54\,A\right)} = 0.723$$

Tabla K5-345: *totales de intensidades consumidas por el grupo 3.º.*

Potencias consumidas en horas valle, llano y punta:

■ Grupo 1.º horas valle, llano y punta:

$$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot Ku = \sqrt{3} \cdot 400V \cdot 1,6A \cdot 0,17 = 0,19\ kVA$$

■ Grupo 2.º horas valle, llano y punta:

$$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot \frac{I_1 + I_2 + I_3}{3} \cdot Ku =$$

$$= \sqrt{3} \cdot 400\ V \cdot \frac{0\ A + 1,6\ A + 3,2\ A}{3} \cdot 0,17 = 0,19\ kVA$$

■ Grupo 3.º horas valle, llano y punta:

$$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot \frac{I_1 \cdot Ku + I_2 \cdot Ku + I_3 \cdot Ku}{3} =$$

$$= \sqrt{3} \cdot 400\ V \cdot \frac{3,53\ A + 3,26\ A + 3,26\ A}{3} = 2,32\ kVA$$

■ Potencia aparente total consumida en horas valle, llano y punta:

$$S_T = S_{G1} + S_{G2} + S_{G3} = 0,19 + 0,19 + 2,32 = 2,7\ kVA$$

■ Factor de potencia medio en horas valle,llano o punta:

$$\cos \varphi_{medio} = \frac{(S_{G1} \cdot \cos \varphi) + (S_{G2} \cdot \cos \varphi) + (S_{G3} \cdot \cos \varphi)}{S_T} =$$

$$= \frac{(1,9 \cdot 0,7) + (0,19 \cdot 0,7) + (1,26 \cdot 0,7) + (1,07 \cdot 0,75)}{2,7} = 0,765$$

■ Potencia ventilación:

$$P_T = (S_{G1} \cdot \cos \varphi) + (S_{G2} \cdot \cos \varphi) + (S_{G3} \cdot \cos \varphi) =$$

$$= (0,19 \cdot 0,7) + (0,19 \cdot 0,7) + [(1,26 \cdot 0,7) + (1,07 \cdot 0,75)] = 1,95\ kW$$

Potencia reactiva necesaria en ventilación

Si deseamos compensar hasta un cos φ de 0,98, tendremos:
Con un cos φ medio de 0,765 para pasar a un cos φ de 0,98 debemos multiplicar por 0,636 según la Tabla E5-003 de la página E/49 del Volumen 1:

$$Q_c(kVA) = P(kW) \cdot K = 1,95 \cdot 0,636 = 1,25\ kVAr$$

$$Q_{cT}(kVA) = Q_{cA}(kVA) + Q_{cV}(kVA) = 48,74\ kVAr + 1,25\ kVAr = 49,99\ kVAr$$

Potencia total necesaria en acondicionamiento y ventilación:

■ En acondicionamiento.

Debemos dimensionar la batería para el período de mayor carga, consumos en horas valle, y dotarla de un juego de escalones que nos permita trabajar cómodamente durante las horas llanas y punta:

$$Q_c(kVA) = P(kW) \cdot K = 164,52\ kVA \cdot 0,879 \cdot 0,337 = 48,74\ kVAr$$

■ En ventilación.

$$Q_c(kVA) = P(kW) \cdot K = 1,95 \cdot 0,636 = 1,25\ kVAr$$

■ Total acondicionamiento ventilación:

$Q_{cT}(kVA) = Q_{cA}(kVA) + Q_{cV}(kVA) = 48{,}74\ kVAr + 1{,}25\ kVAr = 49{,}99\ kVAr$

Una Rectibloc vertical de clase H de 50 kVAr sería una solución adecuada.

Funcionamiento de los circuitos de alumbrado y esquemas

Alumbrado

Desde el cuadro general distribuiremos en dos secciones, a la derecha y a la izquierda del mismo, todas las dependencias de la planta y altillo.
Utilizaremos cuatro tipo de puntos luz:
□ Tubos fluorescentes de 58 W, con cebador, potencia absorbida 69 W, intensidad de consumo 0,67 A.
□ Lámparas fluorescentes compactas de 25 W, con balasto inductivo incorporado, potencia de las lámparas 25 W, intensidad del conjunto 0,205 A.
□ Lámparas incandescentes, de 100 W, intensidad de consumo 0,43 A.
Las cargas correspondientes a estas líneas son generadoras de desfases de la tensión y la intensidad: los tubos fluorescentes cos $\varphi = 0{,}6$ y las lámparas fluorescentes compactas con balasto inductivo cos $\varphi = 0{,}5$ y las lámparas incandescente con cos $\varphi = 1$. También son generadoras de armónicos y subarmónicos, en un 37% en los tubos fluorescentes lámparas fluorescentes compactas con balasto y despreciable en las lámparas de incandescencia, por lo cual hace aconsejable su tratamiento individualizado, tanto los armónicos como el desfase.
Colocaremos un Power Meter para la lectura de la energía en el punto de suministro, tanto para los parámetros de calidad como para los de cantidad.
■ Los datos de calidad adecuados para este punto son:
□ Tensión, simple y compuesta.
□ Factor de potencia de las tres fases.
□ Corrimiento en las tres fases.
□ Armónicos desde el 1 al 40 y proporción.
■ Datos de cantidad:
□ Consumos por períodos.
□ Intensidades por fases (máxima y media).
□ Control en el tiempo de las intensidades máximas.
Deberemos introducir los datos en un registro para facilitar las posibles correcciones y el oportuno control.

Actuación del circuito de alumbrado:

■ En las dependencias (1, 6, 7, 8 y 9) existen tres alumbrados:
□ Alumbrado general con tubos fluorescentes.
□ Alumbrado general con lámparas fluorescentes compactas.
□ Alumbrado de sobremesa con lámparas incandescentes.
Se encenderá y apagará desde un interruptor.
■ En las dependencias (9, 10 y 11), en los servicios (3, 5, 12, 16 y 22) y vestuarios (17 y 20) existen dos alumbrados:
□ Alumbrado general con tubos fluorescentes.
□ Alumbrado general con lámparas fluorescentes compactas.
■ En las dependencias (2, 14, 15, 18, 19 y 21) disponen de un alumbrado con tubos fluorescentes comandados a través de interruptores.
■ En la dependencia (13) disponen de alumbrado con lámparas fluorescentes compactas.
■ Todas las dependencias dispondrán de una lámpara de emergencia, tipo fluorescente compacta.
Desde el cuadro de mandos general distribuiremos a cada dependencia con una línea trifásica o monofásica:
□ Línea 1.ª, alimentación trifásica, sala 15 para la inyección. Comandada por cinco interruptores.

□ Línea 2.ª, alimentación monofásica, sala 18 taller eléctrico. Comandada por dos interruptores.
□ Línea 3.ª, alimentación monofásica, sala 21 compresores. Comandada por dos interruptores.
□ Línea 4.ª, alimentación monofásica, sala 19 taller mecánico. Comandada por dos interruptores.
□ Línea 5.ª, alimentación trifásica, sala 14 almacén. Comandada por cuatro interruptores.
□ Línea 6.ª, alimentación trifásica, sala 11 laboratorio control de calidad. Comandada por seis interruptores.
□ Línea 7.ª, alimentación monofásica, sala 13 rellano planta y escalera, sala 4 rellano altillo y escalera. Comandada por seis interruptores y dos conmutadores.
□ Línea 8.ª, alimentación monofásica, sala 01 despacho. Comandada por siete interruptores.
□ Línea 9.ª, alimentación monofásica, sala 02 archivo. Comandada por un interruptor.
□ Línea 10.ª, alimentación monofásica, servicios sala 03 y 05. Comandada por cuatro interruptores.
□ Línea 11.ª, alimentación trifásica, salas 06, 07 y 08 despachos. Comandados por nueve interruptores.
□ Línea 12.ª, alimentación monofásica, sala de reuniones 09. Comandada por dos interruptores.
□ Línea 13.ª, alimentación monofásica, pasillo 10. Comandada por dos interruptores.
□ Línea 14.ª, alimentación monofásica, servicios 16 y 22. Comandada por seis interruptores.
□ Línea 15.ª, alimentación monofásica, vestuario 17. Comandada por seis interruptores.
□ Línea 16.ª, alimentación monofásica, vestuario 20 y servicio 12. Comandada por nueve interruptores.
■ Esquemas de distribución del alumbrado desde el cuadro general.
En todas las dependencias existe la posibilidad de dejar un punto luz encendido para facilitar el control de las salas en los momentos que no disponen de actividad laboral. Los interruptores correspondientes a estos puntos luz serán de color rojo.
El alumbrado de emergencia se alimentará desde el SAI general.

Consumo del alumbrado en horas valle, llano y punta

El alumbrado se enciende cuando la luz natural no es suficiente, tanto en horas valle, llano o punta.
Podemos considerar un valor medio de no encendido durante un año, en función de la zona y la construcción del edificio, de las 11 h a las 16 h. Pero en el caso que nos ocupa debido a la construcción del edificio se necesita el alumbrado siempre.
Clasificaremos los consumos en función de los turnos que ocupa cada sala:
■ Grupo 1.º: un turno de 8 h.

N.º		Cos φ	Ks	Fase		
				L1	L2	L3
01	Despacho S1	0,6	1	1,35		
		0,5	1	1,64		
		0,98	1	1,72		
I02	Archivo S2	0,6	1			1,8
I03	Servicio S3	0,5	1	0,62		
I04	Rellano AI-S4	0,6	1		0,9	
		0,5	1		1,23	
		0,98	1		0,86	

(continúa en pág. siguiente)

(continuación)

N.º		Cos φ	Ks	Fase		
				L1	L2	L3
I05	Servicio S5	0,5	1	0,62		
I06	Despacho S6	0,6	1	0,9		
		0,5	1	0,41		
		0,98	1	0,43		
I07	Despacho S7	0,6	1		0,9	
		0,5	1		0,41	
		0,98	1		0,43	
I08	Despacho S8	0,6	1			0,9
		0,5	1			0,41
		0,98	1			0,43
I09	S. reuniones S9	0,6	1	1,35		
		0,5	1	0,82		
I10	Pasillo S10	0,6	1		1,35	
		0,5	1		0,82	
I14	Almacén. S14	0,6	1	2,7	3,15	3,15
Total In, con cos φ 0,6				**6,3**	**6,3**	**5,85**
Total In, con cos φ 0,5				**4,11**	**2,46**	**0,41**
Total In, con cos φ 0,98				**2,15**	**1,29**	**0,43**

Tabla K5-346: *intensidades alumbrado a un turno.*

■ Grupo 2.º: dos turnos de 8 h.

N.º		Cos φ	Ks	Fase		
				L1	L2	L3
I11	Laboratorio S11	0,6	1	1,25	1,25	1,25
		0,5	1	1,25	0,62	
I12	Servicio S12	0,5	1	0,62		
I13	Rellano P S13	0,5	1		2,26	
I18	T. eléctrico S18	0,6	1		2,25	
I19	T. mecánico S19	0,6	1			4,5
I20	Vestuario S20	0,6	1	0,45		
		0,5	1	1,44		
I22	Servicio S22	0,5	1			1,35
Total In, con cos φ 0,6				**1,7**	**3,5**	**5,71**
Total In, con cos φ 0,5				**3,31**	**2,88**	**1,35**

Tabla K5-347: *intensidades alumbrado a dos turnos.*

■ Grupo 3.º: cuatro turnos (24 h día).

N.º		Cos φ	Ks	Fase		
				L1	L2	L3
15	Inyección S15	0,6	1	4,5	5,85	8,1
I16	Servicio S16	0,5	1			1,03
I17	Vestuario S17	0,6	1	0,45		
		0,5	1	1,44		
I21	Compresores S21	0,6	1		2,25	
Total In, con cos φ 0,6				**4,95**	**8,1**	**8,1**
Total In, con cos φ 0,5						**1,03**

Tabla K5-348: *intensidades alumbrado, cuatro turnos.*

■ Totales intensidades cos φ = 0,6.

N.º	Fase		
	L1	L2	L3
Grupo 1	6,3	6,3	5,85
Grupo 2	1,7	3,5	5,71
Grupo 3	4,95	8,1	8,1
Totales	**12,95**	**17,9**	**19,66**

Tabla K5-349: *intensidades alumbrado con cos φ = 0,6.*

■ Totales intensidades cos φ = 0,5.

N.º	Fase		
	L1	L2	L3
Grupo 1	4,11	2,46	0,41
Grupo 2	3,31	2,88	1,35
Grupo 3			1,03
Totales	**7,42**	**5,34**	**2,79**

Tabla K5-350: *intensidades alumbrado con cos φ = 0,5.*

■ Totales intensidades cos φ = 0,98.

N.º	Fase		
	L1	L2	L3
Grupo 1	2,15	1,29	0,43
Grupo 2			
Grupo 3			
Totales	**2,15**	**1,29**	**0,43**

Tabla:K5-351: intensidades alumbrado con cos φ = 0,98.

Potencias:

■ Potencia con cos φ = 0,6:

$$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot \frac{I_1 + I_2 + I_3}{3} \cdot Ks =$$

$$= \sqrt{3} \cdot 400\ V \cdot \frac{12{,}95\ A + 17{,}9\ A + 19{,}66\ A}{3} \cdot 1 = 11{,}65\ kVA$$

■ Potencia con cos φ = 0,6:

$$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot \frac{I_1 + I_2 + I_3}{3} \cdot Ks =$$

$$= \sqrt{3} \cdot 400\ V \cdot \frac{7{,}42\ A + 5{,}43\ A + 2{,}79\ A}{3} \cdot 1 = 3{,}61\ kVA$$

■ Potencia con cos φ = 0,98:

$$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot \frac{I_1 + I_2 + I_3}{3} \cdot Ks =$$

$$= \sqrt{3} \cdot 400\ V \cdot \frac{2{,}15\ A + 1{,}29\ A + 0{,}43\ A}{3} \cdot 1 = 0{,}9\ kVA$$

■ Total potencia aparente alumbrado:

$$S_T = S_1 + S_2 + S_3 = 11{,}65 + 3{,}61 + 0{,}9 = 16{,}16\ kVA$$

■ Total potencia alumbrado:

$$P = (S_1 \cdot \cos\varphi) + (S_2 \cdot \cos\varphi) + (S_3 \cdot \cos\varphi) =$$

$$= (11{,}65 \cdot 0{,}6) + (3{,}61 \cdot 0{,}5) + (0{,}9 \cdot 0{,}98) = 9{,}68\ kW$$

Factor de potencia medio:

$$\cos\varphi_{medio} = \frac{P\ (kW)}{S\ (kVA)} = \frac{9{,}68\ kW}{16{,}16\ VA} = 0{,}599$$

Esquemas de distribución del alumbrado desde el cuadro general

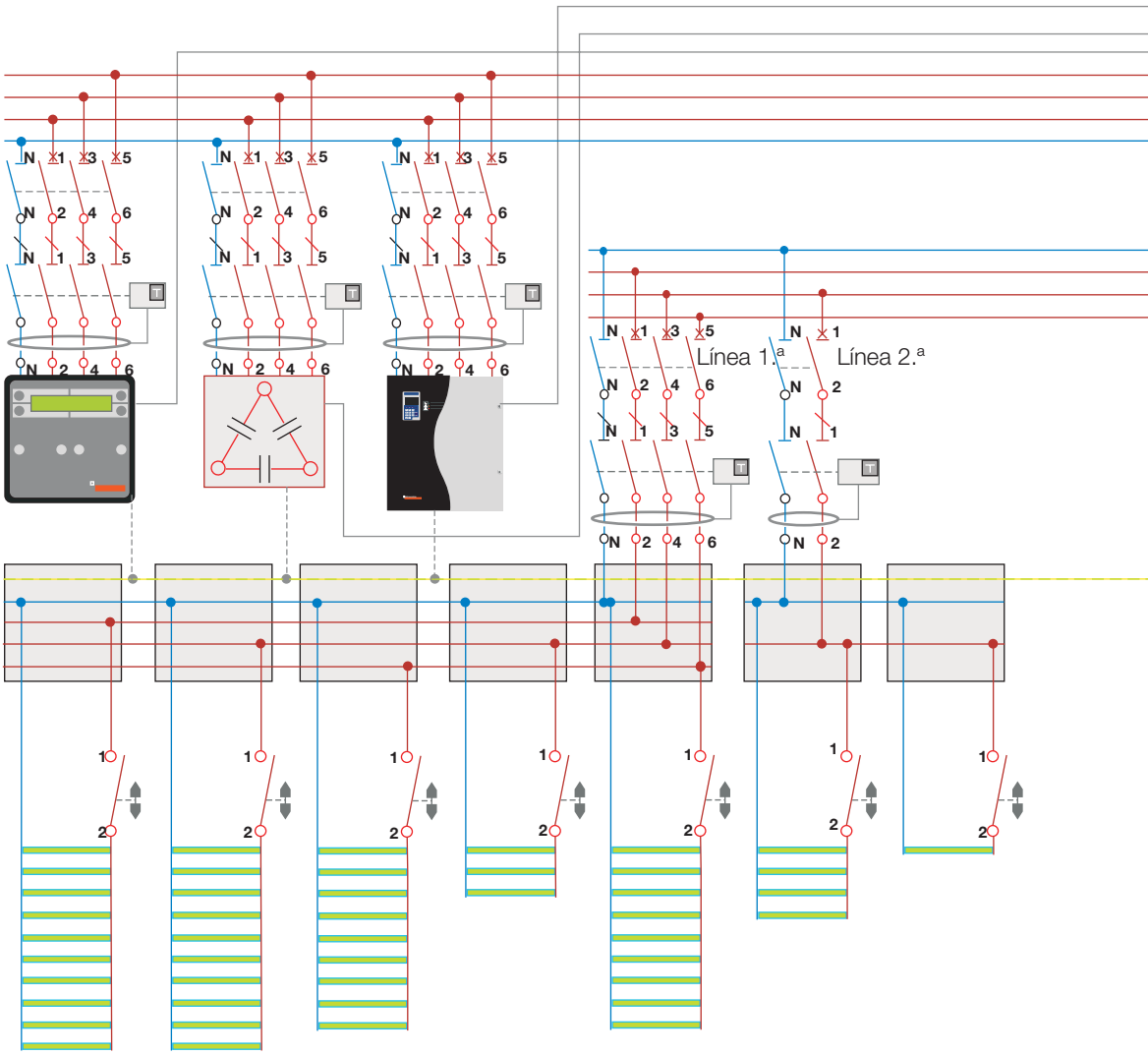
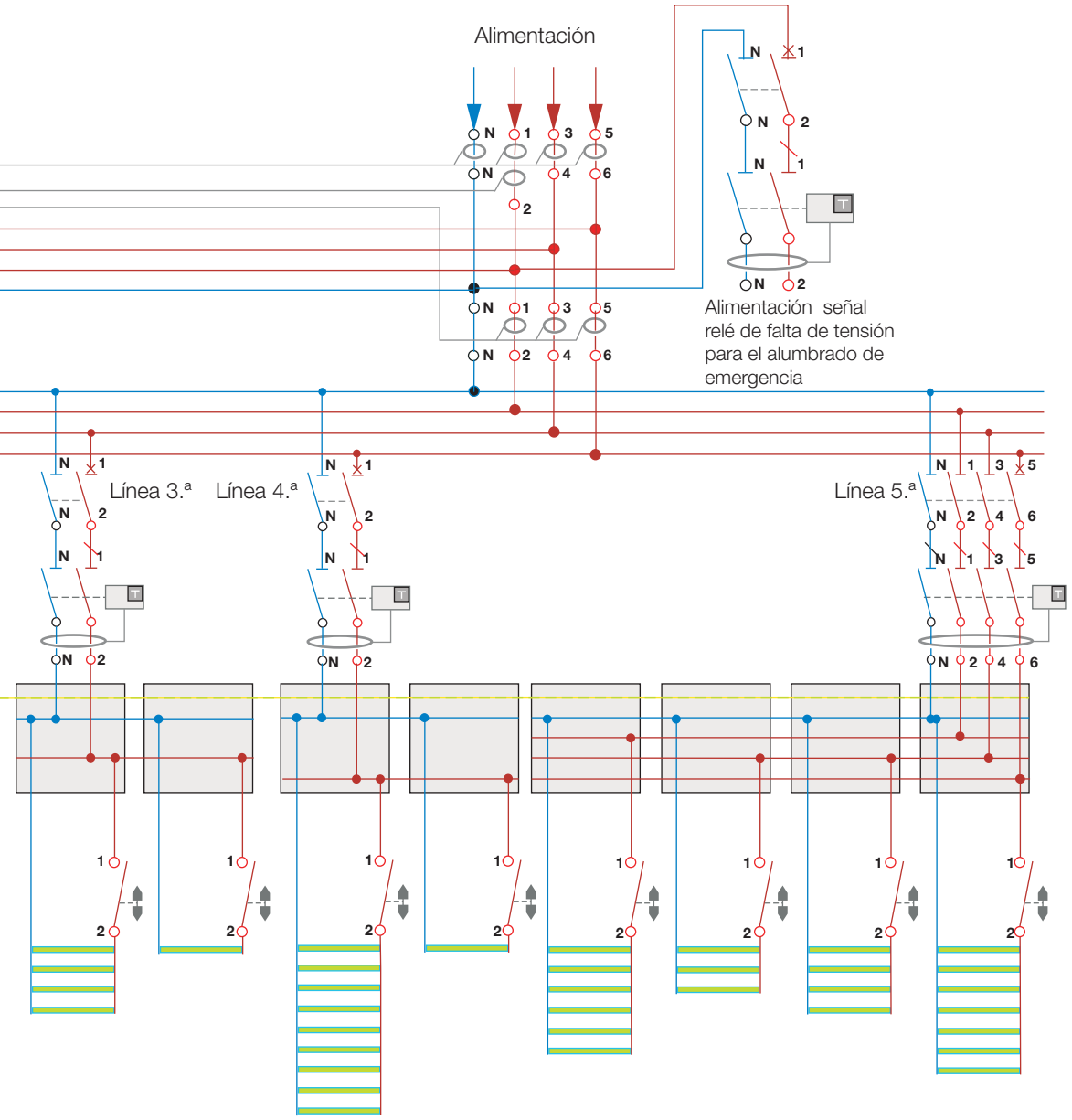


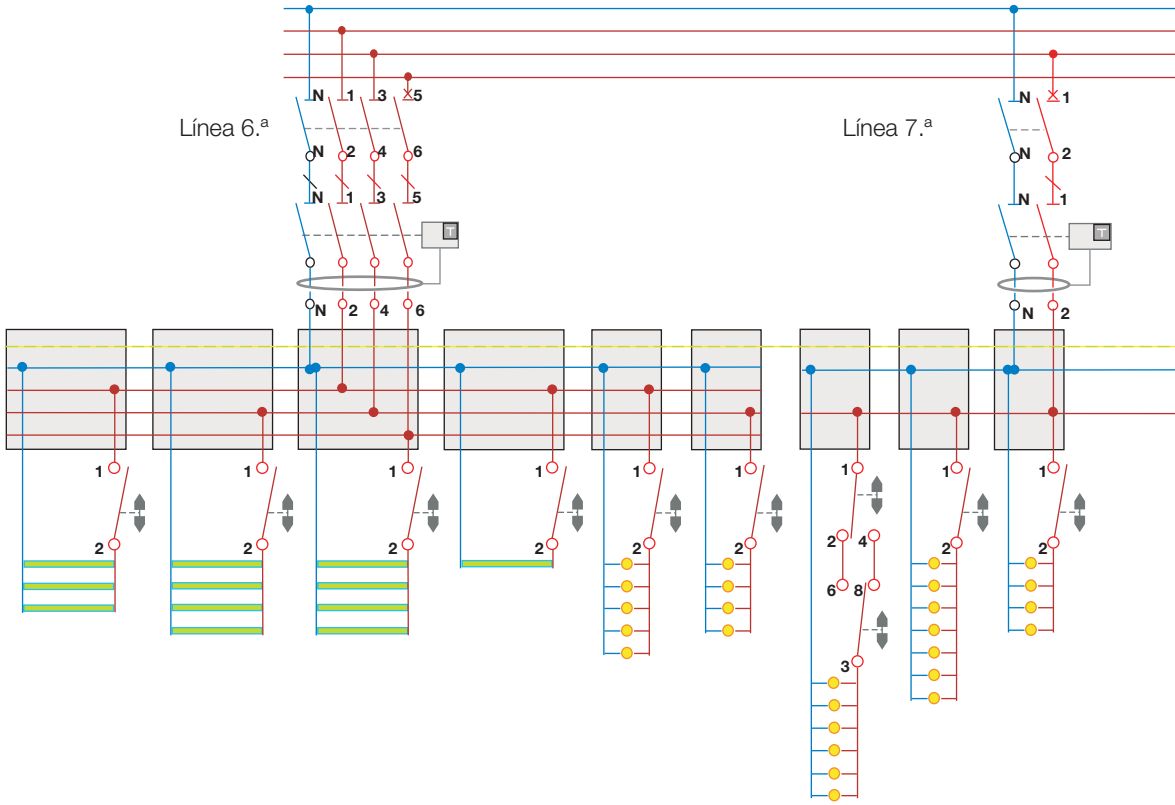
Fig. K5-352: *esquemas de distribución del circuito de alumbrado.*



(3) Alumbrado sala 21 (4) Alumbrado sala 19 (5) Alumbrado sala 14

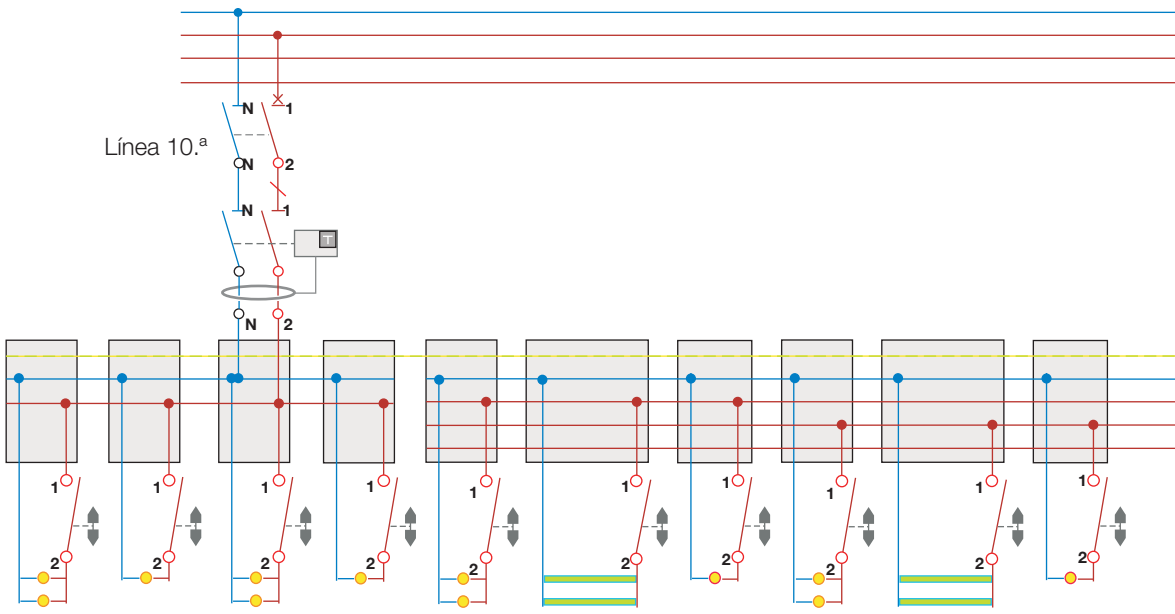
(continúa en pág. siguiente)

(continuación)



(6) Alumbrado sala 11

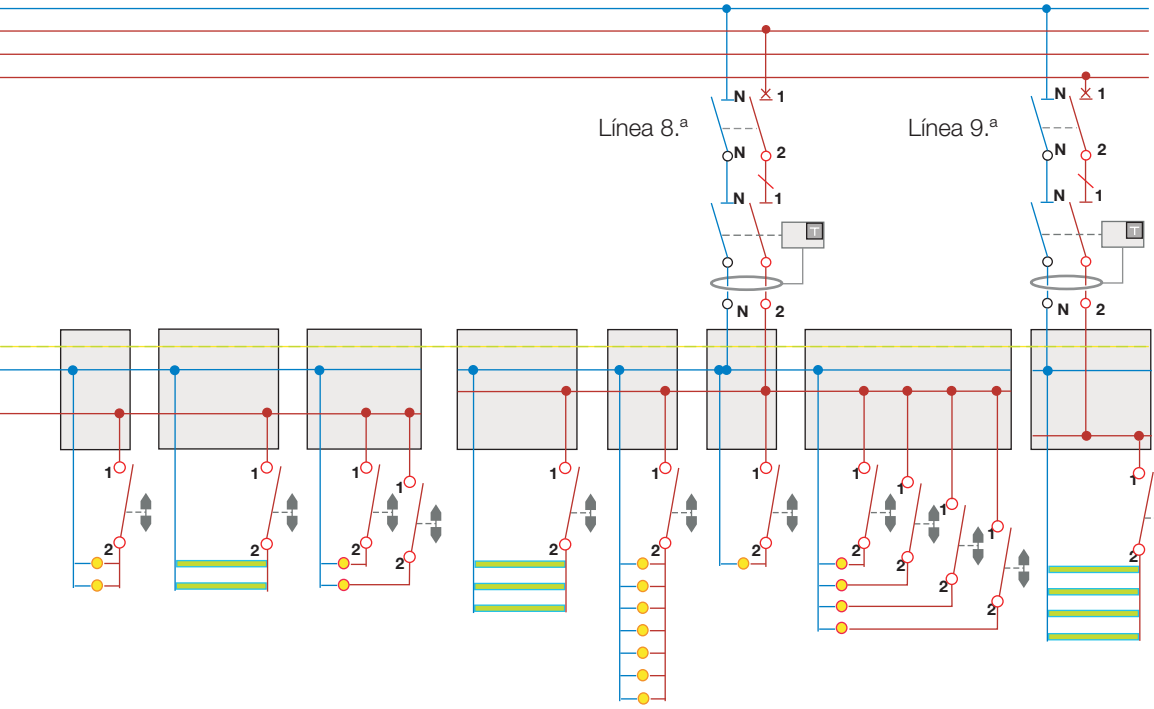
(7) Alumbrado sala 13



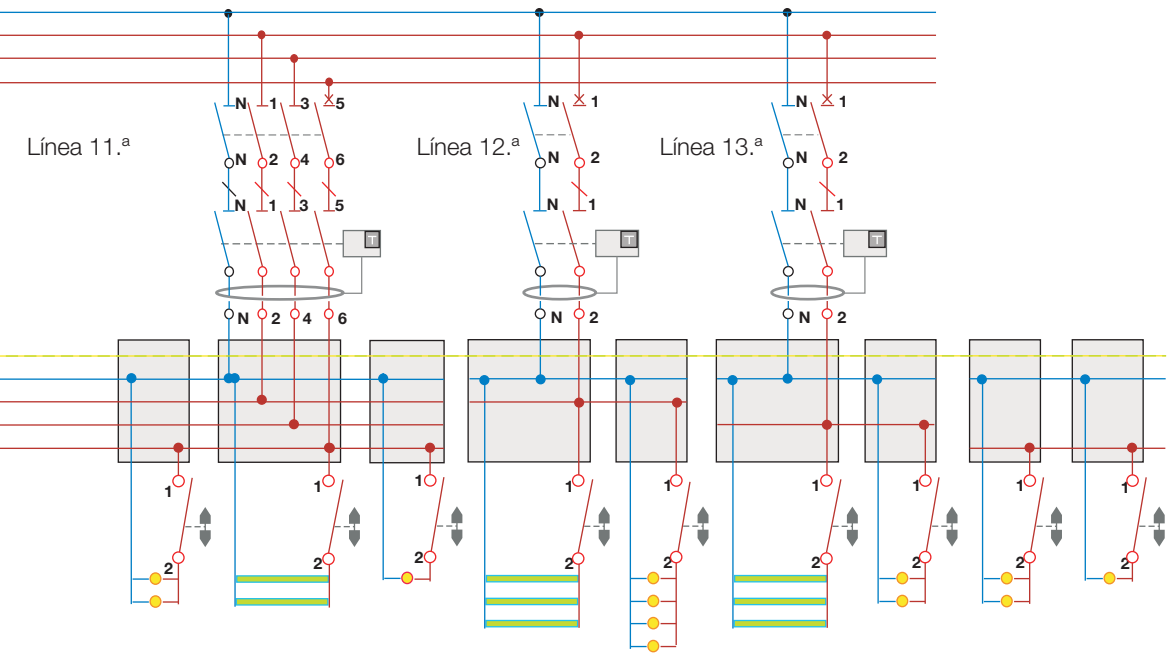
(10) Alumbrado salas 03 y 05

(11) Alumbrado salas 06, 07

Fig. K5-352: *esquemas de distribución del circuito de alumbrado.*



y sala 04 (8) Alumbrado sala 01 (9) Alumbrado sala 02



y 08 (12) Alumbrado sala 09 (13) Alumbrado sala 10

(continúa en pág. siguiente)

(continuación)

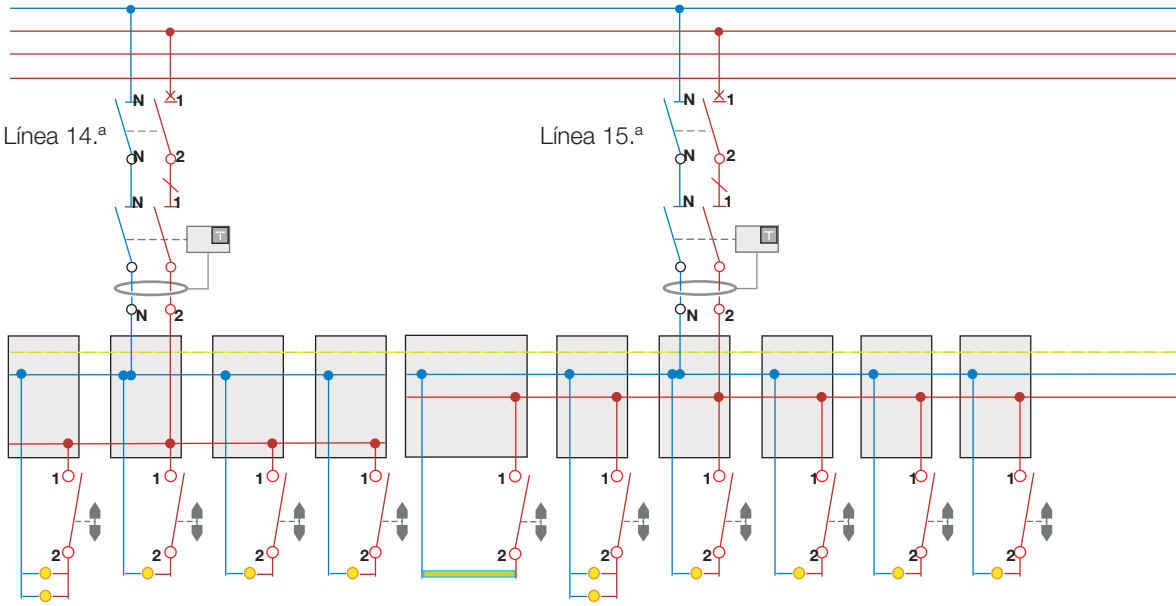


Fig. K5-352: *esquemas de distribución del circuito de alumbrado.*

Potencia reactiva necesaria

Si deseamos compensar hasta un cos φ de 0,98, tendremos:
Con un cos φ medio de 0,599 para pasar a un cos φ de 0,98 debemos multiplicar por 1,133 según la Tabla E5-003 de la página E/49 del Volumen 1:

$$Q_c\,(kVAr) = P\,(kW) \cdot K = 9{,}68\ kW \cdot 1{,}133 = 10{,}97\ kVAr$$

Debemos dimensionar la batería para el máximo de carga y dotarla de un juego de escalones que nos permita trabajar cómodamente durante todos los turnos. Una Rectibloc vertical de clase H de 10 kVAr sería una solución adecuada.

El cálculo de las intensidades para cada turno se ha realizado para poder observar los desequilibrios producidos en situaciones intermedias. Es importante para una buena compensación que las cargas estén equilibradas. Los desequilibrios detectados en los parciales de cada turno podrían perjudicar por sí solos, pero al formar parte de un consumo superior no afecta en la globalidad de la instalación.

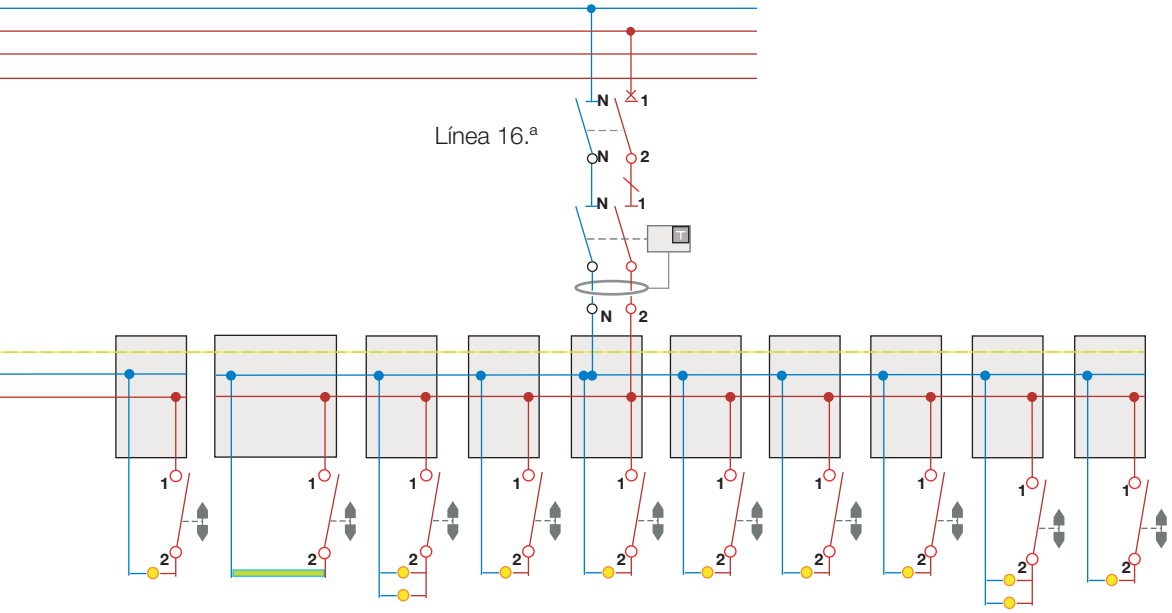
Intensidad de armónicos THDI a compensar

Las intensidades que necesitan compensación de armónicos corresponden a los tubos fluorescentes y lámparas fluorescentes compactas.

■ Totales intensidades generadoras de armónicos.

N.º	THDI	Fase		
		L1	L2	L3
Tubos fluorescentes	37%	12,95	17,9	19,66
Lámparas compactas	37%	7,42	5,34	2,79
Totales		**20,37**	**23,24**	**22,45**

Tabla K5-353: *intensidades alumbrado generadoras de armónicos.*



(16) Alumbrado vestuario 20 y servicio 12

■ Intensidad media:

$$I_m = \frac{I_1 + I_2 + I_3}{3} = \frac{20{,}37\,A + 23{,}24\,A + 22{,}45\,A}{3} = 22{,}02\,A$$

■ Intensidad de los armónicos $I_{(THDI)}$.
Es conveniente considerar un coeficiente K de extensión/seguridad del orden del 20%.

$$I_{(THDI)} = I_m \cdot (THDI) \cdot K = 22{,}02\,A \cdot 0{,}37 \cdot 1{,}2 = 9{,}78\,A$$

Un SineWave de 20 $A_{(THDI)}$ es adecuado:

Atención al armónico tercero que circula por el neutro y a la compensación de armónicos para que no lleguen a los condensadores. Utilizar, a parte de la compensación, las técnicas de acorralamiento en el diseño del circuito.

El factor más importante es que los armónicos generados con mayor proporción son el tercero y el quinto, los cuales circulan por el neutro. Si mantenemos el concepto utilizado de que solamente circula por el neutro el desequilibrio de la suma vectorial de las fases, lo cual nos permitirá considerar una menor sección en el neutro, normalmente la mitad, el circuito no funcionará.
Pero al considerar la realidad, los 9 A de armónicos más el desequilibrio de la suma vectorial de las fases nos obligará a utilizar una sección no la mitad de la de las fases, sino de igual sección.

Alumbrado de emergencia
Hemos descrito los puntos luz del alumbrado de emergencia pero no su funcionamiento.
Tomaremos la señal a la salida del interruptor general de alimentación del alumbrado y a través de un relé de detección de fallo de tensión activamos un contactor que alimenta el circuito de los puntos luz de emergencia.

La toma de energía para la alimentación de los puntos luz de emergencia se toma de la salida del SAI y debe ser alimentada durante una hora según prescripción normativa.

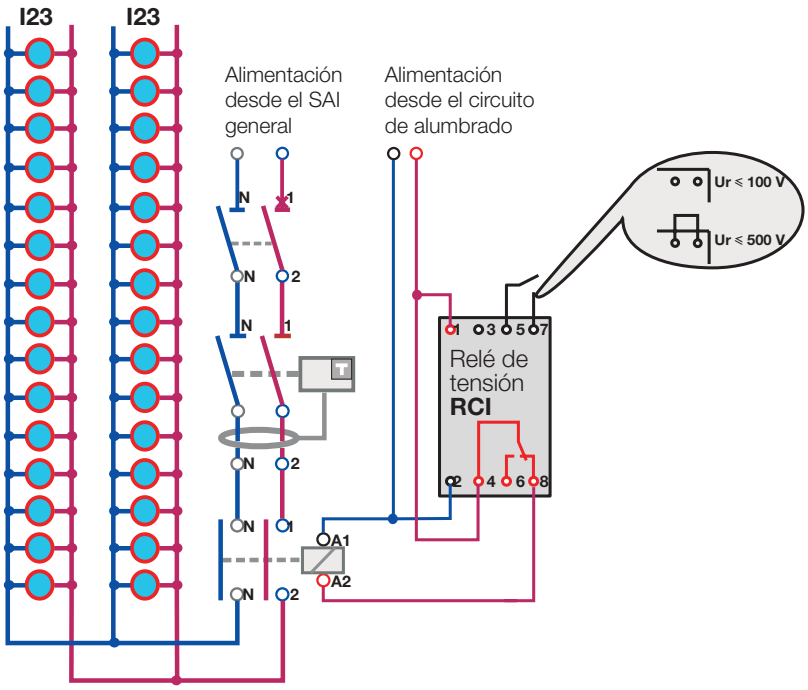


Fig. K5-354: *esquema de alimentación y compensación del alumbrado de emergencia.*

Funcionamiento de la red de 230/400 V, red régimen TT

Desde el cuadro general distribuiremos en seis secciones de Canalis, a la derecha y a la izquierda del mismo, todas las dependencias de la primera planta.

Con esta red alimentaremos:

- Las tomas de corriente de 230 V y las discriminadas.
- Los electrodomésticos.
- Las máquinas.
- Las fotocopiadoras.
- El confort.

Desde las cajas de empalme de cada dependencia podremos derivar la energía para cada aplicación.

La línea se deberá calcular para la fase más cargada.

En la alimentación para el confort deberemos efectuar un circuito con capacidad para poder maniobrar las persianas individualmente o a la vez.

Las tomas de potencia se realizarán desde las cajas de bornes a lo largo de la canalización.

Dispondremos de una fase discriminada para las tomas de corriente de los electrodomésticos de limpieza, a través de un reloj programador.

Dispondremos de un control en el tiempo del calentamiento del agua sanitaria a través del segundo circuito del reloj de las tomas de corriente discriminadas, para calentar el agua en las horas valle.

Tanto la generación de armónicos como el desfase de las cargas es conocido, prácticamente insignificante, excepto los armónicos en la fotocopiadora, pero en

relación al consumo general de las máquinas no llega al 8% permitido, por tanto no realizaremos ninguna compensación individualizada.
Las puntas de arranque, de las cargas importantes y los de los escalones de las baterías de condensadores, pueden crear bajadas de tensión importantes, que deberemos tener en cuenta en el dimensionado de las líneas por caída de tensión, y en la forma de arranque de las cargas.
En el capítulo M (en preparación) desarrollaremos todo el tratamiento de motores y máquinas. En él encontraremos los sistemas de arranque electromecánicos y los electrónicos (rampas, variadores de velocidad...).

Las caídas de tensión provocadas por las sobreintensidades se deben considerar en función del comportamiento interno de la instalación y por las causas que pueden ocasionar a la red pública de suministro. Hasta el año 2000 la consideración era puramente tecnológica, según UNE-EN 50160; a partir del día 1 de enero de 2001, además del tratamiento tecnológico debemos considerar el tema desde un punto reglamentario según el REAL DECRETO 1955\|2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de utilización de instalaciones de energía eléctrica.

En término medio podemos considerar que las puntas de arranque son:
- Alumbrado incandescente de 15 a 20 In.
- Alumbrado de descarga sin compensación de 1 a 1,6 In.
- Alumbrado de descarga con compensación de 15 a 20 In.
- Resistencias calefactoras de 2 a 3 In.
- Primario de transformadores de 25 a 30 In (las fuentes de alimentación acostumbran a incorporar un transformador).
- Conexión de condensadores, próximas a las corrientes de cortocircuito del punto de conexión. Si tenemos en consideración el capítulo E del Volumen 1 y el apartado J22, página J/1013 del Volumen 3, podemos conseguir, con la aparamenta adecuada, puntas del orden de 20 a 30 In.

Las puntas serán las propias de los escalones de confección de la batería, si disponemos de un escalón mitad de la potencia total, la punta a considerar será la de la mitad de la potencia de la batería.
- Los motores son función de su categoría de empleo, que la expondremos en el capítulo M (en preparación), pero podemos considerar en términos generales (en este momento), siete veces para los arranques directos y tres veces y media para los arranques estrella triángulo.

Del circuito de régimen TT no consideraremos las tomas de corriente, a no ser que tengamos una carga conectada permanentemente.
Consideraremos las cargas con los factores de simultaneidad especificados por la CEI-UNE expuestos en la Tabla B4-006 página B/83 del Volumen 1.
Es lógico que no todos los arranques se produzcan en el mismo instante, y en consecuencia nos ayudaremos de los coeficientes de simultaneidad para obtener una punta media.
Hemos de procurar no producir huecos de tensión, o sea no sobrepasar un 10% de disminución de la tensión nominal entre 10 ms y 1 segundo.
Una instalación puede tener bajadas superiores a un 10% en tiempos de duración inferiores a 10 ms.
No obstante la norma UNE-EN 50160 da las instrucciones sobre la frecuencia del suceso y la amplitud de las bajadas de tensión permitidas.

Funcionamiento de la red de 230/400 V, bajo SAI, en régimen IT

Desde las dos fuentes, en redundancia, de la alimentación ininterrumpida SAI, distribuiremos a todas las dependencias de la primera planta.
Las cargas informáticas son generadoras de armónicos y trabajan con un cos φ del orden de 0,7.
Estas cargas son muy sensibles a los armónicos y ellas mismas son generadoras, produciendo un efecto multiplicador con valores de factor de cresta de 2,4 a 2,8 veces.
Su tasa global de distorsión es del orden del 93%, THDI = 93%.
Las máquinas de inyección, la balanza de pesada y los equipos para el control de calidad llevan ubicados circuitos informáticos de control y medición, que se sitúan en una misma necesidad, en relación a la distorsión, y con probabilidades de lecturas erróneas.

Cargas en régimen TT a 230/400 V

El factor de utilización Ku:
■ En las tomas de corriente al realizar el estudio de intensidades hemos tenido en cuenta un factor único de utilización Ku = 0,1.
■ En los dispensadores de toallas de los servicios, en función de la cantidad de servicios y el número de personal hemos considerado un Ku = 0,3.
■ En las máquinas dispensadores de café un Ku = 0,7.
■ En las máquinas dispensadores de bebidas un Ku = 0,6.
■ En la balanza de pesada, tanto para los materiales de entrada como de las partidas de material para la fabricación de piezas, como de las coladas y la proporcionalidad de los regenerados, se ha apreciado un Ku = 0,4.
■ En el cargador de baterías de la carretilla eléctrica, en función del tiempo de carga un Ku = 0,35.
■ En la potencia de las máquinas de inyección consideramos un Ku = 0,6. Las máquinas de inyección son hidráulicas y el motor de cierre y apertura solamente trabaja para dar presión. En el momento que se ha cerrado, se mantiene la presión necesaria por medio de circuitos hidráulicos comandados con electroválvulas. La inyección, generalmente por husillo, tiene poca duración en relación al tiempo de enfriamiento del material en el molde.
■ En la calefacción del material consideramos un Ku = 0,7. Una vez a temperatura de régimen solamente se ha de mantener en función de la cantidad de material que circula.
■ En la tolva de carga de material consideramos un Ku = 0,7. Dispone de un pequeño motor que aspira el material que ha de circular y una calefacción para evaporar la humedad del material, una vez a temperatura de régimen solamente se ha de mantener en función de la cantidad de material que circula.
■ En el polipasto solamente se utiliza para el cambio de moldes, consideramos un Ku = 0,1.
■ En la taladradora del taller eléctrico (M32), en función de la capacidad de utilización un Ku = 0,3.
■ En los compresores se ha previsto, en función del caudal necesario y su capacidad, un Ku = 0,7.
■ En el condensador de humedad del aire comprimido un Ku = 0,8.
■ En los tornos, fresadoras y rectificadora, en previsión del tipo de trabajo, se ha considerado que un 15% del tiempo se utiliza para el estacado de la pieza, Ku = 0,85.
■ En las taladradoras para la (M41) un Ku = 0,5 y para la (M42) un Ku = 0,4.
■ En la rectificadora de agujeros un Ku = 0,7.
■ En el equipo de ensayo de la resistencia a la incandescencia Ku = 0,3.
■ En la cámara climática un Ku = 0,85.
■ En el equipo de comprobación de resistencia mecánica de los materiales un Ku = 0,4.

■ En el horno de ensayo a la estabilidad dimensional un Ku = 0,8.

Línea 1.ª

N.º		Cos φ	Ku	Fase		
				L1	L2	L3
C15	S. inyección S15 (2 ud.)	0,8				1
		0,8		3,2	3,2	3,2
		0,8		0,5		
M30	Polipasto S15	0,8	0,1	2,7	2,7	2,7
M03	Inyectora S15	0,8	0,6	13,55	13,55	13,55
M04	T. calefac. S15	1	0,7	2,32	2,32	2,32
M05	Calefacción S15	0,85	0,7	4,63	4,63	4,63
M06	Inyectora S15	0,8	0,6	13,55	13,55	13,55
M07	T. calefac. S15	1	0,7	2,32	2,32	2,32
M08	Calefacción S15	0,85	0,7	4,63	4,63	4,63
C15	S. inyección S15 (2 ud.)	0,8				1
		0,8		3,2	3,2	3,2
		0,8		0,5		
M09	Inyectora S15	0,8	0,6	13,55	13,55	13,55
M10	T. calefac. S15	1	0,7	2,32	2,32	2,32
M11	Calefacción S15	0,85	0,7	4,63	4,63	4,63
M12	Inyectora S15	0,8	0,6	13,55	13,55	13,55
M13	T. calefac. S15	1	0,7	2,32	2,32	2,32
M14	Calefacción S15	0,85	0,7	4,63	4,63	4,63
C15	S. inyección S15 (2 ud.)	0,8				1
		0,8		3,2	3,2	3,2
		0,8		0,5		
M15	Inyectora S15	0,8	0,6	13,55	13,55	13,55
M16	T. calefac. S15	1	0,7	2,32	2,32	2,32
M17	Calefacción S15	0,85	0,7	4,63	4,63	4,63
M18	Inyectora S15	0,8	0,6	13,55	13,55	13,55
M19	T. calefac. S15	1	0,7	2,32	2,32	2,32
M20	Calefacción S15	0,85	0,7	4,63	4,63	4,63
C15	S. inyección S15 (2 ud.)	0,8				1
		0,8		3,2	3,2	3,2
		0,8		0,5		
Total				**198,5**	**198,5**	**202,5**
Total				**2**		

Tabla K5-355: *cargas de la línea 1.*

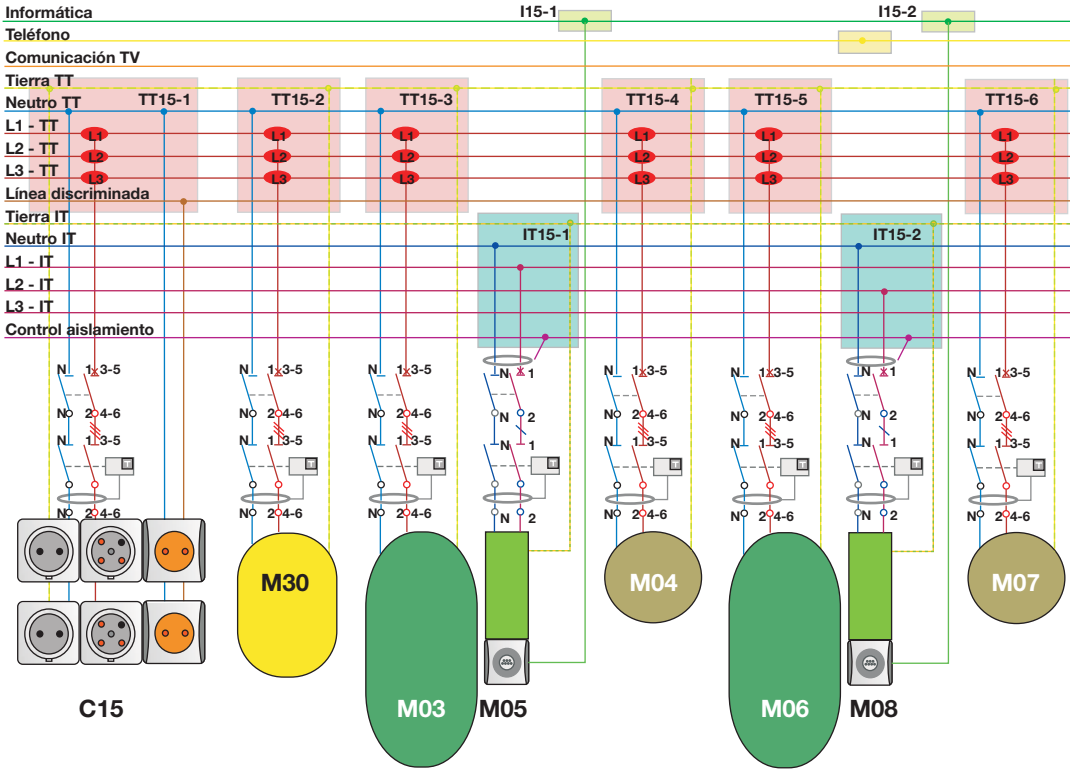
■ Cargas en función del cos φ y el factor de utilización.

N.º		Cos φ	Fase		
			L1 · Ku	L2 · Ku	L3 · Ku
C15	S. inyección S15 (2 ud.)	0,8			1
		0,8	3,2	3,2	3,2
		0,8	0,5		
M30	Polipasto S15	0,8	0,27	0,27	0,27
M03	Inyectora S15	0,8	8,13	8,13	8,13
M06	Inyectora S15	0,8	8,13	8,13	8,13
C15	S. inyección S15 (2 ud.)	0,8			1
		0,8	3,2	3,2	3,2
		0,8	0,5		
M09	Inyectora S15	0,8	8,13	8,13	8,13
M12	Inyectora S15	0,8	8,13	8,13	8,13

(continúa en pág. siguiente)

Esquemas de distribución de las cargas por líneas

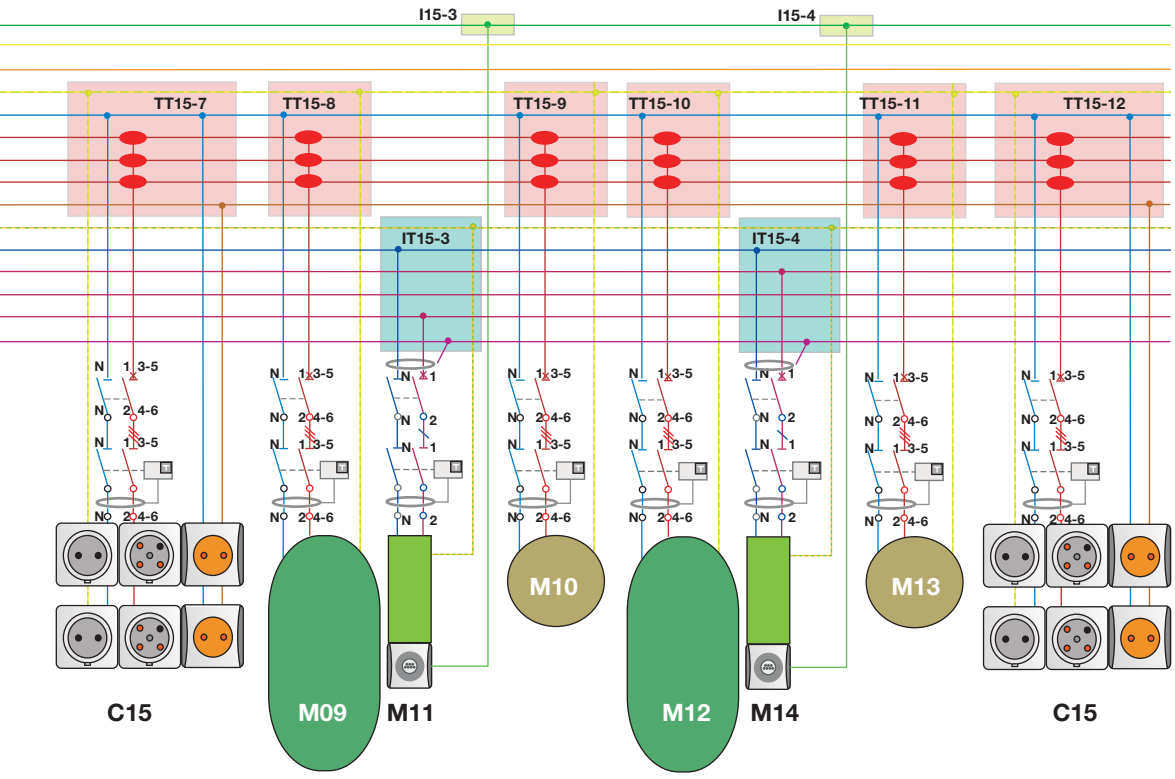
Línea 1.ª



(continuación)

N.º		Cos φ	Fase		
			L1 · Ku	L2 · Ku	L3 · Ku
C15	S. inyección S15 (2 ud.)	0,8			1
		0,8	3,2	3,2	3,2
		0,8	0,5		
M15	Inyectora S15	0,8	8,13	8,13	8,13
M18	Inyectora S15	0,8	8,13	8,13	8,13
C15	S. inyección S15 (2 ud.)	0,8			1
		0,8	3,2	3,2	3,2
		0,8	0,5		
Total		**0,8**	**61,85**	**61,85**	**65,85**
Total		**0,8**	**2**		
M05	Calefacción S15	0,85	3,25	3,25	3,25
M08	Calefacción S15	0,85	3,25	3,25	3,25
M11	Calefacción S15	0,85	3,25	3,25	3,25
M14	Calefacción S15	0,85	3,25	3,25	3,25
M17	Calefacción S15	0,85	3,25	3,25	3,25
M20	Calefacción S15	0,85	3,25	3,25	3,25
Total		**0,85**	**19,5**	**19,5**	**19,5**
M04	T. calefac. S15	1	1,63	1,63	1,63
M07	T. calefac. S15	1	1,63	1,63	1,63
M10	T. calefac. S15	1	1,63	1,63	1,63
M13	T. calefac. S15	1	1,63	1,63	1,63
M16	T. calefac. S15	1	1,63	1,63	1,63
M19	T. calefac. S15	1	1,63	1,63	1,63
Total		**1**	**9,78**	**9,78**	**9,78**

Tabla K5-356: *cargas de la línea 1 en función del cos φ y el factor de utilización.*



Potencia línea 1.ª:

■ Potencia instalada:

$$S_{L1} = \sqrt{3} \cdot U \cdot \frac{I_1 + I_2 + I_3}{3} = \sqrt{3} \cdot 400\ V \cdot \frac{198{,}5 + 198{,}5 + 202.5}{3} = 138{,}29\ kVA$$

■ Potencia consumida.

$$P_{0,8} = \sqrt{3} \cdot U \cdot \frac{I_1 + I_2 + I_3}{3} \cdot \cos\varphi =$$

$$= \sqrt{3} \cdot 400\ V \cdot \frac{61{,}85 + 61{,}85 + 65{,}85}{3} \cdot 0{,}8 = 35{,}54\ kW$$

$$P_{0,85} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot 400\ V \cdot 19{,}5\ A \cdot 0{,}85 = 11{,}47\ kW$$

$$P_1 = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot 400\ V \cdot 9{,}78\ A \cdot 1 = 6{,}77\ kW$$

$$P_{TL1} = P_{0,8} + P_{0,85} + P_1 = 35{,}54 + 11{,}47 + 6{,}77 = 53{,}78\ kW$$

$$S_{TL1} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{0,8} + I_{0,85} + I_1 = \sqrt{3} \cdot 400\ V \cdot (64{,}18 + 19{,}5 + 9{,}78)\ A = 64{,}68\ kVA$$

□ Factor de potencia medio:

$$\cos\varphi = \frac{P_{TL1}}{S_{TL1}} = \frac{53{,}78\ kW}{64.68\ kVA} = 0{,}831$$

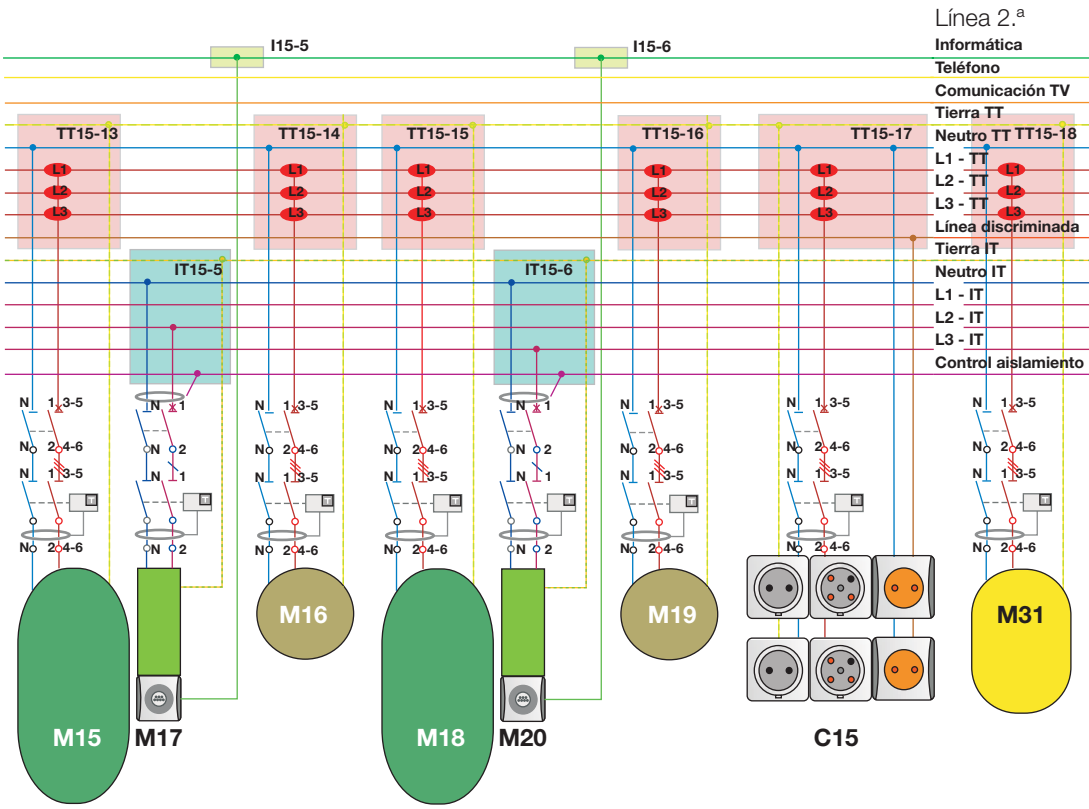


Fig. K5-357: *esquema régimen TT línea 1.ª.*

□ Potencia reactiva necesaria.
Si deseamos compensar hasta un cos φ de 0,98, tendremos:
Con un cos φ medio de 0,831 para pasar a un cos φ de 0,98 debemos multiplicar por 0,463 según la Tabla E5-003 de la página E/49 del Volumen 1:

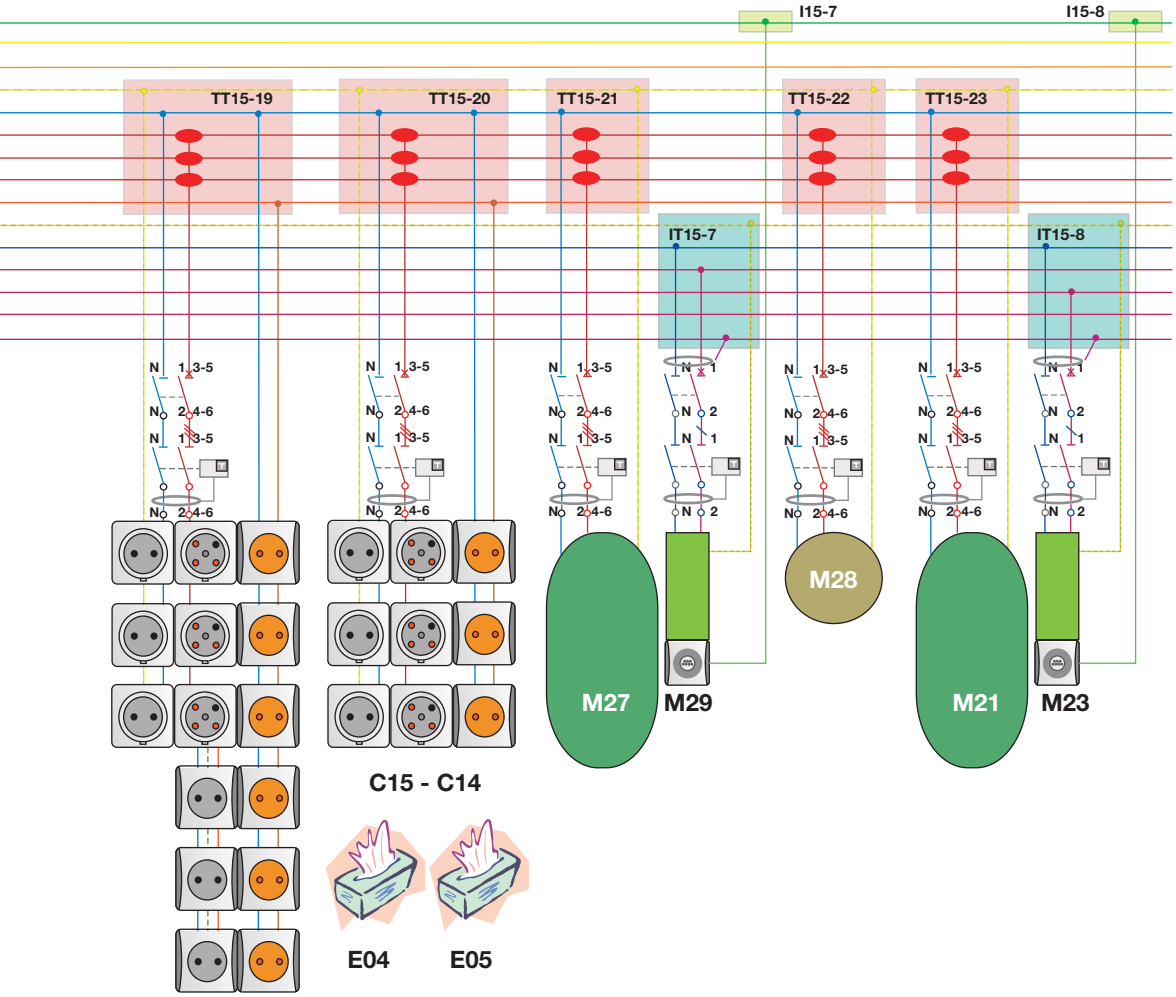
$$Q_c\,(kVAr) = P\,(kW) \cdot K = 53{,}78\ kW \cdot 0{,}463 = 24{,}9\ kVAr$$

Debemos dimensionar la batería para el máximo de carga y dotarla de un juego de escalones que nos permita trabajar cómodamente.
Una Rectibloc vertical de clase H de 30 kVAr sería una solución adecuada.

Línea 2.ª

N.º		Cos φ	Ku	Fase		
				L1	L2	L3
M31	Polipasto S15	0,8	0,1	3,62	3,62	3,62
C15	S. inyección S15 (2 ud.)	0,8	1		1	
		0,8	1	3,2	3,2	3,2
		0,8	1	0,5		
C14	Almacén S14 (1 ud.)	0,8			0,5	
		0,8		1,6	1,6	1,6
		0,8			0,5	
C16	Servicio S16	0,8		1,5		
		0,8			0,75	

(continúa en pág. siguiente)



(continuación)

N.°		Cos φ	Ku	Fase		
				L1	L2	L3
C15	S. inyección S15 (2 ud.)	0,8			1	
		0,8		3,2	3,2	3,2
		0,8			0,5	
C14	Almacén S14 (1 ud.)	0,8			0,5	
		0,8		1,6	1,6	1,6
		0,8			0,5	
E04	Dispensador S16	0,8	0,3	1,3		
E05	Dispensador S16	0,8	0,3	1,3		
M27	Inyectora S15	0,8	0,6	33,42	33,42	33,42
M28	T. calefac. S15	1	0,7	3,9	3,9	3,9
M29	Calefacción S15	0,85	0,7	14,89	14,89	14,89
M21	Inyectora S15	0,8	0,6	28	28	28
M22	T. calefac. S15	1	0,7	2,32	2,32	2,32
M23	Calefacción S15	0,85	0,7	6,36	6,36	6,36

(continúa en pág. siguiente)

(continuación)

N.º		Cos φ	Ku	Fase		
				L1	L2	L3
C15	S. inyección S15 (2 ud.)	0,8			1	
		0,8		3,2	3,2	3,2
		0,8			0,5	
E13	Dis. bebidas S15	0,8	0,6	1,7		
E14	Cafetera S15	0,8	0,7		3,5	
M24	Inyectora S15	0,8	0,6	28	28	28
M25	T. calefac. S15	1	0,7	2,32	2,32	2,32
M26	Calefacción S15	0,85	0,7	6,36	6,36	6,36
C15	S. inyección S15 (2 ud.)	0,8			1	
		0,8		3,2	3,2	3,2
		0,8			0,5	
C17	Vestuario S17	0,8			1,5	
		0,8			0,75	
E06	Dispensador S17	0,8	0,3		1,3	
E07	Dispensador S17	0,8	0,3		1,3	
Totales				**151,99**	**149,59**	**145,19**
Totales				**0,5**	**4**	

Tabla K5-358: *cargas de la línea 2.ª.*

■ Cargas en función del cos φ y el factor de utilización.

N.º		Cos φ	Fase		
			L1 · Ku	L2 · Ku	L3 · Ku
M31	Polipasto - S15	0,8	0,362	0,362	0,362
C15	S. inyección S15 (2 ud.)	0,8		1	
		0,8	3,2	3,2	3,2
		0,8	0,5		
C14	Almacén S14 (1 ud.)	0,8		0,5	
		0,8	1,6	1,6	1,6
		0,8		0,5	
C16	Servicio S16	0,8	1,5		
		0,8		0,75	
C15	S. inyección S15 (2 ud.)	0,8		1	
		0,8	3,2	3,2	3,2
		0,8		0,5	
C14	Almacén S14 (1 ud.)	0,8		0,5	
		0,8	1,6	1,6	1,6
		0,8		0,5	
E04	Dispensador S16	0,8	0,39		
E05	Dispensador S16	0,8	0,39		
M27	Inyectora S15	0,8	26,74	26,74	26,74
M21	Inyectora S15	0,8	16,8	16,8	16,8
C15	S. inyección S15 (2 ud.)	0,8		1	
		0,8	3,2	3,2	3,2
		0,8		0,5	
E13	Dis. bebidas S15	0,8	1,02		
E14	Cafetera S15	0,8		2,45	
M24	Inyectora S15	0,8	16,8	16,8	16,8
C15	S. inyección S15 (2 ud.)	0,8		1	
		0,8	3,2	3,2	3,2
		0,8		0,5	

(continúa en pág. siguiente)

(continuación)

N.º		Cos φ	Fase		
			L1 · Ku	L2 · Ku	L3 · Ku
C17	Vestuario S17	0,8		1,5	
		0,8		0,75	
E06	Dispensador S17	0,8		0,39	
E07	Dispensador S17	0,8		0,39	
Totales			**80,18**	**87,93**	**78,2**
Totales			**0,5**	**4**	
M29	Calefacción S15	0,85	10,43	10,43	10,43
M23	Calefacción S15	0,85	4,56	4,56	4,56
M26	Calefacción S15	0,85	4,56	4,56	4,56
Totales			**19,55**	**19,55**	**19,55**
M28	T. calefac. S15	1	2,73	2,73	2,73
M22	T. calefac. S15	1	1,63	1,63	1,63
M25	T. calefac. S15	1	1,63	1,63	1,63
Totales			**5,99**	**5,99**	**5,99**

Tabla K5-359: *cargas de la línea 2.ª en función del cos φ y el factor de utilización.*

Potencia línea 2.ª:

■ Potencia instalada:

$$S_{L2} = \sqrt{3} \cdot U \cdot \frac{I_1 + I_2 + I_3}{3} = \sqrt{3} \cdot 400\ V \cdot \frac{151{,}99 + 149{,}59 + 145{,}19}{3} = 103{,}06\ kVA$$

■ Potencia consumida:

$$P_{0,8} = \sqrt{3} \cdot U \cdot \frac{I_1 + I_2 + I_3}{3} \cdot \cos\varphi =$$

$$= \sqrt{3} \cdot 400\ V \cdot \frac{37{,}85 + 37{,}85 + 46{,}85}{3} \cdot 0{,}8 = 22{,}62\ kW$$

$$P_{0,85} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot 400\ V \cdot 19{,}55\ A \cdot 0{,}85 = 11{,}5\ kW$$

$$P_1 = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot 400\ V \cdot 5{,}99\ A \cdot 1 = 4{,}15\ kW$$

$$P_{TL2} = P_{0,8} + P_{0,85} + P_1 = 45{,}46 + 11{,}5 + 4{,}15 = 61{,}11\ kW$$

$$S_{TL2} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{0,8} + I_{0,85} + I_1 = \sqrt{3} \cdot 400\ V \cdot (82{,}11 + 19{,}55 + 5{,}99)\ A = 74{,}5\ kVA$$

□ Factor de potencia medio:

$$\cos\varphi = \frac{P_{TL1}}{S_{TL1}} = \frac{61{,}11\ kW}{74{,}5\ kVA} = 0{,}82$$

□ Potencia reactiva necesaria.

Si deseamos compensar hasta un cos φ de 0,98, tendremos:

Con un cos φ medio de 0,834 para pasar a un cos φ de 0,98 debemos multiplicar por 0,489 según la Tabla E5-003 de la página E/49 del Volumen 1:

$$Q_c\,(kVAr) = P\,(kW) \cdot K = 61{,}11\,kW \cdot 0{,}489 = 29{,}89\ kVAr$$

Debemos dimensionar la batería para el máximo de carga y dotarla de un juego de escalones que nos permita trabajar cómodamente.

Una Rectibloc vertical de clase H de 30 kVAr sería una solución adecuada.

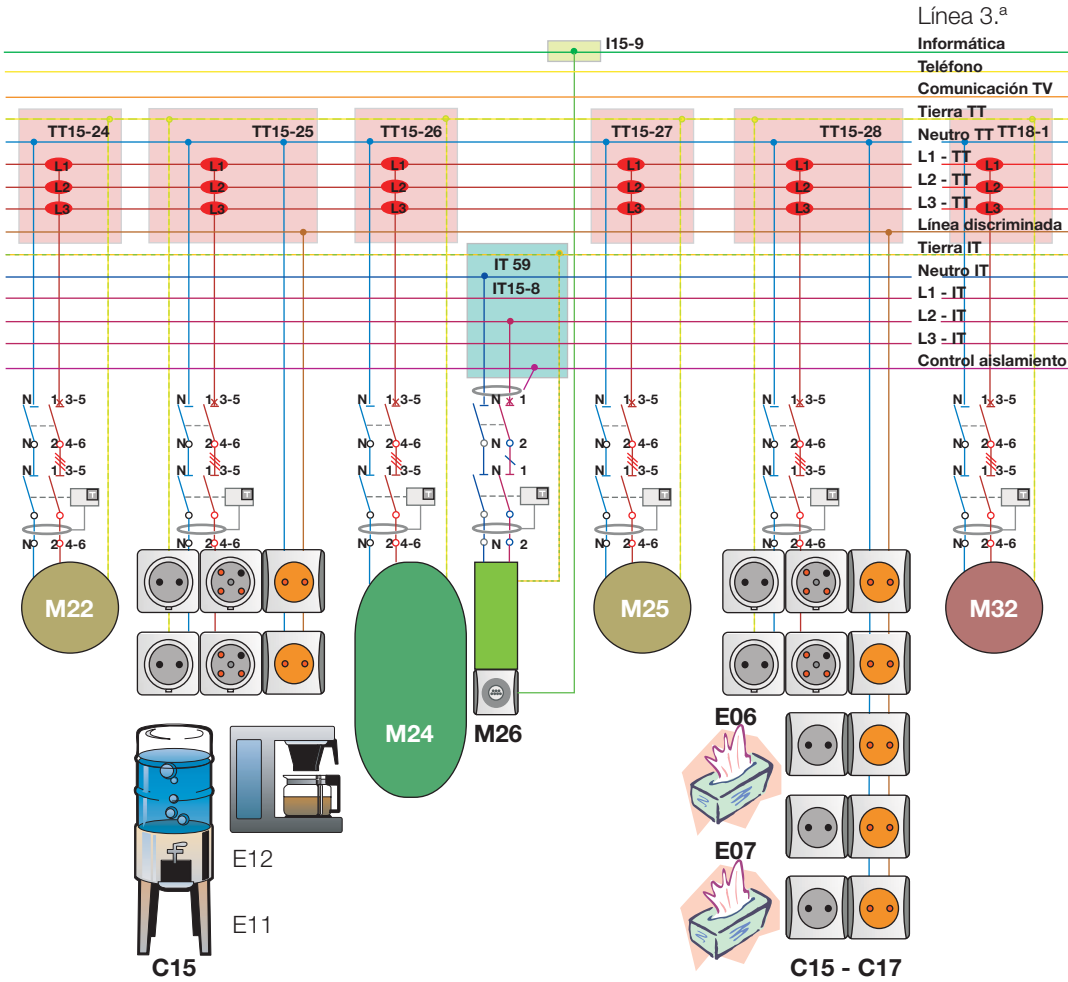


Fig. K5-360: *esquema régimen TT línea 2.ª.*

Línea 3.ª

N.º		Cos φ	Ku	Fase		
				L1	L2	L3
M32	Taladradora S18	0,7	0,3	0,8	0,8	0,8
C18	T. eléctrico S18	8,0				4,5
		0,8		14,4	14,4	14,4
						2,25
M33	Compresor S21	0,8	0,7	8,55	8,55	8,55
M34	Compresor S21	0,8	0,7	8,55	8,55	8,55
M35	Condensa S21	0,8	0,8	6,33	6,33	6,33
C21	Compresor S19	0,8				4,5
		0,8		6,4	6,4	6,4
		0,8				2,25
Totales				**45,3**	**45,3**	**54,3**
Totales						**4,5**

Tabla K5-362: *cargas de la línea 3.ª.*

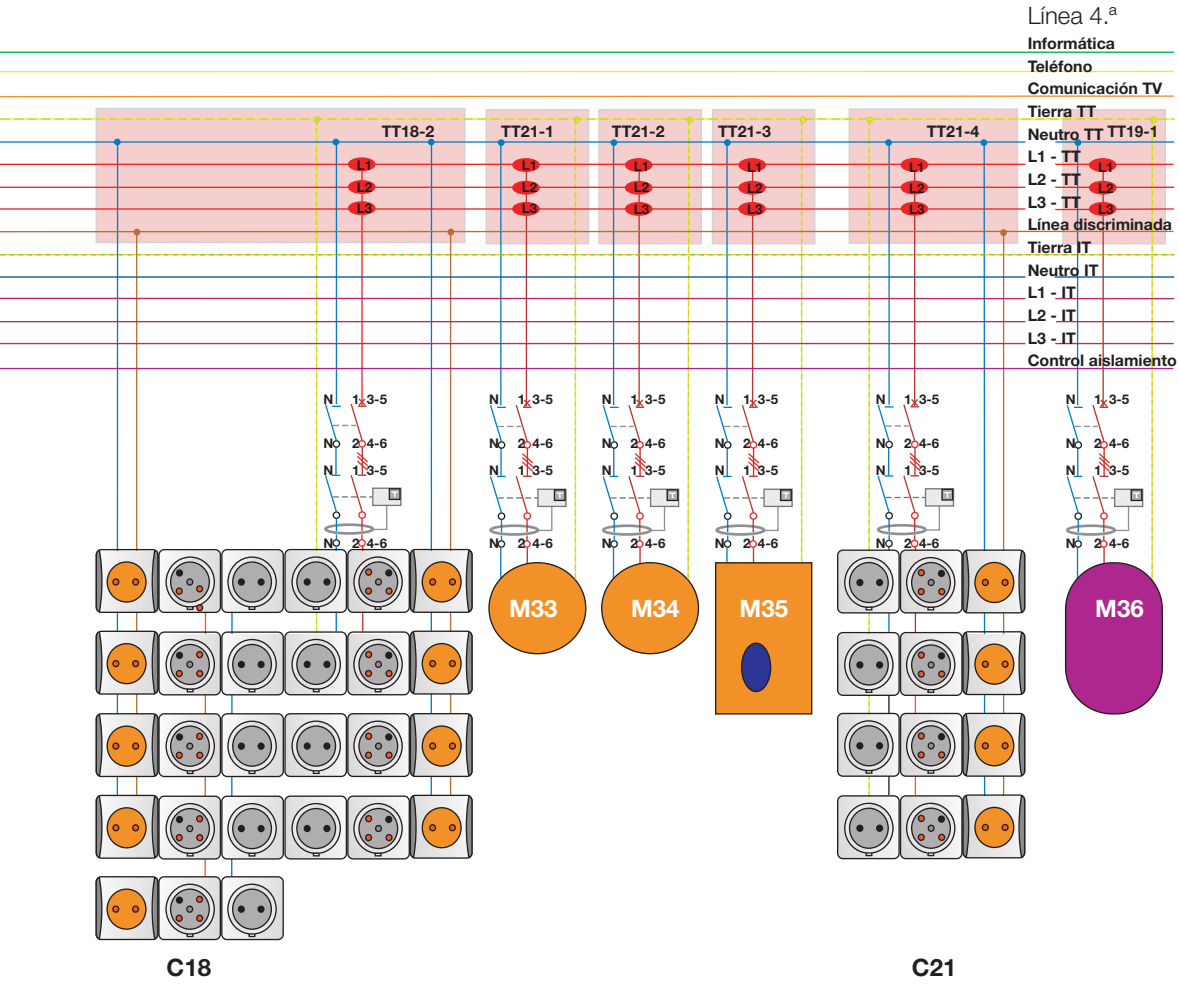


Fig. K5-361: *esquema régimen TT línea 3.ª.*

■ Cargas en función del cos φ y el factor de utilización.

N.º		Cos φ	Fase		
			L1 · Ku	L2 · Ku	L3 · Ku
M32	Taladradora S18	0,7	0,24	0,24	0,24
Totales			**0,24**	**0,24**	**0,24**
C18	T. eléctrico S18	0,8			4,5
		0,8	14,4	14,4	14,4
					2,25
M33	Compresor S21	0,8	5,99	5,99	5,99
M34	Compresor S21	0,8	5,99	5,99	5,99
M35	Condensa S21	0,8	5,07	5,07	5,07
C21	Compresor S19	0,8			4,5
		0,8	6,4	6,4	6,4
		0,8			2,25
Totales			**37,85**	**37,85**	**46,85**
Totales					**4,5**

Tabla K5-363: *cargas de la línea 3.ª en función del cos φ y el factor de utilización.*

Potencia línea 3.ª:

■ Potencia instalada:

$$S_{L3} = \sqrt{3} \cdot U \cdot \frac{I_1 + I_2 + I_3}{3} = \sqrt{3} \cdot 400\ V \cdot \frac{45{,}3 + 45{,}3 + 54{,}3}{3} = 33{,}43\ kVA$$

■ Potencia consumida:

$$P_{0,7} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot 400\ V \cdot 0{,}24\ A \cdot 0{,}7 = 116{,}26\ W$$

$$P_{0,8} = \sqrt{3} \cdot U \cdot \frac{I_1 + I_2 + I_3}{3} \cdot \cos \varphi =$$

$$= \sqrt{3} \cdot 400\ V \cdot \frac{37{,}85 + 37{,}85 + 46{,}85}{3} \cdot 0{,}8 = 22{,}62\ kW$$

$$P_{TL3} = P_{0,7} + P_{0,8} = 0{,}117 + 22{,}62 = 22{,}74\ kW$$

$$S_{TL3} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{0,7} + I_{0,8} = \sqrt{3} \cdot 400\ V \cdot (0{,}24 + 40{,}85)A = 28{,}44\ kVA$$

□ Factor de potencia medio:

$$\text{Cos } \varphi = \frac{P_{TL3}}{S_{TL3}} = \frac{22{,}74\ kW}{28{,}44\ kVA} = 0{,}799$$

□ Potencia reactiva necesaria.

Si deseamos compensar hasta un cos φ de 0,98, tendremos:

Con un cos φ medio de 0,541 para pasar a un cos φ de 0,98 debemos multiplicar por 0,489 según la Tabla E5-003 de la página E/49 del Volumen 1:

$$Q_c\ (kVAr) = P\ (kW) \cdot K = 22{,}74\ kW \cdot 0{,}541 = 12{,}3\ kVAr$$

Debemos dimensionar la batería para el máximo de carga y dotarla de un juego de escalones que nos permita trabajar cómodamente.

Una Rectibloc vertical de clase H de 15 kVAr sería una solución adecuada.

Línea 4.ª

N.º		Cos φ	Ku	Fase		
				L1	L2	L3
M36	Torno S19	0,7	0,85	1,3	1,3	1,3
M37	Torno S19	0,7	0,85	1,3	1,3	1,3
C19	T. mecánico S19	0,8	1	1		
		0,8	1	3,2	3,2	3,2
		0,8	1	0,5		
M38	Fresadora S19	0,75	0,85	1,6	1,6	1,6
M39	Fresadora S19	0,75	0,85	1,6	1,6	1,6
C19	T. mecánico S19	0,8		1		
		0,8		3,2	3,2	3,2
		0,8		0,5		
M40	Rectifica S19	0,8	0,85	2,2	2,2	2,2
M41	Taladradora S19	0,7	0,5	0,8	0,8	0,8

(continúa en pág. siguiente)

(continuación)

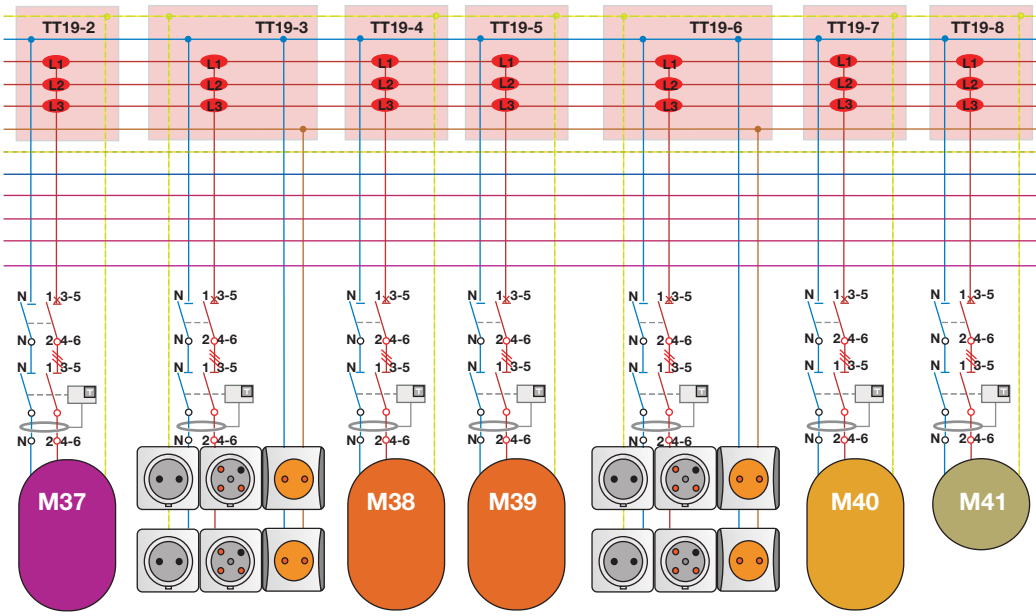
N.º		Cos φ	Ku	Fase		
				L1	L2	L3
C19	T. mecánico S19	0,8		1		
		0,8		3,2	3,2	3,2
		0,8		0,5		
C20	Vestuario S20	0,8			1,5	
		0,8		0,75		
E08	Dispensador S20	0,8	0,3		1,3	
E09	Dispensador S20	0,8	0,3		1,3	
M42	Taladradora S19	0,7	0,4	0,8	0,8	0,8
C19	T. mecánico S19	0,8		1,5		
		0,8		4,8	4,8	4,8
		0,8	1	0,5		
M43	Tala.-Fresa. S19	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8
Totales				**29,3**	**29,1**	**24,8**
Totales				**2,75**		

Tabla K5-364: *cargas de la línea 4.ª.*

■ Cargas en función del cos φ y el factor de utilización.

N.º		Cos φ	Fase		
			L1 · Ku	L2 · Ku	L3 · Ku
M36	Torno S19	0,7	1,1	1,1	1,1
M37	Torno S19	0,7	1,1	1,1	1,1
M41	Taladradora S19	0,7	0,4	0,4	0,4
M42	Taladradora S19	0,7	0,32	0,32	0,32
M43	Tala.-Fresa. S19	0,7	0,56	0,56	0,56
Totales			**3,48**	**3,48**	**3,48**
M38	Fresadora S19	0,75	1,36	1,36	1,36
M39	Fresadora S19	0,75	1,36	1,36	1,36
Totales			**2,72**	**2,72**	**2,72**
C19	T. mecánico S19	0,8	1		
		0,8	3,2	3,2	3,2
		0,8	0,5		
C19	T. mecánico S19	0,8	1		
		0,8	3,2	3,2	3,2
		0,8	0,5		
M40	Rectifica S19	0,8	1,87	1,87	1,87
C19	T. mecánico S19	0,8	1		
		0,8	3,2	3,2	3,2
		0,8	0,5		
C20	Vestuario S20	0,8		1,5	
		0,8	0,75		
E08	Dispensador S20	0,8		0,39	
E09	Dispensador S20	0,8		0,39	
C19	T. mecánico S19	0,8	1,5		
		0,8	4,8	4,8	4,8
		0,8	0,5		
Totales			**20,77**	**17,05**	**16,27**
Totales			**2,75**		

Tabla K5-365: *cargas de la línea 4.ª en función del cos φ y el factor de utilización.*



C19 **C19**

Potencia línea 4.ª:

■ Potencia instalada:

$$S_{L4} = \sqrt{3} \cdot U \cdot \frac{I_1 + I_2 + I_3}{3} = \sqrt{3} \cdot 400\ V \cdot \frac{29{,}3 + 29{,}1 + 24{,}8}{3} = 19{,}2\ kVA$$

■ Potencia consumida:

$$P_{0{,}7} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot 400\ V \cdot 3{,}48\ A \cdot 0{,}7 = 1{,}69\ kW$$

$$P_{0{,}75} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot 400\ V \cdot 2{,}73\ A \cdot 0{,}75 = 1{,}42\ kW$$

$$P_{0{,}8} = \sqrt{3} \cdot U \cdot \frac{I_1 + I_2 + I_3}{3} \cdot \cos\varphi =$$

$$= \sqrt{3} \cdot 400\ V \cdot \frac{20{,}77 + 17{,}05 + 16{,}27}{3} \cdot 0{,}8 = 9{,}99\ kW$$

$$P_{TL4} = P_{0{,}7} + P_{0{,}75} + P_{0{,}8} = 1{,}69 + 1{,}42 + 9{,}99 = 13{,}1\ kW$$

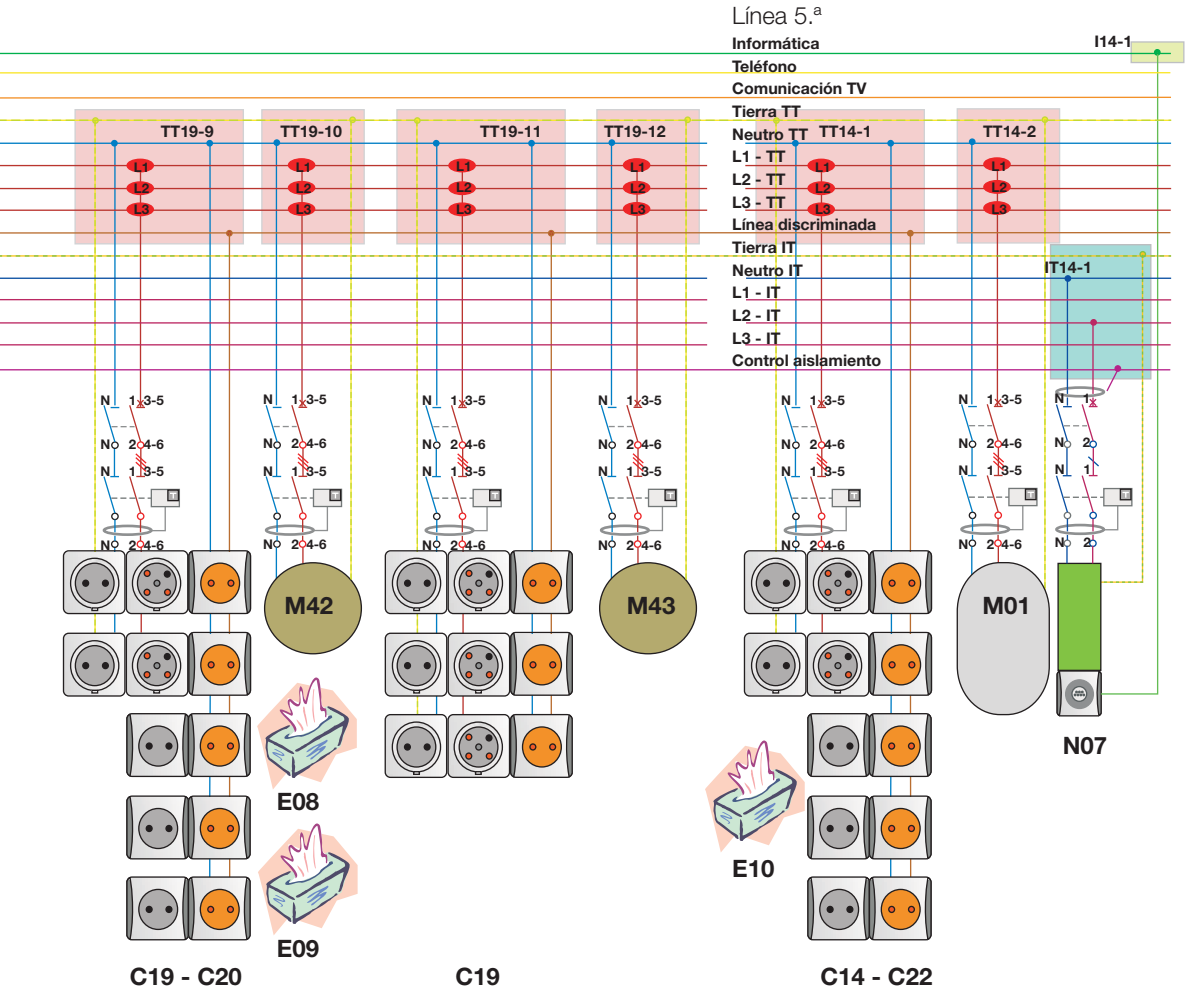


Fig. K5-366: *esquema régimen TT línea 4.ª.*

$$S_{TL4} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{0,7} + I_{0,75} + I_{0,8} = \sqrt{3} \cdot 400\ V \cdot (3,48 + 2,72 + 18,03)\ A = 16,77\ kVA$$

□ Factor de potencia medio:

$$\cos \varphi = \frac{P_{TL4}}{S_{TL4}} = \frac{13,1\ kW}{16,27\ kVA} = 0,781$$

□ Potencia reactiva necesaria.
Si deseamos compensar hasta un cos φ de 0,98, tendremos:
Con un cos φ medio de 0,781 para pasar a un cos φ de 0,98 debemos multiplicar por 0,594 según la Tabla E5-003 de la página E/49 del Volumen 1:

$$Q_c\ (kVAr) = P\ (kW) \cdot K = 13,1\ kW \cdot 0,594 = 7,79\ kVAr$$

Debemos dimensionar la batería para el máximo de carga y dotarla de un juego de escalones que nos permita trabajar cómodamente.
Una Rectibloc vertical de clase H de 7,5 kVAr sería una solución adecuada.

Línea 5.ª

N.º		Cos φ	Ku	Fase		
				L1	L2	L3
C14	Almacén S14	0,8			1	
		0,8		3,2	3,2	3,2
		0,8			0,5	
C22	Servicio S22	0,8		1,5		
		0,8			0,75	
E10	Dispensador S22	0,8	0,3	1,3		
M01	Balanza S14	0,7	0,4	2,18		
M02	C. baterías S14	0,7	0,35	0,4		
C13	Rellano P S13	0,8		1,5		
		0,8			0,75	
C11	Laboratorio S11	0,8			1,5	
		0,8		4,8	4,8	4,8
		0,8			0,75	
C13	Rellano P S13	0,8		2		
		0,8			1	
E11	Dis. bebidas S13	0,8	0,6	1,7		
E12	Cafetera S13	0,8	0,7			3,5
M44	Hilo incan. S11	0,7	0,6			2,18
M46	R. materia S11	0,7	0,6		4,78	
M45	C. climática S11	0,7	0,9	2,9	2,9	2,9
C11	Laboratorio S11	0,8			1,5	
		0,8		4,8	4,8	4,8
		0,8			0,75	
M47	Horno S11	1	0,8	2,9	2,9	2,9
C11	Laboratorio S11	0,8			1,5	
		0,8		4,8	4,8	4,8
		0,8			0,75	
C12	Servicio S12	0,8				1,5
		0,8			0,75	
Totales				**32,68**	**33,68**	**30,58**
Totales					**6**	

Tabla K5-367: *cargas de la línea 5.ª.*

■ Cargas en función del cos φ y el factor de utilización.

N.º		Cos φ	Fase		
			L1 · Ku	L2 · Ku	L3 · Ku
M02	C. baterías S14	0,7	0,14		
M01	Balanza S14	0,7	0,88		
M44	Hilo incan. S11	0,7			1,31
M46	R. materia S11	0,7		2,87	
M45	C. climática S11	0,7	2,61	2,61	2,61
Totales			**3,63**	**5,48**	**3,92**
C14	Almacén S14	0,8		1	
		0,8	3,2	3,2	3,2
		0,8		0,5	
C22	Servicio S22	0,8	1,5		
		0,8		0,75	
C13	Rellano P S13	0,8	1,5		
		0,8		0,75	
C11	Laboratorio S11	0,8		1,5	
		0,8	4,8	4,8	4,8
		0,8		0,75	

(continúa en pág. siguiente)

(continuación)

N.º		Cos φ	Fase		
			L1 · Ku	L2 · Ku	L3 · Ku
C13	Rellano P S13	0,8	2		
		0,8		1	
E11	Dis. bebidas S13	0,8	1,02		
E12	Cafetera S13	0,8			2,45
C11	Laboratorio S11	0,8		1,5	
		0,8	4,8	4,8	4,8
		0,8		0,75	
C11	Laboratorio S11	0,8		1,5	
		0,8	4,8	4,8	4,8
		0,8		0,75	
C12	Servicio S12	0,8			1,5
		0,8		0,75	
Totales			**23,63**	**20,6**	**21,55**
Totales				**6**	
M47	Horno - S11	1	2,32	2,32	2,32
Totales			**2,32**	**2,32**	**2,32**

Tabla K5-368: *cargas de la línea 5.ª en función del cos φ y el factor de utilización.*

Potencia línea 5.ª:

■ Potencia instalada:

$$S_{L5} = \sqrt{3} \cdot U \cdot \frac{I_1 + I_2 + I_3}{3} = \sqrt{3} \cdot 400\ V \cdot \frac{32{,}68 + 33{,}68 + 30{,}58}{3} = 22{,}36\ kVA$$

■ Potencia consumida:

$$P_1 = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot 400\ V \cdot 2{,}32\ A \cdot 1 = 1{,}6\ kW$$

$$P_{0,7} = \sqrt{3} \cdot U \cdot \frac{I_1 + I_2 + I_3}{3} \cdot \cos\varphi =$$

$$= \sqrt{3} \cdot 400\ V \cdot \frac{23{,}63 + 20{,}6 + 21{,}55}{3} \cdot 0{,}8 = 12{,}14\ kW$$

$$P_1 = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi = 3 \cdot 400\ V \cdot 2{,}32\ A \cdot 1 = 1{,}6\ kW$$

$$P_{TL5} = P_{0,7} + P_{0,8} + P_1 = 2{,}11 + 12{,}14 + 1{,}6 = 15{,}85\ kW$$

$$S_{TL5} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{0,7} + I_{0,8} + I_1 = \sqrt{3} \cdot 400\ V \cdot (4{,}35 + 21{,}93 + 2{,}32)\ A = 19{,}8\ kVA$$

□ Factor de potencia medio:

$$\cos\varphi = \frac{P_{TL5}}{S_{TL5}} = \frac{15{,}85\ kW}{19{,}8\ kVA} = 0{,}8$$

□ Potencia reactiva necesaria.

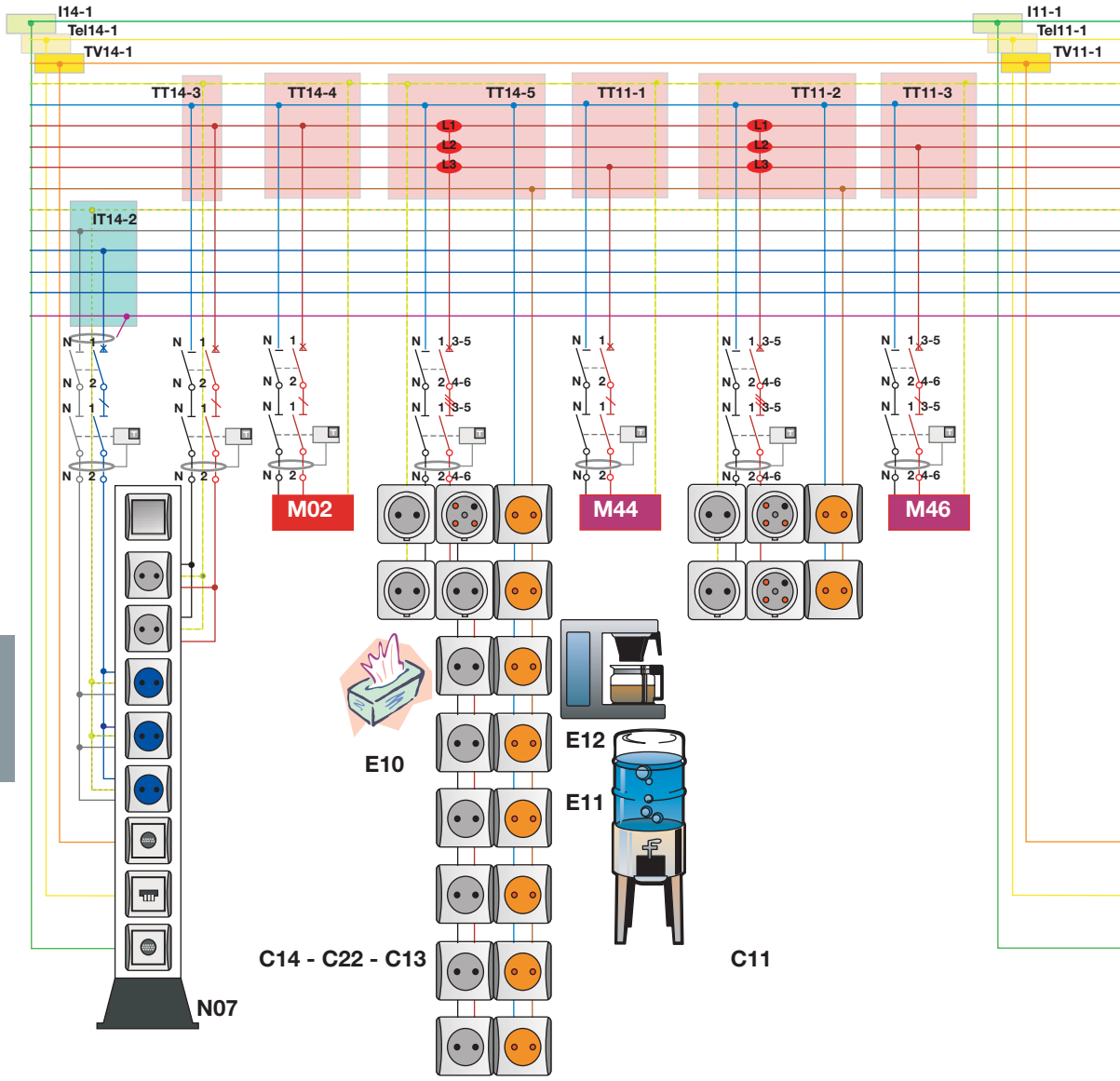
Si deseamos compensar hasta un cos φ de 0,98, tendremos:

Con un cos φ medio de 0,8 para pasar a un cos φ de 0,98 debemos multiplicar por 0,541según la Tabla E5-003 de la página E/49 del Volumen 1:

$$Q_c\ (kVAr) = P\ (kW) \cdot K = 15{,}85\ kW \cdot 0{,}541 = 8{,}58\ kVAr$$

Debemos dimensionar la batería para el máximo de carga y dotarla de un juego de escalones que nos permita trabajar cómodamente.

Una Rectibloc vertical de clase H de 10 kVAr sería una solución adecuada.



K
5

Línea 6.ª

N.º		Cos φ	Ku	Fase		
				L1	L2	L3
C01	Despacho S1	0,8		2		
		0,8				0,5
C01	Despacho S1	0,8		2		
		0,8				0,5
C01	Despacho S1	0,8		2		
		0,8				0,5
C01	Despacho S1	0,8		2		
	Fotocopiadora	0,7	0,7		13	

(continúa en pág. siguiente)

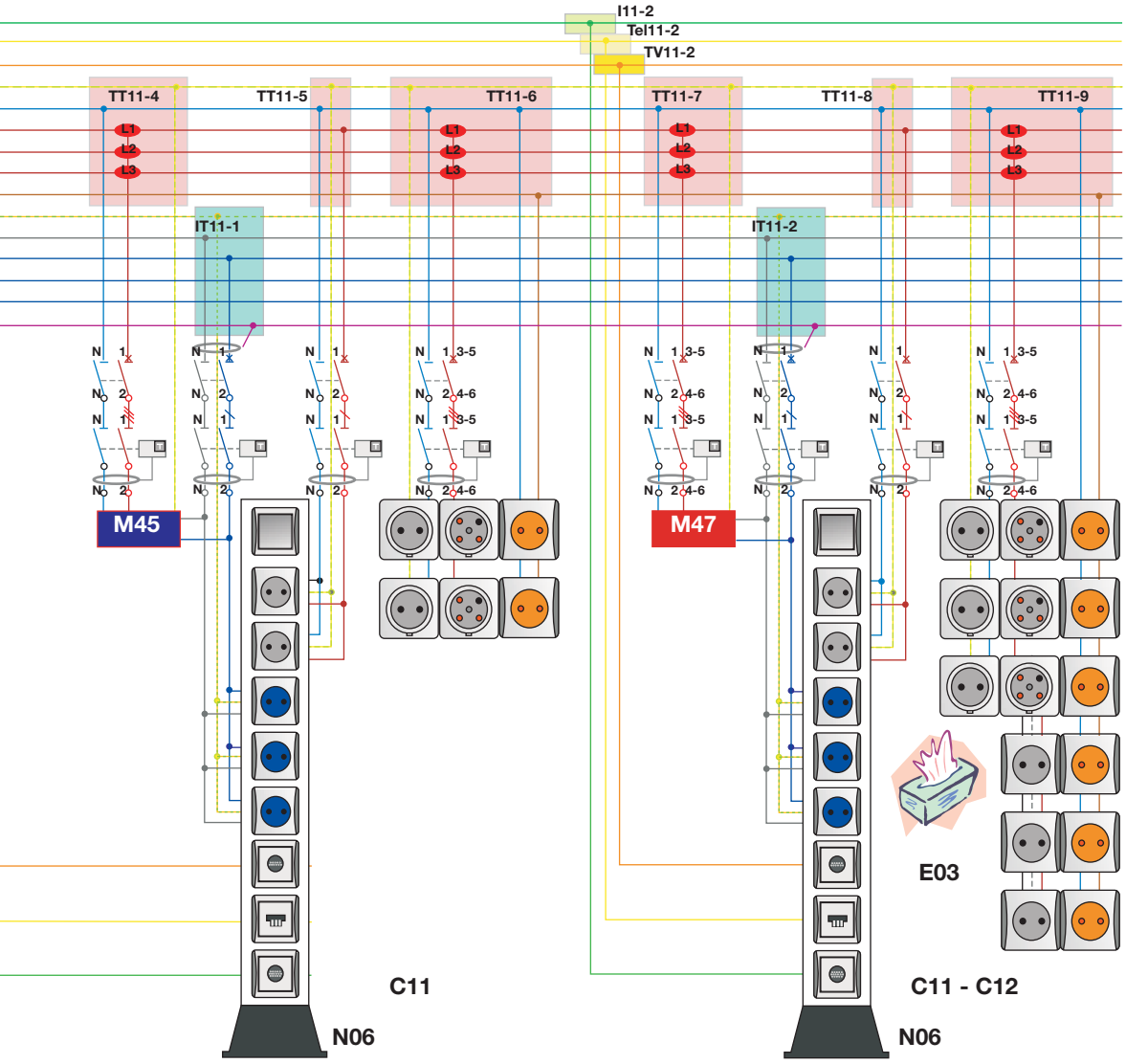


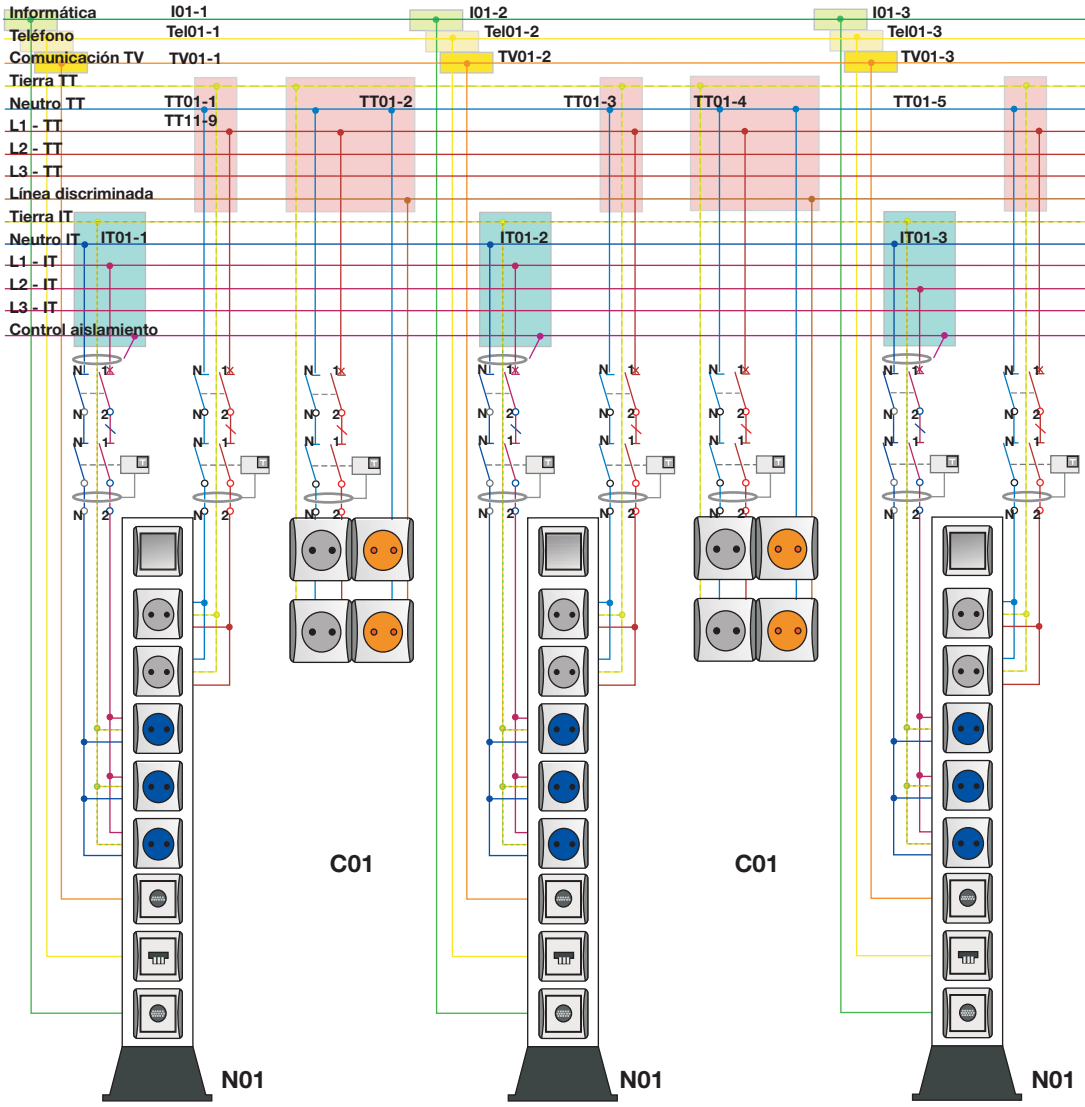
Fig. K5-369: *esquema régimen TT línea 5.ª.*

(continuación)

N.°		Cos φ	Ku	Fase		
				L1	L2	L3
C02	Almacén S2	0,8			2	
		0,8				1
C03	Servicio S3	0,8				1,5
		0,8				0,5
C04	Rellano A S4	0,8		1		
C04	Rellano A S4	0,8		1,5		
		0,8				0,5
C03	Servicio S3	0,8				1,5
		0,8				0,5

(continúa en pág. siguiente)

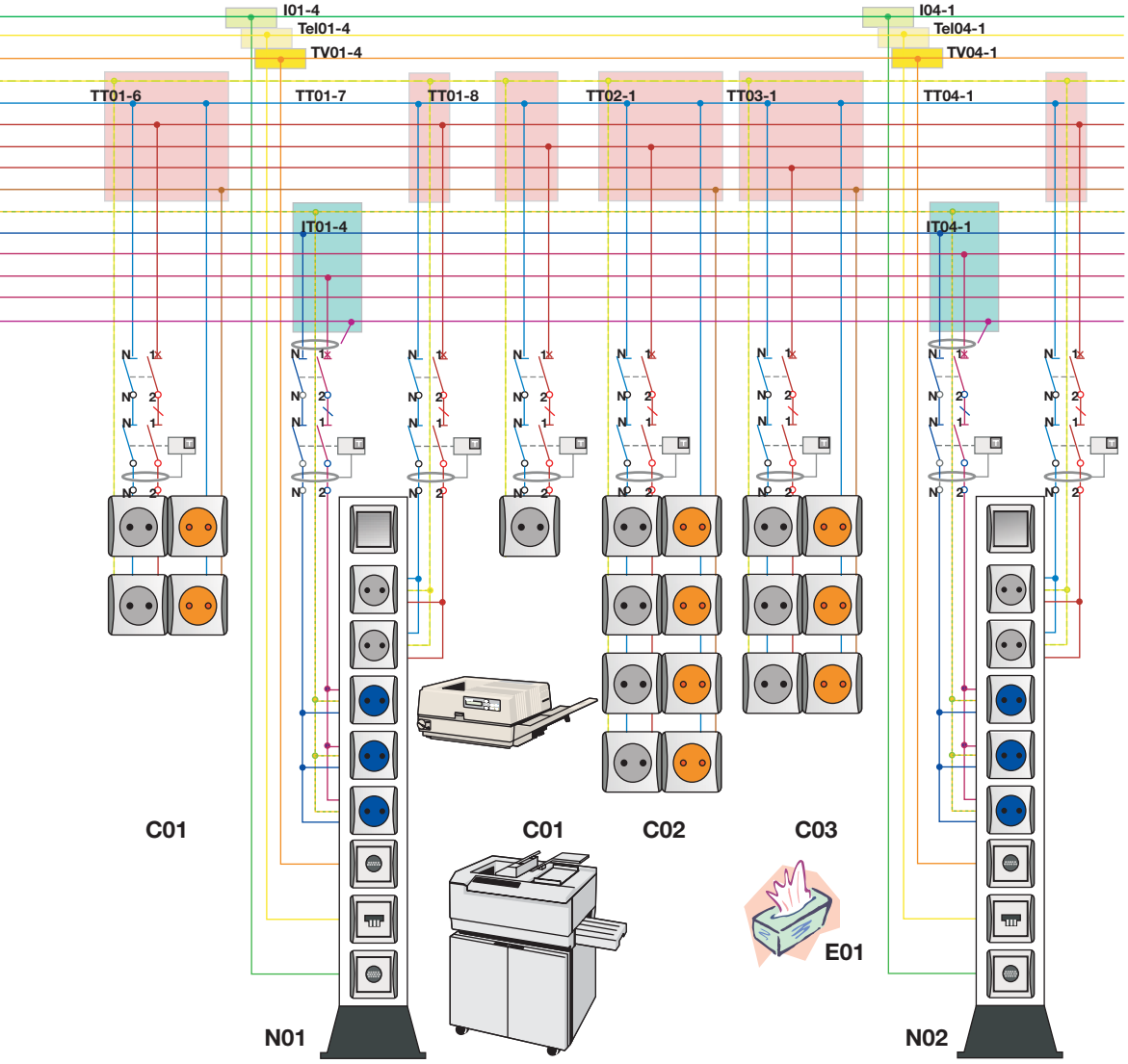
Línea 6.ª



(continuación)

N.º		Cos φ	Ku	Fase		
				L1	L2	L3
C04	Rellano A S4	0,8		1		
C04	Rellano A S4	0,8		1,5		
		0,8				0,5
C04	Rellano A S4	0,8		1		
C05	Servicio S5	0,8			1,5	
		0,8				0,75
C06	Despacho S6	0,8				2
		0,8				1
C06	Despacho S6	0,8				1
C07	Despacho S7	0,8				2

(continúa en pág. siguiente)

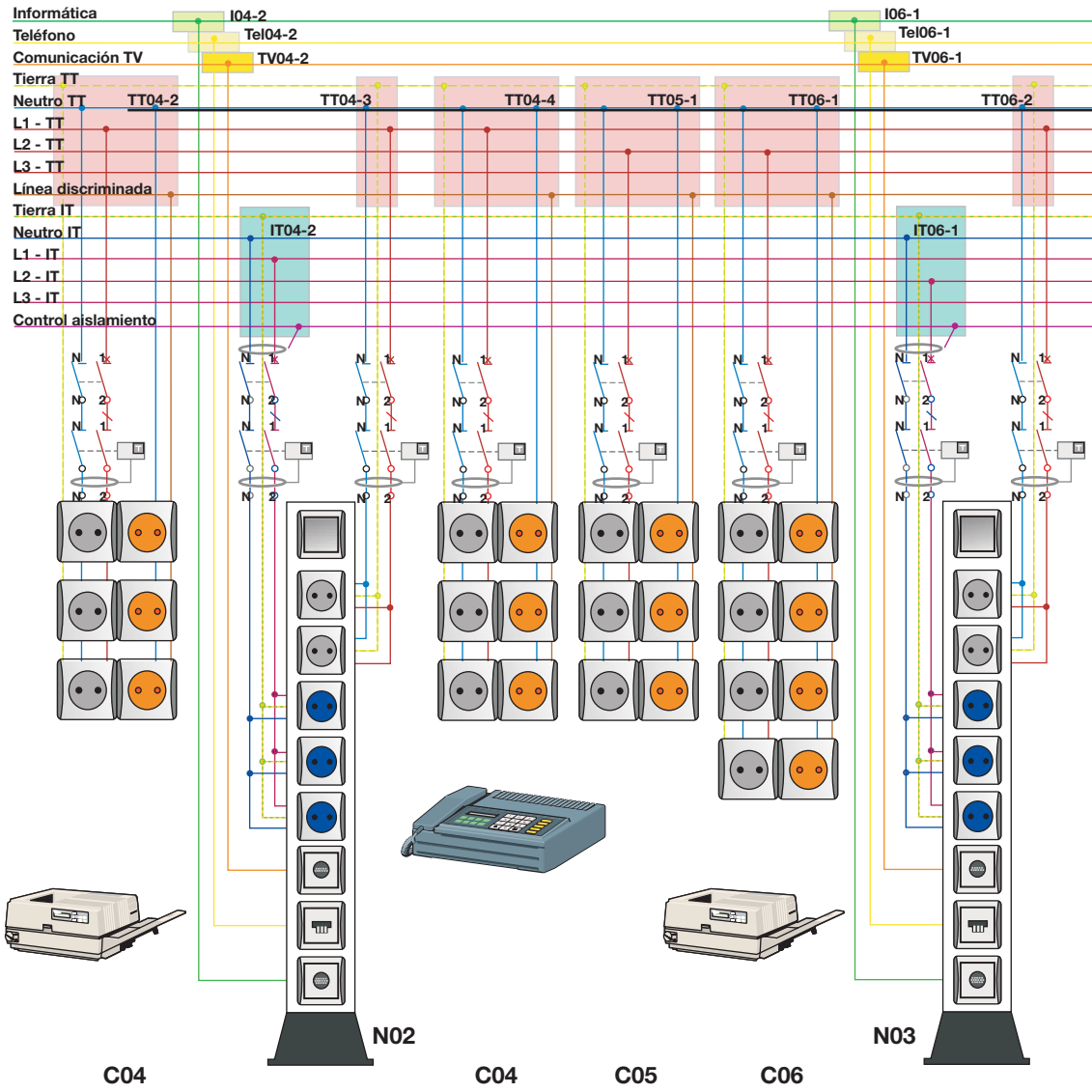


(continuación)

N.º		Cos φ	Ku	Fase		
				L1	L2	L3
		0,8				1
C07	Despacho S7	0,8				1
C08	Despacho S8	0,8			2	
		0,8				1
C08	Despacho S8	0,8				1
C09	S. reunion S9	0,8				3,5
		0,8				1,75
C10	Pasillo S10	0,8		3		
		0,8				1,5
Totales				**17**	**18,5**	**12**
Totales						**11**

Tabla K5-370: *cargas de la línea 6.ª.*

Línea 6.ª



■ Cargas en función del cos φ y el factor de utilización.

N.º		Cos φ	Fase		
			L1 · Ku	L2 · Ku	L3 · Ku
Fotocopiadora		0,7		9,1	
Total				**9,1**	
C01	Despacho S1	0,8	2		
		0,8			0,5
C01	Despacho S1	0,8	2		
		0,8			0,5
C01	Despacho S1	0,8	2		
		0,8			0,5
C01	Despacho S1	0,8	2		

(continúa en pág. siguiente)

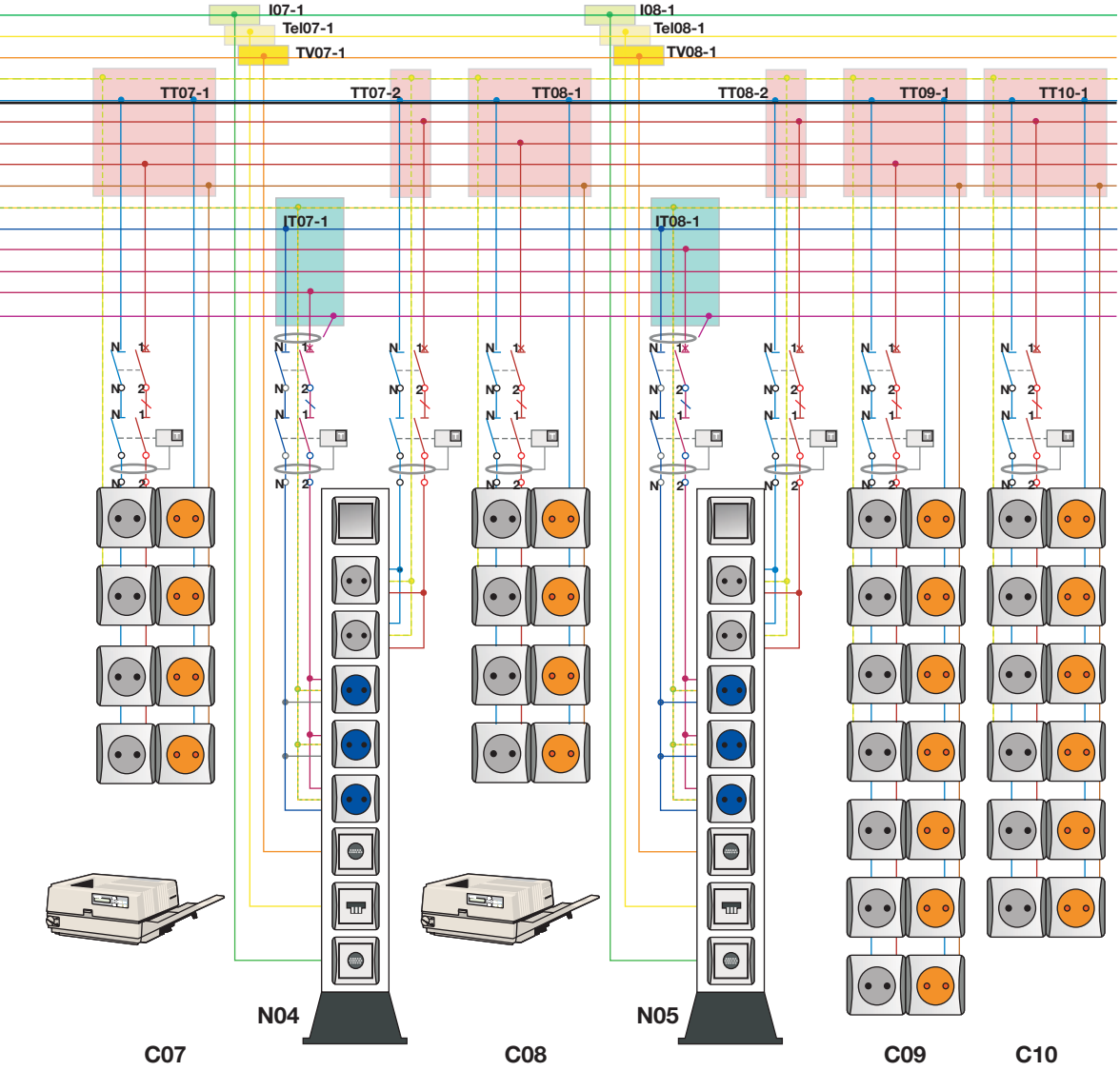


Fig. K5-371: *esquema régimen TT línea 6.ª.*

(continuación)

N.º		Cos φ	Fase		
			L1 · Ku	L2 · Ku	L3 · Ku
C02	Almacén S2	0,8		2	
		0,8			1
C03	Servicio S3	0,8			1,5
		0,8			0,5
C04	Rellano A S4	0,8	1		
C04	Rellano A S4	0,8	1,5		
		0,8			0,5
C04	Rellano A S4	0,8	1		
C04	Rellano A S4	0,8	1,5		
		0,8			0,5

(continúa en pág. siguiente)

(continuación)

N.º		Cos φ	Fase		
			L1 · Ku	L2 · Ku	L3 · Ku
C04	Rellano A S4	0,8	1		
C05	Servicio S5	0,8		1,5	
		0,8			0,75
C06	Despacho S6	0,8			2
		0,8			1
C06	Despacho S6	0,8			1
C07	Despacho S7	0,8			2
		0,8			1
C07	Despacho S7	0,8			1
C08	Despacho S8	0,8		2	
		0,8			1
C08	Despacho S8	0,8			1
C09	S. Reunión S9	0,8			3,5
		0,8			1,75
C10	Pasillo S10	0,8	3		
		0,8			1,5
Totales			**17**	**14,16**	**12**
Totales					**11**

Tabla K5-372: *cargas de la línea 6.ª en función del cos φ y el factor de utilización.*

K
5

Potencia línea 6.ª:

■ Potencia instalada:

$$S_{L6} = \sqrt{3} \cdot U \cdot \frac{I_1 + I_2 + I_3}{3} = \sqrt{3} \cdot 400\ V \cdot \frac{17 + 18{,}5 + 12}{3} = 10{,}96\ kVA$$

■ Potencia consumida:

$$P_{0,7} = U \cdot I \cdot \cos\varphi = 230\ V \cdot 9{,}1\ A \cdot 0{,}7 = 1{,}47\ kW$$

$$P_{0,8} = \sqrt{3} \cdot U \cdot \frac{I_1 + I_2 + I_3}{3} \cdot \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot 400\ V \cdot \frac{17 + 14{,}6 + 12}{3} \cdot 0{,}8 = 8{,}05\ kW$$

$$P_{TL6} = P_{0,7} + P_{0,8} = 1{,}47 + 8{,}05 = 9{,}52\ kW$$

$$S_{TL6} = \sqrt{3} \cdot U \cdot (I_{0,7} + I_{0,8}) = \sqrt{3} \cdot 400\ V \cdot \left(\frac{17 + (9{,}1 + 14{,}16) + 12}{3}\right) A = 12{,}06\ kVA$$

□ Factor de potencia medio:

$$\cos\varphi = \frac{P_{TL6}}{S_{TL6}} = \frac{9{,}52\ kW}{12{,}06\ kVA} = 0{,}789$$

□ Potencia reactiva necesaria.

Si deseamos compensar hasta un cos φ de 0,98, tendremos:

Con un cos φ medio de 0,789 para pasar a un cos φ de 0,98 debemos multiplicar por 0,567según la Tabla E5-003 de la página E/49 del Volumen 1:

$$Q_c\,(kVAr) = P\,(kW) \cdot K = 9{,}52\ kW \cdot 0{,}567 = 5{,}40\ kVAr$$

Una Rectibloc vertical de clase H de 5 kVAr sería una solución adecuada.

Línea de cargas para agua sanitaria

N.º		Cos φ	Ku	Fase		
				L1	L2	L3
S01	Servicios 80 L	1	0,8	5,2		
S02	Servicios 80 L	1	0,8		5,2	
S03	Servicios 80 L	1	0.8			5,2
S04	Servicios 80 L	1	0,8	5,2		
S05	Servicios 80 L	1	0,8		5,2	
S06	Vestuario 150 L	1	0,8			8
S07	Vestuario 150 L	1	0,8	8		
S09	Vestuario 150 L	1	0,8		8	
S10	Vestuario 150 L	1	0,8			8
Totales				**18,4**	**18,4**	**21,2**

Tabla K5-373: *cargas de la línea 6.ª.*

■ Cargas en función del cos φ y el factor de utilización.

N.º		Cos φ	Fase		
			L1 · Ku	L2 · Ku	L3 · Ku
S01	Servicios 80 L	1	4,16		
S02	Servicios 80 L	1		4,16	
S03	Servicios 80 L	1			4,16
S04	Servicios 80 L	1	4,16		
S05	Servicios 80 L	1		4,16	
S06	Vestuario 150 L	1			6,4
S07	Vestuario 150 L	1	6,4		
S09	Vestuario 150 L	1		6,4	
S10	Vestuario 150 L	1			6,4
Totales			**14,72**	**14,72**	**16.96**

Tabla K5-374: *cargas de la línea agua sanitaria en función del cos φ y el factor de utilización.*

Potencia línea cargas agua sanitaria:

■ Potencia instalada:

$$S_s = \sqrt{3} \cdot U \cdot \frac{I_1 + I_2 + I_3}{3} = \sqrt{3} \cdot 400\ V \cdot \frac{18{,}4 + 18{,}4 + 21{,}2}{3} = 13{,}38\ kVA$$

■ Potencia consumida:

$$P_s = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot 400\ V \cdot \frac{14{,}72 + 14{,}72 + 16{,}96}{3} A \cdot 1 = 10{,}71\ kW$$

Las sobreintensidades de arranque y sus consecuencias en la red de régimen TT

Las puntas de arranque más agudas serán las de las baterías de condensadores. Consideraremos solamente la del escalón superior de valor mitad de la potencia de la batería.

Potencias de las baterías de cada línea:

■ Línea 1.ª 30 kVAr, escalón medio 15 kVAr:

$$I = \frac{P_{Em}(VAr)}{\sqrt{3} \cdot U(V)} = \frac{15.000\ (VAr)}{\sqrt{3} \cdot 400\ (V)} \approx 22\ A; \quad I_p = 30 \cdot I(A) = 30 \cdot 22\,(A) = 660\ A$$

■ Línea 2.ª 30 kVAr, escalón medio 15 kVAr:

$$I = \frac{P_{Em}(VAr)}{\sqrt{3} \cdot U(V)} = \frac{15.000\,(VAr)}{\sqrt{3} \cdot 400\,(V)} \approx 22\,A; \quad I_p = 30 \cdot I\,(A) = 30 \cdot 22\,(A) = 660\,A$$

■ Línea 3.ª 15 kVAr, escalón medio 7,5 kVAr:

$$I = \frac{P_{Em}(VAr)}{\sqrt{3} \cdot U(V)} = \frac{7.500\,(VAr)}{\sqrt{3} \cdot 400\,(V)} \approx 11\,A; \quad I_p = 30 \cdot I\,(A) = 30 \cdot 11\,(A) = 330\,A$$

■ Línea 4.ª 7,5 kVAr, escalón medio 3 kVAr:

$$I = \frac{P_{Em}(VAr)}{\sqrt{3} \cdot U(V)} = \frac{3.000\,(VAr)}{\sqrt{3} \cdot 400\,(V)} \approx 4{,}4\,A; \quad I_p = 30 \cdot I\,(A) = 30 \cdot 4{,}4(A) = 132\,A$$

■ Línea 5.ª 10 kVAr, escalón medio 5 kVAr:

$$I = \frac{P_{Em}(VAr)}{\sqrt{3} \cdot U(V)} = \frac{5.000\,(VAr)}{\sqrt{3} \cdot 400\,(V)} \approx 7{,}23\,A; \quad I_p = 30 \cdot I\,(A) = 30 \cdot 7{,}23(A) = 217\,A$$

■ Línea 6.ª 5 kVAr, escalón medio 2,5 kVAr:

$$I = \frac{P_{Em}(VAr)}{\sqrt{3} \cdot U(V)} = \frac{2.500\,(VAr)}{\sqrt{3} \cdot 400\,(V)} \approx 3{,}6\,A; \quad I_p = 30 \cdot I\,(A) = 30 \cdot 3{,}6(A) = 108\,A$$

K
5

Puntas de intensidad de cada línea

■ Línea 1.ª.

N.º		n	Ks	Fase		
				L1 · n	L2 · n	L3 · n
M30	Polipasto S15	7		18,9	18,9	18,9
M03	Inyectora S15	3,5		47,42	47,42	47,42
M04	T. calefac. S15	2		4,64	4,64	4,64
M05	Calefacción S15	2		9,26	9,26	9,29
M06	Inyectora S15	3,5		47,42	47,42	47,42
M07	T. calefac. S15	2		4,64	4,64	4,64
M08	Calefacción S15	2		9,26	9,26	9,26
M09	Inyectora S15	3,5		47,42	47,42	47,42
M10	T. calefac. S15	2		4,64	4,64	4,64
M11	Calefacción S15	2		9,26	9,26	9,26
M12	Inyectora S15	3,5		47,42	47,42	47,42
M13	T. calefac. S15	2		4,64	4,64	4,64
M14	Calefacción S15	2		9,26	9,26	9,26
M15	Inyectora S15	3,5		47,42	47,42	47,42
M16	T. calefac. S15	2		4,64	4,64	4,64
M17	Calefacción S15	2		9,26	9,26	9,26
M18	Inyectora S15	3,5		47,42	47,42	47,42
M19	T. calefac. S15	2		4,64	4,64	4,64
M20	Calefacción S15	2		9,26	9,26	9,26
Batería condensadores				660	660	660
Σ (I · n)				1.046,82	1.046,82	1.046,82
Σ (I · n) · Ks			0,6	628,1	628,1	628,1

Tabla K5-375: *intensidades de punta de la línea 1.ª.*

■ Línea 2.ª.

N.º		n	Ks	Fase		
				L1 · n	L2 · n	L3 · n
M31	Polipasto S15	7		25,34	25,34	25,34
E04	Dispensador S16	7		9,1		
E05	Dispensador S16	7		9,1		
M27	Inyectora S15	3,5		116,97	116,97	116,97
M28	T. calefac. S15	2		7,8	7,8	7,8
M29	Calefacción S15	2		29,78	29,78	29,78
M21	Inyectora S15	3,5		98	98	98
M22	T. calefac. S15	2		4,64	4,64	4,64
M23	Calefacción S15	3,5		22,26	22,36	22,36
E13	Dis. bebidas S15	7		11,9		
E14	Cafetera S15	4,5			15,75	
M24	Inyectora S15	3,5		98	98	98
M25	T. calefac. S15	2		4,64	4,64	4,64
M26	Calefacción S15	2		12,72	12,72	12,72
E06	Dispensador S17	7			9,1	
E07	Dispensador S17	7			9,1	
Batería condensadores				660	660	660
Σ (I · n)				1.110,25	1.114,1	1.080,15
Σ (I · n) · Ks			0,6	666,15	668,46	648,09

Tabla K5-376: *intensidades de punta de la línea 2.ª.*

■ Línea 3.ª.

N.º		n	Ks	Fase		
				L1 · n	L2 · n	L3 · n
M32	Taladradora S18	7		5,6	5,6	5,6
M33	Compresor S21	3,5		29,92	29,92	29,92
M34	Compresor S21	3,5		29,92	29,92	29,92
M35	Condensa S21	3,5		22,15	22,15	22,15
Batería condensadores				330	330	330
Σ (I · n)				417,59	417,59	417,59
Σ (I · n) · Ks			0,8	250,55	250,55	250,55

Tabla K5-377: *intensidades de punta de la línea 3.ª.*

■ Línea 4.ª.

N.º		n	Ks	Fase		
				L1 · n	L2 · n	L3 · n
M36	Torno S19	7		9,1	9,1	9,1
M37	Torno S19	7		9,1	9,1	9,1
M38	Fresadora S19	7		11,2	11,2	11,2
M39	Fresadora S19	7		11,2	11,2	11,2
M40	Rectifica S19	3,5		7,7	7,7	7,7
M41	Taladradora S19	7		5,6	5,6	5,6
E08	Dispensador S20	7				9,1
E09	Dispensador S20	7				9,1
M42	Taladradora S19	7		5,6	5,6	5,6
M43	Tala.-Fresa. S19	7		5,6	5,6	5,6
Batería condensadores				132	132	132
Σ (I · n)				197,1	215,3	197,1
Σ (I · n) · Ks			0,6	118,26	129,18	118,26

Tabla K5-379: *intensidades de punta de la línea 4.ª.*

Esquema general de distribución del circuito de régimen TT

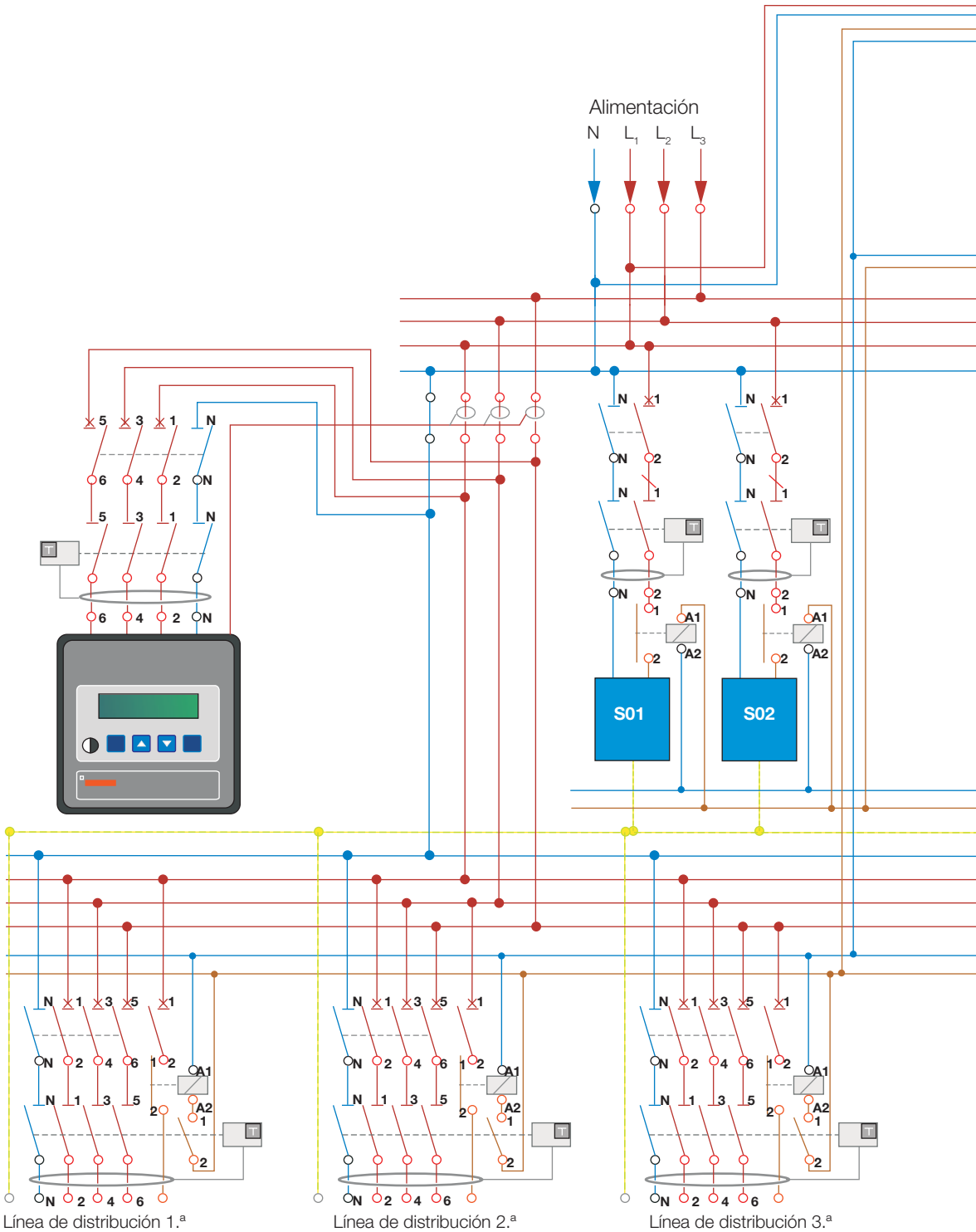
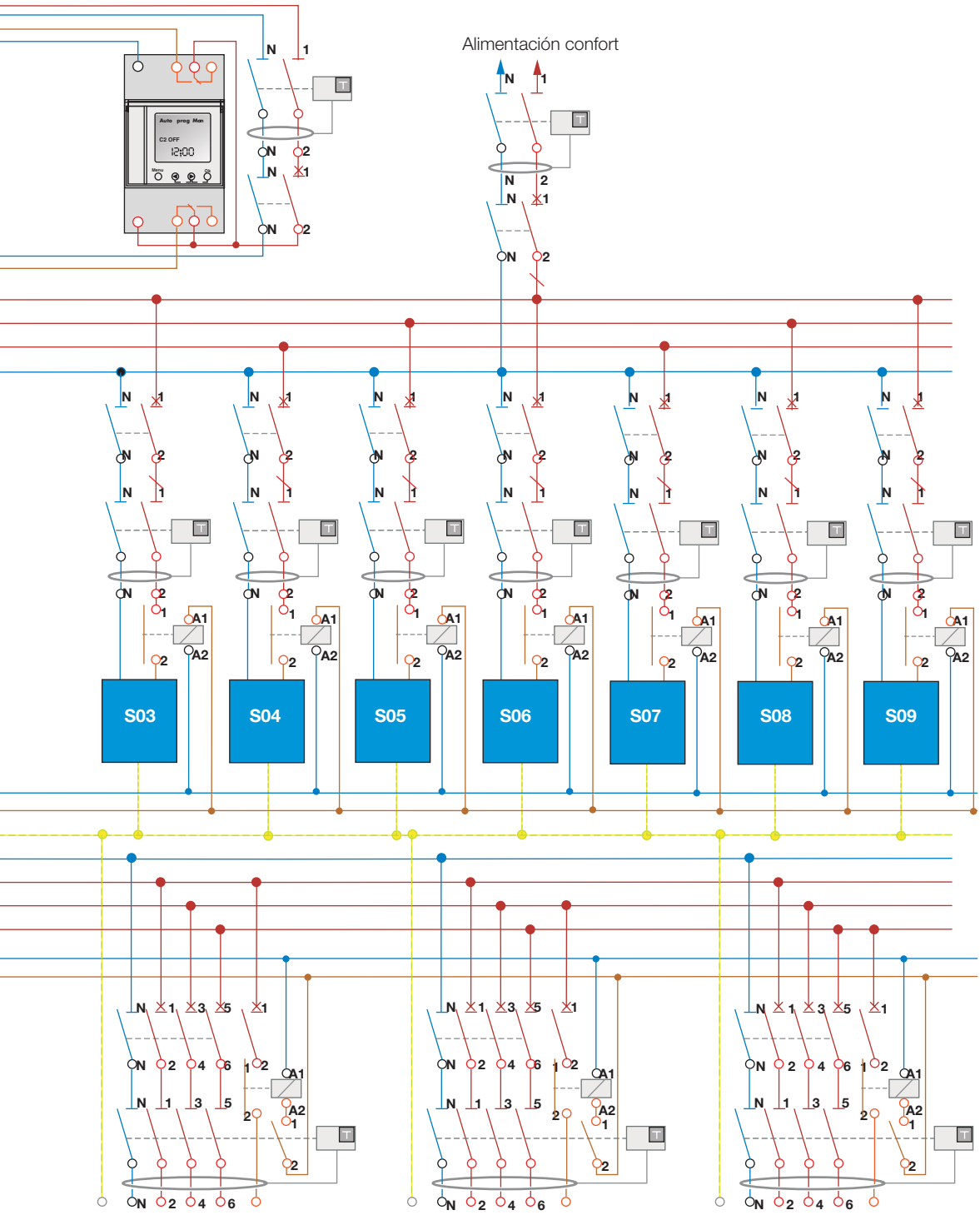


Fig. K5-378: *esquema de distribución de la red de régimen TT.*


Alimentación confort
S03
S04
S05
S06
S07
S08
S09
Línea de distribución 4.ª
Línea de distribución 5.ª
Línea de distribución 6.ª

■ Línea 5.ª.

N.º		n	Ks	Fase		
				L1 · n	L2 · n	L3 · n
M02	C. baterías S14	12		4,8		
M01	Balanza S14	12		26,16		
E11	Dis. bebidas S13	7		11,9		
E12	Cafetera S13	4,5				15,75
M44	Hilo incan. S11	12				26,16
M46	R. materia S11	7			33,46	
M45	C. climática S11	7		20,3	20,3	20,3
M47	Horno S11	2		5,8	5,8	5,8
Batería condensadores				217	217	217
Σ (I · n)				285,96	276,56	285,01
Σ (I · n) · Ks			0,7	200,18	193,6	199,51

Tabla K5-380: *intensidades de punta de la línea 5.ª.*

■ Línea 6.ª.

N.º		n	Ks	Fase		
				L1 · n	L2 · n	L3 · n
Fotocopiadora		12			156	
Batería condensadores				108	108	108
Σ (I · n)				108	264	108
Σ (I · n) · Ks			0,9	97,2	237,6	97,2

Tabla K5-381: *intensidades de punta de la línea 6.ª.*

■ Línea cargas agua sanitaria.
Las cargas están discriminadas y solamente actúan en horas valle.

N.º		n	Ks	Fase		
				L1 · n	L2 · n	L3 · n
S01	Servicios 80 L	2,5		10,4		
S02	Servicios 80 L	2,5			10,4	
S03	Servicios 80 L	2,5				10,4
S04	Servicios 80 L	2,5		10,4		
S05	Servicios 80 L	2,5			10,4	
S06	Vestuario 150 L	2,5				16
S07	Vestuario 150 L	2,5		16		
S09	Vestuario 150 L	2,5			16	
S10	Vestuario 150 L	2,5				16
Σ (I · n)				36,8	36,8	42,4
Σ (I · n) · Ks			0,7	25,76	25,76	29,68

Tabla K5-382: *intensidades de punta de la línea para las cargas de agua sanitaria.*

■ Esquema de conexión de la batería de compensación de cada línea.

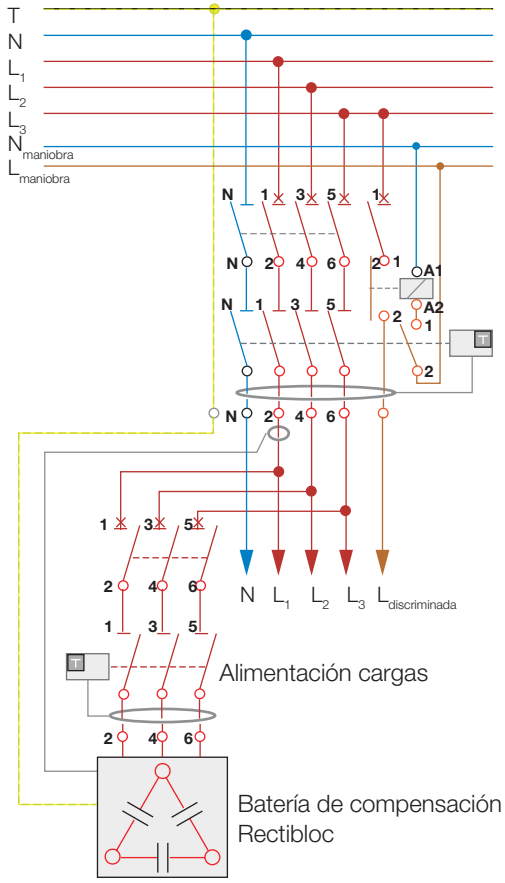


Fig. K5-383: *compensación líneas red régimen TT.*

■ Total de las seis líneas y las cargas sanitarias.

N.º	n	Ks	Fase		
			L1 · n	L2 · n	L3 · n
Línea 1.ª			628,1	628,1	628,1
Línea 2.ª			666,15	668,46	648,09
Línea 3.ª			250,55	250,55	250,55
Línea 4.ª			118,26	129,18	118,26
Línea 5.ª			200,18	193,6	199,51
Línea 6.ª			97,2	237,6	97,2
Cargas agua sanitaria			36,8	36,8	42,4
Σ (I · n)			1.997,24	2.144,3	1.984,11
Σ (I · n) · Ks		0,6	1.199	1.287	1.191

Tabla K5-384: *intensidades de punta de las líneas seis líneas de alimentación de las máquinas, electrodomésticos y conectores.*

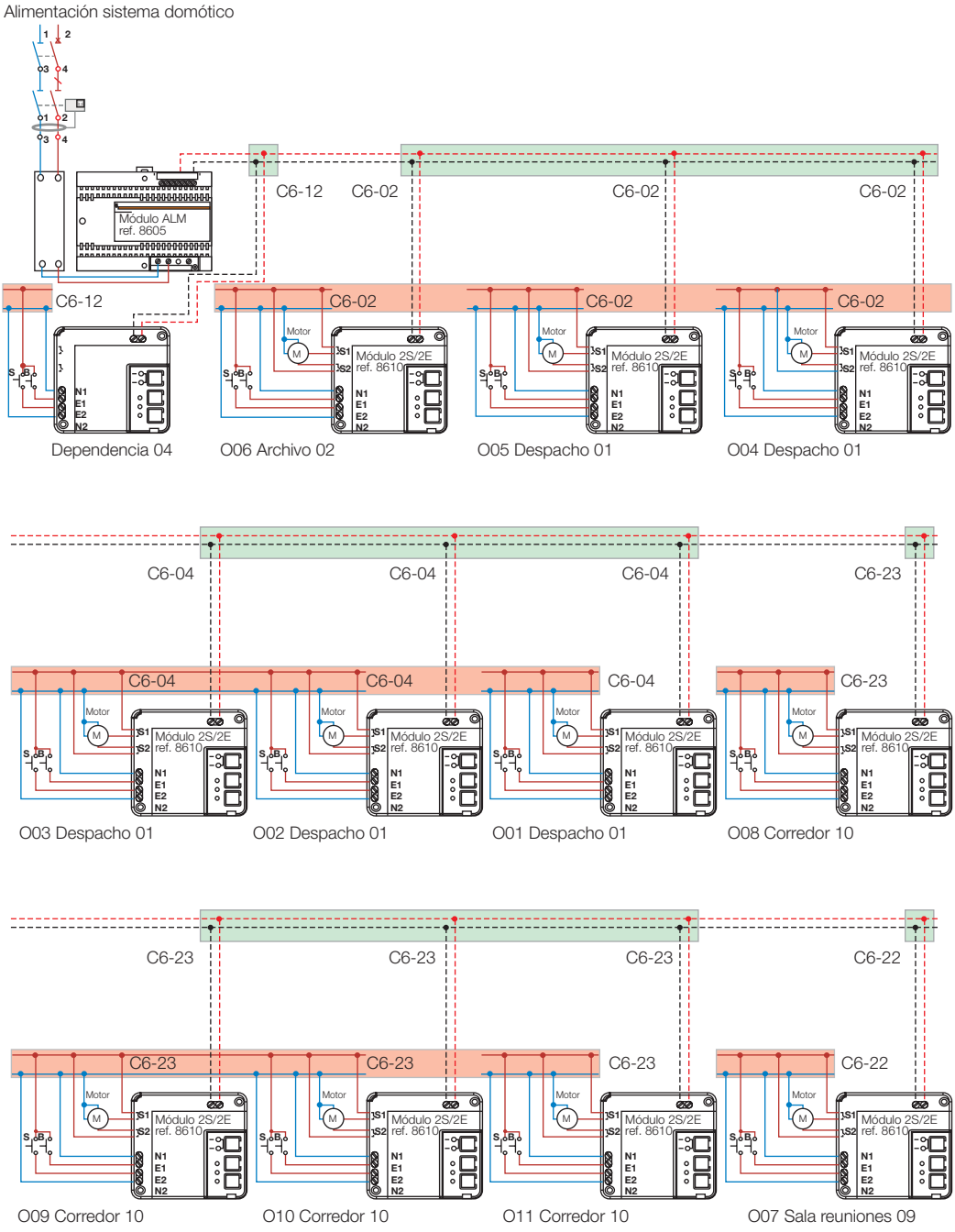
Será sumamente importante llevar el control de las puntas de arranque y su historial a través de un controlador de circuitos del sistema **Power**Logic®, el cual nos permitirá controlar la calidad de la energía y aplicar posibles soluciones en función de la realidad de cada día.

Confort

Funcionamiento circuito confort

Las persianas las alimentaremos desde las cajas de distribución de la red de tomas de corriente a 400/230 V 50 Hz en régimen TT y las controlaremos por medio del sistema domótico de forma individual y desde la recepción de forma centralizada. Las distribuiremos en dos líneas, la de la planta y la del altillo.

■ Esquema distribución y mando persianas.



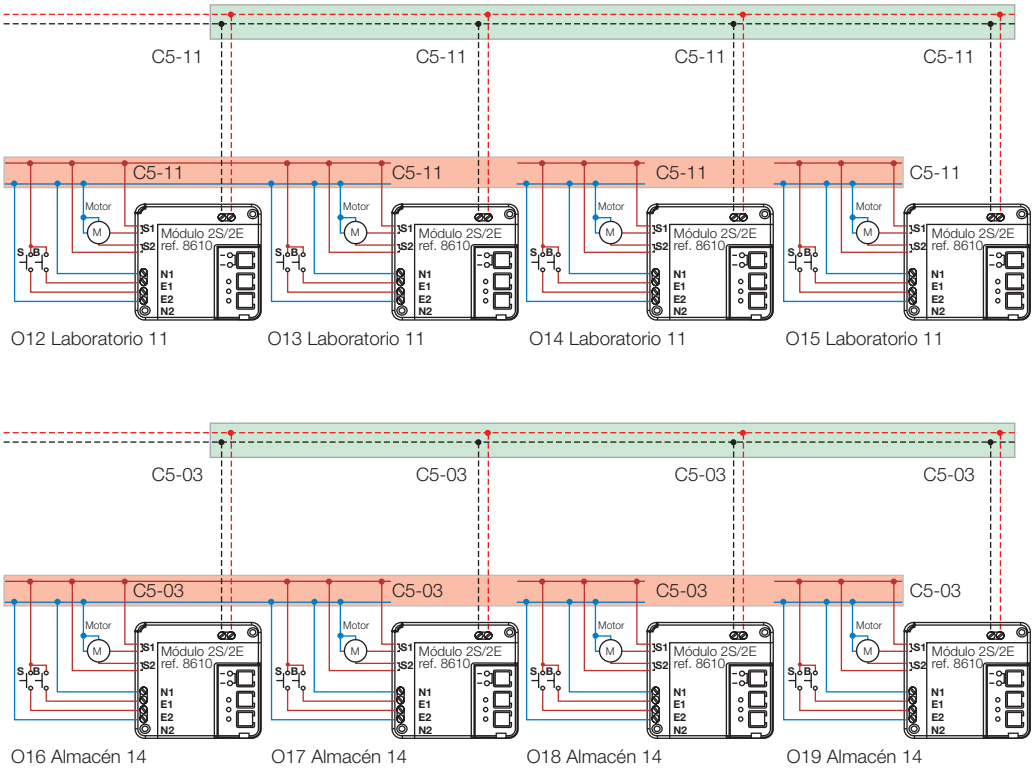


Fig. K5-385: *esquema circuito confort.*

Consumo de la red en régimen TT en horas valle, llano y punta

La actividad de la industria está coordinada con los turnos de trabajo, por tanto clasificaremos el consumo en función de los turnos.

Grupo 1.º, un turno de 8 h

N.º		Cos φ	I_{media}	Fase		
				L1·Ku	L2·Ku	L3·Ku
E01	Dispensador S03	0,8		0,39		
E02	Dispensador S05	0,8			0,39	
E10	Dispensador S22	0,8		0,39		
E11	Dis. bebidas S13	0,8		1,02		
E12	Cafetera S13	0,8				2,45
M01	Balanza S14	0,7		0,872		
M02	C. baterías S14	0,7		0,14		
C01	Despacho S1	0,8		7		
	Fotocopiadoras	0,7			9,1	
C02	Almacén S2	0,8			2	
C03	Servicio S3	0,8				1,5
C04	Rellano A S4	0,8		5		
C05	Servicio S5	0,8			1,5	
C06	Despacho S6	0,8				3
C07	Despacho S7	0,8				3
C08	Despacho S8	0,8			3	
C09	S. reunión S9	0,8				3,5
C10	Pasillo S10	0,8		3		
C14	Almacén S14	0,8			2	
		0,8		6,4	6,4	6,4

(continúa en pág. siguiente)

(continuación)

N.º		Cos φ	I_{media}	Fase		
				L1·Ku	L2·Ku	L3·Ku
O01	S01 persiana	0,65		0,04		
O02	S01 persiana	0,65			0,04	
O03	S01 persiana	0,65				0,04
O04	S01 persiana	0,65		0,04		
O05	S01 persiana	0,65			0,04	
O06	S02 persiana	0,65				0,04
O07	S09 persiana	0,65		0,05		
O08	S10 persiana	0,65			0,04	
O09	S10 persiana	0,65				0,04
O10	S10 persiana	0,65		0,04		
O11	S10 persiana	0,65			0,04	
O16	S14 persiana	0,7		0,04		
O17	S14 persiana	0,7			0,04	
O18	S14 persiana	0,7				0,04
O19	S14 persiana	0,7		0,04		
Totales			**23,08**	**24,462**	**24,59**	**20,01**
Total cos φ		**0,65**	**0,15**	**0,17**	**0,16**	**0,12**
Total cos φ		**0,7**	**10,27**	**1,092**	**9,14**	**0,04**
Total cos φ		**0,8**	**19,42**	**23,2**	**15,20**	**19,85**
Consumo discriminado en horas valle						
C01	Despacho S1	0,8				1,5
C02	Almacén S2	0,8				1
C03	Servicio S3	0,8				0,5
C04	Rellano A S4	0,8				1,5
C05	Servicio S5	0,8				0,75
C06	Despacho S6	0,8				1
C07	Despacho S7	0,8				1
C08	Despacho S8	0,8				1
C09	S. reunión S9	0,8				1,75
C10	Pasillo S10	0,8				1,5
S01	Servicios 80 L	1		3,64		
S02	Servicios 80 L	1			3,64	
S03	Servicios 80 L	1				3,64
Totales			**7,48**	**3,64**	**3,64**	**15,14**
Total cos φ		**0,8**	**3,84**			**11,5**
Total cos φ		**1**	**3,64**	**3,64**	**3,64**	**3,64**

Tabla K5-386: *intensidades consumidas en la red de régimen TT a un turno.*

Grupo 2.º, dos turnos de 8 h

N.º		Cos φ	I_{media}	Fase		
				L1·Ku	L2·Ku	L3·Ku
E03	Dispensador S12	0,8				0,39
E08	Dispensador S20	0,8			0,39	
E09	Dispensador S20	0,8				0,39
M32	Taladradora S18	0,7		0,24	0,24	0,24
M36	Torno S19	0,7		1,105	1,105	1,105
M37	Torno S19	0,7		1,105	1,105	1,105
M38	Fresadora S19	0,75		1,36	1,36	1,36
M39	Fresadora S19	0,75		1,36	1,36	1,36
M40	Rectifica S19	0,8		1,87	1,87	1,87
M41	Taladradora S19	0,7		0,4	0,4	0,4
M42	Taladradora S19	0,7		0,32	0,32	0,32
M43	Tala. Fresa. S19	0,7		0,56	0,56	0,56
M44	Hilo incan. S11	0,7				1,308
M45	C. climática S11	0,7		2,61	2,61	2,61

(continúa en pág. siguiente)

(continuación)

N.°		Cos φ	I_{media}	Fase		
				L1·Ku	L2·Ku	L3·Ku
M46	R. materia S11	0,7			2,868	
M47	Horno S11	1		2,32	2,32	2,32
C11	Laboratorio S11	0,8			4,5	
		0,8		14,4	14,4	14,4
C12	Servicio S12	0,8				1,5
C13	Rellano P S13	0,8		3,5		
C18	T. eléctrico S18	0,8				4,5
		0,8		14,4	14,4	14,4
C19	T. mecánico S19	0,8		4,5		
		0,8		14,4	14,4	14,4
C20	Vestuario S20	0,8			1,5	
Totales			**64,9**	**64,45**	**65,708**	**64,538**
Total cos φ		**0,7**	**7,74**	**6,34**	**9,208**	**7,648**
Total cos φ		**0,75**	**2,72**	**2,72**	**2,72**	**2,72**
Total cos φ		**0,8**	**51,97**	**53,07**	**51,46**	**51,85**
Total cos φ		**1**	**2,32**	**2,32**	**2,32**	**2,32**
Consumo discriminado en horas valle						
C11	Laboratorio S11	0,8			2,25	
C18	T. eléctrico S18	0,8				2,25
C19	T. mecánico S19	0,8		2,25		
C20	Vestuario S20	0,8		0,75		
S04	Servicios 80 L	1		3,64		
S09	Vestuario 150 L	1			5,6	
S10	Vestuario 150 L	1				5,6
Totales			**7,45**	**6,64**	**7,85**	**7,85**
Total cos φ		**0,8**	**2,5**	**3**	**2,25**	**2,25**
Total cos φ		**1**	**4,95**	**3,64**	**5,6**	**5,6**

Tabla K5-387: *intensidades consumidas en la red de régimen TT a dos turnos.*

Grupo 3.º, cuatro turnos de 8 h

N.°		Cos φ	I_{media}	Fase		
				L1·Ku	L2·Ku	L3·Ku
E04	Dispensador S16	0,8		0,39		
E05	Dispensador S16	0,8			0,39	
E06	Dispensador S17	0,8				0,39
E07	Dispensador S17	0,8		0,39		
E13	Dis. bebidas S15	0,8		1,02		
E14	Cafetera S15	0,8			2,45	
M03	Inyectora S15	0,8		8,13	8,13	8,13
M04	T. calefac. S15	1		1,624	1,624	1,624
M05	Calefacción S15	0,85		3,241	3,241	3,241
M06	Inyectora S15	0,8		8,13	8,13	8,13
M07	T. calefac. S15	1		1,624	1,624	1,624
M08	Calefacción S15	0,85		3,241	3,241	3,241
M09	Inyectora S15	0,8		8,13	8,13	8,13
M10	T. calefac. S15	1		1,624	1,624	1,624
M11	Calefacción S15	0,85		3,241	3,241	3,241
M12	Inyectora S15	0,8		8,13	8,13	8,13
M13	T. calefac. S15	1		1,624	1,624	1,624
M14	Calefacción S15	0,85		3,241	3,241	3,241
M15	Inyectora S15	0,8		8,13	8,13	8,13
M16	T. calefac. S15	1		1,624	1,624	1,624
M17	Calefacción S15	0,85		3,241	3,241	3,241
M18	Inyectora S15	0,8		8,13	8,13	8,13
M19	T. calefac. S15	1		1,624	1,624	1,624

(continúa en pág. siguiente)

(continuación)

N.º		Cos φ	I_{media}	Fase		
				L1·Ku	L2·Ku	L3·Ku
M20	Calefacción S15	0,85		3,241	3,241	3,241
M21	Inyectora S15	0,8		16,8	16,8	16,8
M22	T. calefac. S15	1		1,624	1,624	1,624
M23	Calefacción S15	0,85		4,452	4,452	4,452
M24	Inyectora S15	0,8		16,8	16,8	16,8
M25	T. calefac. S15	1		1,624	1,624	1,624
M26	Calefacción S15	0,85		4,452	4,452	4,452
M27	Inyectora S15	0,8		20,052	20,052	20,052
M28	T. calefac. S15	1		2,73	2,73	2,73
M29	Calefacción S15	0,85		10,423	10,423	10,423
M30	Polipastro S15	0,8		0,27	0,27	0,27
M31	Polipastro S15	0,8		0,362	0,362	0,362
M33	Compresor S21	0,8		5,985	5,985	5,985
M34	Compresor S21	0,8		5,985	5,985	5,985
M35	Condensa. S21	0,8		5,064	5,064	5,064
C15	S. inyección S15	0,8				7,5
		0,8		24	24	24
C16	Servicio S16	0,8		1,5		
C17	Vestuario S17	0,8			1,5	
C21	Compreso S19	0,8				4,5
		0,8		6,4	6,4	6,4
Totales			**211,68**	**208,3**	**209,34**	**217,39**
Total cos φ		**0,8**	**157,18**	**153,798**	**154,838**	**162,888**
Total cos φ		**0,85**	**38,78**	**38,773**	**38,773**	**38,773**
Total cos φ		**1**	**15,73**	**15,722**	**15,722**	**15,722**
Consumo discriminado en horas valle						
C15	S. inyección S15	0,8		1	2,75	
C16	Servicio S16	0,8			0,75	
C17	Vestuario S17	0,8			0,75	
C21	Compreso. S19	0,8				2,25
S05	Servicios 80 L	1			3,64	
S06	Vestuario 150 L	1				5,6
S07	Vestuario 150 L	1		5,6		
Totales			**7,45**	**6,6**	**7,89**	**7,85**
Total cos φ		**0,8**	**2,5**	**1**	**4,25**	**2,25**
Total cos φ		**1**	**4,95**	**5,6**	**3,64**	**5,6**

Tabla K5-388: *intensidades consumidas en la red de régimen TT a cuatro turnos.*

Potencias consumidas en la línea de régimen TT:

■ Potencia consumida en el grupo 1.º (un turno):

□ Consumo normal:

$$S_{G1} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I = \sqrt{3} \cdot 400\,V \cdot 23{,}08\,A = 18{,}98\ kVA$$

$$P_{0,65} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot 400\,V \cdot 0{,}15\,A \cdot 0{,}65 = 0{,}068\ kW$$

$$P_{0,7} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot 400\,V \cdot 10{,}27\,A \cdot 0{,}7 = 4{,}98\ kW$$

$$P_{0,8} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot 400\,V \cdot 19{,}42\,A \cdot 0{,}8 = 10{,}75\,kW$$

$$P_{G1} = P_{0,65} + P_{0,7} + P_{0,8} = 0{,}068 + 4{,}98 + 10{,}75 \cong 15{,}8\,kW$$

$$\cos\varphi = \frac{P_{G1}}{S_{G1}} = \frac{15{,}8kW}{18{,}98kVA} = 0{,}832$$

□ Consumo discriminado:

$$S_{G1} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I = \sqrt{3} \cdot 400\ V \cdot 7{,}48\,A = 5{,}18\ kVA$$

$$P_{0,8} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot 400\,V \cdot 3{,}84\,A \cdot 0{,}8 = 2{,}13\ kW$$

$$P_1 = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot 400\ V \cdot 3{,}64\,A \cdot 1 = 2{,}52\ kW$$

$$P_{G1} = P_{0,8} + P_1 = 2{,}13 + 2{,}52 = 4{,}65\ kW$$

$$\text{Cos}\,\varphi = \frac{P_{G1}}{S_{G1}} = \frac{4{,}65\,kW}{5{,}18\,kVA} = 0{,}897$$

■ Potencia consumida en el grupo 2.º (dos turnos):
□ Consumo normal:

$$S_{G2} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I = \sqrt{3} \cdot 400\ V \cdot 64{,}9\,A = 44{,}92\ kVA$$

$$P_{0,7} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot 400\,V \cdot 7{,}74\,A \cdot 0{,}7 = 3{,}75\ kW$$

$$P_{0,75} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot 400\,V \cdot 2{,}72\,A \cdot 0{,}75 = 1{,}42\ kW$$

$$P_{0,8} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot 400\,V \cdot 51{,}97\,A \cdot 0{,}8 = 28{,}77\ kW$$

$$P_1 = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot 400\,V \cdot 2{,}32\,A \cdot 1 = 1{,}61\ kW$$

$$P_{G2} = P_{0,7} + P_{0,75} + P_{0,8} + P_1 = 3{,}75 + 1{,}42 + 28{,}77 + 1{,}61 = 35{,}55\ kW$$

$$\text{Cos}\,\varphi = \frac{P_{G1}}{S_{G1}} = \frac{35{,}55\,kW}{44{,}92\,kVA} = 0{,}791$$

□ Consumo discriminado:

$$S_{G3} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I = \sqrt{3} \cdot 400\ V \cdot 7{,}45\,A = 5{,}16\,kVA$$

$$P_{0,8} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot 400\,V \cdot 2{,}5\,A \cdot 0{,}8 = 1{,}39\,kW$$

$$P_1 = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot 400\,V \cdot 4{,}95\,A \cdot 1 = 3{,}43\,kW$$

$$P_{G3} = P_{0,8} + P_1 = 1{,}39 + 3{,}43 = 4{,}82\,kW$$

$$\text{Cos}\,\varphi = \frac{P_{G1}}{S_{G1}} = \frac{4{,}82\,kW}{5{,}16\,kVA} = 0{,}934$$

■ Potencia consumida en el grupo 3.º (cuatro turnos):
□ Consumo normal:

$$S_{G3} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I = \sqrt{3} \cdot 400\,V \cdot 211{,}88\,A = 146{,}62\ kVA$$

$$P_{0,8} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot 400\,V \cdot 157{,}18\,A \cdot 0{,}8 = 87{,}02\ kW$$

$$P_{0,85} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot 400\ V \cdot 38{,}78\,A \cdot 0{,}85 = 22{,}81\ kW$$

$$P_1 = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot 400\,V \cdot 15{,}73\,A \cdot 1 = 10{,}89\,kW$$

$$P_{G3} = P_{0,8} + P_{0,85} + P_1 = 87{,}02 + 22{,}81 + 10{,}89 = 120{,}72\,kW$$

$$\text{Cos}\,\varphi = \frac{P_{G1}}{S_{G1}} = \frac{120{,}72\,kW}{146{,}62\,kVA} = 0{,}823$$

□ Consumo discriminado:

$$S_{G3} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I = \sqrt{3} \cdot 400\ V \cdot 7{,}45\ A = 5{,}16\ kVA$$

$$P_{0,8} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot 400\ V \cdot 2{,}5\ A \cdot 0{,}8 = 1{,}39\ kW$$

$$P_1 = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot 400\ V \cdot 4{,}95\ A \cdot 1 = 3{,}43\ kW$$

$$P_{G3} = P_{0,8} + P_1 = 1{,}39 + 3{,}43 = 4{,}82\ kW$$

$$\cos\varphi = \frac{P_{G1}}{S_{G1}} = \frac{4{,}82\ kW}{5{,}16\ kVA} = 0{,}934$$

Cargas alimentadas en régimen IT a 230/400 V:

■ Alimentación cargas informáticas.

Desde la fuente de alimentación ininterrumpida SAI, distribuiremos en una línea todas las dependencias de la planta y el altillo.

Las cargas informáticas son generadoras de armónicos y trabajan con un cos φ del orden de 0,7.

Estas cargas son muy sensibles a los armónicos y ellas mismas son generadoras, produciendo un efecto multiplicador con valores de factor de cresta de 2,4 a 2,8 veces.

Su tasa global de distorsión es del orden del 93%, THDI = 93%.

N.º		Cos φ	Ku	Fase		
				L1	L2	L3
N01	Despacho S1					
	4 CPU	0,7	1	2,6	2,6	
	4 Pantalla	0,7	1	2	2	
	1 Impresora G	0,7	0,6			6,9
	1 Escáner	0,7	0,3		2	
N02	Rellano S4					
	2 CPU	0,7	1	2,6		
	2 Pantalla	0,7	1	2		
	1 Impresora G	0,7	1	6,9		
N03	Despacho S6					
	1 CPU	0,7	1		1,3	
	1 Pantalla	0,7	1		1	
	1 Impresora G	0,7	0,2		6,9	
	1 C. Telefónica	0,7	1		2	
N04	Despacho S7					
	1 CPU	0,7	1			1,3
	1 Pantalla	0,7	1			1
	1 Impresora G	0,7	0,2			6,9
N05	Despacho S8					
	1 CPU	0,7	1	1,3		
	1 Pantalla	0,7	1	1		
	1 Impresora G	0,7	0,2	6,9		
N06	Laboratorio S11					
	2 CPU	0,7	1	1,3	1,3	
	2 Pantalla	0,7	1	1	1	
	1 Impresora G	0,7	0,4		6,9	
	3 Intercomunicadores a CPU	0,7	1		1,14	0,57

(continúa en pág. siguiente)

(continuación)

N.°		Cos φ	Ku	Fase		
				L1	L2	L3
N07	Almacén S14					
	1 CPU	0,7	1			1,3
	1 Pantalla	0,7	1			1
	1 Impresora G	0,7	0,5			6,9
	1 Intercomunicadores a CPU	0,7	1			0,57
N08	Inyección S15					
	9 alimentaciones a cuadros de control inyectadoras	0,7	1	9	9	9
I23	A. emergencia	0,5	1	6,51		
T00	Alarmas técnicas		1		2,6	
Totales				**43,11**	**39,71**	**42,34**

Tabla K5-389: *cargas de la línea en régimen IT.*

■ Cargas en función del cos φ y el factor de utilización.

N.°		Cos φ	Fase		
			L1 · Ku	L2 · Ku	L3 · Ku
N01	Despacho S1				
	4 CPU	0,7	2,6	2,6	
	4 Pantalla	0,7	2	2	
	1 Impresora G	0,7			4,16
	1 Escáner	0,7		0,6	
N02	Rellano S4				
	2 CPU	0,7	2,6		
	2 Pantalla	0,7	2		
	1 Impresora G	0,7	4,83		
N03	Despacho S6				
	1 CPU	0,7		1,3	
	1 Pantalla	0,7		1	
	1 Impresora G	0,7		1,38	
	1 C. Telefónica	0,7		2	
N04	Despacho S7				
	1 CPU	0,7			1,3
	1 Pantalla	0,7			1
	1 Impresora G	0,7			1,38
N05	Despacho S8				
	1 CPU	0,7			1,3
	1 Pantalla	0,7			1
	1 Impresora G	0,7			1,38
N06	Laboratorio S11				
	2 CPU	0,7	1,3	1,3	
	2 Pantalla	0,7	1	1	
	1 Impresora G	0,7		2,76	
	3 Intercomunicadores a CPU	0,7		1,14	0,57

(continúa en pág. siguiente)

(continuación)

N.º		Cos φ	Fase		
			L1 · Ku	L2 · Ku	L3 · Ku
N07	Almacén S14				
	1 CPU	0,7			1,3
	1 Pantalla	0,7			1
	1 Impresora G	0,7			3,45
	1 Intercomunicadores a CPU	0,7			0,57
N08	Inyección S15				
	9 alimentaciones a cuadros de control inyectadoras	0,7	9	9	9
T00	Alarmas técnicas			2,6	
Totales			**25,33**	**28,68**	**27,41**
I23	A. Emergencia	0,5	6,51		
Totales			**6,51**		

Tabla K5-390: *cargas de la línea en régimen IT, en función del cos φ y el factor de utilización.*

Potencia línea régimen IT:

■ Potencia instalada:

$$S_{LIT} = \sqrt{3} \cdot U \cdot \frac{I_1 + I_2 + I_3}{3} = \sqrt{3} \cdot 400\ V \cdot \frac{43{,}11 + 39{,}71 + 42{,}34}{3} = 28{,}87\ kVA$$

■ Potencia consumida:

$$P_{0,5} = U \cdot I \cdot \cos\varphi = 230\,V \cdot 6{,}51A \cdot 0{,}5 = 0{,}75\,kW$$

$$P_{0,7} = \sqrt{3} \cdot U \cdot \frac{I_1 + I_2 + I_3}{3} \cdot \cos\varphi =$$

$$= \sqrt{3} \cdot 400\ V \cdot \frac{25{,}33 + 28{,}68 + 27{,}41}{3} \cdot 0{,}7 = 13{,}15\ kW$$

$$P_{TLIT} = P_{0,5} + P_{0,7} = 0{,}75 + 13{,}15 = 13{,}9\ kW$$

$$S_{TLIT} = \sqrt{3} \cdot U \cdot (I_{0,5} + I_{0,7}) =$$

$$= \sqrt{3} \cdot 400\ V \cdot \left(\frac{(6{,}51 + 25{,}33) + 28{,}68 + 27{,}41}{3}\right) A = 20{,}20\ kVA$$

□ Factor de potencia medio:

$$\cos\varphi = \frac{P_{TIT}}{S_{TIT}} = \frac{13{,}9\ kW}{20{,}2\ kVA} = 0{,}688$$

□ Potencia reactiva necesaria.

Si deseamos compensar hasta un cos φ de 0,98, tendremos:

Con un cos φ medio de 0,688 para pasar a un cos φ de 0,98 debemos multiplicar por 0,87 según la Tabla E5-003 de la página E/49 del Volumen 1:

$$Q_c(kVAr) = P\,(kW) \cdot K = 13{,}9kW \cdot 0{,}87 = 12{,}1kVAr$$

Debemos dimensionar la batería para el máximo de carga y dotarla de un juego de escalones que nos permita trabajar cómodamente.

Una Rectibloc vertical de clase H de 12,5 kVAr sería una solución adecuada.

Los armónicos en la línea en régimen IT:

■ Elementos generadores de armónicos, podemos distinguir dos grupos:

□ Los generados a través de fuentes de alimentación, THDI 93%:

$$I_{THDI93\%} = In \cdot 0{,}93 = \frac{(25{,}33 + 28{,}68 + 27{,}41)}{3} A \cdot 0{,}93 = 25{,}25\,A_{THDI}$$

□ Los generados por lámparas de descarga, THDI 37%.

$$I_{THDI37\%} = In \cdot 0{,}37 = 6{,}51\,A \cdot 0{,}37 = 2{,}4\,A_{THDI}$$

■ La tasa de armónicos total a compensar será:

$$I_{THDI(T)} = I_{THDI93\%} + I_{THDI37\%} = 25{,}25 + 2{,}4 = 27{,}65\,A_{THDI}$$

Para el dimensionado de un compensador activo es aconsejable utilizar un coeficiente de esponjamiento del 20%, por tanto necesitaremos un equipo capaz de compensar:

$$I_{THDI} = I_{THDI(T)} \cdot K = 27{,}65 \cdot 1{,}2 = 33{,}18\,A_{THDI}$$

Con un SineWave (THM) SW40 solucionaremos el problema.

El sistema de suministro ininterrumpido SAI

La potencia aparente necesaria por fase (fase mas cargada) es:

$$S = U \cdot I = 230\,V \cdot (25{,}33 + 6{,}51)\,A \cong 7{,}33\,kVA$$

En términos generales se calculan los SAI por la potencia monofásica por:

□ ***La mayoría de cargas son monofásicas.***

□ ***Para poder compensar el desequilibrio de fases.***

Coeficiente de extensión/seguridad

El SAI se suministra para poder trabajar a su intensidad nominal, pero debemos considerar un coeficiente de ampliación y una reserva de seguridad. Considerar un coeficiente de 1,2 (+20%), es adecuado:

$$S = U \cdot (K_S \cdot I) \cdot K = 230\,V \cdot [25{,}33 + 6{,}51]A \cdot 1{,}2 \cong 8{,}79\,kVA$$

Esquema de la SAI doble conversión permanente (on-line)

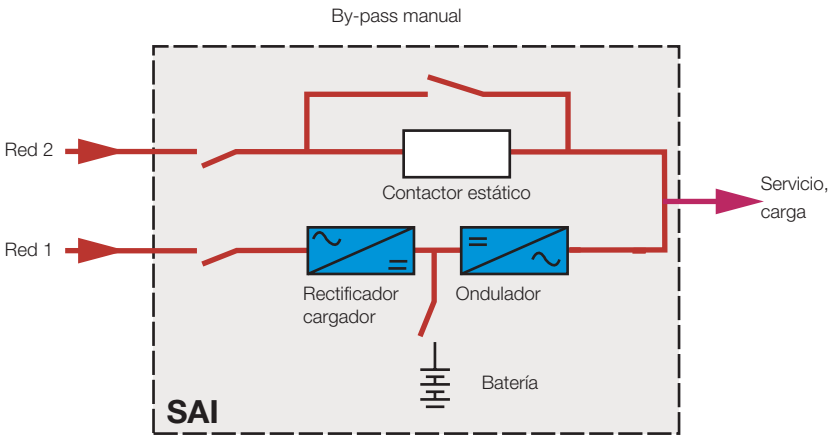
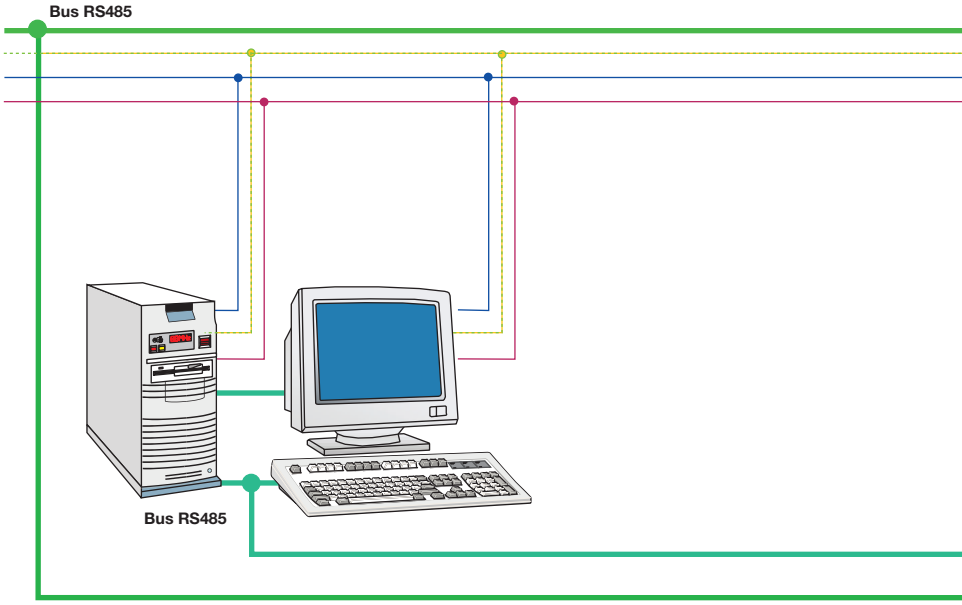


Fig. K5-391: *esquema de instalación de la SAI.*

Esquema de la red en régimen IT



PC central de control de la energía, con tarjeta de conversión RS485 a RS232C. Permite controlar el programa del sistema **Power**Logic® y el del Vigilohm System.

Nota: no numeramos la aparamenta porque en el capítulo L (en preparación) realizaremos los cálculos de la instalación y el dimensionado de la aparamenta.

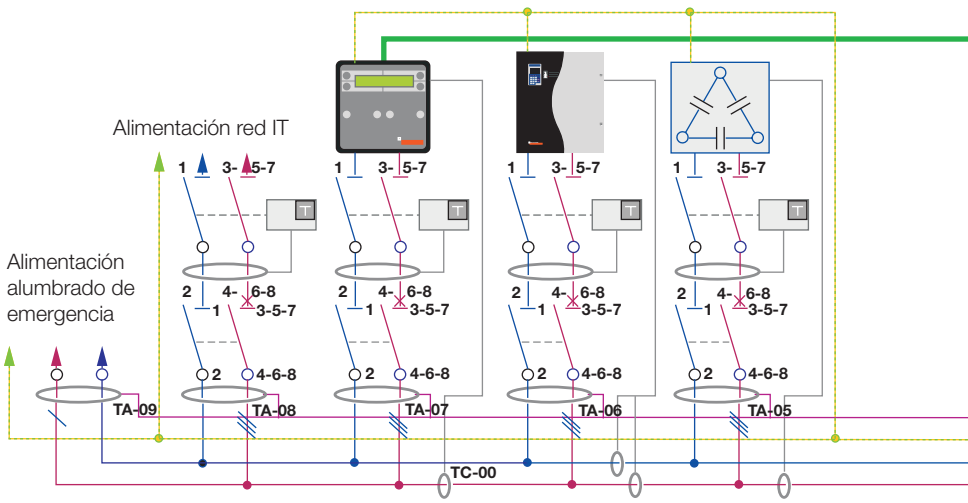
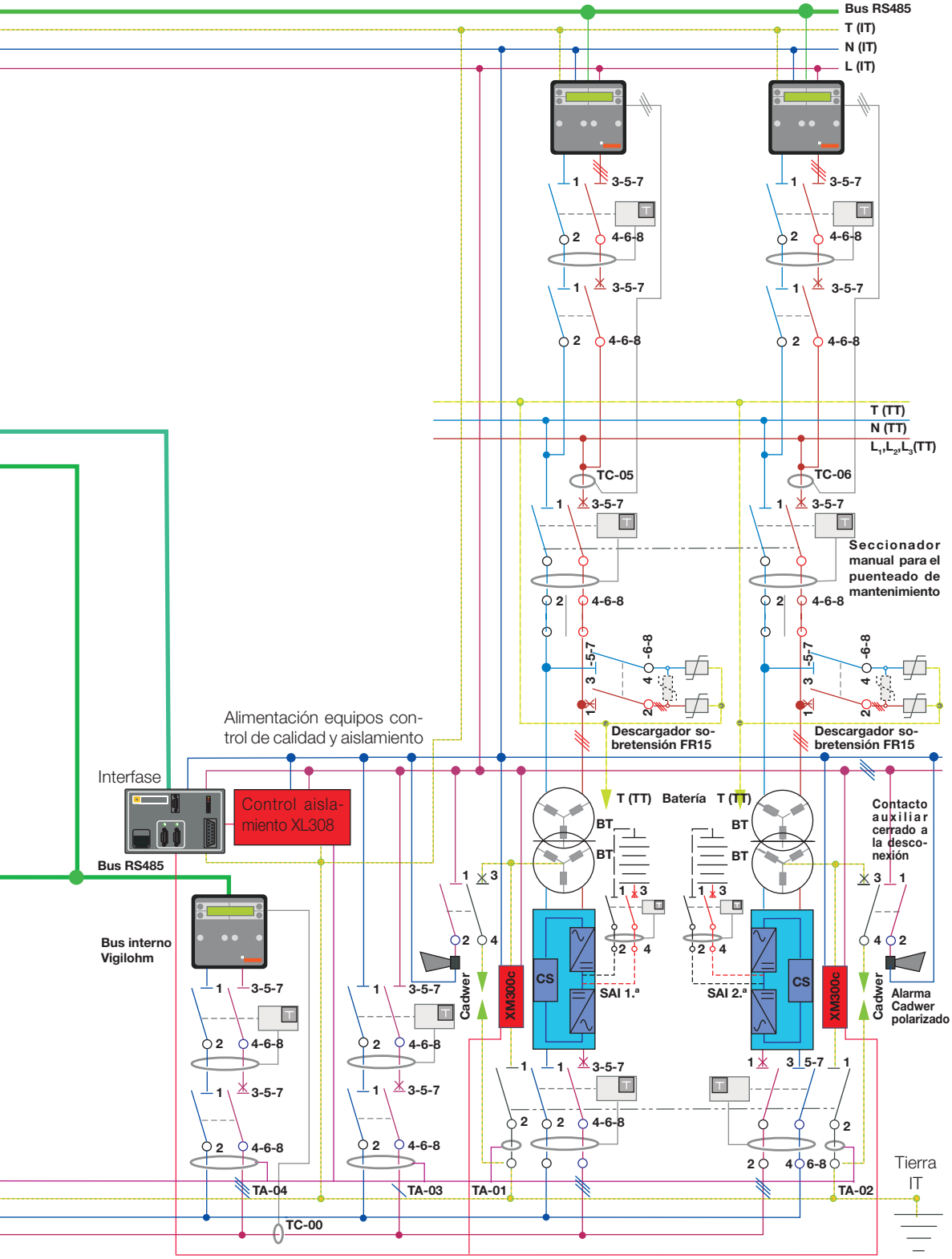


Fig. K5-392: *esquema red régimen IT.*


Bus RS485
T (IT)
N (IT)
L (IT)
T (TT)
N (TT)
L1,L2,L3(TT)
TC-05
TC-06
Seccionador manual para el puenteado de mantenimiento
Descargador sobretensión FR15
Descargador sobretensión FR15
Alimentación equipos control de calidad y aislamiento
Interfase
Control aislamiento XL308
Bus RS485
Bus interno Vigilohm
T (TT) Batería T (TT)
BT
Contacto auxiliar cerrado a la desconexión
Cadwer
XM300c
CS
SAI 1.ª
SAI 2.ª
Alarma Cadwer polarizado
TA-04
TA-03
TA-01
TA-02
TC-00
Tierra IT

Esquema circuito control de aislamiento

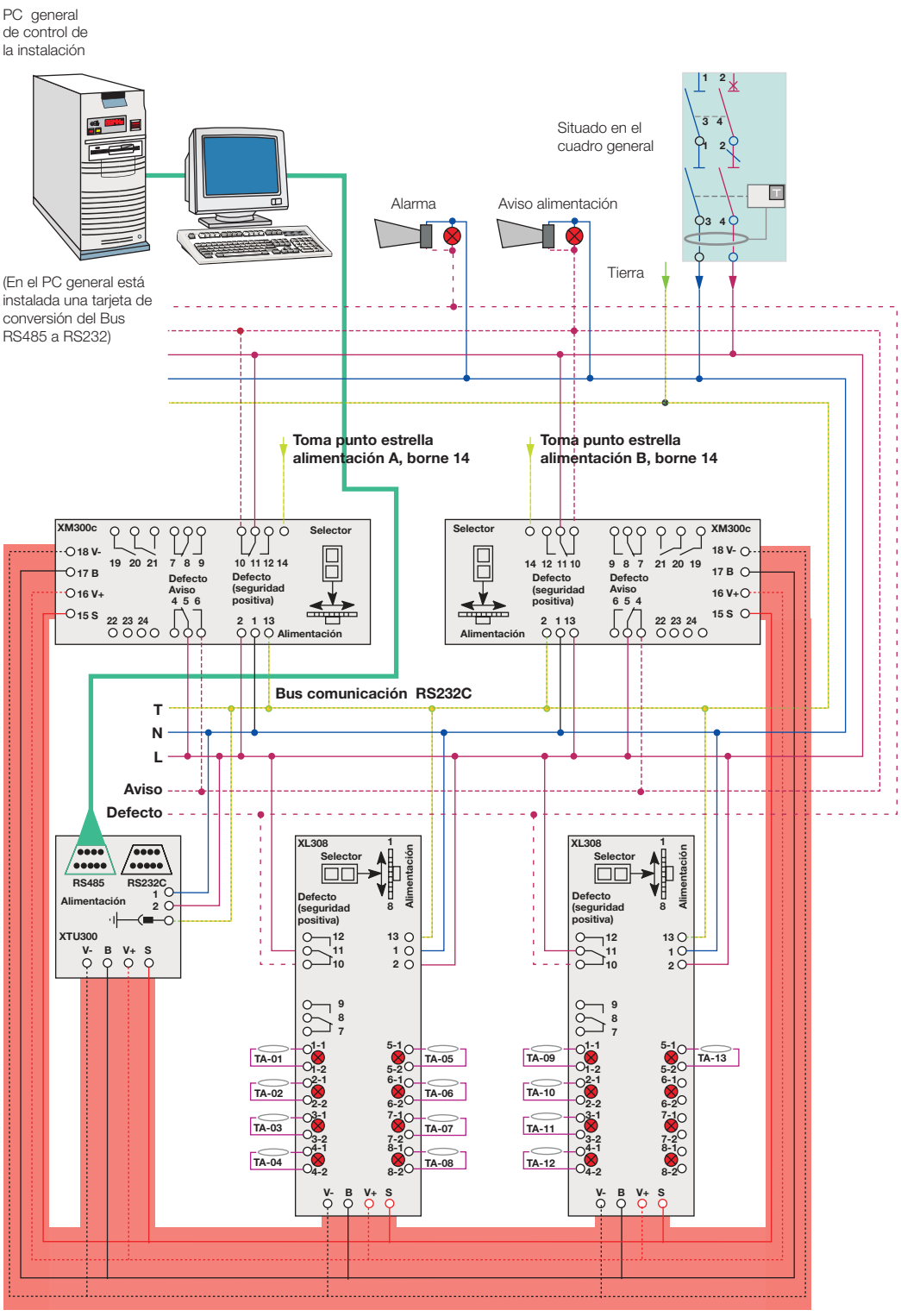


Fig. K5-393: *esquema del circuito del control de aislamiento.*

Una Galaxy PW10 (10 kVA de potencia aparente) y un SAI con salida III+N de 10 kVA de potencia aparente por fase y en régimen IT, son suficientes.
La batería es necesaria para una autonomía de 60 minutos.
Es muy importante adaptar la instalación a sistemas de máxima seguridad de suministro.
Por ello se opta por la instalación de un sistema redundante de 2 SAI, cada uno con su propia batería y cada uno de ellos trabajando al 50% de su potencia nominal. Ello nos garantiza, casi, un 100% de seguridad, pues en caso de fallo o mantenimiento de cualquiera de los dos, el aparato se puede aislar totalmente y el sistema es alimentado a plena potencia por el otro.
El coeficiente de extensión/seguridad nos permite posibles futuras ampliaciones y evitar obligar a trabajar el SAI al 100% de su potencia nominal permanentemente.
Debemos equipar el SAI con una tarjeta de comunicación "RS232C" para trasladar la información generada por el programa informático del SAI al equipo de control de la calidad y el aislamiento.
La alimentación de cada SAI se realizará a través de un transformador de aislamiento estrella, con régimen TT en el primario e IT en el secundario, para garantizar los mínimos cortes de suministro.
Es muy conveniente trabajar con SAI que mantengan la conversión permanentemente, actuando así de un perfecto aislante entre las perturbaciones exteriores y la calidad de onda de salida. Las fuentes que normalmente suministran la energía de la red y en el momento del corte inician la actuación de la conversión de la energía de la batería en corriente alterna, siempre tendrán un tiempo de impaso entre un régimen de alimentación de la red y el propio, no es conveniente este saig de tensión. Por tanto debo recomendar el tipo Galaxy.

El control de aislamiento del régimen IT

Según hemos descrito en el capítulo G del Volumen 2, instalaremos un régimen IT con control permanente de aislamiento, con indicación sonora y luminosa de una reducción de aislamiento hasta niveles de prevención (1 a 299 kΩ) y otra señal acústica y luminosa con indicación de niveles de alarma (0,2 a 99,9 kΩ):
■ El controlador XL308 lleva un indicador luminoso de alarma de cada uno de los 8 ramales que controla.
■ Los dos controladores generales de aislamiento XM300c generan la corriente de baja frecuencia para darnos las alarmas generales de prevención y general.
Hemos colocado una unidad de transformador de aislamiento a cada uno de los ramales de alimentación del sistema de régimen IT, funcionando uno o el otro según el ramal conectado.
Se ha instalado un desconectador de sobretensiones Cadwer, para derivar las posibles sobretensiones, no eliminadas por los descargadores de sobretensión, de la instalación.
En la instalación del Cadwer se ha colocado una protección con indicador luminoso y acústico para detectar la posible cristalización del carbono de silicio o el óxido de zinc, que en algunas condiciones, de polarización, se vuelve conductor permanente.
■ Un interface XTU300 nos comunicará con el programa central de control de toda la instalación, aportando los datos de control del aislamiento en valores y niveles.
Los equipos de control de aislamiento se alimentan desde una salida propia del cuadro general, en régimen IT.
Los equipos de control de aislamiento se alimentan desde una salida propia del cuadro general, en régimen IT. Todos los equipos están situados en el cuadro general para facilitar el control.

Alarmas técnicas

Esquema de alimentación general

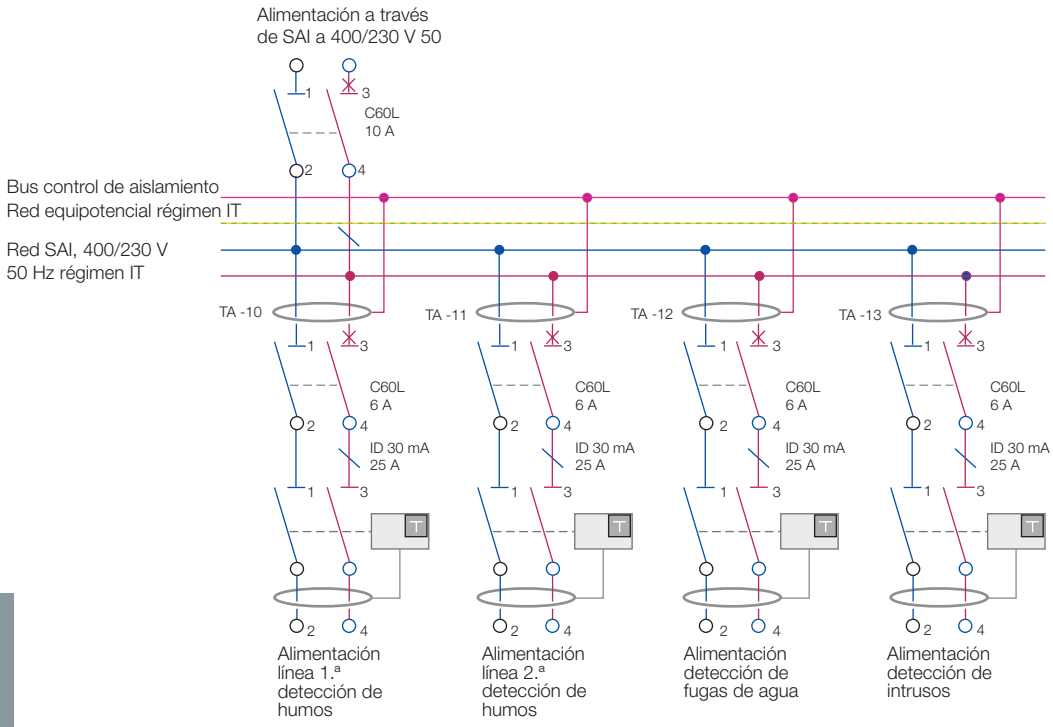


Fig. K5-394: *esquema alimentación circuito de alarmas técnicas.*

Situación en plantas de las sondas de las alarmas técnicas

■ Altillo.

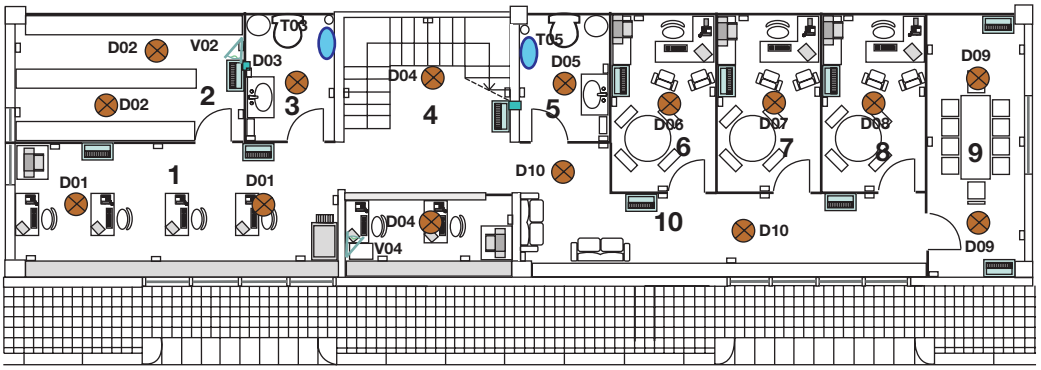


Fig. K5-395: *situación en planta de los detectores para las alarmas técnicas en el altillo.*

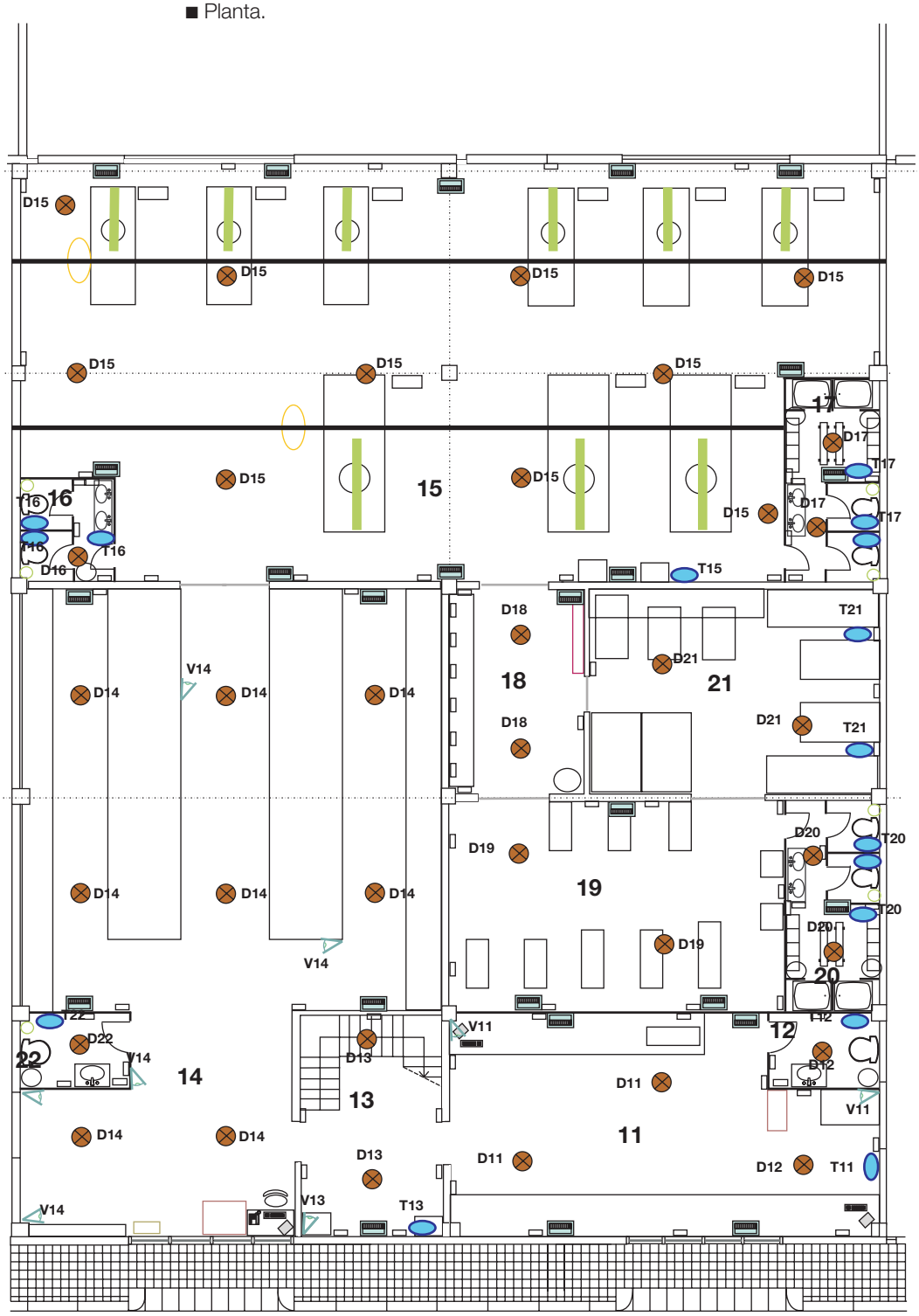
Funcionamiento alarmas técnicas:

■ Detección de humos.

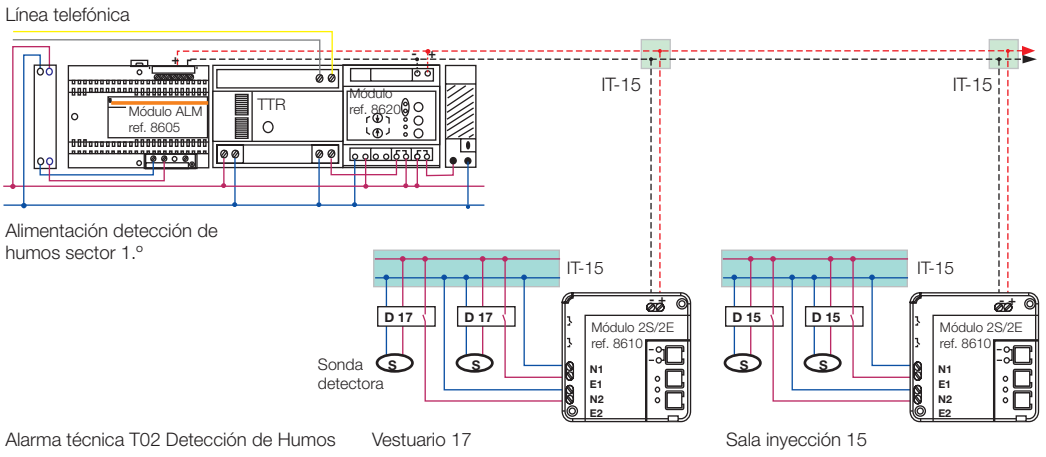
Con el sistema domótico podemos detectar la presencia de humos en cada dependencia, excitar una alarma acústica o luminosa y comunicar la situación a un centro particular de alarmas vía teléfono.

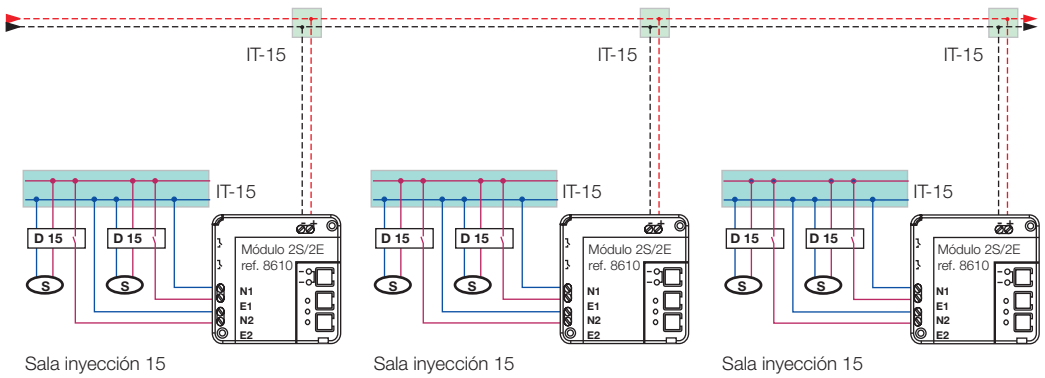
Distribuiremos la red en dos sectores, el de la derecha y el de la izquierda y su alimentación la realizaremos a través de la SAI en la red de régimen IT.

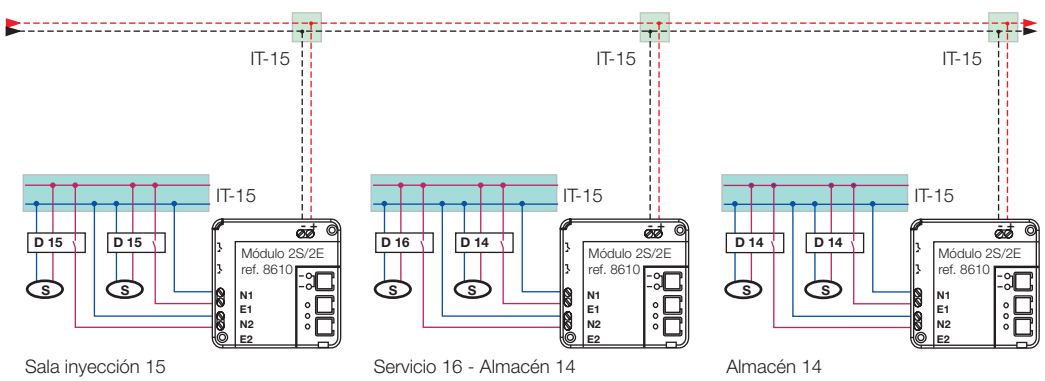
■ Planta.

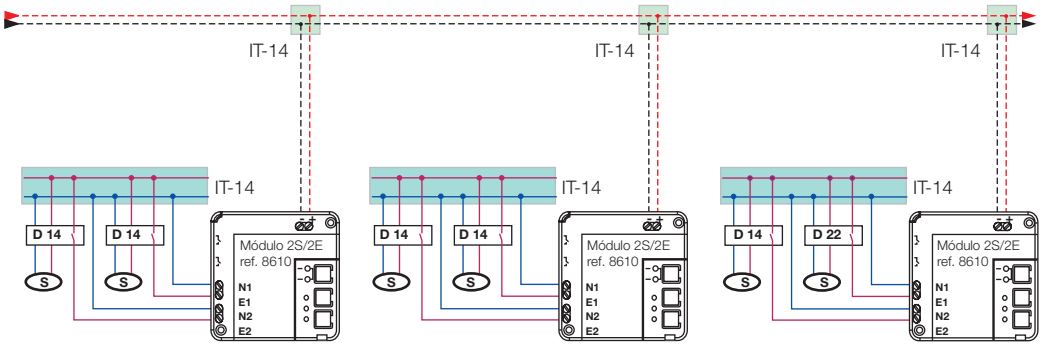

D15
D15
D15

□ Distribución sector 1.º.



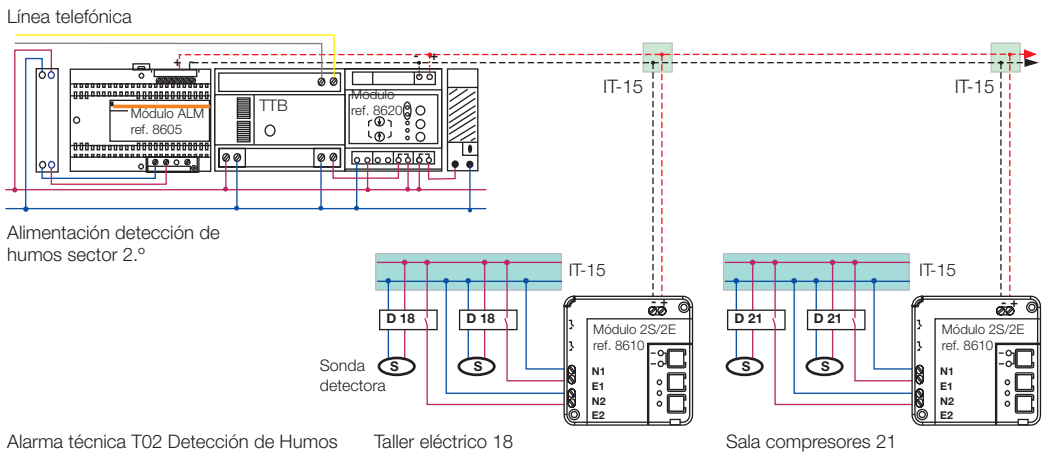






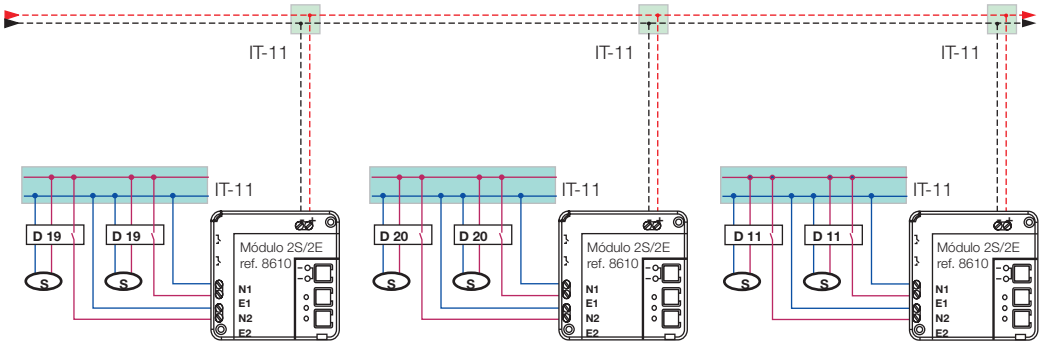
Almacén 14 | Almacén 14 | Almacén 14 - Servicio 22

□ Distribución sector 2.º.



Alimentación detección de humos sector 2.º

Alarma técnica T02 Detección de Humos | Taller eléctrico 18 | Sala compresores 21



Taller mecánico 19 | Vestuario 20 | Laboratorio 11

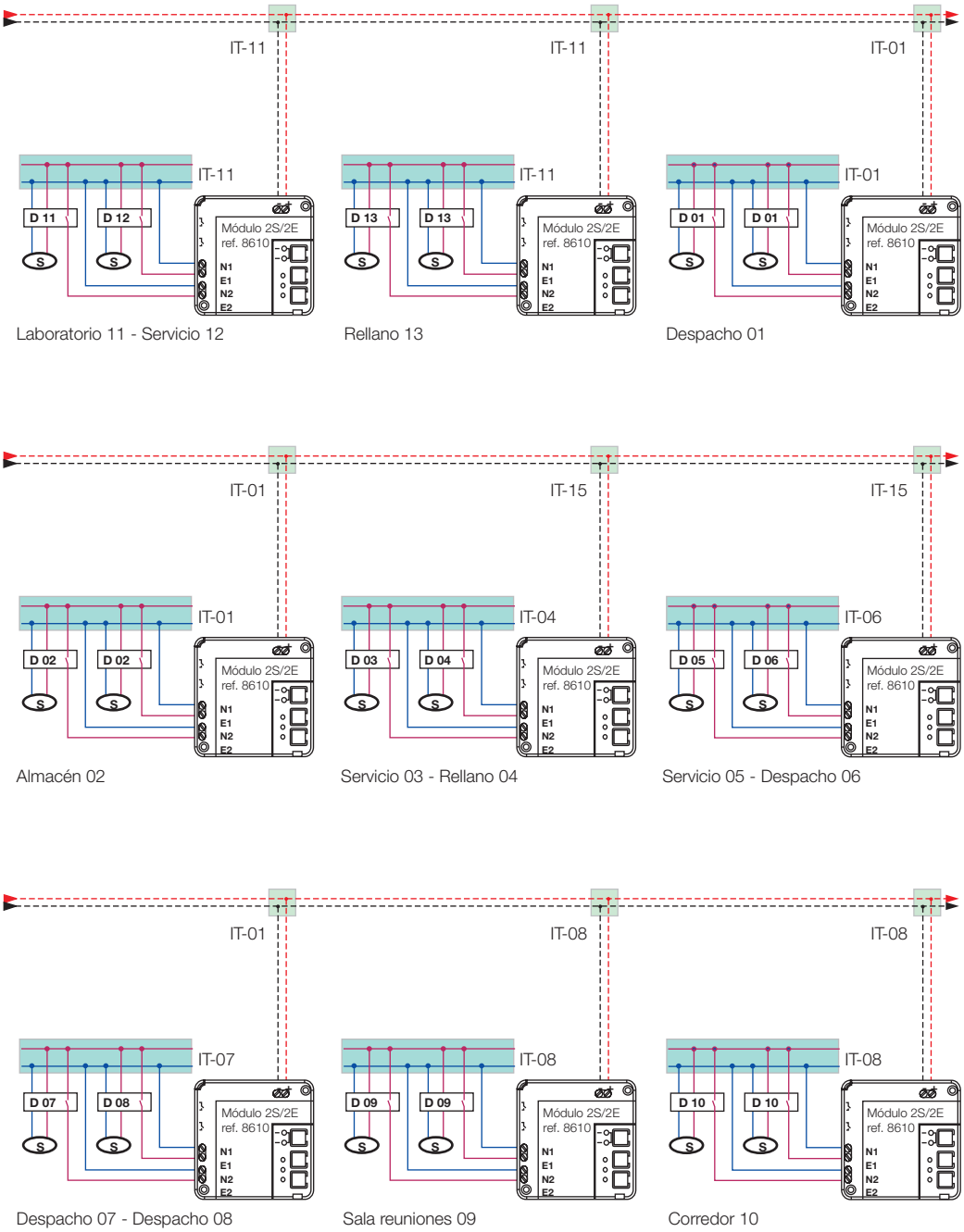


Fig. K5-397: *esquemas circuitos 1.º y 2.º de la detección de humos.*

■ Detección de presencia.
La detección de presencia para el control de intrusos, en determinadas horas del día, puede activar una alarma acústica o luminosa y una conexión vía telefónica a una central de alarmas particular. Durante todo el día puede estar activando un sistema de control por grabación con registro por vídeo.
□ Esquema del circuito.

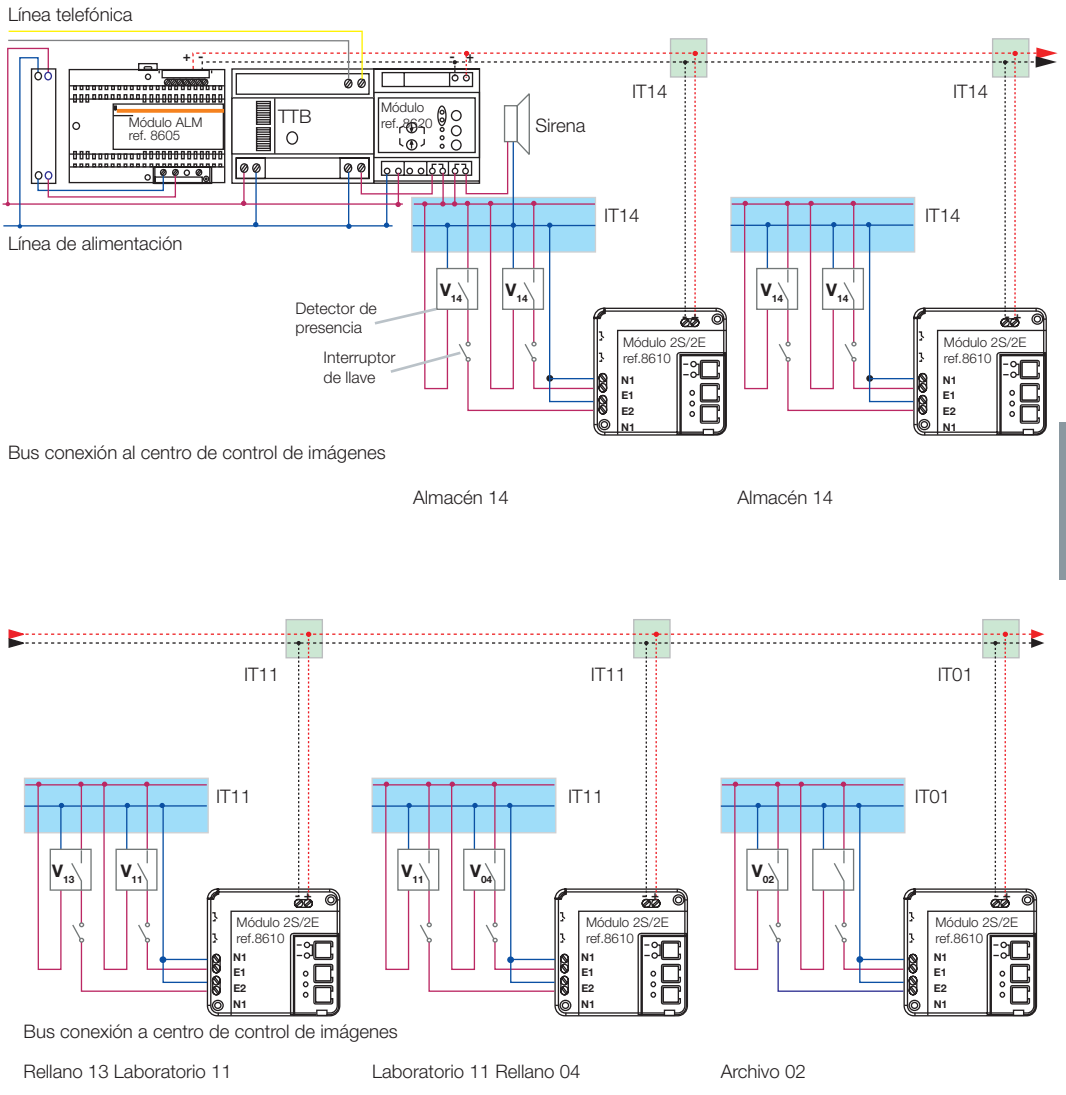


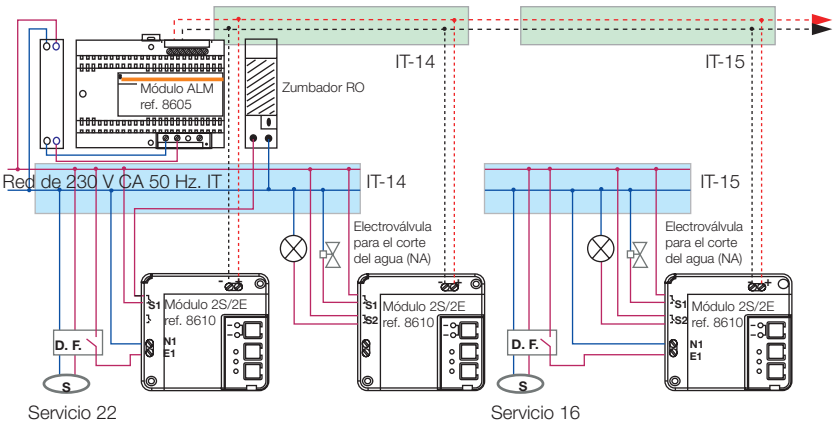
Fig. K-398: *esquema del circuito del control de presencia.*

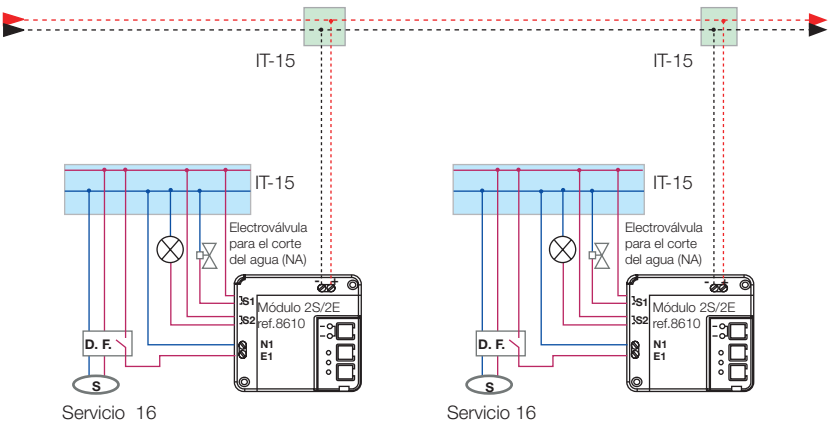
■ Control de fugas de agua.

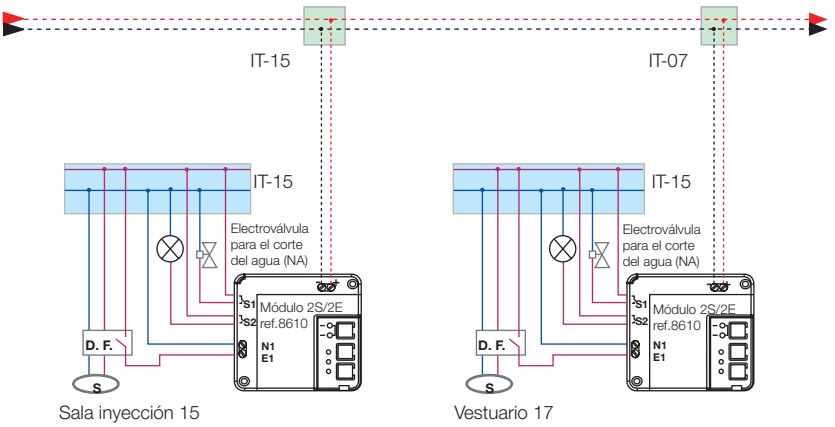
En las salas donde se dispone de suministro de agua en el momento que se detecte una fuga, deberá cortarse el suministro de la dependencia actuando sobre la llave general de la dependencia.

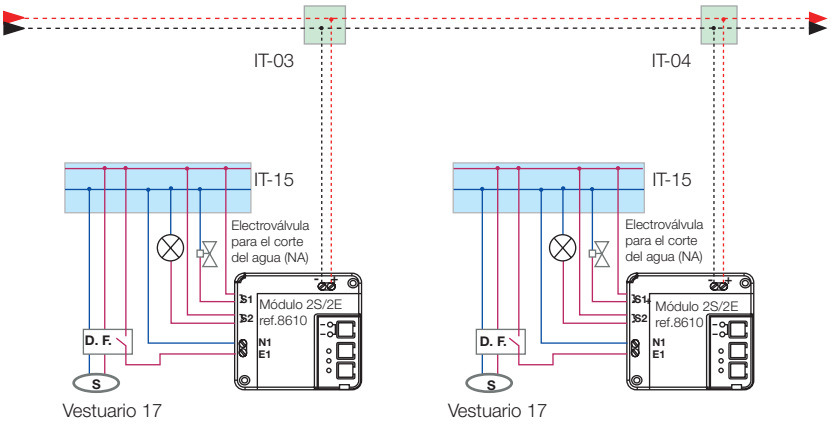
Disponemos del sistema domótico para poder controlar las posibles fugas.

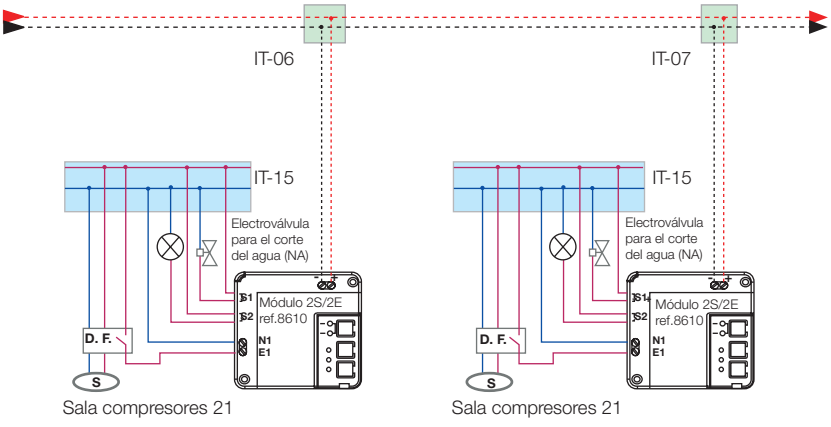
□ Esquema de distribución y control.

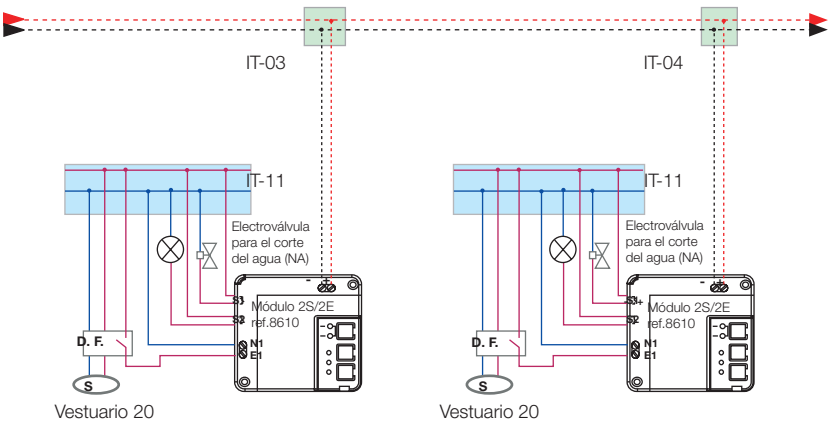







IT-03
IT-04
IT-15
Electroválvula para el corte del agua (NA)
Módulo 2S/2E ref.8610
S1
S2
N1
E1
D. F.
S
Vestuario 17
IT-15
Electroválvula para el corte del agua (NA)
Módulo 2S/2E ref.8610
S1
S2
N1
E1
D. F.
S
Vestuario 17


IT-06
IT-07
IT-15
Electroválvula para el corte del agua (NA)
Módulo 2S/2E ref.8610
S1
S2
N1
E1
D. F.
S
Sala compresores 21
IT-15
Electroválvula para el corte del agua (NA)
Módulo 2S/2E ref.8610
S1
S2
N1
E1
D. F.
S
Sala compresores 21


IT-03
IT-04
IT-11
Electroválvula para el corte del agua (NA)
Módulo 2S/2E ref.8610
S1
S2
N1
E1
D. F.
S
Vestuario 20
IT-11
Electroválvula para el corte del agua (NA)
Módulo 2S/2E ref.8610
S1
S2
N1
E1
D. F.
S
Vestuario 20

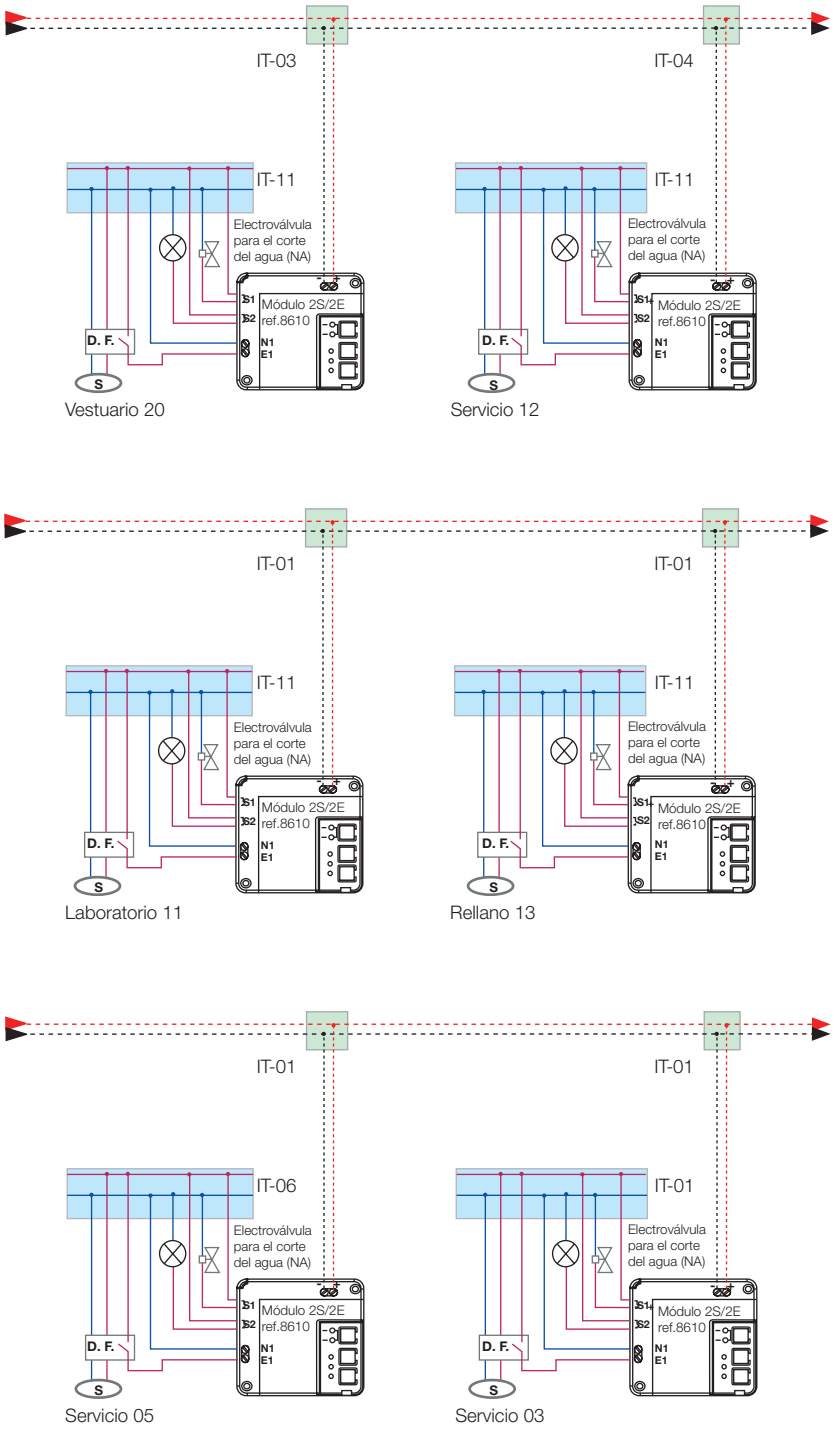


Fig. K5-399: *esquema del circuito para el control de las fugas de agua.*

Consumo de la red en régimen IT en horas valle, llano y punta

La actividad de la industria está coordinada con los turnos de trabajo, por tanto clasificaremos el consumo en función de los turnos.

Grupo 1.º, un turno de 8 h

N.º		Cos φ	I_{media}	Fase		
				L1 · Ku	L2 · Ku	L3 · Ku
N01	Despacho S1					
	4 CPU	0,7		2,6	2,6	
	4 Pantalla	0,7		2	2	
	1 Impresora G	0,7				4,14
	1 Escáner				0,8	
N02	Rellano S4					
	2 CPU	0,7		2,6		
	2 Pantalla	0,7		2		
	1 Impresora G	0,7		4,14		
N03	Despacho S6					
	1 CPU	0,7			1,3	
	1 Pantalla	0,7			1	
	1 Impresora G	0,7			1,38	
	1 C. telefónica	0,7			2	
N04	Despacho S7					
	1 CPU	0,7				1,3
	1 Pantalla	0,7				1
	1 Impresora G	0,7				1,38
N05	Despacho S8					
	1 CPU	0,7		1,3		
	1 Pantalla	0,7		1		
	1 Impresora G	0,7		1,38		
N07	Almacén S14					
N07	Almacén S14					
	1 CPU	0,7				1,3
	1 Pantalla	0,7				1
	1 Impresora G	0,7				3,45
	1 Intercomunicadores a CPU	0,7				0,57
Totales		**0,7**	**14,08**	**17,02**	**11,08**	**14,14**

Tabla K5-400: *intensidades consumidas en la red de régimen IT a un turno.*

Grupo 2.º, dos turnos de 8 h

N.º		Cos φ	I_{media}	Fase		
				L1 · Ku	L2 · Ku	L3 · Ku
N06	Laboratorio S11					
	2 CPU	0,7		1,3	1,3	
	2 Pantalla	0,7		1	1	
	1 Impresora G	0,7			2,76	
	3 Intercomunicadores a CPU	0,7			1,14	0,57
Totales		**0,7**	**3,03**	**2,3**	**6,2**	**0,57**

Tabla K5-401: *intensidades consumidas en la red de régimen IT a un turno.*

Grupo 3.º, cuatro turnos de 8 h

N.º		Cos φ	I_{media}	Fase		
				L1 · Ku	L2 · Ku	L3 · Ku
N08	Inyección S15 9 alimentaciones a cuadros de control inyectadoras	0,7		9	9	9
T01	F. sistema domótico	0,7			0,01	
T02	C. humos	0,7			0,01	
T03	Sirena	0,7			0,02	
T04	Comunicación	0,7			0,02	
T05	DF agua	0,7			0,01	
T06	Electroválvula	0,7			0,03	
T07	Intrusión	0,7			0,01	
T08	Sirena	0,7			0,03	
T09	C. entradas	0,7			0,05	
Totales		**0,7**	**9.06**	**9**	**9,19**	**9**

Tabla K5-402: *intensidades consumidas en la red de régimen IT a cuatro turnos.*

Potencias consumidas en la línea de régimen IT:

■ Potencia consumida en el grupo 1.º (un turno):

$$S_{G1} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I = \sqrt{3} \cdot 400\,V \cdot 14{,}08\,A = 9{,}75\,kVA$$

$$P_{0,7} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot 400\,V \cdot 14{,}08\,A \cdot 0{,}7 = 6{,}82\ kW$$

■ Potencia consumida en el grupo 2.º (dos turnos):

$$S_{G2} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I = \sqrt{3} \cdot 400\,V \cdot 3{,}03\,A = 2{,}1\ kVA$$

$$P_{0,7} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot 400\,V \cdot 3.03\,A \cdot 0{,}7 = 1{,}47\ kW$$

■ Potencia consumida en el grupo 3.º (cuatro turnos):

$$S_{G3} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I = \sqrt{3} \cdot 400\,V \cdot 9{,}06\,A = 6{,}27\ kVA$$

$$P_{0,7} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot 400\,V \cdot 9{,}06\,A \cdot 0{,}7 = 4{,}39\ kW$$

Consumo total de los turnos

Concepto	Verano	Valle (0-8) h			Llano (8-9)-(15-24) h			Punta (9-15) h		
	Invierno	Valle (0-8) h			Llano (8-16)-(22-24) h			Punta (16-22) h		
	Grupo	H	S (kVA)	P (kW)	H	S (kVA)	P (kW)	H	S (kVA)	P (kW)
Acondicionamiento	G	8	151,84	104,16	10	133,98	96,47	6	80,39	57,88
	1	2	4,78	3,28	3,5	4,78	3,28	2,5	4,78	3,28
	2	2	3,46	2,5	8,5	3,46	2,5	5,5	3,46	2,5
	3	8	4,44	3,2	10	4,44	3,2	6	4,44	3,2
Ventilación	1	2	0,19	0,13	3,5	0,19	0,13	2,5	0,19	0,13
	2	2	0,19	0,13	8,5	0,19	0,13	5,5	0,19	0,13
	3	8	2,32	1,69	10	2,32	1,69	6	2,32	1,69
Alumbrado	1	2	6,76	4,24	3,5	6,76	4,24	2,5	6,76	4,24
	2	2	4,26	2,39	8,5	4,26	2,39	5,5	4,26	2,39
	3	8	5,12	3,05	10	5,12	3,05	6	5,12	3,05

(continúa en pág. siguiente)

(continuación)

Concepto	Verano	Valle (0-8) h			Llano (8-9)-(15-24) h			Punta (9-15) h		
	Invierno	Valle (0-8) h			Llano (8-16)-(22-24) h			Punta (16-22) h		
	Grupo	H	S (kVA)	P (kW)	H	S (kVA)	P (kW)	H	S (kVA)	P (kW)
Red TT	1	2	18,98	15,8	3,5	18,98	15,8	2,5	18,98	15,8
	2	2	44,92	35,55	8,5	44,92	35,55	5,5	44,92	35,55
	3	8	146,62	120,72	10	146,62	120,72	6	146,62	120,62
Discrimi-nados	1	8	5,18	4,65						
	2	8	5,16	4,82						
	3	8	5,16	4,82						
Red IT	1	2	9,75	6,32	3,5	9,75	6,32	2,5	9,75	6,32
	2	2	2,1	1,47	8,5	2,1	1,47	5,5	2,1	1,47
	3	8	6,27	4,39	10	6,27	4,39	6	6,27	4,39

Tabla K5-403: *consumos de los turnos en promedio de invierno y verano, en horas valle, llano y punta.*

Potencias:

■ Potencia diaria de lunes a viernes:
□ En horas valle: S = 427,5 kVA - P = 323,31 kW.
□ En horas llano: S = 394,14 kVA - P = 301,33 kW.
□ En horas punta: S = 340,55 kVA - P = 262,64 kW.
■ Potencia diaria en sábados, domingos y festivos:
□ En horas valle: S = 321,77 kVA - P = 242,03 kW.
□ En horas llano: S = 298,75 kVA - P = 229,53 kW.
□ En horas punta: S = 245,16 kVA - P = 190,83 kW.

Consumos:

■ Consumo diario de lunes a viernes:
□ En horas valle: 2.820,68 kWh.
□ En horas llano: 2.770,94 kWh.
□ En horas punta: 1.450,62 kWh.
□ Total día: 7.042,24 kWh.
■ Consumo diario en sábados, domingos y festivos:
□ En horas valle: 2.638,4 kWh.
□ En horas llano: 2.284 kWh.
□ En horas punta: 1.144,98 kWh.
□ Total día: 6.067,38 kWh.
Según tarifa pueden ser unificadas las horas.
■ Consumo mensual:
□ 20 días · 7.042,24 kWh = 140.844,8 kWh.
□ 10 días · 6.067,38 kWh = 60.673,8 kWh.
□ Total mes = 140.844,8 + 60.673,8 = 201.518,6 kWh.

Potencia a contratar

Los 390 kVA de las horas llano nos permite una contratación media de 390 kVA que no tiene puntas elevadas, los 430 kVA de las horas valle representa un incremento del 10,25% en horas valle, totalmente asumible.
Con tarifa 4 y discriminación horaria tipo 4, tendremos un recargo del 40% durante 6 horas de lunes a viernes y un descuento del 43% durante 8 horas de lunes a viernes y 24 horas los sábados y domingos.

Descuento en el término de energía (a = precio kWh):

■ De lunes a viernes:
□ Valle: 323,31 kW · 8 h · 20 días · 0,57 a =29.485,87 a.
□ Llano: 394,14 kW · 10 h · 20 días · 1 a = 78.828 a.
□ Punta: 262,64 kW · 6 h · 20 días · 1,4 a = 44.123,52 a.

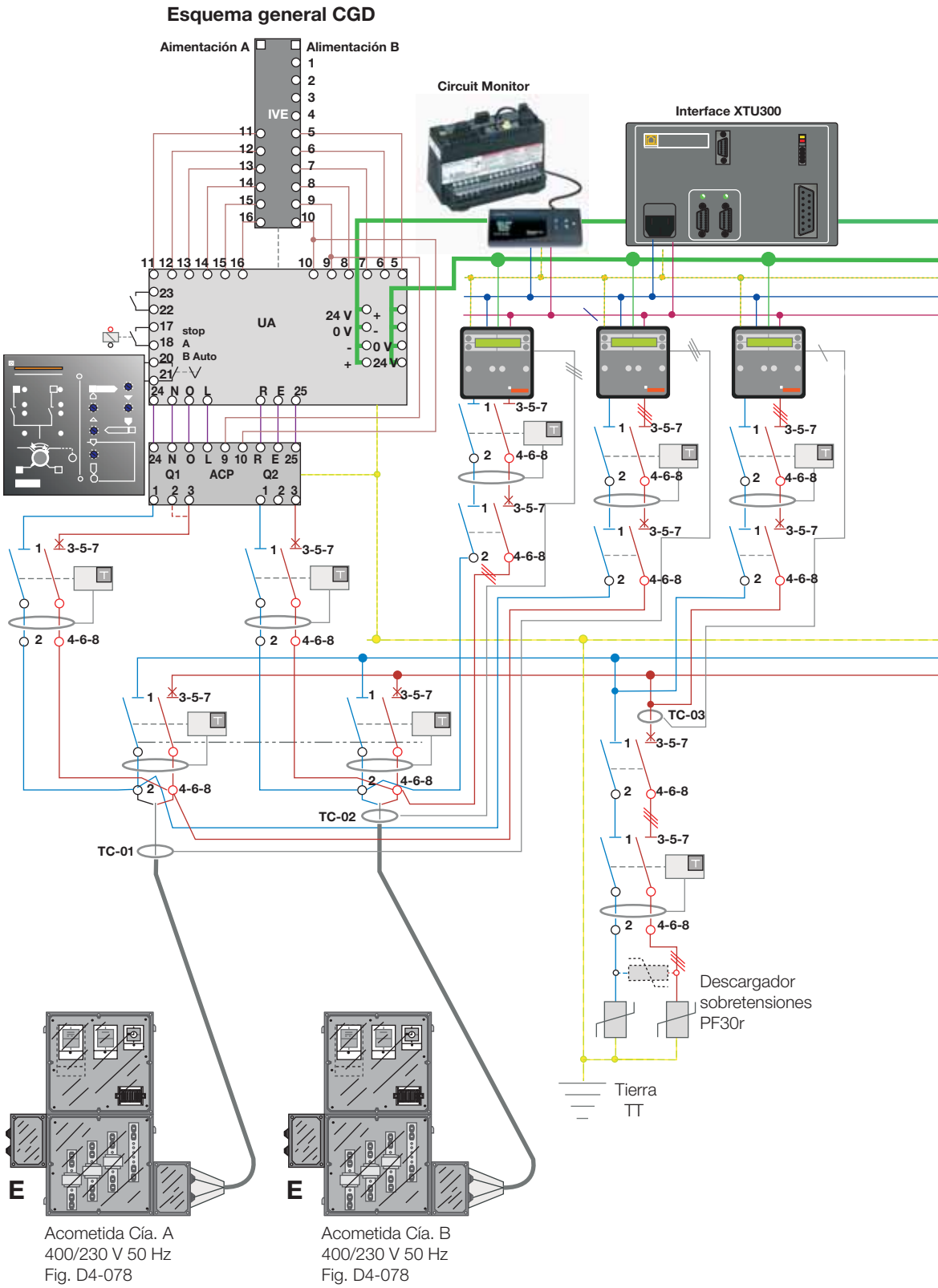
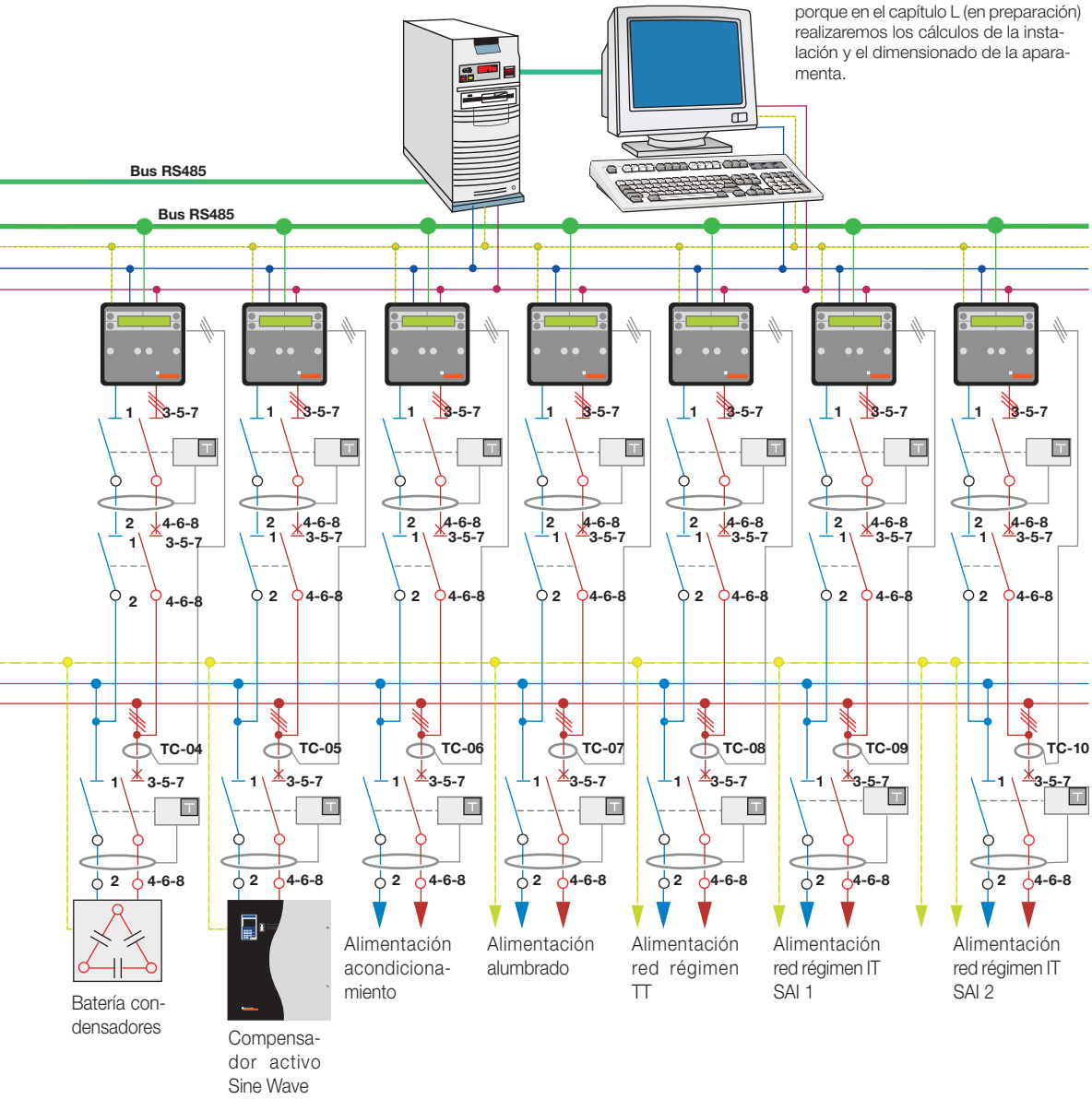


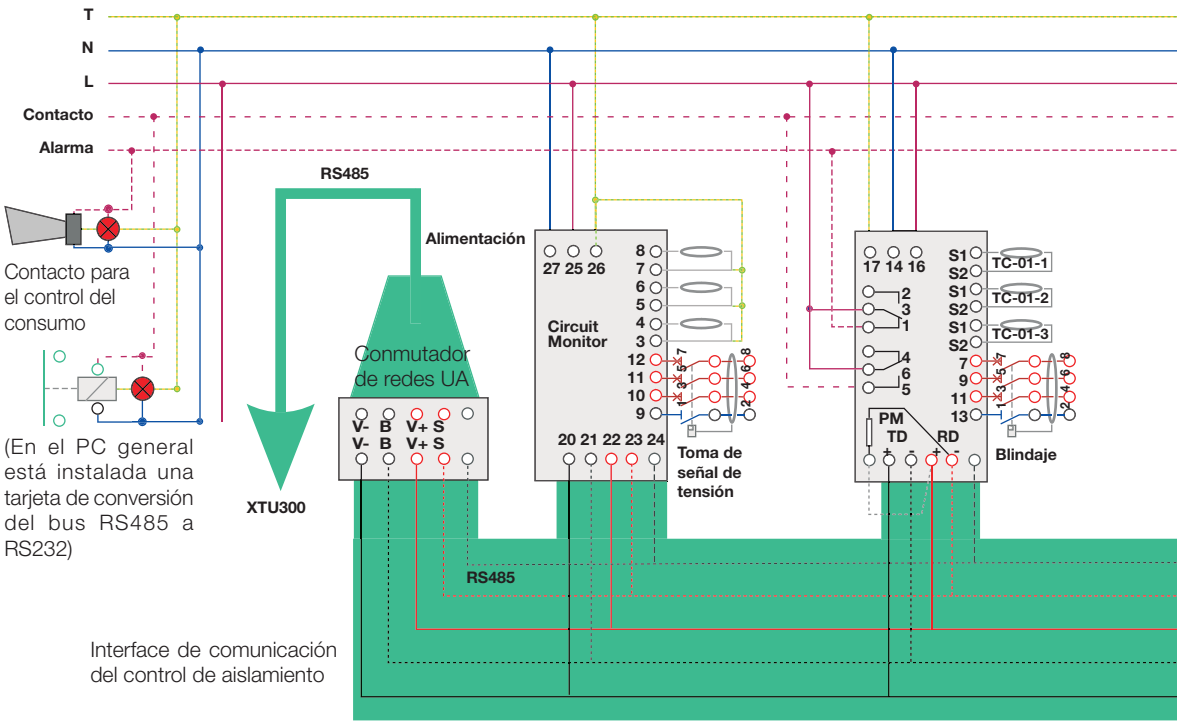
Fig. K5-404: *esquema general CGBT.*

PC central de control de la energía, con tarjeta de conversión RS485 a RS232C. Permite controlar el programa del sistema **Power**Logic® y el del Vigilohm System.

Nota: no numeramos la aparamenta porque en el capítulo L (en preparación) realizaremos los cálculos de la instalación y el dimensionado de la aparamenta.



Esquema de conexionado del sistema **Power**Logic® de control de la red



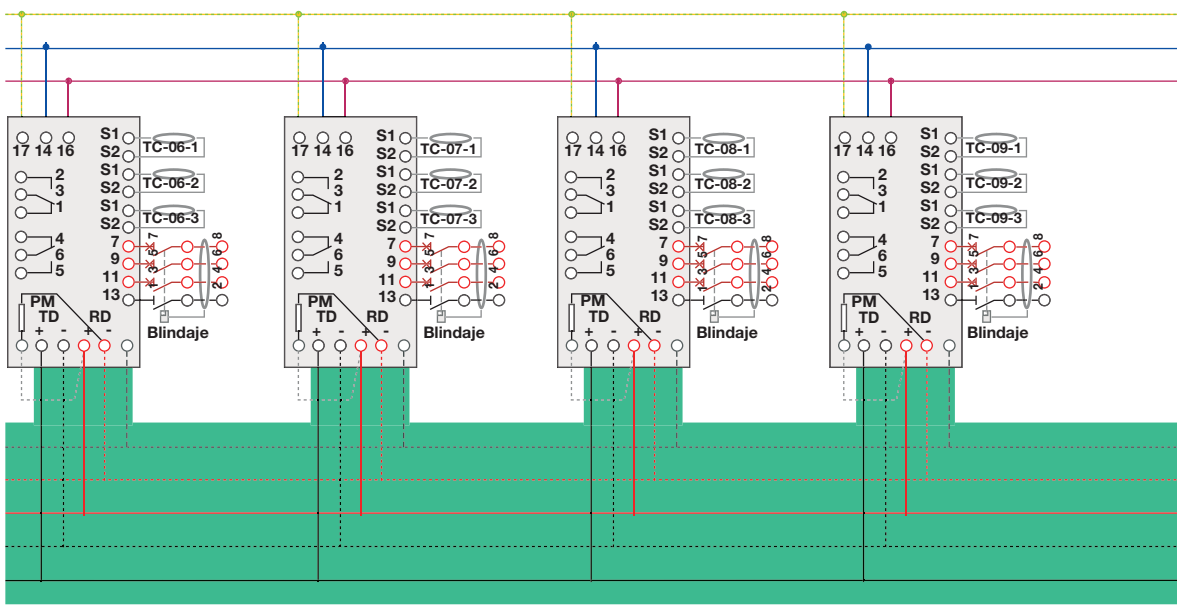
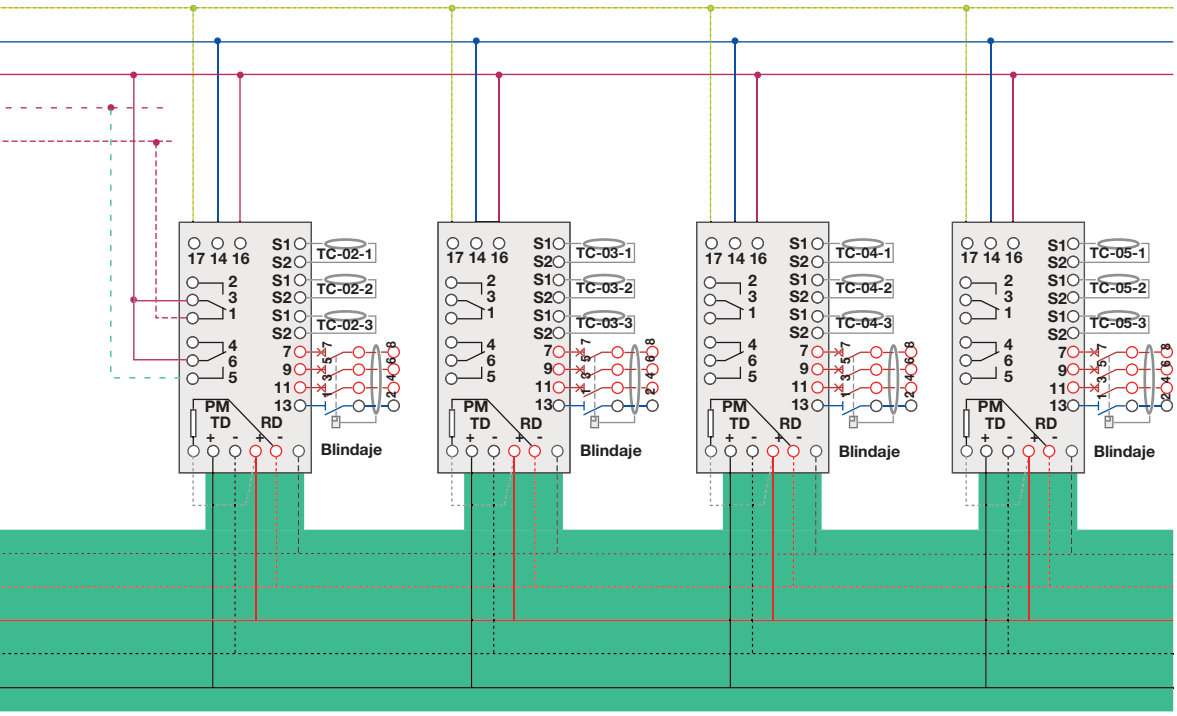
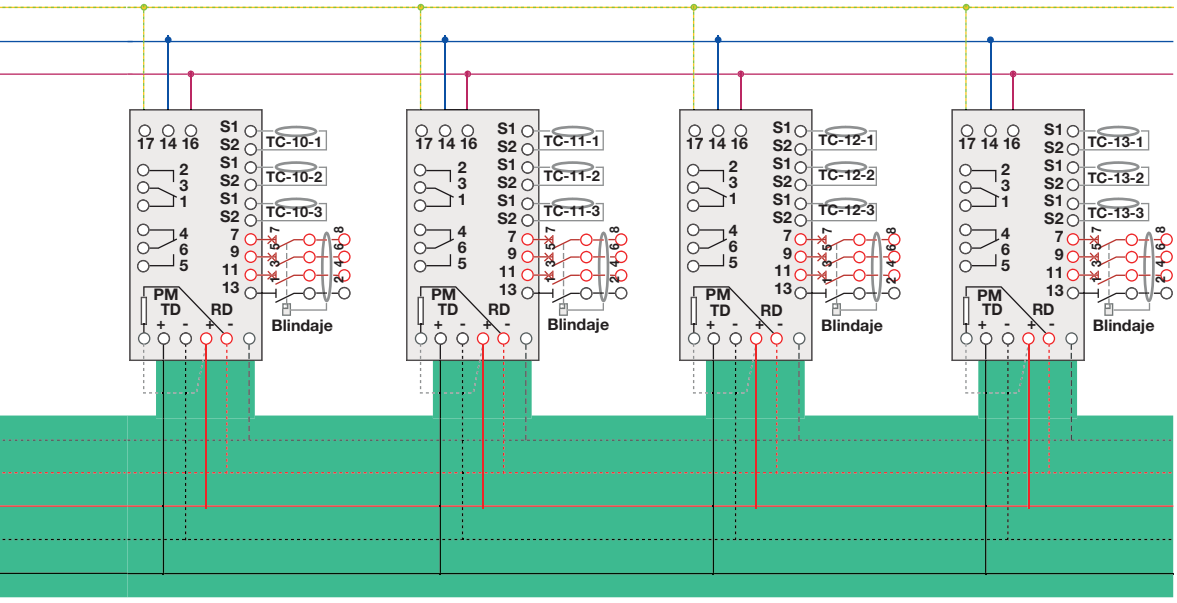


Fig. K5-405: *esquema circuito control de calidad de la energía.*



Control suministro Cía. B | C. descargador sobretensión | C. batería de condensadores | C. compensador activo SineWave



Alimentación red IT SAI 2 | Alimentación red IT | Maniobra control de calidad | Alimentación Canalis régimen TT

■ Sábados y domingos:
□ Valle: 242,03 kW · 8 h · 10 días · 0,57 a = 11.036,56 a.
□ Llano: 229,53 kW · 10 h · 10 días · 0,57 a =13.083,21 a.
□ Punta: 190,83 kW · 6 h · 10 Días · 0,57 a = 6.526,38 a.
Representa 0,8287 a o sea un descuento del 17,12% al coste del kWh energético.
Podemos contratar dos compañías y repartir el consumo de forma que cada semana conectamos con una y en caso de fallo de suministro automáticamente cambiamos de compañía.
Para acceder al coste mínimo de la tarifa 4 debemos consumir la potencia contratada más de 117 horas, que en el caso que nos ocupa consumimos en la potencia de contratación 390 kW más de 117 horas a cada compañía.

La potencia reactiva

Potencia reactiva instalada

Hemos instalado baterías intermedias de potencia:
■ Acondicionamiento 50 kVAr.
■ Alumbrado 10 kVAr.
■ Red régimen TT:
□ Línea 1, 30 kVAr.
□ Línea 2, 30 kVAr.
□ Línea 3, 15 kVAr.
□ Línea 4, 7,5 kVAr.
□ Línea 5, 10 kVAr.
□ Línea 6, 5 kVAr.
■ Red régimen IT 12,5 kVAr.
■ Total instalado: 170 kVAr.

Potencia reactiva necesaria

Potencia máxima consumida S = 427,5 kVA - P = 323,31 kW:
□ Factor de potencia medio:

$$\text{Cos}\,\varphi = \frac{P_T}{S_T} = \frac{323{,}31\ \text{kW}}{427{,}5\ \text{kVA}} = 0{,}756$$

Si deseamos compensar hasta un cos φ de 0,98, tendremos:
Con un cos φ medio de 0,756 para pasar a un cos φ de 0,98 debemos multiplicar por 0,663 según la Tabla E5-003 de la página E/49 del Volumen 1:

$$Q_c(\text{kVAr}) = P\,(\text{kW}) \cdot K = 323{,}31\,\text{kW} \cdot 0{,}663 = 214{,}35\,\text{kVAr}$$

Si tenemos instalados 170 kVAr y necesitamos 214,35 kVAr necesitamos una batería de 44,35 kVAr.
Una Rectibloc vertical de clase H de 50 kVAr sería una solución adecuada.
Al reducir el factor de potencia a 0,98 obtendremos una reducción sobre el término de potencia y de energía de:

$$Kr = \frac{17}{\cos^2 \varphi} - 21 = \frac{17}{0{,}98^2} - 21 = -3{,}3\%$$

Los armónicos en la línea:

■ Elementos generadores de armónicos, podemos distinguir dos grupos:
□ Los generados a través de la red de régimen IT.
□ Los generados por la red de alumbrado.

Los cuales han sido compensados de forma suficiente, pero hoy en día las mayorías de cargas llevan fuentes de alimentación para equipos de control electrónico, los cuales son generadores de armónicos y no los hemos considerado de forma particular. Considerar un compensador activo general mínimo, que en su caso el analizador de circuitos nos indicará si es suficiente, es una medida aconsejable.
Con un SineWave (THM) SW20, solucionaremos el problema.

Control de la calidad de la energía suministrada y distribuida

Partiremos de unos analizadores de tensión e intensidad Power Meter repartidos en puntos estratégicos de la instalación, que realizarán las lecturas a través de transformadores de intensidad y tomas de tensión, debidamente protegidas, y las distribuirán vía bus RS485, con protocolo Modbus, a un analizador de datos tipo Circuit Monitor, que a través de su hardware, estructurará los datos para mandarlos vía bus RS485 al interface XTU300, el cual transmitirá al PC central, de control de la instalación, vía bus RS485.
El PC central dispondrá de una tarjeta de conversión del bus RS485 a RS232, adaptado al lenguaje normal de los programas de los PC.
La alimentación se realiza desde una salida propia, de la red de régimen IT, del cuadro general, con el correspondiente control de aislamiento.
La estructuración de los datos se realizará en el PC general de control de la instalación eléctrica, aprovechando el hardware propio del Circuit Monitor.
Esquema de coxionado del sistema **Power**Logic® de control de red.
Para la programación del sistema de datos, del almacenamiento y de las alarmas, ver el apartado de programación de este capítulo K.
En las páginas contiguas encontraremos los esquemas de conexión del control de calidad de la energía.
En el caso de tener que colocar filtros para inducciones de alta frecuencia debemos considerar los consejos de instalación del capítulo F del Volumen 1.
Con el Circuit Monitor podremos analizar los consumos y si nos interesa controlar la energía de producción en cada orden de trabajo, deberemos colocar un Power Meter a cada máquina.

En el desarrollo de los ejemplos no se pretende dar una línea de estudio del control energético, sino el ejemplo de cómo utilizar las herramientas que Schneider Electric les ofrece para obtener buenos resultados.

Esta LEY es la originaria para considerar la energía eléctrica como un producto sometido a la legislación civil de los productos.

En la exposición de la LEY solamente he seleccionado los artículos que identifican a la energía eléctrica como un producto.

LEY 22/1994, de 6 de julio, de responsabilidad civil por los daños causados por productos defectuosos.

JUAN CARLOS I. REY DE ESPAÑA.

A todos los que la presente vieren y entendieren.
Sabed: Que las Cortes Generales han aprobado y YO vengo en sancionar la siguiente Ley:

EXPOSICIÓN DE MOTIVOS

Esta Ley tiene por objeto la adaptación del Derecho español a la Directiva 85/374/CEE, de 25 de julio de 1985, sobre responsabilidad civil por los daños ocasionados por productos defectuosos. Fruto de un largo y complejo proceso de elaboración, la Directiva se propone conseguir un régimen jurídico sustancialmente homogéneo, dentro del ámbito comunitario, en una materia especialmente delicada, en razón de los intereses en conflicto.

Dado que ni el ámbito subjetivo de tutela ni el objetivo que contempla la Directiva coinciden con los de la LEY 26/1984, de 19 de julio, General para la Defensa de los Consumidores y Usuarios, se ha optado por elaborar un proyecto de Ley especial.

Siguiendo la Directiva, la Ley establece un régimen de responsabilidad objetiva, aunque no absoluta, permitiendo al fabricante exonerarse de responsabilidad en los supuestos que se enumeran.

Como daños resarcibles se contemplan las lesiones personales y los daños materiales, con la franquicia en este último caso de 390,66 euros.

Los sujetos protegidos son, en general, los perjudicados por el producto defectuoso, con independencia de que tengan o no la condición de consumidores en sentido estricto.

La responsabilidad objetiva del fabricante dura diez años desde la puesta en circulación del producto defectuoso causante del daño. Se trata de un período de tiempo razonable si se tiene en cuenta el ámbito de aplicación, objetivo del proyecto, que se circunscribe a los bienes muebles, al gas y a la electricidad.

Por último, la Ley hace uso de la posibilidad que ofrece la Directiva de limitar la responsabilidad global del fabricante por los daños personales causados por artículos idénticos con el mismo defecto.

.....

Artículo 2. Concepto legal de producto

1. A los efectos de esta Ley, se entiende por producto todo bien mueble, aun cuando se encuentre unido o incorporado a otro bien mueble o inmueble, excepto las materias primas agrarias y ganaderas y los productos de la caza y de la pesca que no hayan sufrido transformación inicial.
2. Se consideran productos el gas y la electricidad.

.....

Esta LEY es la originaria para considerar la energía eléctrica como un producto sometido a la legislación civil de los productos.

En la exposición de la LEY solamente he seleccionado los artículos que identifican a la energía eléctrica como un producto.

LEY 22/1994, de 6 de julio, de responsabilidad civil por los daños causados por productos defectuosos.

JUAN CARLOS I. REY DE ESPAÑA.

A todos los que la presente vieren y entendieren.
Sabed: Que las Cortes Generales han aprobado y YO vengo en sancionar la siguiente Ley:

EXPOSICIÓN DE MOTIVOS

Esta Ley tiene por objeto la adaptación del Derecho español a la Directiva 85/374/CEE, de 25 de julio de 1985, sobre responsabilidad civil por los daños ocasionados por productos defectuosos. Fruto de un largo y complejo proceso de elaboración, la Directiva se propone conseguir un régimen jurídico sustancialmente homogéneo, dentro del ámbito comunitario, en una materia especialmente delicada, en razón de los intereses en conflicto.
Dado que ni el ámbito subjetivo de tutela ni el objetivo que contempla la Directiva coinciden con los de la LEY 26/1984, de 19 de julio, General para la Defensa de los Consumidores y Usuarios, se ha optado por elaborar un proyecto de Ley especial.
Siguiendo la Directiva, la Ley establece un régimen de responsabilidad objetiva, aunque no absoluta, permitiendo al fabricante exonerarse de responsabilidad en los supuestos que se enumeran.
Como daños resarcibles se contemplan las lesiones personales y los daños materiales, con la franquicia en este último caso de 390,66 euros.
Los sujetos protegidos son, en general, los perjudicados por el producto defectuoso, con independencia de que tengan o no la condición de consumidores en sentido estricto.
La responsabilidad objetiva del fabricante dura diez años desde la puesta en circulación del producto defectuoso causante del daño. Se trata de un período de tiempo razonable si se tiene en cuenta el ámbito de aplicación, objetivo del proyecto, que se circunscribe a los bienes muebles, al gas y a la electricidad.
Por último, la Ley hace uso de la posibilidad que ofrece la Directiva de limitar la responsabilidad global del fabricante por los daños personales causados por artículos idénticos con el mismo defecto.

.....

Artículo 2. Concepto legal de producto

1. A los efectos de esta Ley, se entiende por producto todo bien mueble, aun cuando se encuentre unido o incorporado a otro bien mueble o inmueble, excepto las materias

primas agrarias y ganaderas y los productos de la caza y de la pesca que no hayan sufrido transformación inicial.
2. Se consideran productos el gas y la electricidad.
.....

Disposición final cuarta. Entrada en vigor.
Esta Ley entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el "Boletín Oficial del Estado".
Por tanto, mando a todos los españoles, particulares y autoridades que guarden y hagan guardar esta Ley.
Madrid, 6 de julio de 1994.

JUAN CARLOS I. REY DE ESPAÑA.

El presidente del Gobierno
FELIPE GONZÁLEZ MÁRQUEZ.

Publicado. B.O.E. núm, 161 - Jueves 7 Julio 1994. (15787)

Esta norma del CENELEC adaptada por UNE, es la que determina las mínimas características de la energía eléctrica, para que la electricidad sea un producto con las mismas características para toda Europa.

NORMA ESPAÑOLA UNE-EN 50160.

1. GENERALIDADES

1.1. Campo de aplicación

Esta norma describe, en el punto de entrega al cliente, las características principales de la tensión suministrada por una red general de distribución en baja tensión y en media tensión en condiciones normales de explotación.

Nota: Véanse las definiciones de baja tensión y en media tensión en los apartados 1.3.7 y 1.3.8.

Esta norma no se aplica a los casos siguientes:

■ Explotación que sigue a una avería o en condiciones provisionales de alimentación previstas para mantener el suministro a los clientes durante trabajos de mantenimiento o de construcción en la red, o para limitar la extensión y la duración de una interrupción de alimentación.
■ No conformidad de la instalación o de los equipos del cliente a las normas aplicables o a las prescripciones técnicas de conexión de cargas, que incluye los límites de emisión de perturbaciones conducidas.
■ No conformidad de los medios de producción a las normas aplicables o a las condiciones técnicas conexión a la red eléctrica de distribución (autoproductores).
■ Condiciones excepcionales, no dominables por el distribuidor, tales como:
□ Condiciones climáticas excepcionales y otras catástrofes naturales; hechos provenientes de terceros.
□ Decisiones gubernativas; acciones de huelgas (sujetas a obligaciones legales).

□ Fuerza mayor.
□ Interrupciones debidas a causas externas.
Esta norma puede ser reemplazada en su totalidad o en parte por los términos de un contrato entre un cliente y el distribuidor de electricidad.

Las características de la tensión dadas en esta norma no están destinadas a ser utilizadas como niveles de compatibilidad electromagnética (CEM) o como limitaciones de emisiones por el cliente de perturbaciones conducidas por las redes generales de distribución.

1.2. Objeto

El objeto de esta norma es definir y describir los valores que caracterizan la tensión de alimentación suministrada, tales como:

■ La frecuencia.
■ La amplitud.
■ La forma de la onda.
■ La simetría de las tensiones trifásicas.

En explotación normal, estas características están sujetas a variaciones debidas a modificaciones de carga de la red, perturbaciones emitidas por ciertos equipos, y por la aparición de defectos debidos principalmente a causas externas. Las características varían de manera aleatoria, a la vez en el tiempo en un punto de suministro dado, y en el espacio, en un instante dado. A causa de estas variaciones, los niveles de las características podrán ser sobrepasados algunas veces. Ciertos fenómenos que tienen incidencia sobre la tensión son particularmente imprevisibles de tal modo que es imposible indicar el valor preciso de las características correspondientes. Conviene pues interpretar en consecuencia los valores dados en esta norma para estos fenómenos, a saber: huecos de tensión, interrupciones de tensión.

1.3. Definiciones

Para las necesidades de esta norma, se aplican las definiciones siguientes:

1.3.1. Cliente: Comprador de electricidad a un distribuidor.

1.3.2. Distribuidor: Suministrador de electricidad a clientes por medio de una red de distribución.

1.3.3. Punto de suministro: Punto de enlace de la instalación del cliente con la red general.

Nota: Este punto puede ser diferente, por ejemplo, del punto de medida o del punto de conexión común.

1.3.5. Tensión nominal de una red (Un): Tensión que caracteriza o identifica una red y a la cual se hace referencia para ciertas características de funcionamiento.

1.3.6. Tensión de alimentación declarada (Uc): La tensión de alimentación declarada Uc es generalmente la tensión nominal Un de la red. Si, como consecuencia de un acuerdo entre el distribuidor y el cliente, la tensión de alimentación aplicada a sus bornes difiere de la tensión nominal, entonces, aquella tensión corresponde a la tensión de alimentación declarada Uc.

1.3.7. Baja tensión (abreviatura: BT): En el ámbito de esta norma, tensión utilizada para el suministro eléctrico, cuyo valor eficaz nominal es de 1 kV como máximo.

1.3.8. Medida tensión (abreviatura: MT): En el ámbito de esta norma, tensión utilizada para el suministro eléctrico, cuyo valor eficaz nominal está comprendido entre 1 kV y 35 kV.

1.3.9. Condiciones normales de explotación: Condiciones que permiten responder a la demanda de la carga, a las maniobras de la red y a la alimentación de las faltas por los sistemas de protección automática, en la ausencia de condiciones excepcionales debidas a influencias exteriores o a casos de fuerza mayor.

1.3.10. Perturbación conducida: Fenómeno electromagnético propagado a lo largo de los conductores de las líneas de una red de distribución. En ciertos casos, un fenómeno electromagnético se propaga a través de los arrollamientos de los transformadores y , por tanto, entre redes de diferentes niveles de tensión. Estas perturbaciones pueden degradar las prestaciones de un aparato, de un equipo o de un sistema, o provocar daños.

1.3.11. Frecuencia de la tensión de alimentación: Tasa de repetición de la componente fundamental de la tensión de alimentación, medida durante un intervalo de tiempo dado.

1.3.12. Variación de tensión: Aumento o disminución de tensión provocada por la variación de la carga total de la red de distribución o de una parte de esa red.

1.3.13. Variación rápida de tensión: Una variación del valor eficaz de una tensión entre dos niveles consecutivos mantenidos durante intervalos de tiempo definidos pero no especificados.

1.3.14. Fluctuación de tensión: Serie de variaciones de tensión o variación cíclica de la envolvente de la tensión (VEI 161-08-05).

1.3.15. Parpadeo (fliker): Impresión de inestabilidad de la sensación visual debida a un estímulo luminoso en el cual la luminosidad o la distribución espectral fluctuarán en el tiempo (VEI 161-08-13).

Nota: Las fluctuaciones de tensión provocan variaciones de luminancia del alumbrado, lo que produce el fenómeno ocular llamado parpadeo. Por encima de un cierto umbral, el parpadeo se vuelve molesto. Esta molestia aumenta rápidamente con la amplitud de la fluctuación. Para ciertas tasas de repetición, amplitudes incluso débiles pueden resultar molestas.

1.3.16. Severidad del parpadeo: Intensidad de la molestia provocada por el parpadeo definida por el método de medida UIE_CEI del parpadeo y evaluada según las cantidades siguientes:

■ Severidad de corta duración (Pst) medida en un período de diez minutos.
■ Severidad de larga duración (Plt) calculada a partir de una secuencia de 12 valores de Pst en un intervalo de dos horas, según la fórmula siguiente:

$$P_{lt} = \sqrt[3]{\sum_{i=1}^{12} \frac{P_{sti}^{3}}{12}}$$

1.3.17. Hueco de la tensión de alimentación: Disminución brusca de la tensión de alimentación a un valor situado entre el 90 y el 1 % de la tensión declarada Uc, seguida del restablecimiento de la tensión después de un corto lapso de tiempo. Por convenio, un hueco de tensión dura de 10 ms a 1 minuto. La profundidad de un hueco de tensión es definida como la diferencia entre la tensión eficaz durante el hueco de tensión y la tensión declarada. Las variaciones de tensión que no reducen la tensión de alimentación a un valor inferior al 90% de la tensión declarada no son consideradas como huecos de tensión.

1.3.18. Interrupción de alimentación: Condición en la que la tensión en los puntos de suministro es inferior al 1% de la tensión declarada Uc. Una interrupción de alimentación puede ser declarada como:

■ Prevista, cuando los clientes son informados de antemano para permitir la ejecución de trabajos programados en la red de distribución.
■ Accidental, cuando está provocada por defectos permanentes o fugitivos, la mayoría de las veces ligadas a sucesos exteriores, a averías o causas externas. Una interrupción accidental puede ser clasificada como:
□ Interrupción larga (sobrepasando tres minutos) provocada por un defecto permanente.
□ Interrupción breve (hasta tres minutos) provocada por un defecto fugitivo.

Notas:
1. Las repercusiones de una interrupción prevista pueden ser minimizadas por el cliente si toma las medidas apropiadas.
2. Las interrupciones accidentales son sucesos imprevisibles y esencialmente aleatorios.

1.3.19. Sobretensión temporal a frecuencia industrial: Sobretensión de una duración relativamente larga en un lugar dado.

Nota: Las sobretensiones temporales son habitualmente debidas a ma-niobras o defectos (por ejemplo: reducción súbita de la carga, defectos monofásicos, no linealidades).

1.3.20. Sobretensión transitoria: Sobretensión oscilatoria o no oscilatoria de corta duración generalmente fuertemente amortiguada y que dura como máximo algunos milisegundos.

Nota: Las sobretensiones transitorias son generalmente debidas al rayo, a maniobras o al funcionamiento de fusibles. El tiempo de subida del frente de las sobretensiones transitorias puede variar de menos de un microsegundo o algunos milisegundos.

1.3.21. Tensión armónica: Tensión senoidal cuya frecuencia es un múltiplo entero de la frecuencia fundamental de la tensión de alimentación. Las tensiones armónicas pueden ser evaluadas:

■ Individualmente, según su amplitud relativa (U_h) con relación a la tensión fundamental U_1, donde h representa el orden del armónico,
■ Globalmente, es decir, según el valor de la tasa de distorsión armónica total THD calculada utilizando la fórmula siguiente:

$$THD = \sqrt{\sum_{h=2}^{40} (U_h)^2}$$

Nota: Las tensiones armónicas de la red de alimentación son principalmente debidas a las cargas no lineales de clientes conectadas en todos los niveles de tensión de la red de alimentación. Las corrientes armónicas que circulan a través de las impedancias del circuito dan lugar a tensiones armónicas. Las corrientes armónicas, las impedancias de la red y por consiguiente las tensiones armónicas en los puntos de suministro varían en el tiempo.

1.3.22. Tensión interarmónica: Tensión senoidal cuya frecuencia se sitúa entre las frecuencias de los armónicos, es decir, cuya frecuencia no es un múltiplo entero de la frecuencia fundamental.

Nota: Tensiones interarmónicas que tengan frecuencias muy próximas pueden aparecer al mismo tiempo formando entonces un espectro de banda ancha.

1.3.23. Desequilibrio de tensión: En un sistema trifásico, estado en el cual el valor eficaz de las tensiones de fase o los desfases entre fases no son iguales.

1.3.24. Señales de información transmitidas por la red: Señal superpuesta a la tensión suministrada con objeto de transmitir informaciones por la red general de distribución y a las instalaciones de los clientes. La red general de distribución permite transmitir los tres tipos de señales siguientes:

■ Señales de telemando centralizado: tensión senoidal superpuesta en la gama 110 a 3.000 Hz.
■ Señales de corriente portadora: tensión senoidal superpuesta en la gama 3 a 148,5 kHz.
■ Señales de marcado de onda: impulsos (transitorios) de corta duración superpuestos a la onda de tensión en instantes elegidos.

1.4. Normas para consulta

Las referencias siguientes relativas a las normas que existen sobre el tema tratado en esta norma europea, están dadas a título de fuentes de informaciones complementarias.

EN 50065-1:1991 + Al:1992 - Transmisión de señales por red eléctrica de baja tensión en la banda de frecuencias de 3 kHz a 148,5 kHz. Reglas generales, bandas de frecuencia y perturbaciones electromagnéticas.

EN 60555-:1987 - Perturbaciones producidas en las redes de alimentación por los aparatos electrodomésticos y los equipos análogos. Parte1: Definiciones (CEI 555-1:1992).

EN 60868:1993 - Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y medida. Sección 7: Guía general relativa a las medidas de armónicos y de interarmónicos; así como el equipo de medida, aplicable a las redes de distribución y a los aparatos a ellas conectados (CEI 1000-4-7:1991).

ENV 61000-2-2:1993 - Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 2: entorno, Sección 2: Niveles de compatibilidad para las perturbaciones conducidas a baja frecuencia y la transmisión de señales por las redes de suministro público en baja tensión (CEI 1000-2-2:1990).

HD 472 S1:1993 - Tensiones nominales de las redes eléctricas de distribución pública en baja tensión (CEI 38:1993, modificada; título CEI 38: Tensiones normales de la CEI).

CEI 50(161):1990 - Vocabulario Electrotécnico Internacional. Capítulo 161: Dispositivos eléctricos y magnéticos.

UNIPEDE 91 en 50.02 - Huecos de tensión e interrupciones de corta duración en las redes de media tensión.

2. CARACTERÍSTICAS DE LA ALIMENTACIÓN EN BAJA TENSIÓN

2.1. Frecuencia

La frecuencia nominal de la tensión suministrada debe ser de 50 Hz. En condiciones normales de explotación, el valor medio de la frecuencia fundamental medida durante 10 segundos en redes de distribución debe estar comprendido en el intervalo:

■ Para redes acopladas por enlaces síncronos a un sistema interconectado:
□ 50 Hz +/– 1% (es decir de 49,5 a 50,5 Hz) durante el 95% de una semana.
□ 50 Hz +/– 4% (es decir de 47 a 52 Hz) durante el 100% de una semana.
■ Para redes sin conexión síncrona a un sistema interconectado (redes de alimentación y distribución que existen en ciertas islas):

□ 50 Hz +/– 2% (es decir de 49 a 51 Hz) durante el 95% de una semana.
□ 50 Hz +/– 15% (es decir de 42,5 a 57,5 Hz) durante el 100% de una semana.

2.2. Amplitud de la tensión suministrada

La tensión nominal normalizada (Un) para redes generales de baja tensión es:
■ En el caso de un sistema trifásico de cuatro conductores: Un = 230 V entre fase y neutro.
■ En el caso de un sistema trifásico de tres conductores: Un = 230 V entre fases.

Notas:
1. Hasta el año 2003, la tensión nominal puede diferir de este valor de 230 V, conforme a la norma HD 472 S1.
2. En las redes de baja tensión, las tensiones declarada y nominal son iguales:

2.3. Variaciones de la tensión suministrada

En las condiciones normales de explotación, aparte de las interrupciones, para cada período de una semana, el 95% de los valores eficaces promediados en 10 minutos deben situarse en el intervalo definido por Un +/– 10%.

Nota: Hasta el año 2003, este intervalo de tensión puede diferir de estos valores normalizados conforme a la norma HD 472 S1.

2.4. Variaciones rápidas de la tensión

2.4.1. Amplitud de las variaciones rápidas de tensión. Las variaciones rápidas de la tensión suministrada provienen esencialmente de las variaciones de la carga en las instalaciones de los clientes o de maniobras en la red.
En las condiciones normales de explotación, una variación rápida de la tensión no sobrepasa generalmente el 5% de Un pero, en ciertas circunstancias, pueden producirse variaciones que alcanzan hasta el 10% de Un durante cortos instantes, varias veces en el mismo día.

Nota: Una variación de la tensión que dé como resultado una tensión inferior al 90% de Un es considerada como un hueco de tensión (véase el apartado 2.5).

2.4.2. Severidad del parpadeo. En las condiciones normales de explotación, para cada período de una semana, el nivel de severidad de larga duración del parpadeo ligado a las fluctuaciones de la tensión, el Plt, debe ser inferior o igual a 1 durante el 95% del tiempo.

Nota: La reacción al parpadeo es subjetiva y puede variar según los casos y según su duración. En ciertos casos, Plt = 1 puede dar lugar a molestias, mientras que, en otros casos, niveles más elevados de Plt, no lo provocan.

2.5. Huecos de tensión

Los huecos de tensión son generalmente debidos a defectos que sobrevienen en las instalaciones de los clientes o en la red general. Estos huecos fundamentalmente aleatorios

son imprevisibles. Su frecuencia anual depende principalmente del tipo de red de distribución y del punto de observación. Además, su distribución en un año puede ser muy irregular.

Valores indicativos:
En las condiciones normales de explotación, el número esperado de huecos de tensión en un año puede ir de algunas decenas a un millar. La mayor parte de los huecos de tensión tienen una duración menos de un segundo y una profundidad inferior al 60%. Sin embargo a veces pueden producirse huecos de tensión de una profundidad y de una duración superior. En ciertos lugares, es frecuente que se produzcan huecos de tensión de profundidad comprendida entre el 10 y el 15% de Un, que están provocados por conmutaciones de carga en las instalaciones de los clientes.

2.6. Interrupciones breves de la tensión suministrada

Valores indicativos:
En las condiciones normales de explotación, el número anual de interrupciones breves de la tensión suministrada puede variar de algunas decenas a varias centenas. La duración de aproximadamente el 70% de las interrupciones breves es inferior a un segundo.

Nota: En ciertos documentos, la duración de las interrupciones breves está definida como no sobrepasando un minuto. Pero a veces, se utilizan sistemas de control que tienen tiempos de funcionamiento activo hasta 3 minutos, a fin de evitar interrupciones largas.

2.7. Interrupciones largas de la tensión suministrada

Interrupciones accidentales tienen en general por origen causas externas o sucesos que no pueden ser previstos por el distribuidor. No es posible indicar valores típicos para la frecuencia anual y la duración de las interrupciones largas. Esto es debido a deferencias considerables en la arquitectura de las redes en los diferentes países así como a los efectos imprevisibles de la inclemencia del tiempo y de las causas externas.

Valores indicativos:
En condiciones normales de explotación, la frecuencia anual de las interrupciones de tensión que sobrepasan tres minutos puede ser inferior a 10 o alcanzar hasta 50, según regiones. Los valores indicativos de las interrupciones previstas no se dan por entenderse que son anunciadas de antemano.

2.8. Sobretensiones temporales en la red entre fases y tierra

Una sobretensión temporal a la frecuencia de la red aparece generalmente durante un defecto en la red general de distribución o en una instalación de un cliente y desapa-

rece en el momento de la eliminación de ese defecto. Generalmente, la sobretensión puede alcanzar el valor de la tensión entre fases, a causa del desplazamiento del punto neutro de la red trifásica

Valores indicativos:
En ciertas condiciones, un defecto que se produce aguas arriba de un transformador puede temporalmente producir sobretensiones del lado de baja tensión mientras dure la corriente de falta. Tales sobretensiones no sobrepasan generalmente el valor eficaz de 1,5 kV.

2.9. Sobretensiones transitorias entre fase y tierra

Las sobretensiones transitorias no sobrepasan generalmente 6 kV (valor de cresta), pero a veces pueden sobrevenir valores más elevados. El tiempo de subida puede variar de menos de algunos microsegundos a varios milisegundos.

Nota: El contenido de energía de una sobretensión transitoria varía de manera considerable según su origen. Una sobretensión inducida debida al rayo se caracteriza generalmente por una amplitud más elevada y un contenido de energía inferior al de una sobretensión provocada por maniobras, porque estas últimas duran generalmente mucho más tiempo. Los dispositivos de protección contra las sobretensiones utilizados en la instalación de un cliente deben ser elegidos teniendo en cuenta los niveles de energía más elevados, que son debidos a las sobretensiones de maniobras que siguen a la eliminación de un defecto. Esto cubrirá las sobretensiones debidas tanto al rayo como a las maniobras de la red.

2.10. Desequilibrio de la tensión suministrada

En las condiciones normales de explotación, para cada período de una semana, el 95% de los valores eficaces calculados en 10 minutos de la componente inversa de la tensión de alimentación debe situarse entre el 0 y el 2% de la componente directa. En ciertas regiones equipadas con líneas parcialmente monofásicas o bifásicas, los desequilibrios pueden alcanzar el 3% en los puntos de suministro trifásicos.

Nota: Esta norma no indica más que valores que corresponden a la componente inversa de la tensión, que es determinante para los eventuales daños provocados en los aparatos conectados a la red.

2.11. Tensiones armónicas

En las condiciones normales de explotación, durante cada período de una semana, el 95% de los valores eficaces de cada tensión armónica promediados en 10 minutos no deben sobrepasar los valores indicados en la tabla 1. Tensiones más elevadas para un armónico dado pueden ser debidas a resonancias.
Además, la tasa de distorsión armónica total de la tensión suministrada (comprendidos todos los armónicos hasta el orden 40) no debe sobrepasar el 8%).

Nota: El límite al orden 40 es un convenio.

Tabla 1.
Valores de las tensiones de armónicos en los puntos de suministro, hasta el armónico de orden 25, expresados en porcentaje de la tensión nominal (Un)

Armónicos impares				Armónicos pares	
No múltiplos de 3		Múltipos de 3			
Orden h	U (relativa)	Orden h	U (relativa)	Orden h	U(relativa)
5	6,0%	3	5,0%	2	2,0%
7	5,0%	9	1,5%	4	1,0%
11	3,5%	15	0,5%	6...24	0,5%
13	3,0%	21	0,5%		
17	2,0%				
19	1,5%				
23	1,5%				
25	1,5%				

Notas: Los valores que corresponden a los armónicos de orden superior a 25 que son generalmente débiles y muy imprevisibles debido a los efectos de resonancia, no están indicados en esta tabla.

2.12. Tensiones interarmónicas

El nivel de los interarmónicos va aumentando debido al desarrollo de los convertidores de frecuencia y otros equipos similares de control-mando. A causa de la poca experiencia en este campo, los niveles de interarmónicos quedan por estudiar. En ciertos casos, los interarmónicos, incluso de débil nivel, provocan parpadeo de las lámparas (véase el apartado 2.4.2) o interferencias con los sistemas de telemando centralizado.

2.13. Transmisión de señales de información por la red

En ciertos países, la red general de distribución puede estar utilizada por el distribuidor para transmitir señales. El valor de la tensión de las señales transmitidas, promediado en tres segundos, no deberá en ningún caso sobrepasar los valores indicados por la figura 1 en un tiempo de duración igual al 99% de un día.

Nota: En instalaciones de los clientes pueden utilizarse señales de corriente portadora a frecuencias comprendidas entre 95 kHz y 148,5 kHz. A pesar de que la utilización de la red general no esté autorizada para la transmisión de señales entre clientes, deben tenerse en cuenta tensiones a esas frecuencias que lleguen hasta 1,4 V en la red general de distribución en BT. Debido a la posibilidad de interferencias mutuas entre instalaciones de transmisión de señales vecinas, puede resultar necesario para el cliente proteger o asegurar una inmunidad apropiada a su instalación de transmisión.

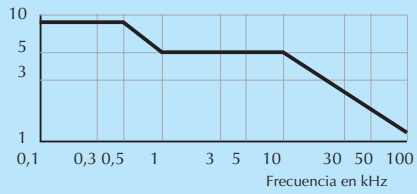


Fig. 1. Niveles de tensión de las frecuencias de las señales en porcentaje de Un utilizadas en la red general de distribución de BT.

Anexo A (Informativo)
NATURALEZA PARTICULAR DE LA ELECTRICIDAD

La electricidad es una forma de energía particularmente flexible y adaptable. Puede ser convertida en otras formas de energía: calor, luz, energía mecánica y también en otras numerosas formas: electromecánica, electrónica, acústica y visual que son base de las técnicas modernas de telecomunicaciones, de informática y de ocio.
La electricidad, tal como es suministrada a los clientes, presenta numerosas características que pueden variar y afectar el uso que de ella hacen los clientes. Esta norma describe las características de la electricidad como tensión alterna. Dada la utilización hecha de la electricidad, es deseable que la tensión suministrada presente alternancias regulares, según una senoide perfecta y una amplitud constante. En la práctica no lo permiten numerosos factores. Contrariamente a los productos normales, la utilización que se hace de ella es uno de los principales factores que determina la variación de sus características.
El suministro de energía a los aparatos de los clientes. Cuando estas corrientes circulan por los conductores de la red, dan origen a caídas de tensión. La amplitud de la tensión suministrada a un cliente en todo momento es función de las caídas de tensión acumuladas en todos los elementos de la red por la cual se alimenta al cliente. Dicha amplitud está determinada a la vez por la demanda individual y por la demanda simultánea de otros clientes. La demanda de cada cliente que es constantemente variable junto con una variación suplementaria en función de la coincidencia entre las demandas de varios clientes, implican que la tensión suministrada variará igualmente. Por esta razón esta norma trata de las características de tensión en términos de estadística y de probabilidad. En beneficio económico del cliente la norma corresponde a las condiciones normalmente previstas más bien que a circunstancias no habituales tales como una coincidencia inusual entre las demandas de varios aparatos o clientes.
La electricidad llega al cliente a través de un sistema de producción, de transporte y de distribución. Cada elemento de la red puede ser objeto de daños o averías provocados por esfuerzos eléctricos, mecánicos y químicos debidos a factores variados, tales como condiciones climáticas extremas, desgaste normal, envejecimiento, las causas externas debidas a las actividades humanas, a los pájaros, a los animales, etc. Estos daños pueden afectar o incluso interrumpir la alimentación de uno o de varios clientes.
Para mantener la frecuencia constante, es necesario disponer de una capacidad de producción adaptada en cada instante a la demanda simultánea de todos los clientes. Siendo la capacidad de producción y la carga susceptibles de variar brutalmente, particularmente en el caso de pérdida de producción y de avería en las redes de transporte o de

distribución, existe siempre un riesgo de desequilibrio que provoque un aumento o una disminución de la frecuencia. Sin embargo, este riesgo disminuye si numerosas redes están agrupadas en una gran red interconectada cuya capacidad de producción sea muy grande con respecto a eventuales variaciones susceptibles de producirse.

Otras numerosas características pueden perturbar o dañar los equipos del cliente o incluso al cliente. Algunas de estas características están ligadas a fenómenos transitorios inevitables inherentes a la red misma, causados por defectos, maniobras o fenómenos atmosféricos (rayo). Otras características que son el resultado de diversas utilizaciones de la electricidad que modifican directamente la forma de onda de la tensión, imponen un valor particular de su amplitud o le superponen tensiones de señales de información. Por pura coincidencia, la proliferación reciente de los equipos que producen estos efectos está acompañada de un aumento del número de los equipos sensibles a estas perturbaciones.

Esta norma define, cuando esto es posible, los límites probables de variación de las características. En otros casos, la norma da una estimación cuantitativa, la mejor posible, de lo que puede encontrarse en la práctica. Debido a la gran diversidad de estructuras de las redes de distribución en diferentes regiones que resultan de las diferencias de densidad de carga, de la dispersión de la población, de la topografía local, etc., numerosos clientes podrán constatar variaciones de las características de la tensión claramente inferiores a los valores indicados en esta norma.

Una de las propiedades de la electricidad es que, con relación a algunas de sus características, su calidad depende más del cliente que del suministrador o del productor. En tales casos, el cliente es entonces un compañero importante del suministrador para esforzarse en mantener la calidad de la electricidad.

Es necesario resaltar que esta cuestión está abordada en otras normas ya publicadas o en curso de elaboración: las normas de emisión de los equipos de los clientes que definen los niveles de las perturbaciones electromagnéticas que estos equipos están autorizados a emitir. Las normas de inmunidad que definen los niveles de perturbación tolerables por los equipos sin provocar daños excesivos o parada de funcionamiento. Un tercer tipo de normas concerniente a los niveles de compatibilidad electromagnética permite coordinar y armonizar las normas de emisión y de inmunidad, con el objeto de asegurar la compatibilidad electromagnética.

A pesar de que existan vínculos evidentes con los niveles de compatibilidad, es importante señalar que esta norma trata de las características de la tensión eléctrica. No se trata de una norma sobre los niveles de compatibilidad. Es importante señalar que las prestaciones de un equipo pueden degradarse si las condiciones de alimentación son más severas que las definidas en la norma de producto correspondiente.

Real decreto para el control de la energía eléctrica, bajo el concepto de servicio al público y las prescripciones técnicas de la UNE-EN 50160.

El Real Decreto y sus prescripciones técnicas también afectan al capítulo D del Volumen 1. En el momento que el Ministerio de Economía redacte las normas ejecutaremos la corrección de dicho capítulo.

La calidad de la energía eléctrica se inicia en su generación y transporte. El Título II incide en este campo.

MINISTERIO DE ECONOMÍA

REAL DECRETO 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

El presente Real Decreto tiene por objeto desarrollar el marco normativo en el que han de desarrollarse las actividades relacionadas con el sector eléctrico, bajo el nuevo modelo establecido en la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico. Por ello, en el Título I se establecen unas disposiciones generales al objeto de clarificar las distintas actividades eléctricas y los regímenes aplicables.

TÍTULO II
Transporte de energía eléctrica

.....

CAPÍTULO IV
Calidad de servicio en la red de transporte

Artículo 19. Ámbito de aplicación y contenido de la calidad del servicio en la red de transporte de energía eléctrica.

1. Lo establecido en este capítulo será de aplicación a los transportistas, al operador del sistema y gestor de la red de transporte y a los agentes conectados a la red de transporte del sistema eléctrico.
A los efectos anteriores se consideran agentes conectados a la red de transporte los siguientes: productores, autoproductores, distribuidores y consumidores directamente conectados a dicha red.
2. El Ministerio de Economía aprobará en las correspondientes instrucciones técnicas complementarias, los índices y procedimientos de cálculo y medida de la calidad de servicio.
3. La calidad de servicio de la red de transporte viene configurada, a los efectos de la elaboración de las Instrucciones Técnicas Complementarias, por los siguientes aspectos:
a) La continuidad de suministro. Relativa al número y duración de las interrupciones del suministro a la distribución y a los consumidores directamente conectados a la red de transporte.
b) Calidad del producto, relativa a las características de la onda de tensión
c) Indisponibilidad de las instalaciones de la red de transporte.
d) Niveles de tensión y frecuencia en los puntos frontera del transporte.

4. La calidad de servicio en transporte es exigible con carácter general, por punto frontera y por instalación.
5. En lo que se refiere a la calidad de atención y relación con el cliente, para los consumidores conectados directamente a la red de transporte, se estará a lo establecido en el artículo 103.

Artículo 20. Continuidad del suministro de energía eléctrica.

1. La continuidad del suministro de energía eléctrica viene determinada por el número y la duración de las interrupciones y se mide por los siguientes parámetros:
a) El tiempo de interrupción, igual al tiempo transcurrido desde que la misma se inicia hasta que finaliza, medido en minutos. El tiempo de interrupción total será la suma de todos los tiempos de interrupción durante un período determinado.
b) El número de interrupciones, que será la suma de todas las interrupciones habidas durante un período determinado.
2. Las interrupciones de suministro a la distribución y a los consumidores directamente conectados a la red de transporte pueden ser programadas, para permitir la ejecución de trabajos programados en la red, o imprevistas. Para que las interrupciones de suministro sean calificadas de programadas, deberán ser reconocidas por el operador del sistema y gestor de la red de transporte según los criterios establecidos en los procedimientos de operación del sistema. A este fin, las empresas transportistas procederán a su comunicación al operador del sistema y gestor de la red de transporte, de acuerdo con lo establecido en los procedimientos de operación del sistema.
3. Las interrupciones programadas deberán ser comunicadas por los transportistas, en su caso, al órgano competente de la Administración autonómica con una antelación mínima de setenta y dos horas, a los distribuidores y a los clientes conectados directamente a la red de transporte en los mismos términos establecidos en el artículo 101,3 de este Real Decreto.
4. No tendrán la consideración de interrupciones las ocasionadas por ceros de tensión de duración inferior al minuto, consecuencia de la correcta actuación de las protecciones del sistema de transporte, conforme a lo que se establece en las instrucciones técnicas complementarias correspondientes.

Artículo 21. Calidad del producto.

La calidad del producto hace referencia al conjunto de características de la onda de tensión.
Los índices de calidad del producto se establecerán en las Instrucciones Técnicas Complementarias correspondientes.

La calidad del producto se basa en las prescripciones de la norma UNE-EN 50160.

Artículo 22. Indisponibilidades programadas de las instalaciones de transporte y producción.

1. El operador del sistema y gestor de la red de transporte será responsable de coordinar y modificar, según corresponda, los planes de mantenimiento de las instalaciones de transporte, que podrán dar lugar a indisponibilidades programadas de las instalaciones de transporte, conforme a lo establecido en los procedimientos de operación del sistema. Asimismo, el operador del sistema y gestor de la red de transporte podrá, por razones de seguridad del sistema, modificar los planes de mantenimiento de las instalaciones de producción, que puedan provocar restricciones en la red bajo la gestión técnica del operador del sistema. Las razones que justifiquen dichas modificaciones serán comunicadas a los agentes afectados, y a la Administración competente, conforme establezca en los procedimientos de operaciones correspondientes.
2. Los transportistas son responsables de instalar, operar y mantener correctamente las instalaciones a su cargo, respetando la normativa aplicable y de acuerdo con las instrucciones que imparta el operador del sistema y gestor de la red de transporte.

Artículo 23. Condiciones de entrega de la energía eléctrica.

La transferencia de energía en los puntos frontera entre la red de transporte y los agentes conectados a la misma, debe cumplir las condiciones de frecuencia y tensión en régimen permanente y las definidas para la potencia reactiva que se determinen en las Instrucciones Técnicas Complementarias al presente Real Decreto y los procedimientos de operación del sistema.

Artículo 24. Calidad de suministro en los puntos frontera.

1. Para cada punto frontera de la red de transporte, el tiempo y número de interrupciones de suministro anuales no superarán los valores que determinen las instrucciones técnicas complementarias correspondientes.
2. La calidad de suministro en cada uno de los puntos frontera de la red de transporte se medirá teniendo en cuenta, entre otros, los siguientes parámetros:
a) Tiempo de interrupción.
b) Número de interrupciones.
c) Frecuencia y tensión.
3. El operador del sistema gestor de la red de transporte estará obligado a que los planes de mantenimiento programado de las instalaciones de transporte cumplan con los objetivos de eficiencia que se determinen en las instrucciones técnicas complementarias. Asimismo, será responsable de impartir las instrucciones a los agentes propietarios de las instalaciones eléctricas en el ámbito de la operación del sistema y de gestionar los servicios complementarios para garantizar la seguridad del sistema y el cumpli-

miento en cada uno de los puntos frontera del transporte con los agentes conectados a la red de transporte, de los niveles de calidad que se definan en las instrucciones técnicas complementarias correspondientes.
4. El transportista deberá disponer de un sistema de registro de incidencias, que le permita obtener información sobre las incidencias de continuidad de suministro en cada uno de los puntos frontera entre la red de transporte y los agentes conectados a la misma.
El plazo máximo de implantación será de un año desde la entrada en vigor del presente Real Decreto.
5. El agente conectado a la red de transporte tendrá derecho a instalar a su cargo un sistema de registro de medida de incidencias de calidad de servicio. Las características, instalación y precintado de este sistema responderán a lo indicado en el Real Decreto 2018/1997, de 26 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de puntos de medida en los consumos y tránsito de energía eléctrica así como en otras disposiciones normativas que regulen la materia.

Artículo 25. Calidad individual por instalación.

1. Los transportistas son responsables de mantener disponibles sus instalaciones cumpliendo con los índices de calidad que establezcan en las instrucciones técnicas complementarias del presente Real Decreto.
2. Para cada instalación de la red de transporte, líneas, transformadores y elementos de control de potencia activa y reactiva, se realizará el seguimiento individualizado de su indisponibilidad, clasificada de la siguiente forma:
a) Programada por mantenimiento preventivo y predictivo.
b) Programada por causas ajenas al mantenimiento.
c) No programada debida a mantenimiento correctivo.
d) No programada debida a circunstancias fortuitas previstas en las condiciones de diseño.
e) No programada por causas de fuerza mayor o acciones de terceros.
3. La disponibilidad de una instalación se expresa por el porcentaje del tiempo total que dicha instalación ha estado disponible para el servicio a lo largo de un año.
Su cálculo se efectúa a través del índice de Indisponibilidad Individual (Ili) definido por la siguiente expresión:

$$Ili = \frac{ti}{T \cdot 100}$$

ti = tiempo de indisponibilidad de la instalación i (horas).
T = duración del período en estudio (horas).
El índice de disponibilidad de la instalación (IDi) se obtiene como: $IDi = 100 \cdot Ili$
4. El valor de IDi de referencia será del 90 por 100.
5. Se habilita al Ministerio de Economía para modificar dicho valor.

Artículo 26. Calidad global.

1. Los indicadores de medida de la calidad global de la red de transporte son la energía no suministrada (ENS), el tiempo de interrupción medio (TIM) y el índice de disponibilidad (ID) definidos de la siguiente forma:

a) Energía no suministrada (ENS), que mide la energía cortada al sistema (MWh) a lo largo del año por interrupciones de servicio acaecidas en la red. A estos efectos, se contabilizarán sólo las interrupciones ocasionadas por ceros de tensión de duración superior al minuto.

b) Tiempo de interrupción medio (TIM), definido como la relación entre la energía no suministrada y la potencia media del sistema, expresado en minutos:

$$TIM = HA \cdot 60 \cdot \frac{ENS}{DA}$$

Donde:

HA = horas anuales.

DA = demanda anual del sistema en MWh.

c) La disponibilidad de una red se expresa por el porcentaje del tiempo total que sus líneas, transformadores y elementos de control de potencia activa y reactiva han estado disponibles para el servicio a lo largo del año. Su cálculo se efectúa a través del índice de Indisponibilidad definido por la siguiente expresión:

$$II = \frac{\sum_{i=1}^{n} ti \cdot PNi}{T \cdot \sum_{i=1}^{n} PNi} \cdot 100$$

Donde:

ti = tiempo de indisponibilidad de cada circuito, transformador y elementos de control de potencia activa y reactiva (horas).

n = número total de circuitos, transformadores y elementos de control de potencia activa o reactiva de la red de transporte.

T = duración del período de estudio (horas).

PNi = potencia nominal de los circuitos, transformadores y elementos de control de potencia activa o reactiva.

El índice de disponibilidad total de la red de transporte (ID) se obtiene como: $IDi = 100 \cdot Ili$

El Ministerio de Economía podrá establecer y revisar los límites de los valores establecidos, teniendo en cuenta la evolución de la calidad del transporte y el progreso tecnológico.

2. Los valores del ENS, TIM, e ID de referencia serán los siguientes:

ENS = 1,2 · 10-5 de la demanda de energía eléctrica en barras de central.

TIM 0 15 Minutos/año.

ID = 97 por 100.

Se habilita al Ministerio de Economía para modificar los valores anteriores teniendo en cuenta la evolución de la calidad de transporte y el progreso tecnológico.
3. El operador del sistema y gestor de la red de transporte será responsable de impartir las instrucciones a los agentes propietarios de las instalaciones eléctricas en el ámbito de las operaciones del sistema y de gestionar los servicios complementarios para garantizar la calidad global del sistema que se defina en las instrucciones técnicas complementarias al presente Real Decreto.

Artículo 27. Consecuencias del incumplimiento de la calidad de servicio.

1. La responsabilidad del transportista en cuanto la calidad del servicio de la red de transporte se exige por el cumplimiento del índice de disponibilidad (ID) de sus instalaciones, que será incentivado a través del término correspondiente, recogido en la fórmula para el cálculo de la retribución de la actividad de transporte, de acuerdo con lo establecido en el artículo 4 del Real Decreto 2819/1988, de 23 de diciembre.
2. El operador del sistema y gestor de la red de transporte será responsable de los incumplimientos de los niveles de calidad de suministro en los puntos frontera definidos en los artículos anteriores, en la medida que le sean imputables, según se establezca en las instrucciones técnicas complementarias correspondientes.
3. Los descuentos a aplicar en la facturación de los consumidores directamente conectados a la red de transporte, debidos a incumplimientos de los niveles de calidad de suministro, tendrán el mismo tratamiento que lo establecido en el artículo 105.
4. Si el incumplimiento de los niveles de calidad del suministro a los consumidores conectados a la red de distribución fuera responsabilidad del operador del sistema o motivado por deficiencias del sistema de transporte, y también en el caso de que sean incumplimientos de los niveles de calidad de suministro a consumidores directamente conectados a la red de transporte, los descuentos que se apliquen a la facturación de los consumidores podrán ser gestionados por el operador del sistema a través del establecimiento de un seguro de riesgo, cuya póliza deberá ser aprobada por el Ministerio de Economía, a propuesta de la Comisión Nacional de Energía, durante el primer año de entrada en vigor del presente Real Decreto.
5. En caso de que no se alcancen los índices TIM Y ENS de calidad global exigidos, el operador del sistema y gestor de la red de transporte analizará las causas de dicha deficiencia. En caso de que ésta sea debida a una insuficiencia estructural de la red de transporte, se deberá incluir en los programas de desarrollo de las redes de transporte aquellas medidas que considere necesarias para lograr la calidad exigida.

6. El tratamiento de las indisponibilidades individuales por instalación se establecerá en las instrucciones técnicas complementarias al presente Real Decreto.
7. En caso de discrepancia y falta de acuerdo entre el transportista y el agente conectado a la red, y en su caso el operador del sistema y gestor de la red de transporte, sobre el incumplimiento de la calidad individual, la Comisión Nacional de Energía determinará el nivel técnico del incumplimiento y el concreto sujeto del sistema a cuya actuación son imputables las diferencias.
8. No se considerarán incumplimientos de calidad los provocados por causa de fuerza mayor o las acciones de terceros. A estos efectos, no se considerarán causas de fuerza mayor las que se establezcan en las instrucciones técnicas complementarias. En ningún caso los fenómenos atmosféricos que se consideren habituales o normales en cada zona geográfica, de acuerdo con los datos estadísticos de que se dispongan, podrán ser alegados como causas de fuerza mayor.
9. Sin perjuicio de lo establecido en este artículo, el incumplimiento de los índices de calidad en los puntos frontera y de calidad individual por instalación, podrá dar lugar, previa tramitación del correspondiente procedimiento sancionador, a la imposición de sanciones, de conformidad con lo dispuesto en el Título X de la Ley 54/1997 del Sector Eléctrico.

.....

Artículo 29. Perturbaciones provocadas por instalaciones conectadas a la red de transporte.

Los agentes conectados a la red estarán obligados a adoptar las medidas necesarias para que el nivel de perturbaciones emitidas, esté dentro de los límites que se establezcan en los procedimientos de operación del sistema o en las instrucciones técnicas complementarias al presente Real Decreto, según corresponda.

TÍTULO VI
Suministro

CAPÍTULO I
Contratos de suministro a tarifa y de acceso a las redes. Suspensión del suministro. Equipos de medida

.....

Sección 6.ª Medida y control

.....

Artículo 97. Cambio de características de la energía.

1. Las empresas distribuidoras, previa autorización de la Administración competente, podrán modificar las

Este apartado corresponde al capítulo D del Volumen 1, pero en la página D/19 comunicamos el acuerdo de 197 países sobre la unificación de las tensiones para el año 2003.
El articulo 97 entra directamente en el tema y describe la forma de solucionarlo.

tensiones de sus redes de distribución en baja tensión para adaptarlas a las tensiones normalizadas de uso más común y generalizado.
En tales casos, las empresas distribuidoras deberán modificar a su cargo los equipos de medida y control y adaptar o sustituir los aparatos receptores de los consumidores hasta el cociente de la potencia contratada por el coeficiente 0,6, salvo que el consumidor tuviera declarados los aparatos receptores en el contrato de suministro, en cuyo caso la adaptación o sustitución afectará a todos ellos.
2. Cuando el suministro se realice en alta tensión, la empresa distribuidora, también previa autorización de la Administración competente, podrá sustituir una tensión no normalizada por otra normalizada, asumiendo la obligación de asumir o adaptar las instalaciones y los aparatos de transformación, control, medida y protección, sean o no de su propiedad.
3. Si el cambio de tensión se efectúa a petición del consumidor, o del comercializador que lo represente, la empresa distribuidora la referida instalación, señalando, en su caso, las modificaciones a realizar, corriendo a cargo del solicitante tanto los gastos que origine la sustitución de los equipos de protección y medida como los derechos de verificación.

.....

CAPÍTULO II
Calidad de servicio

El capítulo II nos indica en qué términos deben recibir los abonados la calidad de servicio y energía eléctrica. Las responsabilidades de los suministradores y de los consumidores, así como las penalizaciones correspondientes.

Artículo 99. Concepto, contenido y extensión de la calidad del servicio.

1. La calidad de servicio es el conjunto de características, técnicas y comerciales, inherentes al suministro eléctrico, exigibles por los sujetos, consumidores y por los órganos competentes de la administración.
Las empresas distribuidoras podrán pactar con los consumidores, o en su caso con los comercializadores que representen a los consumidores cualificados, el establecimiento de una calidad especial, superior a la regulada y con efectos exclusivamente privados, sin que en ningún caso tales pactos puedan suponer un trato discriminatorio entre consumidores o sujetos cualificados de características similares.
Los comercializadores no podrán pactar con los consumidores calidades superiores a las reglamentadas salvo que figuren expresamente en el contrato de acceso a las redes suscrito con el distribuidor.
2. La calidad de servicio viene configurada por el siguiente contenido:
a) Continuidad de suministro, relativa al número y duración de las interrupciones del suministro.

b) Calidad de producto, relativa a las características de la onda de tensión.
c) Calidad en la atención y relación con el cliente, relativa al conjunto de actuaciones de información, asesoramiento, contratación, comunicación y reclamación.
3. Se reconoce la siguiente clasificación de la calidad de servicio en cuanto a su extensión:
a) Calidad individual: es aquella de naturaleza contractual, que se refiere a cada uno de los consumidores.
b) Calidad zonal: es la referida a una determinada zona geográfica, atendida por un único distribuidor.
4. A efectos de la aplicación del presente capítulo, se establece la siguiente clasificación de zonas:
A) Zona urbana: conjunto de municipios de una provincia con más de 20.000 suministros, incluyendo capitales de provincia, aunque no lleguen a la cifra anterior.
B) Zona semiurbana: conjunto de municipios de una provincia con un número de suministros comprendido entre 2.000 y 20.000, excluyendo capitales de provincia.
C) Zona rural:
a) Zona rural concentrada: conjunto de municipios de una provincia con un número de suministros comprendido entre 200 y 2.000.
b) Zona rural dispersa: conjunto de municipios de una provincia con menos de 200 suministros, así como los suministros ubicados fuera de los núcleos de población que no sean polígonos industriales o residenciales.
No obstante, para empresas eléctricas que distribuyan en aquellos ámbitos territoriales con dispersión de la localización de la demanda en diferentes núcleos de población dentro de un municipio, el Ministerio de Economía, a solicitud de la empresa distribuidora afectada, podrá definir las zonas, urbanas, semi urbanas y rurales en función de los citados núcleos.

Artículo 100. Definiciones.

A efectos del presente capítulo se considera:
1. Consumidor: el cliente que compra electricidad para su consumo propio.
2. Tensión de alimentación: valor eficaz de la tensión presente en un instante dado en el punto de suministro y medido en un intervalo de tiempo dado.
3. Tensión nominal de una red de distribución: tensión que caracteriza o identifica una red y a la cual se hace referencia para ciertas características de funcionamiento.
4. Tensión de alimentación declarada: es la tensión nominal de la red, salvo que, como consecuencia de un acuerdo entre distribuidor y consumidor, la tensión de alimentación aplicada en el punto de entrega difiera de la tensión nominal, en cuyo caso aquélla corresponde a la tensión de alimentación declarada.

5. Interrupción de alimentación: condición en la que la tensión en los puntos de suministro no supera el 10% de la tensión declarada. Las interrupciones pueden ser largas, de duración superior a tres minutos, o breves, de duración inferior o igual a tres minutos. El Ministerio de Economía, en función de la evolución de la tecnología, podrá modificar el valor máximo del tiempo hasta el cual una interrupción puede ser clasificada como breve.
6. TIEPI: es el tiempo de interrupción equivalente de la potencia instalada en media tensión (1 kV < V ⩽ 36 kV).

$$TIEPI = \frac{\sum_{i=1}^{k} (PI_i \cdot H_i)}{\sum PI}$$

Donde:
∑PI = Suma de la potencia instalada de los centros de transformación MT/BT del distribuidor más la potencia contratada en MT (en kVA).
PIi = Potencia instalada de los centros de transformación MT/BT del distribuidor más la potencia contratada en MT, afectada por la interrupción «i» de duración Hi (en kVA).
Hi = Tiempo de interrupción del suministro que afecta a la potencia PIi, (en horas).
K = número total de interrupciones durante el período considerado.
Las interrupciones que se consideran en el cálculo del TIEPI serán las de duración superior a tres minutos.
7. Percentil 80 del TIEPI: es el valor del TIEPI que no es superado por el 80% de los municipios de ámbito provincial definidos.
8. NIEPI: es el número de interrupciones equivalente a la potencia instalada en media tensión (1 kV < V ⩽ 36 kV). Este índice se define mediante la siguiente expresión:

$$NIEPI = \frac{\sum_{i=1}^{k} PI_i}{\sum PI}$$

∑PI = Suma de la potencia instalada de los centros de transformación MT/BT del distribuidor más la potencia contratada en MT (en kVA).
PIi = Potencia instalada de los centros de transformación MT/BT del distribuidor más la potencia contratada en MT, afectada por la interrupción "i" (en kVA).
K = número total de interrupciones durante el período considerado.
Las interrupciones que se considerarán en el cálculo del NIEPI serán las de duración superior a tres minutos.

Artículo 101. Continuidad de suministro.

1. La continuidad del suministro viene determinada por el número y la duración de las interrupciones. Las interrupciones pueden ser imprevistas o programadas para permitir la

ejecución de trabajos programados en la red, en cuyo caso los consumidores deberán ser informados de antemano por la empresa distribuidora, previa autorización de la Administración competente de acuerdo con lo previsto en este artículo.
2. La determinación de la continuidad del suministro, por las interrupciones de suministro, se basa en dos parámetros:
a) El tiempo de interrupción, igual al tiempo transcurrido desde que la misma se inicia hasta que finaliza, medido en horas. El tiempo de interrupción total será la suma de todos los tiempos de interrupción durante un plazo determinado.
b) El número de interrupciones. El número de interrupciones total, será la suma de todas las interrupciones habidas durante un plazo determinado.
3. Para que las interrupciones se clasifiquen de programadas, las empresas distribuidoras deberán solicitar la correspondiente autorización al órgano competente de energía de la Administración autonómica correspondiente con una antelación mínima de setenta y dos horas, no computandose a tales efectos los sábados, domingos o festivos.
La autorización del órgano competente de energía de la Administración Autonómica se entenderá otorgada si transcurrido un plazo de cuarenta y ocho horas desde la solicitud, no se estableciera objeción a la interrupción. En aquellos supuestos en que el órgano competente de energía de la Administración Autonómica considere que no queda justificada la interrupción programada o bien que de la misma pueden derivarse perjuicios importantes, podrá denegar la autorización solicitada.
Las interrupciones programadas deberán ser avisadas a los consumidores afectados con una antelación mínima de veinticuatro horas, por los siguientes medios:
a) Mediante comunicación individualizada, de forma que quede constancia de su envio, a los consumidores cuyos suministros se realicen a tensiones superiores a 1 kV y a los establecimientos que presenten servicios declarados esenciales.
b) Mediante carteles anunciadores, situados en lugares visibles en relación al resto de consumidores, y mediante comunicación en dos de los medios de mayor difusión de la provincia.
En el caso que la Administración Autonómica no autorice la interrupción programada y ésta ya haya sido anunciada a los consumidores, deberá informarse a éstos de tal circunstancia por los mismos medios anteriores.
En todos los casos, el documento de aviso deberá contener la fecha y la hora de inicio de la interrupción, así como, la fecha y la hora de su finalización.
4. El número y la duración de las interrupciones programadas deberán tenerse en cuenta a efectos de cálculo del TIEPI y NIEPI total, pero las mismas no darán lugar a reducciones en la facturación, a no ser que no se hubieran observado los requisitos exigidos en los apartados anteriores.

Artículo 102. Calidad del producto.

1. La calidad del producto hace referencia al conjunto de características de la onda de tensión, la cual puede verse afectada, principalmente, por las variaciones de valor eficaz de la tensión y de la frecuencia y por las interrupciones de servicio y huecos de tensión de duración inferior a tres minutos.
2. Para la determinación de los aspectos de la calidad del producto se seguirán los criterios establecidos en la Norma UNE-EN 50.160 o norma que la sustituya y las Instrucciones Técnicas Complementarias que se dicten por el Ministerio de Economía, previo informe de la Comisión Nacional de Energía, en desarrollo del presente Real Decreto.

Artículo 103. Calidad de la atención al consumidor.

1. La calidad de la atención y relación con el consumidor se determinará atendiendo las características del servicio, entre las que se encuentran el conjunto de aspectos referidos al asesoramiento del consumidor en materia de contratación, facturación, cobro, medida de consumos y demás aspectos derivados del contrato suscrito.
2. En concreto, los indicadores de calidad individual, basada en la atención al consumidor, serán los siguientes, sin perjuicio de las modificaciones que puedan introducirse a través de las Instrucciones Técnicas Complementarias que en su caso se aprueben:
A) Elaboración de los presupuestos correspondientes a nuevos suministros: a partir de la solicitud de un suministro, la empresa distribuidora comunicará por escrito al solicitante el punto de suministro y las condiciones técnico-económicas para realizar el mismo, con indicación de la necesidad o no de reservar locales para centros de transformación dentro de los siguientes plazos máximos, contados en días hábiles:
1.º Suministros en baja tensión:
a) Cuando se solicite un suministro de hasta 15 kW en el que no sea preciso realizar instalaciones de extensión, la empresa distribuidora dará por escrito las condiciones técnico-económicas en un plazo de cinco días.
b) Para cualquier servicio cuando no sea necesaria la instalación de centro de transformación: 10 días.
B) Cuando sea necesaria la instalación de centros de transformación:
Servicio auxiliar de obras: diez días.
Servicio definitivo con centro de transformación de media a baja tensión: veinte días.
Servicio definitivo con subestación transformadora de alta a media tensión: treinta días.
2.º Suministros en alta tensión:
a) Para un consumidor con tensión nominal de suministro igual o inferior a 66 kV: cuarenta días.
b) Otros suministros de alta tensión: sesenta días.

Las empresas distribuidoras, dentro de los plazos anteriormente indicados, facilitarán por escrito a los solicitantes la justificación detallada de los derechos de acometida a liquidar, precisando el sistema empleado para su determinación y su plazo de vigencia que será, como mínimo de tres meses a partir de la fecha de notificación.
Una vez definida la propuesta técnica y su aprobación, y una vez aceptada por el solicitante la previsión de los derechos correspondientes a la extensión, o a la conexión, según se trate, se establecerán las previsiones de actuación correspondientes a su ejecución.
C) Ejecución de las instalaciones necesarias para los nuevos suministros. Cuando se trate de una instalación de extensión y que deba ser realizada por la empresa distribuidora, los plazos de ejecución para la puesta en servicio de la instalación a partir del momento que se satisfagan los derechos de acometida serán los siguientes contados en días hábiles:
1.º Suministros en baja tensión:
a) Cuando no sea preciso realizar ninguna ampliación de la red de baja tensión: cinco días.
b) Cuando únicamente se necesite ampliar la red de baja tensión: treinta días.
c) Cuando se necesite construir un centro de transformación: sesenta días.
d) Cuando se necesiten construir varios centros de transformación: ochenta días
2.º Suministros en alta tensión:
a) Acometida a un solo consumidor con tensión nominal de suministro igual o inferior a 66 kV: ochenta días.
b) Otros suministros de alta tensión: el plazo se determinará en cada caso en función de la importancia de los trabajos a realizar.
En el cómputo de plazos no se tendrán en cuenta los necesarios para obtener autorizaciones, permisos o conformidad para la realización de los trabajos.
En el caso que sea necesaria la construcción de uno o varios centros de transformación para uso del distribuidor, el plazo no comenzará a computarse hasta la firma de un documento de cesión de uso, correspondiente al local o locales. Además, deberán ser entregados en condiciones para poder realizar la instalación eléctrica, por lo menos, sesenta días antes de que finalice el plazo establecido.
Cuando concurran circunstancias especiales y no exista acuerdo entre el distribuidor y el cliente, el plazo lo fijará el órgano competente de la Administración correspondiente.
D) Enganche e instalación del equipo de medida, en el plazo máximo de cinco días hábiles, a contar desde que el consumidor hubiera suscrito el correspondiente contrato de suministro.
E) Atención de las reclamaciones que los consumidores hubieran presentado en relación a la medida de consumo,

facturas emitidas, cortes indebidos, en un plazo máximo de cinco días hábiles para los usuarios de menos de 15 kW contratados y de quince días hábiles para el resto.
F) Enganche después de corte por impago, en un plazo máximo de veinticuatro horas después del pago de la factura.
G) Ejecución indebida de corte por impago.
H) Informar y asesorar a los consumidores en el momento de la contratación sobre la tarifa y potencia a contratar más conveniente a sus necesidades, de acuerdo con el apartado 2 del artículo 80 del presente Real Decreto a partir de los datos aportados por los consumidores.

Artículo 104. Cumplimiento de la calidad de suministro individual.

1. El distribuidor deberá disponer de un sistema de registro de incidencias, que le permita relacionar las incidencias de continuidad del suministro de sus redes con todos y cada uno de los consumidores conectados a ella en todas sus zonas de distribución. El plazo máximo de implantación será de un año, desde la aprobación del citado procedimiento.
2. El distribuidor estará obligado, en relación a cada uno de sus consumidores, a que el tiempo y número de interrupciones imprevistas mayores de tres minutos de cada año natural, dependiendo de la zona donde esté situado el suministro, definida de acuerdo con lo dispuesto en el apartado 3 del artículo 95 del presente Real Decreto, no supere los siguientes valores:
a) Media tensión (de 1 kV a 36 kV):

	N.º de horas	N.º de interrupciones
Zona urbana	4	8
Zona semiurbana	8	12
Zona rural concentrada	12	15
Zona rural dispersa	16	20

Los consumidores conectados a redes de tensión superior a 36 kV se asimilarán a los umbrales definidos en zonas urbanas, sea cual sea su ubicación.
b) Baja tensión (menor o igual a 1 kV):

	Nº de horas	Nº de interrupciones
Zona urbana	6	12
Zona semiurbana	10	15
Zona rural concentrada	15	18
Zona rural dispersa	20	24

3. Los límites máximos de variación de la tensión de alimentación a los consumidores finales serán de +/– 7% de la tensión de alimentación declarada. No obstante, este límite podrá ser modificado por el Ministerio de Economía en función de la evolución de la normativa en relativo a la normalización de tensiones. La frecuencia nominal de la tensión suministrada debe ser de 50 Hz. Los límites máximos de variación de esta frecuencia serán los establecidos en la norma UNE-EN 50.160.

Para los suministros a distribuidores que reciban la energía en el primer escalón de tensión (de 1 a 36 kV) las tolerancias anteriores se reducirán a un 80 por 100 de las establecidas con carácter general.
4. El consumidor tendrá derecho a instalar a su cargo un sistema de registro de medida de incidencias de calidad de servicio, debidamente precintado, al objeto de confrontar los valores aportados por las empresas distribuidoras. La instalación y precintado de este sistema, deberá contar con el previo acuerdo de ambas partes adoptado por escrito. En caso de discrepancia resolverá el órgano competente de la Administración autonómica.

Artículo 105. Consecuencias del incumplimiento de la calidad de servicio individual.

1. El distribuidor es responsable de los niveles de calidad individual definidos en los artículos anteriores, en relación a cada uno de los consumidores conectados a sus redes.
2. El incumplimiento de los valores fijados en el artículo anterior para la continuidad de suministro, determinará la obligación para los consumidores de aplicar en la facturación de los consumidores conectados a sus redes los descuentos regulados en el apartado siguiente dentro del primer trimestre del año siguiente al del incumplimiento. La implantación de los descuentos por incumplimiento de los límites establecidos entrará en vigor a partir del 1 de enero del año siguiente a la finalización del período de implantación del procedimiento de registro y control.
3. A estos efectos, en aquellos casos en que el distribuidor incumpla los valores para la continuidad del suministro individual, procederán a aplicar los siguientes descuentos:
a) Consumidores a tarifa:
1.º Si el incumplimiento es por el número de horas de interrupción con carácter anual aplicará un descuento en la facturación del consumidor en una cantidad equivalente al consumo de su potencia media anual facturada, por la diferencia entre el número de horas de interrupción del consumidor y el número de horas de interrupción reglamentariamente fijado, valorando en cinco veces el precio del kWh correspondientes a su tarifa contratada, con un tope máximo del 10 por 100 de su facturación anual.
2.º Si el incumplimiento es por el número de interrupciones el descuento de la facturación anual del consumidor será equivalente al consumo de su potencia media anual facturada, por el número de horas de interrupción valoradas al precio del kWh correspondiente a su tarifa contratada por la diferencia entre el número real de interrupciones menos el fijado reglamentariamente, dividida por ocho, con un tope máximo del 10 por 100 de su facturación anual. Si se incumplen ambos índices se tomará el más favorable para el consumidor.

b) Consumidores cualificados:
1.º Por los peajes o tarifas de acceso: con carácter anual, al consumidor cualificado, en el caso de que éste contrate directamente el peaje o tarifa de acceso, o al comercializador, en caso contrario, aplicarán un descuento en la facturación en una cantidad equivalente a:
1.ª Si el incumplimiento es por el número de horas de interrupción con carácter anual aplicará un descuento en la facturación del consumidor en una cantidad equivalente al consumo de potencia media anual facturada, por la diferencia entre el número de horas de interrupción del consumidor y el número de horas de interrupción reglamentariamente fijado, valorado en cinco veces el precio del kWh correspondientes a su tarifa contratada, con un tope máximo del 10 por 100 de su facturación anual.
2.ª Si el incumplimiento es por el número de interrupciones, aplicará un descuento de la facturación anual del consumidor en una cantidad equivalente al consumo de su potencia media anual facturada, por el número de horas de interrupción valoradas al precio del kWh correspondiente a su tarifa contratada por la diferencia entre el número real de interrupciones menos el fijado reglamentariamente dividida por ocho, con un tope máximo del 10 por 100 de su facturación anual.
Si se incumplen ambos índices se tomará el más favorable para el consumidor.
2.º Por la energía dejada de suministrar: las cantidades que, en su caso, se pacten libremente con el distribuidor. Estas serán como mínimo equivalentes a:
1.ª Si el incumplimiento es por el número de horas de interrupción, aplicarán un descuento en la facturación del consumidor en una cantidad equivalente al consumo de su potencia media anual facturada, por la diferencia entre el número de horas de interrupción del consumidor y el número de horas de interrupción reglamentariamente fijado, valorado en cinco veces el precio final horario medio anual del kWh en el mercado de producción organizado, con un tope máximo del 10 por 100 de su facturación anual.
2.ª Si el incumplimiento es por el número de interrupciones, el descuento de la facturación anual del consumidor será equivalente al consumo de su potencia media anual facturada, por el número de horas de interrupción valoradas por el precio final horario medio anual del kWh en el mercado de producción organizado por la diferencia entre el número real de interrupciones menos el fijado reglamentariamente dividida por ocho, con un tope máximo del 10 por 100 de su facturación anual.
Si se incumplen ambos índices se tomará el más favorable para el consumidor.
4. En caso de discrepancia entre el distribuidor y el consumidor, o comercializador en el caso de consumidores cua-

lificados, sobre datos a tener en cuenta para la elaboración de los descuentos en las facturaciones resolverá el órgano competente de la Administración, que tendrá derecho a consultar el registro de información utilizado por la empresa distribuidora.
La negativa por parte de la empresa distribuidora a proporcionar la información solicitada por el consumidor o comercializador, a los efectos de este Real Decreto, podrá ser considerada infracción, de acuerdo con lo previsto en la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.
5. En aquellos supuestos de incumplimiento de los valores fijados para la calidad del producto, la empresa distribuidora deberá adoptar las medidas correspondientes para subsanar, en un plazo máximo de seis meses, las causas que motiven la deficiente calidad del producto, salvo que por la alta complejidad técnica la Administración competente determine uno superior.
En estos casos será necesario instrumentar un plan y que este sea aprobado por la Administración competente.
6. En todos aquellos supuestos en que se incumpla lo establecido en el apartado 2 del artículo 103 del presente Real Decreto, las empresas distribuidoras procederán a abonar al consumidor, por cada incumplimiento, en la primera facturación que se produzca, la mayor de las siguientes cantidades: 30,05 euros o el 10 por 100 de la primera facturación completa.
7. Sin perjuicio de las consecuencias definidas en los párrafos anteriores, el consumidor afectado por el incumplimiento de la calidad de servicio individual, podrán reclamar, en vía civil, la indemnización de los daños y perjuicios que dicho incumplimiento le haya causado.
8. En caso de discrepancia entre el distribuidor y el consumidor, o en su caso el comercializador, sobre el cumplimiento de la calidad individual resolverá el órgano competente de la Administración Autonómica donde se ubique el suministro.
No se considera incumplimiento de la calidad los provocados por causas de fuerza mayor o las sanciones de terceros siempre que la empresa distribuidora lo demuestre ante la Administración competente. En cualquier caso, no se considerarán como casos de fuerza mayor los que resulten de la inadecuación de las instalaciones eléctricas al fin que han de servir, la falta de previsión en la explotación de las redes eléctricas o aquellos derivados del funcionamiento mismo de las empresas eléctricas. En caso de discrepancia resolverá la Administración competente. Asimismo no podrán se alegados, como causa de fuerza mayor los fenómenos atmosféricos que se consideren habituales o normales en cada zona geográfica, de acuerdo con los datos establecidos de que se disponga.
9. La Administración competente podrá ordenar, de oficio o a instancia de parte, la apertura de expedientes informativos o sancionadores por falta de calidad.

Artículo 106. Calidad zonal.

1. Cada distribuidor está obligado a mantener los niveles de calidad zonal asignados a aquellas zonas donde desarrolle su actividad, calculados como media de la falta de continuidad anual del conjunto de municipios agrupados por provincias, de acuerdo con la clasificación efectuada de los mismos en el apartado 3 del artículo 99 del presente Real Decreto.
2. La medición de la calidad zonal se efectuará sobre la base al TIEPI, el Percentil de 80 del TIEPI y el NIEPI. El Ministerio de Economía podrá establecer otros indicadores adicionales y podrá revisar los límites de los valores establecidos.
3. Los límites de los valores del TIEPI, el Percentil 80 del TIEPI y el NIEPI, durante cada año natural, teniendo en cuenta únicamente las interrupciones imprevistas, son los siguientes:

	TIEPI (horas)	Percentil 80 del TIEPI (horas)(número)	NIEPI
Zona urbana	2	3	4
Zona semiurbana	4	6	6
Zona rural concentrada	8	12	10
Zona rural dispersa	12	18	15

Ningún municipio podrá superar el valor del Percentil 80 del TIEPI durante más de dos años consecutivos.

Artículo 107. Consecuencias del incumplimiento de la calidad zonal.

1. Las empresas distribuidoras podrán declarar a la Administración competente, la existencia de zonas donde tengan dificultad temporal para el mantenimiento de la calidad exigible, presentando a la vez un programa de actuación temporal que permita la corrección de las causas que lo originen. Estos programas se podrán incluir en los planes de mejora de la calidad de servicio y la electrificación y mejora de la calidad en el ámbito rural que se instrumenten a través de la tarifa mediante Convenios de Colaboración entre el Ministerio de Economía, las Comunidades Autónomas y Ciudades de Ceuta y Melilla y las empresas distribuidoras.
2. La cantidad anual que en su caso se fije en la tarifa para la ejecución de los planes citados en el apartado anterior se repartirá entre las diferentes zonas, atendiendo a los criterios y orden de prioridad siguientes:
a) Se repartirán del total de la cuantía que se compruebe cada año:
1.º El 60 por 100 a zonas rurales.
2.º El 30 por 100 a zonas semiurbanas.
3.º El 10 por 100 a zonas urbanas.

b) Se aplicarán a las zonas que presenten la mayor diferencia de los índices TIEPI, percentil 80 del TIEPI y NIEPI respecto a la media nacional resultante por cada tipo de zona.
c) Ninguna zona podrá estar incluida en estos planes más de dos años. Estos planes deberán estar financiados por las empresas distribuidoras en una cuantía no inferior al 50 por 100 de las inversiones que se realicen.
3. Durante la elaboración y ejecución de estos planes y durante el plazo máximo de dos años establecido para los mismos, siempre que hayan sido autorizados por el órgano competente de la Administración correspondiente, no se aplicarán las consecuencias del incumplimiento de la calidad tanto individual como zonal reguladas en el presente Real Decreto a las zonas incluidas en el ámbito territorial de actuación del plan.
4. Si realizado un plan de calidad en la zona, se continúan superando los límites establecidos en el artículo anterior, la empresa distribuidora deberá justificar los motivos a la Administración competente, que podrá determinar, previo informe de la Comisión Nacional de Energía, que la causa del incumplimiento radica en la falta de calidad, estando obligada la empresa distribuidora, en este caso, a elaborar un plan de mejora de la calidad de suministro, a cargo y a costa del distribuidor, que ha de ser aprobado por la Administración competente. La presentación del plan de mejora de la calidad deberá realizarse ante la Administración competente en el plazo de seis meses a contar desde el requerimiento efectuado por parte de la misma, y en dicho Plan deberán constar las actuaciones a realizar y los plazos de ejecución de las mismas.
5. La no elaboración o ejecución de los mencionados planes, podrá ser considerada infracción, de acuerdo con lo previsto en la Ley 54/97, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.

Artículo 108. Información sobre la calidad de servicio.

1. Las empresas distribuidoras deberán elaborar anualmente información detallada de los valores de los índices de calidad para el ámbito de las distintas zonas de cada provincia donde ejercen su actividad que se establecen en este capítulo: TIEPI y percentil 80 del TIEPI y NIEPI.
Estos índices calculados por provincias se desagregarán en los correspondientes a interrupciones programadas y los correspondientes a interrupciones imprevistas, diferenciándose en estos últimos las interrupciones imprevistas por causas de terceros, fuerza mayor y propias de la distribución, discriminando por cada tipo de zona y provincia.
Para tensiones hasta 1 kV, elaborarán anualmente información agregada sobre interrupciones registradas, discriminando por cada tipo de zona y provincia y municipio, distinguiendo las programadas de las imprevistas.

Las empresas distribuidoras elaborarán anualmente información detallada de los valores de los aspectos de calidad del producto definidos en la UNE-EN 50-160 en cada una de las provincias de actuación. Esta información deberá ser facilitada a los clientes actuales o potenciales para el análisis de sus medios de protección, alimentaciones redundantes y ubicación adecuada.
Las empresas distribuidoras elaborarán anualmente información detallada de los valores de los aspectos de calidad en la atención y relación con los clientes en cada una de las provincias de actuación.
2. Esta información será enviada, con carácter anual, al Ministerio de Economía, quien la comunicará a la Comisión de la Energía. Asimismo, se remitirá con la misma periodicidad al órgano competente de la Administración Autonómica la información correspondiente al ámbito de su territorio.
3. Para la elaboración de esta información, las citadas empresas deberán disponer de un procedimiento de medida y control de la continuidad del suministro y la calidad del producto, homogéneo para todas las empresas y auditable. Este procedimiento será presentado de manera conjunta por las empresas distribuidoras, para su aprobación por el Ministerio de Economía, previo informe de la Comisión Nacional de Energía, en el plazo de 6 meses desde la entrada en vigor del presente Real Decreto.
4. La información obtenida será sometida a las correspondientes auditorías a fin de obtener un examen sistemático e independiente. Para ello, deberán disponer de un registro de todas las incidencias detectadas durante los últimos cuatro años.
5. Los comercializadores tendrán derecho a que les sea facilitada por los distribuidores la información de la calidad correspondiente a los consumidores que se suministran a través de sus redes, obtenida en base a la metodología descrita en los apartados anteriores, a efectos de poder aplicar a sus clientes los descuentos procedentes que se regulan en el presente capítulo. Dicha información deberá ser facilitada igualmente a los consumidores.
6. La Administración competente, de oficio o a instancia de parte interesada, podrá efectuar cuantas inspecciones o comprobaciones tenga por conveniente, por sus propios medios, o utilizando una entidad técnica homologada, en las instalaciones de los distribuidores, para comprobar, con estudios técnicamente fiables de auditoría, la calidad de una determinada zona, atendida por una única empresa.
7. El Ministerio de Economía publicará anualmente, con la información auditada facilitada por las propias empresas, un resumen de los niveles de calidad obtenidos para cada uno de los indicadores establecidos.

Artículo 109. Responsabilidades en el cumplimiento de la calidad.

1. La responsabilidad del cumplimiento de los índices de calidad de suministro individual y zonal, corresponde a los distribuidores que realizan la venta de energía al consumidor o permiten la entrega de energía mediante el acceso a sus redes, sin perjuicio de la posible repetición, por la parte proporcional del incumplimiento, por la empresa distribuidora contra la empresa titular de las instalaciones de transporte, responsable de la entrega de energía en los puntos de enlace entre las instalaciones de transporte y las instalaciones de distribución. Si existieran discrepancias sobre el sujeto que provocara la deficiencia, la Comisión Nacional de Energía determinará los concretos sujetos del sistema a cuya actuación sean imputables las deficiencias.
2. Si la empresa distribuidora acredita que la interrupción imprevista ha sido debida a la actuación de terceros, se podrá proceder, por parte de la Administración competente, a la incoación del correspondiente procedimiento sancionador contra este tercero causante del incidente.

Artículo 110. Perturbaciones provocadas por instalaciones receptoras.

1. Los consumidores y usuarios de la red deberán adoptar las medidas necesarias para que las perturbaciones emitidas por sus instalaciones receptoras, estén dentro de los límites establecidos de acuerdo con lo previsto en el apartado 3 del artículo 104 del presente Real Decreto. La exoneración de la responsabilidad del distribuidor respecto de la perturbaciones producidas por sus consumidores, se producirá si consta que previamente se ha requerido al causante para que cese su actitud y, caso de no ser atendido dentro del plazo otorgado al efecto, se hubiera procedido a efectuar la denuncia ante la Administración competente, quien deberá requerir al consumidor que produce las perturbaciones para que instale los equipos correctos, pudiendo ordenar el corte si no es atendido el requerimiento.
Con objeto de minimizar la circulación de energía reactiva por las redes de distribución, los consumidores están obligados a disponer de los equipos de compensación de su factor de potencia de modo que este sea como mínimo de 0,60. A través de las tarifas se darán las señales económicas para la optimización del factor de potencia.
Las empresas distribuidoras podrán pactar, mediante mecanismos de mercado objetivos y transparentes, con los consumidores cualificados, compensaciones locales del factor de potencia, según se determine mediante el correspondiente procedimiento de operación de las redes de distribución., todo ello sin perjuicio de lo que establezca la normativa tarifaria.

2. Los consumidores deberán establecer el conjunto de medidas que minimicen los riesgos derivados de la falta de calidad. A estos efectos las empresas distribuidoras, deberán informar, por escrito, al consumidor sobre las medidas a adoptar para la consecución de esta minimización de riesgos.
3. Para evitar en lo posible la transmisión de defectos, o sus consecuencias, hacia las instalaciones del consumidor, o viceversa, las protecciones particulares del entronque de las instalaciones de clientes con la red general, y su regulación, deberán coordinarse entre la empresa distribuidora y el consumidor, en base a las Instrucciones Técnicas Complementarias que se dicten por el Ministerio de Economía, previo informe de la Comisión Nacional de Energía.

El reglamento no llega a definir las prescripciones técnicas de aplicación de la legislación.

INSTALACIONES DE SISTEMAS DE AUTOMATIZACIÓN, GESTIÓN TÉCNICA DE LA ENERGÍA Y SEGURIDAD PARA VIVIENDAS Y EDIFICIOS. ITC-BT-51

1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta instrucción establece los requisitos específicos de la instalación de los sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad para viviendas y edificios, también conocidos como sistemas domóticos.

El campo de aplicación comprende las instalaciones de aquellos sistemas que realizan una función de automatización para diversos fines, como gestión de la energía, control y accionamiento de receptores de forma centralizada o remota, sistemas de emergencia y seguridad en edificios, entre otros, con excepción de aquellos sistemas independientes e instalados como tales, que puedan ser considerados en su conjunto como aparatos, por ejemplo, los sistemas automáticos de elevación de puertas, persianas, toldos, cierres comerciales, sistemas de regulación de climatización, redes privadas independientes para transmisión de datos exclusivamente y otros aparatos, que tienen requisitos específicos recogidos en las Directivas europeas aplicables conforme a lo establecido en el artículo 6 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Quedan excluidas también las instalaciones de redes comunes de telecomunicaciones en el interior de los edificios y la instalación de equipos y sistemas de Telecomunicaciones (I.C.T.), aprobado por el R.D. 279/1999.

Igualmente están excluidos los sistemas de seguridad reglamentados por el Ministerio del Interior y Sistemas de Protección contra Incendios, reglamentados por el Ministerio de Fomento (NBE-CPI) y el Ministerio de Industria y Energía (RIPCI).

No obstante, a las instalaciones excluidas anteriormente, cuando formen parte de un sistema más complejo de automatización, gestión de la energía o seguridad de viviendas o edificios, se les aplicarán los requisitos de la presente Instrucción además los requisitos específicos reglamentarios correspondientes.

2. TERMINOLOGÍA

Sistemas de Automatización, Gestión de la Energía y Seguridad para Viviendas y Edificios: Son aquellos sistemas centralizados o descentralizados, capaces de recoger información proveniente de unas entradas (sensores o mandos), procesarla y emitir ordenes a unos actuadores o salidas, con el objeto de conseguir confort, gestión de la energía o la protección de personas animales y bienes.

Estos sistemas pueden tener la posibilidad de accesos a redes exteriores de comunicación, información o servicios, como por ejemplo, red telefónica conmutada, servicios Internet, etc.

Nodo: Cada una de las unidades del sistema capaces de recibir y procesar información comunicando, cuando proceda contra unidades o nodos, dentro del mismo sistema.

Actuador: Es el dispositivo encargado de realizar el control de algún elemento del Sistema, como por ejemplo, electroválvulas (suministro de agua, gas, etc.), motores (persianas, puertas, etc.), sirenas de alarma, reguladores de luz, etc.

Dispositivo de entrada: Sensor, mando a distancia, teclado u otro dispositivo que envía información al nodo.
Los elementos definidos anteriormente pueden ser independientes o estar combinados en una o varias unidades distribuidas.
Sistemas centralizados: Sistema en el cual todos los componentes se unen a un nodo central que dispone de funciones de control y mando.
Sistema descentralizado: Sistema en que todos sus componentes comparten la misma línea de comunicación, disponiendo cada uno de ellos de funciones de control y mando.

3. TIPOS DE SISTEMAS

Los sistemas de Automatización, Gestión de la energía y Seguridad, considerados en la presente instrucción, se clasifican en los siguientes grupos:
– Sistemas que usan en todo o en parte señales que se acoplan y transmiten por la instalación eléctrica de Baja Tensión, tales como sistemas de corrientes portadoras.
– Sistemas que usan en todo o en parte señales transmitidas por cables específicos para dicha función, tales como cables de pares trenzados, paralelo, coaxial, fibra óptica.
– Sistemas que usan señales radiadas, tales como ondas de infrarrojo, radiofrecuencia, ultrasonidos, o sistemas que se conectan a la red de telecomunicaciones.
Un sistema domótico puede combinar varios de los sistemas anteriores, debiendo cumplir los requisitos aplicables en cada parte del sistema. La topología de la instalación puede ser de distintos tipos, tales como, anillo, árbol, bus o lineal, estrella o combinaciones de éstas.

4. REQUISITOS GENERALES DE LA INSTALACIÓN

Todos los nodos, actuadores y dispositivos de entrada, deben cumplir, una vez instalados, los requisitos de Seguridad y Compatibilidad Electromagnética que le sean de aplicación, conforme a lo establecido en la legislación nacional que desarrolla la Directiva de Baja Tensión (73/23/CEE) y la Directiva de Compatibilidad Electromagnética (89/336/CEE). En el caso de que estén incorporados en otros aparatos se atenderán, en lo que sea aplicable, a los requisitos establecidos para el producto o productos en los que vayan a ser integrados.
Todos los nodos, actuadores y dispositivos de entrada que se instalen en el sistema, deberán incorporar instrucciones o referencias a las condiciones de instalación y uso que deban cumplirse para garantizar la seguridad y compatibilidad electromagnética de la instalación, como por ejemplo, tipos de cable a utilizar, aislamiento mínimo, apantallamientos, filtros y otras informaciones relevantes para realizar la instalación. En el caso de que no se requieran condiciones especiales de instalación, esta circunstancia deberá indicarse expresamente en las instrucciones.

Dichas instrucciones se incorporarán en el proyecto de memoria técnica de diseño, según lo establecido en la ITC-BT-04.
Toda instalación nueva, modificada o ampliada de un sistema de automatización, gestión de la energía y seguridad deberá realizarse conforme a lo establecido en la presente Instrucción y lo especificado en las instrucciones del fabricante, anteriormente citadas.
En lo relativo a la Compatibilidad Electromagnética, las emisiones voluntarias de señal, conducidas o radiadas, producidas por las instalaciones domóticas para su funcionamiento, serán conformes a las normas de armonizadas aplicables y, en ausencia de tales normas, las señales voluntarias emitida en ningún caso superarán los niveles de inmunidad establecidos en las normas aplicables a los aparatos que se prevea puedan ser instalados en el entorno del sistema, según el ambiente electromagnético previsto.
Cuando el sistema domótico esté alimentado por muy baja tensión, o la interconexión entre nodos y dispositivos de entrada de éste realizada en muy baja tensión, las instalaciones e interconexiones entre dichos elementos seguirán lo indicado en la ITC-BT-36.
Para el resto de los casos, se seguirán los requisitos de instalación aplicables a las tensiones ordinarias.

5. CONDICIONES PARTICULARES DE INSTALACIÓN

Además de las condiciones generales establecidas en el apartado anterior, se establecen los siguientes requisitos particulares.

5.1 REQUISITOS PARA SISTEMAS QUE USAN SEÑALES QUE SE ACOPLAN Y TRANSMITEN POR LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN

Los nodos que inyectan en la instalación de baja señales de 3 kHz hasta 148,5 kHz cumplirán lo establecido en la norma UNE-EN 50065-1 en lo relativo a compatibilidad electromagnética. Para el resto de frecuencias se aplicará la norma armonizada en vigor y en su defecto se aplicará lo establecido en el apartado 4.

5.2 REQUISITOS PARA SISTEMAS QUE USAN SEÑALES TRANSMITIDAS POR CABLES ESPECÍFICOS PARA DICHA FUNCIÓN

Sin perjuicio de los requisitos que los fabricantes de nodos, actuadores o dispositivos de entrada establezcan para la instalación, cuando el circuito que transmite la señal transcurra por la misma canalización que otro de baja tensión, el nivel de aislamiento de los cables del circuito de señal será equivalente a los de los cables del circuito de baja tensión adyacente, bien en un único o en varios aislamientos.
Los cables coaxiales y los pares trenzados usados en la instalación serán de características equivalentes a los cables de las normas de la serie EN 61196 y CEI 60189-2.

5.3 REQUISITOS PARA SISTEMAS QUE USAN SEÑALES RADIADAS

Adicionalmente, los emisores de los sistemas que usan señales de radiofrecuencia o señales de telecomunicación, deberán cumplir la legislación nacional vigente del “Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias de Ordenación de las Telecomunicaciones”.

© **Schneider Electric España, S.A.**

Bac de Roda, 52, edificio A
08019 Barcelona
Tel.: 93 484 31 00
Fax: 93 484 33 07
http://www.schneiderelectric.es

Volumen 4

Primera edición: octubre de 2006

Impreso en España - Printed in Spain

Depósito legal: B. 47.995 - 2006

ISBN: 84-609-8564-4

Preimpresión e impresión: Tecfoto, S.L. Ciutat de Granada, 55. 08005 Barcelona.

Reservados todos los derechos. El contenido de esta obra está protegido por la Ley. Queda prohibida la reproducción, total o parcial, su distribución pública, en todo o en parte, o su transformación, interpretación o ejecución artística fijada en cualquier tipo de soporte o comunicada a través de cualquier medio, sin la preceptiva autorización, por escrito, del editor.

En razón de la evolución de las normativas y del material, las características indicadas por el texto y las imágenes de este documento no nos comprometen hasta después de una confirmación por parte de nuestros servicios.

Schneider Electric España, S.A.

Bac de Roda, 52, edificio A
08019 Barcelona
Tel.: 93 484 31 00
Fax: 93 484 33 07
http://www.schneiderelectric.es

miembro de:

voltimum
www.voltimum.es
El Portal de la instalación Eléctrica

600021 I06