

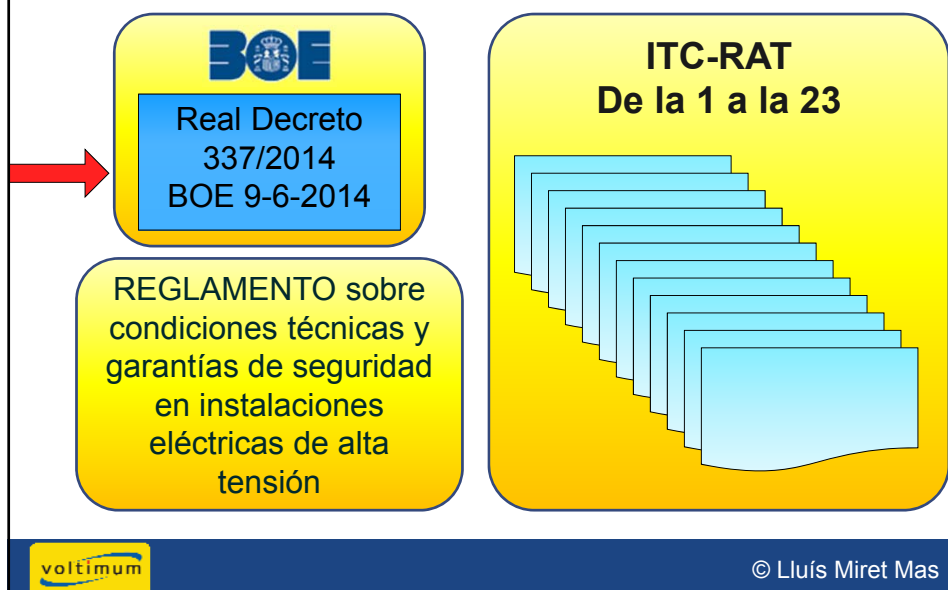


Reglamento de Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión (RAT)

Real Decreto 337/2014
(BOE 9/6/2014)

© Lluís Miret Mas

Estructura del RAT



© Lluís Miret Mas



**Real Decreto
337/2014
BOE 9-6-2014**

voltimum

© Lluís Miret Mas

Disposiciones transitorias: Exigibilidad

- RAT exigible para todas las instalaciones Alta Tensión
 - ▣ Conjunto:
 - 9 de junio de 2016
 - ▣ Caso particular: Pérdidas y ruidos transformadores (ITC-RAT 07, apdo. 5):
 - 9 de junio de 2017
- Aplicabilidad voluntaria:
 - ▣ 9 de diciembre de 2014 (fecha entrada en vigor)

voltimum

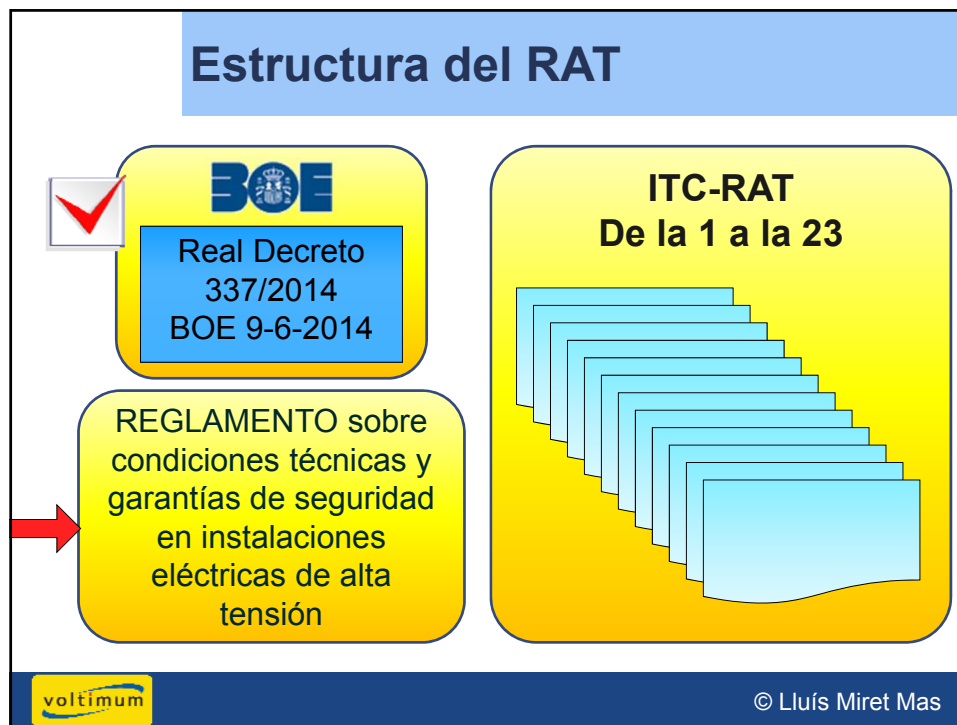
© Lluís Miret Mas

Casos particulares de fechas (1)

- Anteproyecto entregado a la Administración antes de la fecha de exigibilidad:
 - Si necesitan autorización previa:
 - Dos años adicionales, contados a partir de la autorización administrativa, para conseguir la autorización de explotación.
 - Si NO necesitan autorización previa:
 - Dos años adicionales, contados a partir de la fecha y registro del proyecto.
 - Se podrá solicitar prórroga adicional de máximo dos años adicionales.

Casos particulares de fechas (2)

- Instalaciones y línea eléctricas en explotación que no dispongan de acta de puesta en servicio:
 - Procedimiento de regularización:
 - Límite 9 junio 2016.
- Líneas AT en tramitación el 9 junio 2016:
 - Podrán solicitar prórroga adicional de dos años
- Instaladores y empresas instaladoras
 - Los que ya estén trabajando en AT
 - Si ya constan para RLAT, ok.
 - Si no, límite 9 diciembre 2015 para cumplir ITC-RAT 21.



Objetivos del Reglamento



- Protección de las personas y la integridad y funcionalidad de los bienes.
- Calidad en los suministros de energía eléctrica
- Eficiencia energética.
- Normalización de material eléctrico.
- Facilitar adaptación a los futuros aumentos de carga

Artículo 1

© Lluís Miret Mas

Características eléctricas incluidas en el ámbito de aplicación



- Instalaciones eléctricas de alta tensión, entendiéndose como tales
 - las de corriente alterna trifásica
 - de frecuencia de servicio inferior a 100 Hz,
 - tensión nominal eficaz entre fases > 1 kV

Adaptar las prescripciones y principios básicos, con justificación especial por parte del proyectista

- Otras instalaciones
 - corriente continua,
 - corriente alterna polifásica o monofásica

Artículo 2.1

© Lluís Miret Mas

Exclusiones de aplicación del RAT

- Líneas de alta tensión
- Cualquier otra instalación con reglamentación específica de seguridad.
 - Pero no se excluyen las centrales nucleares.

Artículo 2.1

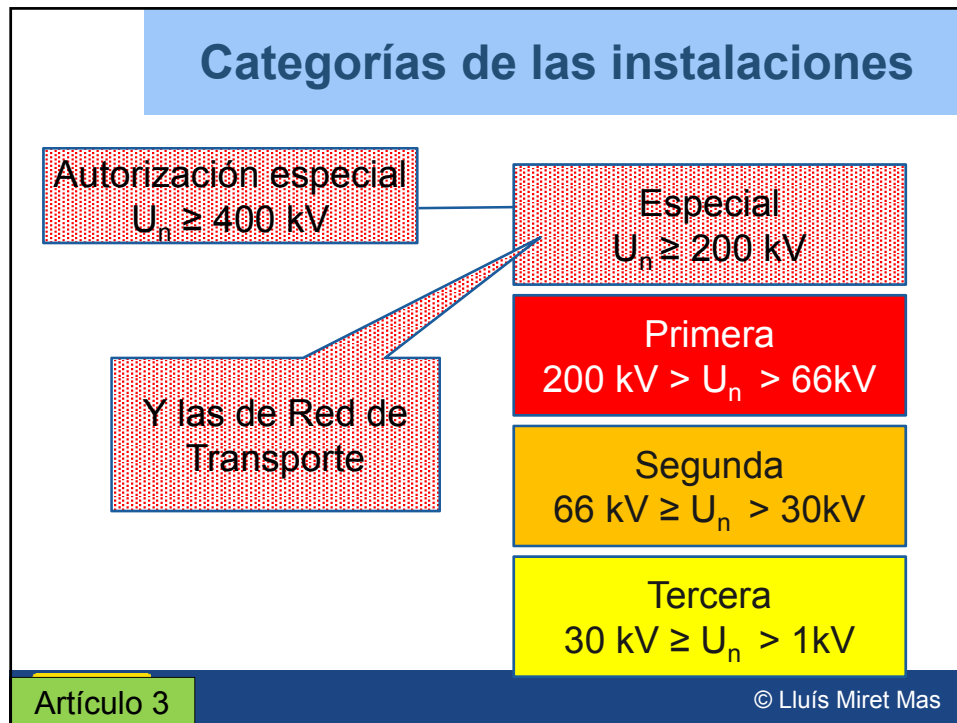
© Lluís Miret Mas

Aplicación del nuevo RAT

- Nuevas instalaciones, sus modificaciones y sus ampliaciones.
- Instalaciones existentes antes de la entrada en vigor del nuevo RAT
 - Partes que se modifiquen de las instalaciones
 - Periodicidad y agentes intervinientes del régimen de inspecciones, pero con RAT original.
 - Según criterio de la administración ante riesgos o perturbaciones graves.

Artículo 2.2

© Lluís Miret Mas



Artículos 4 al 8

- Art 4: Frecuencia red nacional 50 Hz
- Art 5: Exigencia de compatibilidad: Que *no produzcan perturbaciones anormales*
- Art 6: Prescripciones y excepciones:
 - Si cumples el RAT, estás protegido
 - El RAT indica mínimos.
 - Seguridad equivalente necesita autorización.
- Art. 7: Homologación requisitos Unión Europea.
- Art. 8: Normas según lista oficial. Las nuevas se suponen OK.

voltimum

© Lluís Miret Mas

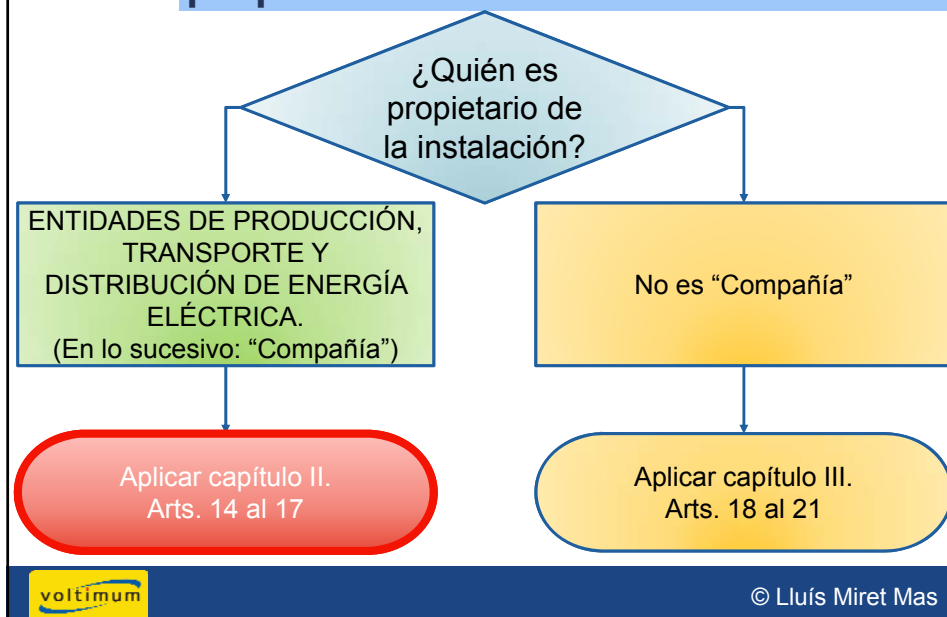
Interrupción y alteración del servicio.

- Se deberá interrumpir el funcionamiento
 - Cuando se observe riesgo grave e inminente para las personas o cosas.
- ¿Quién decide?
 - Instalaciones de transporte y distribución:
 - El operador del sistema y gestor de la red de transporte o el gestor de la red de distribución.
 - Otras instalaciones:
 - técnico titulado competente, empresa instaladora u Organismo de Control Habilitado, con la autorización del propietario de la instalación.
- Responsabilidades
 - Las consecuencias derivadas de cualquier intervención de terceros, sin la expresa autorización de su titular, serán responsabilidad del causante.

Artículo 13

© Lluís Miret Mas

Tratamiento diferenciado según propiedad.



voltimum

© Lluís Miret Mas

De compañía	Especificaciones particulares de compañía eléctrica
	• ¿A quien se aplican? □ A las instalaciones de compañías y a aquellas de los clientes que les vayan a ser cedidas. • Contenido □ Aspectos de diseño, materiales, construcción, montaje y puesta en servicio de instalaciones eléctricas. □ Condiciones técnicas de carácter concreto para la homogeneidad en la seguridad y el funcionamiento. □ En ningún caso estas especificaciones incluirán marcas o modelos de equipos o materiales concretos, ni prescripciones administrativas o económicas, sino características técnicas. • Aprobación □ Ministerio de Industria, Energía y Turismo.
Artículo 14	© Lluís Miret Mas

De compañía	Calidad de instaladora
	• Se acepta que las compañías eléctricas actúan también como instaladoras de alta tensión. • No hace falta que sigan los trámites correspondientes, pero deben cumplir las condiciones de las instaladoras. • Los trabajos que no hagan por sí mismas deben subcontratarlos a empresas instaladoras.
Artículo 15	© Lluís Miret Mas

Documentación y puesta en servicio

De
compañía

- La construcción, ampliación, modificación y explotación de las instalaciones eléctricas de alta tensión propiedad de compañías eléctricas se condicionará al procedimiento de autorización establecido por la legislación sectorial vigente sin perjuicio de las disposiciones autonómicas en esta materia.
- Las compañías se responsabilizarán de la ejecución de las instalaciones de su propiedad.
- Las instalaciones eléctricas propiedad de compañía deberán **disponer** de
 - Proyecto
 - Certificado de final de obra

Artículo 16

© Lluís Miret Mas

Mantenimiento, verificaciones periódicas e inspecciones

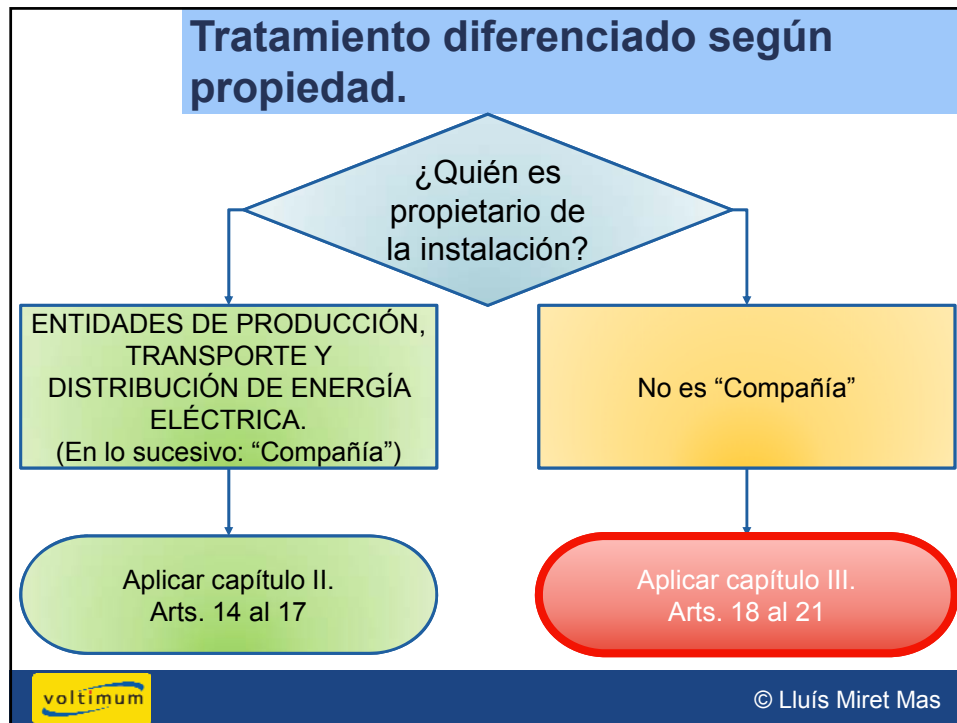
De
compañía

- Las compañías se responsabilizarán del mantenimiento y verificación periódica de las instalaciones de su propiedad y de aquellas que les sean cedidas.
- Verificación periódica según ITC-RAT 23 cada tres años.
- Enviar acta de verificación a la Administración.

Observación: Las inspecciones periódicas para estas instalaciones sólo se mencionan en el título del artículo.

Artículo 17

© Lluís Miret Mas



Empresas instaladoras para instalaciones de alta tensión

No es de compañía

- Las instalaciones eléctricas de alta tensión se ejecutarán por empresas instaladoras.
- Obligaciones formales de la empresa instaladora de alta tensión:
 - Reunir los requisitos y condiciones establecidos en la ITC-RAT 21.
 - Haber presentado la declaración responsable de inicio de actividad.
- Habilitación obtenida:
 - Tiempo ilimitado.
 - Todo el territorio nacional.

Artículo 18

© Lluís Miret Mas

No es de compañía

Explotación y mantenimiento de Instalaciones privadas con conexión a red de distribución.

- Acuerdo escrito
- en el que fijen las responsabilidades
- de explotación y mantenimiento
- entre los titulares de las instalaciones.

Artículo 19

© Lluís Miret Mas

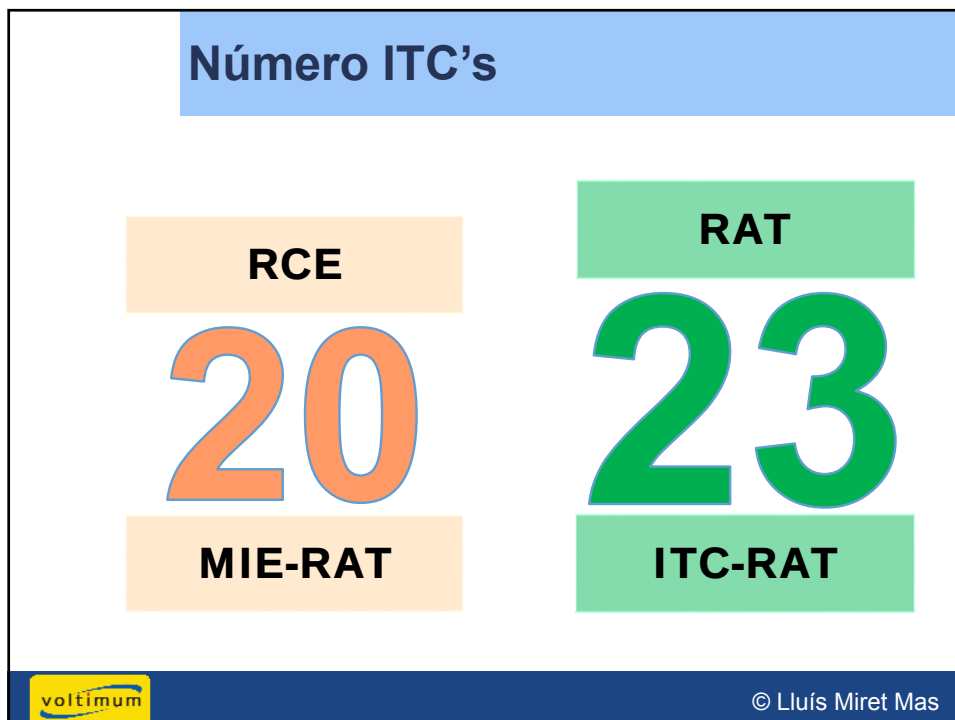
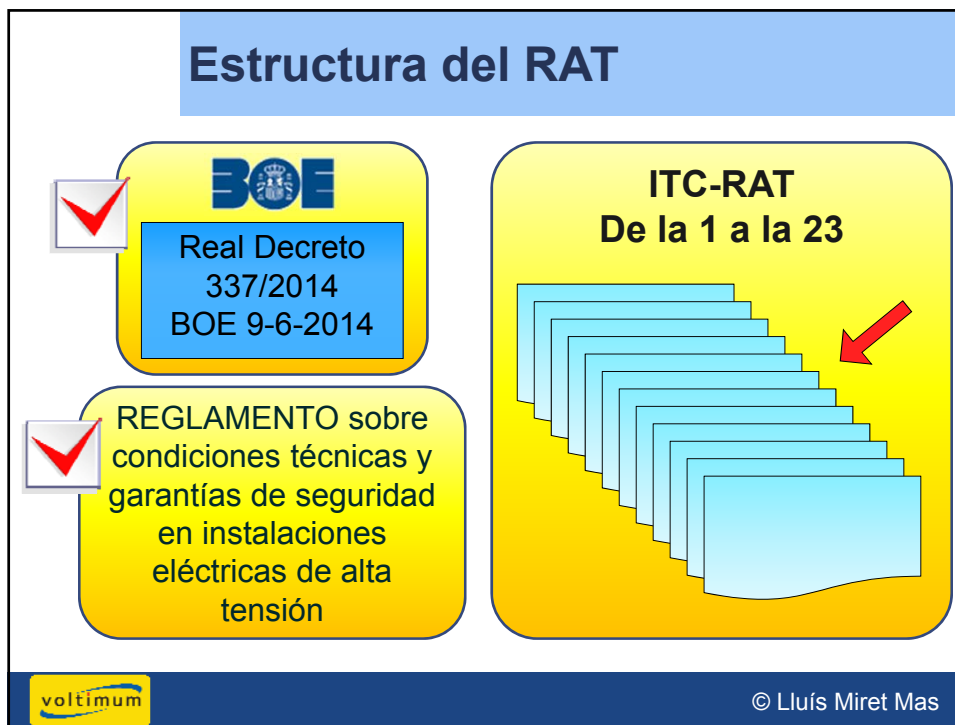
No es de compañía

Inspecciones periódicas

- Inspecciones periódicas según ITC-RAT 23
- Cada tres años.
- Titular es responsable de la periodicidad.
- Organismos de Control Habilitados hacen las inspecciones.

Artículo 21

© Lluís Miret Mas



Principales diferencias en títulos ITC's

3 nuevas
ITC-RAT

- ITC-RAT 3. Declaración de conformidad para los equipos y aparatos para instalaciones de alta tensión
 - MIE-RAT 3. Homologación de materiales y aparatos para instalaciones de alta tensión.
- ITC-RAT 16. Conjuntos prefabricados de aparamenta bajo envolvente metálica hasta 52 kV
 - MIE-RAT 16 era hasta 75,5 kV
- ITC-RAT 17. Conjuntos prefabricados de aparamenta bajo envolvente aislante hasta 52 kV
 - MIE-RAT 17 era hasta 36 kV
- ITC-RAT 21. Instaladores y empresas instaladoras para instalaciones de alta tensión
- ITC-RAT 22. Documentación y puesta en servicio de las instalaciones de alta tensión.
- ITC-RAT 23. Verificaciones e inspecciones

voltimum

© Lluís Miret Mas

44. INTERRUPTOR DE MANIOBRA AUTOMÁTICA

Interruptor en el que la apertura o cierre del circuito se produce automáticamente en condiciones

45. LÍNEA DE ENLACE CON EL ELECTRODO DE TIERRA

Quando existiera punto de puesta de tierra, se a tierra comprendida entre el punto de puesta aislado del mismo.

46. LÍNEA DE PUESTA A TIERRA

Es el conductor o conjunto de conductores que a tierra, siempre y cuando los conductores estén fuera del terreno.

47. LOCAL DE PÚBLICA CONCURRENCIA

Son locales de espectáculos y actividades recreativas y locales de reunión, trabajo y usos siguientes.

Locales de espectáculos y actividades recreativas cualquiera que sea su capacidad de concurrencia.

ITC-RAT 01
Terminología

voltimum

© Lluís Miret Mas



Dos grandes grupos de normas

- Generales:
 - Técnicas de ensayo AT
 - Coordinación de aislamiento
 - Símbolos literales y gráficos
 - Protección de la salud y la seguridad de las personas
- Normas de productos
 - Aisladores y pasatapas
 - Aparamenta
 - Seccionadores
 - Interruptores, contactores e interruptores automáticos
 - Aparamenta bajo envolvente metálica o aislante
 - Transformadores de potencia
 - Centros de transformación prefabricados
 - Transformadores de medida y protección
 - Pararrayos
 - Fusibles de alta tensión
 - Cables y accesorios de conexión de cables

voltimum

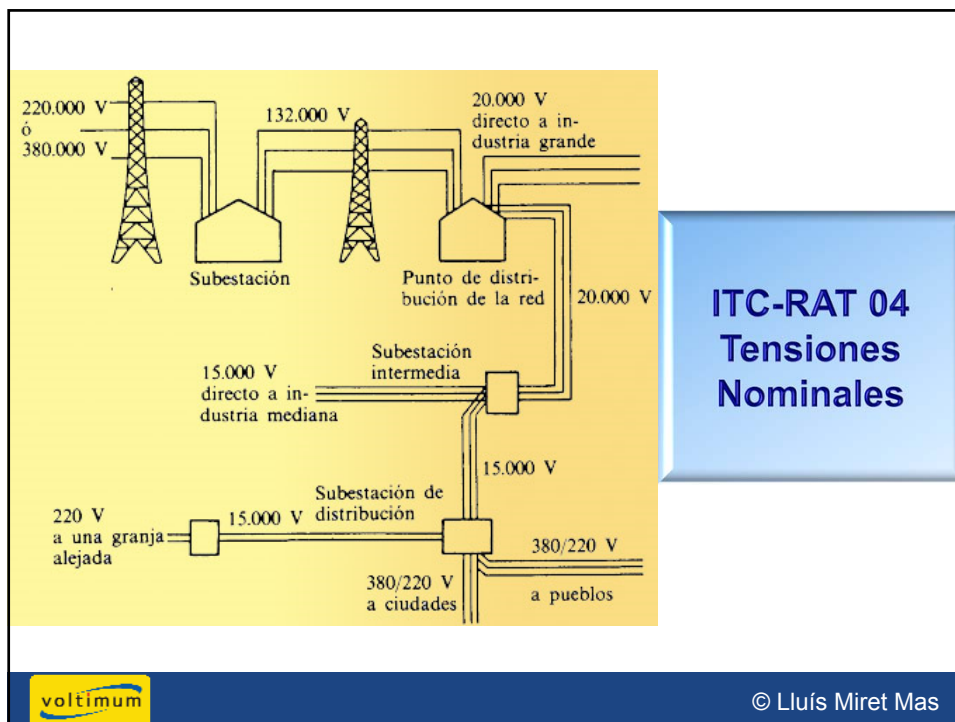
© Lluís Miret Mas



ITC-RAT 03
Declaración de conformidad
para los equipos y aparatos
para instalaciones de alta
tensión

Equipos y aparatos para
instalaciones de AT. Requisitos

- Expediente técnico
 - Demuestra cumplimiento de
 - las normas de ITC-RAT 02
 - requisitos técnicos establecidos en su caso en las ITC-RAT aplicables.
- Declaración de conformidad
- Entregar al usuario
 - Declaración de conformidad
 - Instrucciones de instalación uso y mantenimiento
- Están especificados los contenidos mínimos.



Tensiones normalizadas

TENSIÓN NOMINAL DE LA RED (U_n) kV	TENSIÓN MÁS ELEVADA DE LA RED (U_s) kV	TENSIÓN MÁS ELEVADA DEL MATERIAL (U_m) kV
3	3,6	3,6
6	7,2	7,2
10	12	12
15	17,5	17,5
20	24	24
25	30	36
30	36	36
45	52	52
66	72,5	72,5
110	123	123
132	145	145
220	245	245
400	420	420

voltimum Se admiten otras tensiones preexistentes © Lluís Miret Mas

TENSIÓN MÁS ELEVADA DE UNA RED TRIFÁSICA (U_s)

TERMINOLOGÍA

Este concepto sólo aparece en el RAT en la terminología y en esta tabla de tensiones normalizadas

Principalmente usado en RLAT 2008

Es el valor más elevado de la tensión entre fases, que puede presentarse en un instante y en un punto cualquiera de la red, en las condiciones normales de explotación.

Este valor no tiene en cuenta

- las variaciones transitorias (por ejemplo, maniobras en la red)
- ni las variaciones temporales de tensión debidas a condiciones anormales de la red (por ejemplo, averías o desconexiones bruscas de cargas importantes).

voltimum

© Lluís Miret Mas

TENSIÓN MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL (U_m)

La mayor tensión eficaz entre fases para la cual se define el material, en lo que se refiere al aislamiento y determinadas características que están eventualmente relacionadas con esta tensión, en las normas propuestas para cada material.

voltimum

© Lluís Miret Mas



ITC-RAT 05 Circuitos eléctricos

voltimum

© Lluís Miret Mas

Baja Tensión considerada como Alta Tensión

- Tratar como si fuesen Alta Tensión
 - ▣ Todos los circuitos de baja tensión:
 - no conectados a tierra
 - y que estén en contacto con máquinas o aparatos de alta tensión,
 - o que estén muy próximos a otros circuitos de alta tensión.
- No considerar como Alta Tensión
 - ▣ los circuitos de baja tensión próximos a otros de alta tensión
 - con neutros o pantallas conectados a tierra directamente o a través de un dispositivo limitador de sobretensiones adecuado.

voltimum

© Lluís Miret Mas

Pliego de condiciones

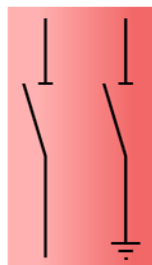
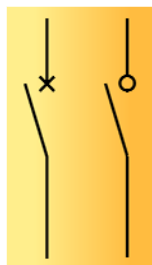
- Separar circuitos según tensiones. Reducir al mínimo el riesgo.
- [...]
- Conductores
 - Material conductor “adecuado”
 - Pueden ser aislados o desnudos
- [...]
- Canalizaciones AT
 - cumplir con el RLAT.
 - Se permiten menores distancias entre circuitos en acometidas.
- [...]

voltimum

© Lluís Miret Mas



ITC-RAT 06 Aparatos de maniobra de circuitos



voltimum

© Lluís Miret Mas

Interrupción y seccionamiento de circuitos

- Aparatos adecuados a la operación a realizar.
- Que cumplan con sus normas de producto.
- Los aparatos de maniobra de circuitos deberán soportar la intensidad de cortocircuito máxima prevista en su punto de instalación. (*Intensidad máxima admisible de corta duración*)

voltimum

© Lluís Miret Mas

Seccionadores de puesta a tierra



- Cuando no tengan un enclavamiento que impida su cierre sobre un circuito en tensión:
 - ▢ tendrán un poder de cierre igual o mayor que el valor de cresta de la intensidad de cortocircuito prevista en el punto de instalación,
 - ▢ o alternatively existirá un procedimiento de acuerdo con 4.7 que garantice la seguridad de la operación.

voltimum

© Lluís Miret Mas

Aislamiento de equipos o circuitos

- Seccionador con corte visible o corte efectivo
- O también interruptor seccionador con corte efectivo.
- O también aparatos extraíbles seguros
- O cortacircuitos fusibles con seguridad equivalente a seccionadores

voltimum

© Lluís Miret Mas

Otras precauciones

- En el seccionamiento sin carga de líneas aéreas y cables aislados, debe tenerse presente la posible presencia de corrientes capacitivas.
 - Atención a posibles ferorresonancias.
- 4.7
 - Se **recomienda** el uso de enclavamientos adecuados para evitar, en las maniobras, la apertura o cierre indebidos de un seccionador o el cierre de un seccionador de puesta a tierra sin poder de cierre.
 - Si no existe tal enclavamiento, será **necesario** elaborar un procedimiento de operación que sea conocido por los operadores y que garantice la seguridad.

NOVEDAD

voltimum

© Lluís Miret Mas



ITC-RAT 07
Transformadores y
autotransformadores
de potencia

voltimum

© Lluís Miret Mas

Transformadores (1)

- En general máquinas trifásicas. Podrán ser también bancos de monofásicas.
- Todos los transformadores de potencia: UNE-EN 60076
- Los trafos $P \leq 2500$ kVA y $U_n \leq 36$ kV, además todas las aplicables ITC-RAT 02
- Fabricante entrega protocolos ensayo realizados.
- Grupos de conexión normalizados.
- Transformadores debidamente anclados
- Cableado auxiliar:
 - ▢ Resistente a las circunstancias externas (líquidos aislantes, clima,...)
 - ▢ No propagador de la llama.

voltimum

© Lluís Miret Mas

Transformadores (2): Pérdidas y niveles de potencia acústica máximos



- Pérdidas y niveles de potencia acústica máximos según normas de ITC-RAT 02
- Además, tabla aplicable a:
 - transformadores trifásicos
 - en baño de aceite
 - para distribución en baja tensión
 - hasta 2500 kVA

Transformadores (3): Pérdidas y niveles de potencia acústica máximos

Potencia asignada kVA	$U_m \leq 24 \text{ kV}$				$U_m = 36 \text{ kV}$			
	$P_k \text{ (W)}$ a 75 °C	$P_0 \text{ (W)}$	$L_w \text{ (A)}$ dB(A)	$Z_{cc} \text{ (%), a}$ 75°C	$P_k \text{ (W)}$ a 75 °C	$P_0 \text{ (W)}$	$L_w \text{ (A)}$ dB(A)	$Z_{cc} \text{ (%), a}$ 75°C
50	875	110	42	4	1050	160	50	4,5
100	1475	180	44	4	1650	270	54	4,5
160	2000	260	47	4	2150	390	57	4,5
250	2750	360	50	4	3000	550	60	4,5
315	3250	440	52	4	-	-	-	-
400	3850	520	53	4	4150	790	63	4,5
500	4600	610	54	4	-	-	-	-
630	5400	730	55	4	5500	1100	65	4,5
800	7000	800	56	6	7000	1300	66	6
1000	9000	940	58	6	8900	1450	67	6
1250	11000	1150	59	6	11500	1750	68	6
1600	14000	1450	61	6	14500	2200	69	6
2000	18000	1800	63	6	18000	2700	71	6
2500	22000	2150	66	6	22500	3200	73	6



ITC-RAT 08
Transformadores de medida y protección

voltimum

© Lluís Miret Mas

Trafos de medida y protección

- Los trafos de medida y protección, incluyen los de intensidad y los de tensión
- Cumplirán con normas
- Potencia y grado de precisión adecuados.
- Si medida de energía, tener en cuenta Reglamento unificado de los puntos de medida del sistema eléctrico.
- Para servicio relés de protección, garantizar funcionamiento cuando haya faltas.
- Proteger a cortocircuito secundario trafos tensión.
- Protección para caso explosión trafos medida.

NOVEDAD

voltimum

© Lluís Miret Mas

Instalación

- Poner a tierra
 - ▢ Todas las partes metálicas no sometidas a tensión.
 - ▢ Un punto del secundario
 - O separar el secundario con pantalla puesta a tierra.
- Obligatorio: Posibilidad de separación del trafo de medida sin interrumpir el servicio.
- Circuito secundario:
 - ▢ Su carga no supera los límites de precisión
 - ▢ Caída de tensión conductores $\leq 1 \text{ ‰}$

NOVEDAD

voltimum

© Lluís Miret Mas

Criterios de selección de transformadores de medida y protección

- Tensión asignada al primario
- Intensidad asignada al primario
- Relación de transformación
- Carga del secundario

NOVEDAD

voltimum

© Lluís Miret Mas

Elección Transformadores Tensión

NOVEDAD

$$U_n \leq U_p \leq 1,2U_n$$

□ Donde

- U_p = Tensión asignada primario
- U_n = Tensión nominal red

- Cuidado con la ferorresonancia

voltimum

© Lluís Miret Mas

$I >$

$U <$

$P \leftarrow$

$> f >$

ITC-RAT 09
Protecciones

$U_0 >$

$\Delta I_0 >$

voltimum

© Lluís Miret Mas

Índice ITC-RAT 09

1. Protección contra SOBREINTENSIDADES
2. Protección contra SOBRETENSIONES
3. Protección contra SOBRECALENTAMIENTOS
4. Protecciones ESPECÍFICAS de máquinas e instalaciones
 - 4.1 Generadores rotativos
 - 4.2 Transformadores y autotransformadores de potencia.
 - 4.3 Salidas de línea
 - 4.4 Baterías de condensadores
 - 4.5 Reactancias
 - 4.6 Motores
 - 4.7 Generadores conectados en redes de distribución
 - 4.8 Parques eólicos

NOVEDAD

voltimum

© Lluís Miret Mas

Sobreintensidades

- Hay que proteger
 - Contra los efectos peligrosos, térmicos y dinámicos,
 - Originados por las corrientes de cortocircuito y las de sobrecarga
 - cuando éstas puedan producir averías y daños en las instalaciones.
- Utilizar
 - interruptores automáticos o cortacircuitos fusibles
- Coordinar las actuaciones
 - para que la parte desconectada en caso de cortocircuito o sobrecarga sea la menor posible.

voltimum

© Lluís Miret Mas

Sobretensiones

- Hay que proteger
 - contra las sobretensiones peligrosas tanto de origen interno como de origen atmosférico, de carácter transitorio,
 - cuando la importancia de la instalación, el valor de las sobretensiones y su frecuencia de ocurrencia así lo aconsejen.
- Utilizar
 - pararrayos según normas.
 - Unir a tierra los bornes de tierra de los pararrayos y los cables de guarda
- Nota
 - En general, en redes o instalaciones de tercera categoría no conectadas a líneas aéreas no serán precisas estas protecciones cuando su nivel de aislamiento sea el de la lista 2 según la ITC-RAT 12.

SOBRECALENTAMIENTO

- En caso necesario las instalaciones deberán estar debidamente protegidas contra los sobrecalentamientos, de acuerdo con lo que se indica en el apartado 4.

4. Protecciones ESPECÍFICAS

- 4.1 Generadores rotativos
- 4.2 Transformadores y autotransformadores de potencia.
- 4.3 Salidas de línea
- 4.4 Baterías de condensadores
- 4.5 Reactancias
- 4.6 Motores
- 4.7 Generadores conectados en redes de distribución
- 4.8 Parques eólicos

Generadores conectados en redes de distribución

NOVEDAD



- Este apartado se aplicará a las instalaciones de producción de energía eléctrica que en virtud de su potencia nominal o de la tensión de la línea a la que se conecten no tengan una reglamentación específica en materia de seguridad y protección.

Criterios generales

- Los generadores de cualquier tipo, conectados a redes de distribución de alta tensión, no perturbarán el correcto funcionamiento de las redes a las que estén conectadas.
- En el punto de conexión con la red de distribución
 - sistema de protecciones
 - interruptor automático,
- Desconexión en caso de
 - falta en la red
 - o faltas internas en la instalación.
- Reconexión con retardo después de estabilización
- No funcionamiento en isla
- Excepcionalmente, si hay problemas la compañía puede desconectar y comunicarlo en máximo 24 h.

Otros controles

- Teledesconexión
- Reposición automática condicionada
- Requisitos para los convertidores electrónicos
 - Compatibilidad electromagnética
 - Límites a las sobretensiones según tiempos.

Parques Eólicos



NOVEDAD

- Incluir sistemas de protección contra sobretensiones tipo rayo.

voltimum

© Lluís Miret Mas



ITC-RAT 10
Cuadros y pupitres de control

voltimum

© Lluís Miret Mas

Ámbito de aplicación

- Cuadros utilizados para el control de
 - subestaciones, centrales generadoras, centros de transformación y demás instalaciones de alta tensión.
 - También los cuadros y pupitres de control, telegestión o automatización de red, compuestos de paneles y equipados con aparatos de medida, monitores, aparatos indicadores, lámparas, alarmas, y aparatos de mando.

NOVEDAD

- No se aplica a los cuadros de baja tensión para distribución.

voltimum

© Lluís Miret Mas

Requisitos

- Señalización e identificación de elementos
- Conexionado
 - Cableado no propagador del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida
 - Ensayo rigidez dieléctrica 2kV
- Especificaciones constructivas
 - Solidez, soportar vibraciones, humedades, insectos, etc.
- Pasillo posterior, cuando se precise, ancho mínimo 80 cm.

voltimum

© Lluís Miret Mas



ITC-RAT 11 Instalaciones de acumuladores

voltimum

© Lluís Miret Mas

Generalidades baterías

- Batería de acumuladores, con sus rectificadores de carga, para alimentar
 - ▢ sistemas de protección, control y telecomunicaciones
- No exigible en Centro Transformación 3ª categoría.
- Equipo de carga con capacidad simultánea para carga y consumos.
- Características de autonomía según proyectista.

voltimum

© Lluís Miret Mas

Especificaciones baterías

NOVEDAD

- Tensiones normalizadas
 - 12 - 24 - 48 - 110 - 125 - 220 V
- Tipos batería según proyectista.
 - No se permite la utilización de baterías ácidas de vaso abierto.
 - Las baterías a utilizar en centros de transformación de tercera categoría serán de tipo sellado y libre de mantenimiento.

voltimum

© Lluís Miret Mas

Requisitos baterías

NOVEDAD

- Locales
 - según REBT (ITC-BT's 29 y 30), con posibilidad de desclasificar el local.
 - Si el local está ventilado, posible instalación de cargador, interruptores, etc. en el mismo local.
 - Recomendado armario.
- Instalación que permita mantenimiento seguro.
- Cartel con especificaciones de batería y medidas de seguridad

voltimum

© Lluís Miret Mas



ITC-RAT 12 Aislamientos

voltimum

© Lluís Miret Mas

AISLAMIENTOS

Tensión más elevada del material.

MT

MEDIA
TENSIÓN

- Grupo A.
 $1 \text{ kV} < U_m \leq 36 \text{ kV}$.

AT

ALTA
TENSIÓN

- Grupo B.
 $36 \text{ kV} < \text{Tensión} \leq 245 \text{ kV}$.

MAT

MUY ALTA
TENSIÓN

- Grupo C.
 $245 \text{ kV} \leq \text{Tensión}$.

voltimum

© Lluís Miret Mas

Grupo A

TENSIÓN MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL (Um) (kV eficaces)	TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL A FRECUENCIA INDUSTRIAL (kV eficaces)	TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL A LOS IMPULSOS TIPO RAYO (kV cresta)		Distancia mínima de aislamiento en aire fase a tierra y entre fases (mm)			
		Lista 1	Lista 2	Lista 1		Lista 2	
				instalación en interior	instalación en exterior	instalación en interior	instalación en exterior
3,6	10	20		60	120		
			40			60	120
7,2	20	40		60	120		
			60			90	120
12	28	60		90	150		
			75			120	150
17,5	38	75		120	160		
			95			160	160
24	50	95		160	160		
			125			220	220
			145			270	270
36	70	145		270	270		
			170			320	320

voltimum

© Lluís Miret Mas

Factores elección Lista 1 ó Lista 2



- Grado de exposición a las sobretensiones de rayo y de maniobra



- Características de puesta a tierra de la red



- Cuando exista, tipo de dispositivo de protección contra las sobretensiones.

voltimum

© Lluís Miret Mas

Grupo B

TENSIÓN MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL (Um) (kV eficaces)	TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL A FRECUENCIA INDUSTRIAL (kV eficaces)	TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL A LOS IMPULSOS TIPO RAYO (kV de cresta)	Distancia mínima de aislamiento en aire fase a tierra y entre fases (mm)
52	95	250	480
72,5	140	325	630
123	185	450	900
	230	550	1100
145	185	450	900
	230	550	1100
	275	650	1300
170	230	550	1100
	275	650	1300
	325	750	1500
245	325	750	1500
	360	850	1700
	395	950	1900
	460	1050	2100

Elección principalmente según las sobretensiones de tipo rayo

voltimum

© Lluís Miret Mas

Grupo C

TENSIÓN MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL (Um) kV (eficaces)	TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL A IMPULSOS TIPO RAYO 1,2/50 µs kV (valor de cresta)	TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL A LOS IMPULSOS TIPO MANIOBRA Fase a tierra 250/2500 µs kV (valor de cresta)	Distancia mínima de aislamiento en aire fase a tierra (mm)		TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL A LOS IMPULSOS TIPO MANIOBRA Entre fases 250/2500 µs kV (valor de cresta)	Distancia mínima de aislamiento en aire entre fases (mm)	
			Conductor/ estructura (mm) (*)	Punta/ estructura (mm) (*)		Conductor/ conductor (paralelos) (mm) (*)	Punta/ conductor (mm) (*)
420	1050	850	1900	2400	1360	2900	3400
	1175		2200				
	1175	950	2200	2900	1425	3100	3600
	1300		2400				
	1300	1050	2600	3400	1575	3600	4200
	1425						

(*) Las configuraciones "punta-estructura" y "punta-conductor" son las más desfavorables que normalmente puede encontrarse; las configuraciones "conductor-estructura" y "conductor-conductor (paralelos)" cubren un amplio campo de configuraciones normales y resultan menos desfavorables que las anteriores.

Elección primordialmente según las sobretensiones de tipo maniobra

voltimum

© Lluís Miret Mas

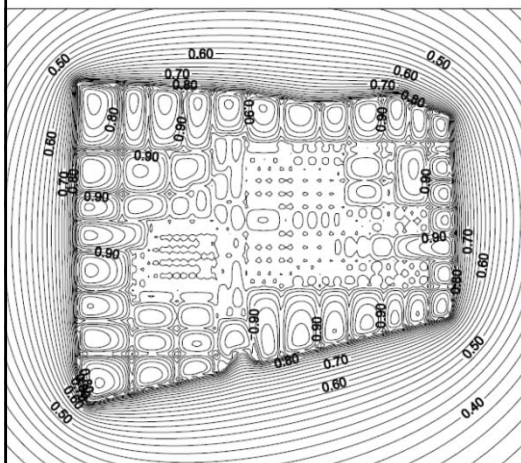
Distancias en el aire

NOVEDAD

- Para verificar el nivel de aislamiento
 - Los equipos se ensayarán según normas.
 - Cuando los ensayos no sean viables, respetar las distancias mínimas en el aire indicadas en las tablas de los grupos A, B y C.
- Para separación circuitos
 - Seccionadores.
 - Alternativas seccionamiento
 - Grupos A y B: $\Delta 25\%$ Distancia tabla
 - Grupo C: Distancia entre fases tabla
- Distancia entre partes ya seccionadas (sin ensayos)
 - Grupos A, B y C: $\Delta 25\%$ Distancias entre fases tablas
- Las distancias de las tablas son válidas hasta 1.000 m altitud.
 - Corrección hasta 3.000 m: Incremento $1,4\%$ por cada 100 m o fracción por encima de 1.000 m.

voltimum

© Lluís Miret Mas



Novedad RAT 2014

- Se redefinen las tensiones de contacto aplicadas admisibles, homogeneizándolas con el RLAT.

voltimum

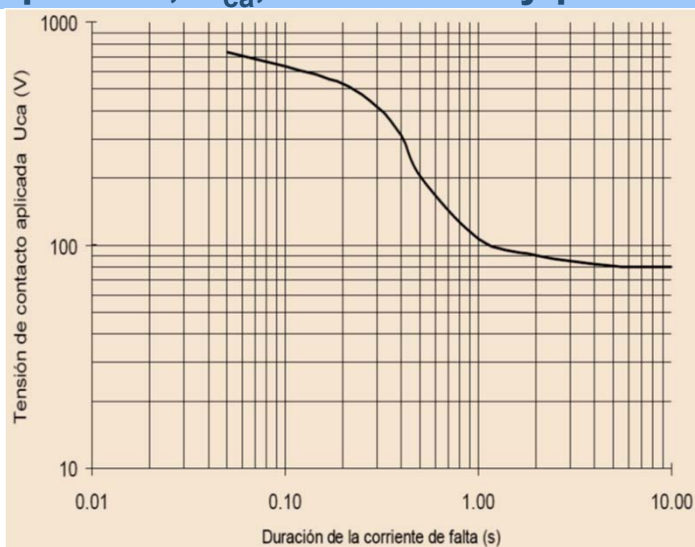
© Lluís Miret Mas

Tensión admisible de contacto aplicada, U_{ca} , entre mano y pies

~~$$V_{ca} = \frac{K}{t^n}$$

$K = 72$ y $n = 1$ para
 $K = 78,5$ y $n = 0,18$
segundos.~~

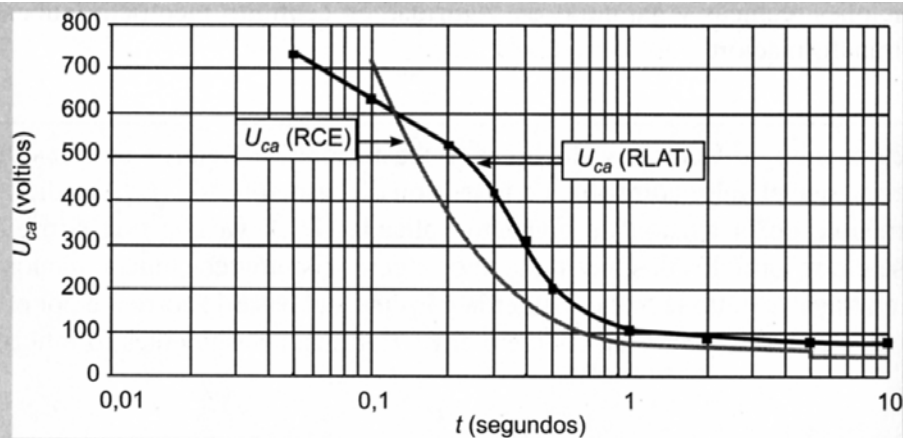
Igual que en
RLAT



voltimum

© Lluís Miret Mas

Tensiones de contacto admisibles Comparación RLAT - RCE



voltimum

© Lluís Miret Mas

Valores admisibles de la tensión de contacto aplicada U_{ca}

Duración de la corriente de falta, t_f (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, U_{ca} (V)
0.05	735
0.10	633
0.20	528
0.30	420
0.40	310
0.50	204
1.00	107
2.00	90
5.00	81
10.00	80
> 10.00	50

voltimum

© Lluís Miret Mas

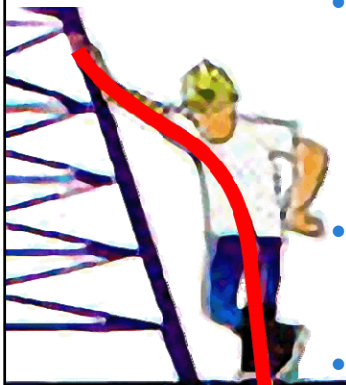
Tiempos de defecto

- t_F mínimo a considerar 0,1 segundos, salvo casos excepcionales justificados.
- Considerar funcionamiento correcto de las protecciones y los dispositivos de maniobra.
- Con reenganche automático rápido (no superior a 0,5 segundos),
 - t_F suma de los tiempos parciales de mantenimiento de la corriente de defecto.
- Cada defecto a tierra será desconectado automática ó manualmente.
- Las tensiones de contacto o de paso de muy larga duración, o de duración indefinida, no aparecen como una consecuencia de los defectos a tierra.

voltimum

© Lluís Miret Mas

Hipótesis de los valores admisibles de tensión de contacto

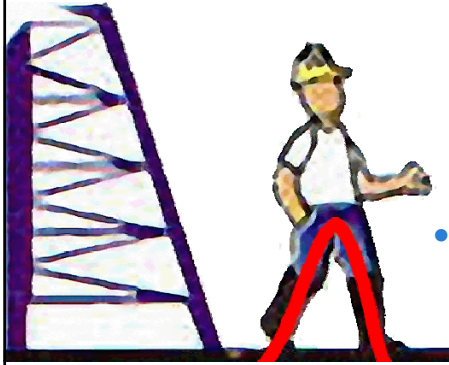


- La corriente circula entre la mano y los pies.
- Únicamente se ha considerado la propia impedancia del cuerpo humano, no considerándose resistencias adicionales como la resistencia a tierra del punto de contacto con el terreno, la resistencia del calzado o la presencia de empuñaduras aislantes, etc.
- La impedancia del cuerpo humano utilizada tiene un 50% de probabilidad de que su valor sea menor o igual al considerado.
- Una probabilidad de fibrilación ventricular es del 5%.

voltimum

© Lluís Miret Mas

Relación tensión de paso / tensión de contacto



- Los valores admisibles de la tensión de paso aplicada entre los dos pies de una persona, considerando únicamente la propia impedancia del cuerpo humano, sin resistencias adicionales como las de contacto con el terreno o las del calzado, se define como
- diez veces el valor admisible de la tensión de contacto aplicada.

$$U_{pa} = 10 U_{ca}$$

voltimum

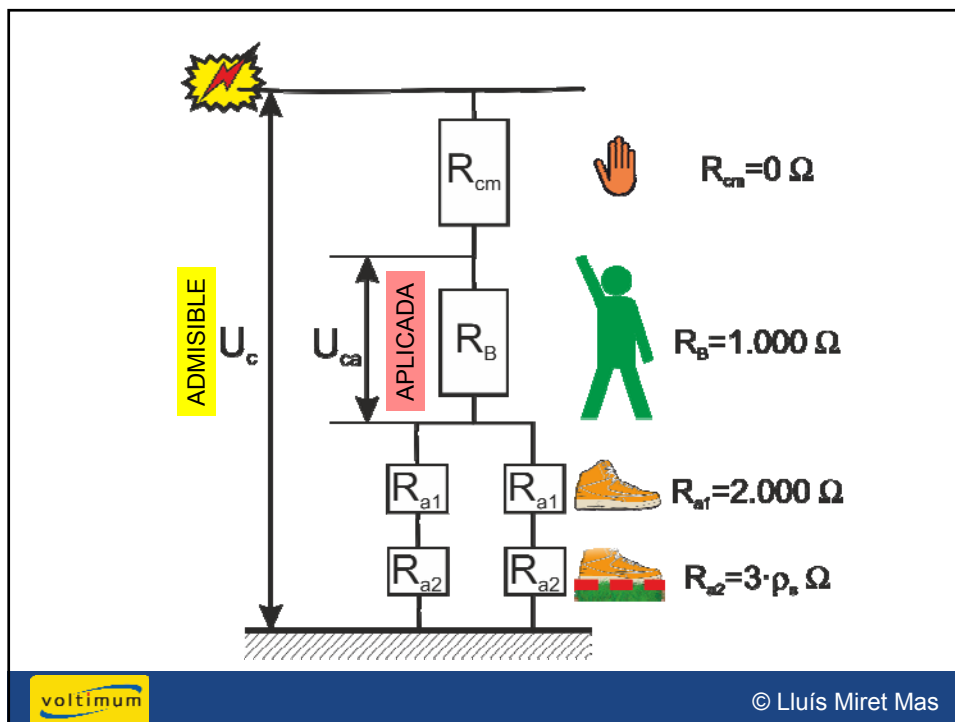
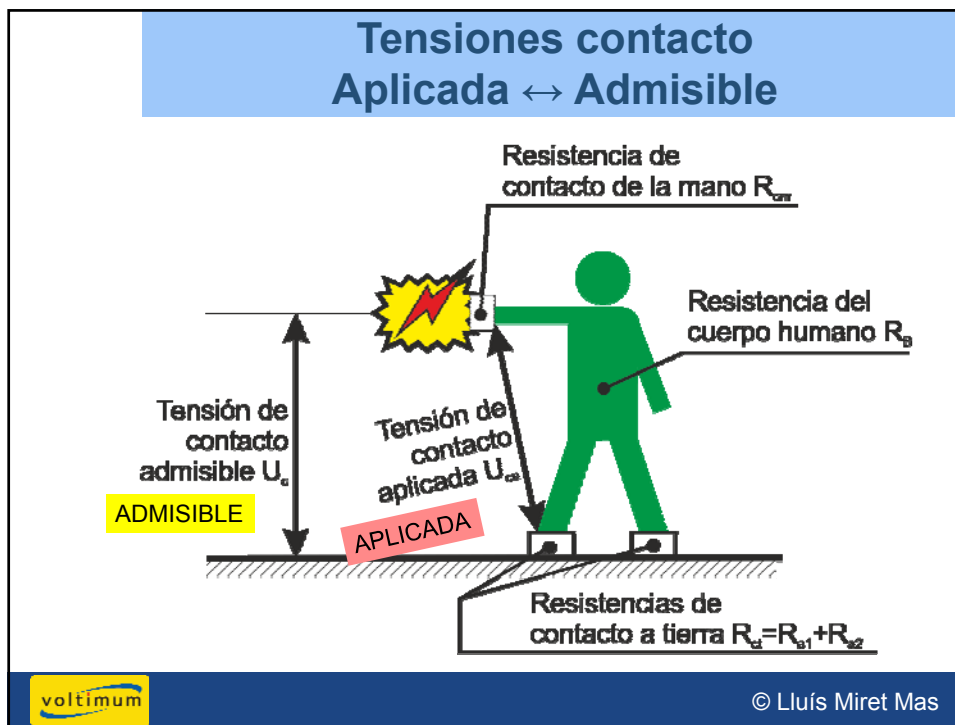
© Lluís Miret Mas

Hipótesis admitidas

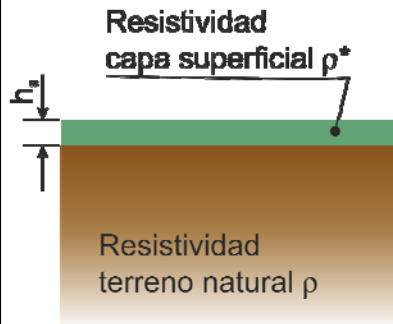
- Si un sistema cumple directamente con la tensión de contacto aplicada
 - se puede suponer que, en la mayoría de los casos, no aparecerán tensiones de paso aplicadas peligrosas.
- Cuando haya que aplicar medidas adicionales, se deberá cumplir las tensiones de paso.

voltimum

© Lluís Miret Mas



Resistencia de contacto con el suelo



Resistencia de cada huella en contacto con el terreno = $3 \cdot \rho_s$

- ρ_s : Resistividad superficial del terreno
- Cuando se ponga una capa adicional de elevada resistividad ρ^* , la resistencia superficial del terreno ρ_s será:

$$\rho_s = \rho^* \cdot C_s = \rho^* \cdot \left[1 - 0,106 \cdot \left(\frac{1 - \frac{\rho}{\rho^*}}{2h_s + 0,106} \right) \right]$$

voltimum

© Lluís Miret Mas

Conversión Aplicada → Admisible

Tensión admisible de contacto

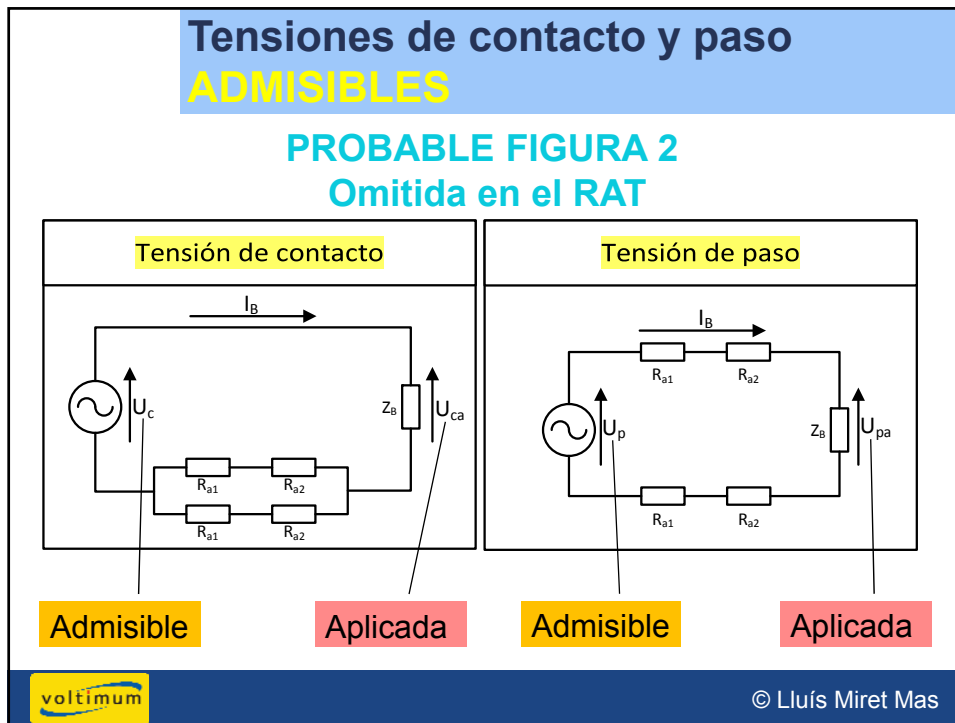
$$U_c = U_{ca} \left[1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{2 Z_B} \right] = U_{ca} \left[1 + \frac{\frac{R_{a1}}{2} + 1,5 \rho_s}{1000} \right] \quad (1)$$

Tensión admisible de paso

$$U_p = U_{pa} \left[1 + \frac{2R_{a1} + 2R_{a2}}{Z_B} \right] = 10 U_{ca} \left[1 + \frac{2R_{a1} + 6 \rho_s}{1000} \right] \quad (2)$$

voltimum

© Lluís Miret Mas



Prescripciones de dimensionado



- Dimensionado para evitar calentamientos
 - Dañarían características
 - Podrían aflojar elementos
- Calentamiento resulta de $R \cdot I^2 \cdot t$
 - La I puede ser una fracción de la total de la instalación.
 - Varias redes y tierra común, cumplir con cada red. Puede que los defectos no sean simultáneos.
- Se supone protecciones funcionando correctamente, con sus regulaciones.
- Lo anterior no aplica a tierras provisionales lugares trabajo.
- Elementos metálicos con protecciones corrosión.
- Prever resistividad del terreno
 - En épocas secas
 - Después de corrientes de defecto elevadas


© Lluís Miret Mas

Cálculos. Resistividad del terreno

- No obligatorio realizar investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y estimación de resistividad por tabla, cuando
 - Instalaciones de tercera categoría
 - y intensidad de cortocircuito a tierra ≤ 1500 A
 - y si no ocurre que
 - intensidad de cortocircuito a tierra > 1000 A
 - y resistividades del terreno estimada $< 200 \Omega \cdot m$
- Tener en cuenta las peores condiciones de humedad.
- Enterrar a suficiente profundidad para evitar terreno helado, o considerarlo.

voltimum

© Lluís Miret Mas

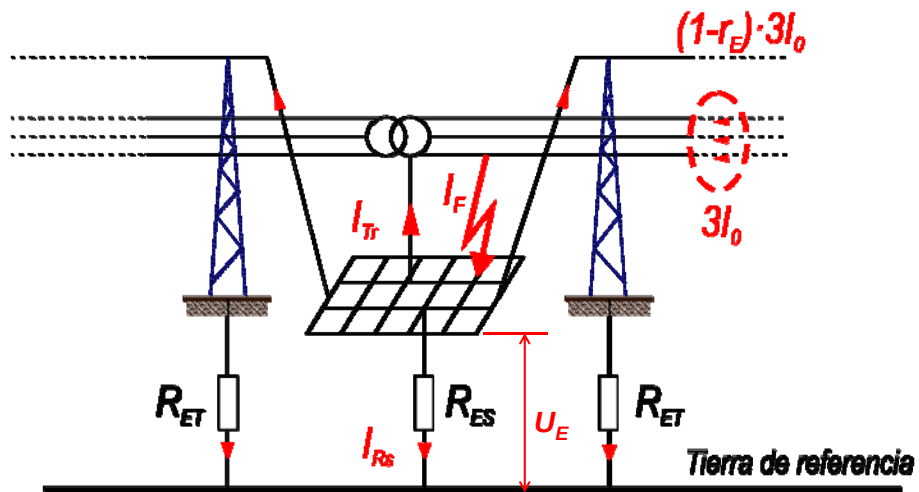
Determinación de las corrientes de defecto I_F

- Tomar los valores más desfavorables
 - Tipos de defectos
 - Niveles de tensiones.
- Para el cálculo de las tensiones de paso y contacto, el elemento determinante es la corriente de puesta a tierra I_E .
- Hay que calcular I_F y I_E , según el tipo de defecto y el sistema de conexión del neutro.

voltimum

© Lluís Miret Mas

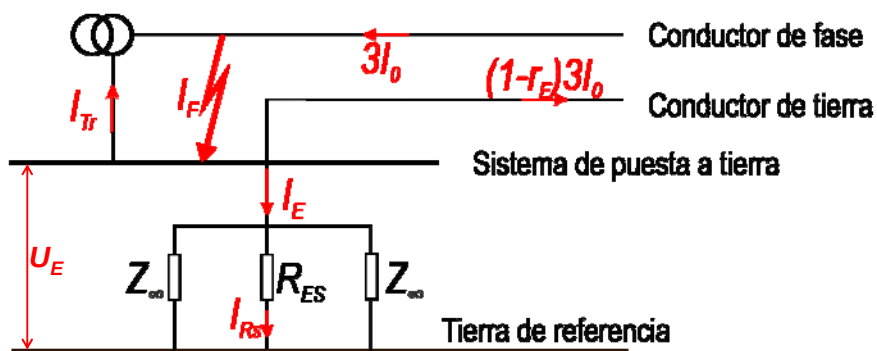
Ejemplo de corrientes de puesta a tierra



voltimum

© Lluís Miret Mas

Circuito equivalente del ejemplo



voltimum

© Lluís Miret Mas

Instrucciones generales de puesta a tierra

- Elementos a conectar a tierra por motivos de protección
- Elementos a conectar a tierra por motivos de servicio
- Prever tierras separadas para
 - Elementos de Centros de Transformación que señala el RAT.
 - Cuando convenga separar neutros de transformadores
 - limitadores de tensión de las líneas de corriente débil (telefónicas, telegráficas, etc.) que se extienden fuera de la instalación.
- Cuando tierras separadas
 - Evitar contacto simultáneo
 - Evitar transferencia de tensiones
 - Cajas de registro para cada puesta a tierra

7. Disposiciones particulares de puesta a tierra

- 7.1 Descargadores de sobretensiones
- 7.2 Seccionadores de puesta a tierra
- 7.3 Conjuntos protegidos por envolvente metálica
- 7.4 Elementos de la construcción
- 7.5 Elementos metálicos que salen fuera de la instalación
- 7.6 Vallas y cercas metálicas
- 7.7 Centros de transformación

Disposiciones particulares de puesta a tierra (1)

- Descargadores de sobretensiones
 - ▢ Conexión con recorrido mínimo y sin cambios bruscos de dirección.
 - ▢ No cintas ni tubos de protección de material magnético.
- Seccionadores de puesta a tierra
 - ▢ evitar transferencia a la línea de tensiones de contacto peligrosas durante los trabajos de mantenimiento en la misma.
- Conjuntos protegidos por envoltura metálica

voltimum

© Lluís Miret Mas

Disposiciones particulares de puesta a tierra (2)

- Elementos de la construcción
 - ▢ Edificios de estructura metálica
 - Todos los elementos metálicos, a tierra (puertas, ventanas, escaleras, barandillas, tapas y registros, etc.)
 - ▢ Edificios destinados a instalaciones de tercera categoría contruïdos con materiales tales como hormigón armado o en masa, ladrillo o mampostería
 - ▢ Centros de transformación subterráneos
 - la escalera y su tapa de acceso, ambas en las mismas condiciones de puesta a tierra: o bien aisladas o bien conectadas a tierra
 - ▢ Edificios de hormigón armado
 - las armaduras deberán ser puestas a tierra.

NOVEDAD

voltimum

© Lluís Miret Mas

Edificios tercera categoría en mampostería, hormigón, etc



- Puertas, ventanas, escaleras, tapas y registros podrán no conectarse al circuito de tierra y dejarse aisladas del mismo.
- siempre que en el diseño de la instalación se adopten las medidas necesarias para evitar la puesta a tensión de estos elementos por causa de un defecto o avería.
- En los centros de transformación prefabricados según la norma UNE-EN 62271-202 estas medidas serán garantizadas por el fabricante.

voltimum

© Lluís Miret Mas

Disposiciones particulares de puesta a tierra (3)

- Elementos metálicos que salen fuera de la instalación
 - Conectados a tierra, en varios puntos si su extensión es grande.
 - Tomar medidas para evitar transferir al exterior tensiones peligrosas
- Vallas y cercas metálicas
 - Pueden adoptarse diversas soluciones en función de las dimensiones de la instalación y características del terreno
 - A tierra general, a tierra separada, sin conexión a tierra,...

voltimum

© Lluís Miret Mas

Disposiciones particulares de puesta a tierra (4). Centros de Transformación

- Pueden conectarse a una tierra separada de la general del centro
 - Los neutros de baja tensión de las líneas que salen fuera de la instalación general
 - La puesta a tierra de los transformadores de medida ubicados en cuadros de baja tensión para distribución
- Cuando se use tierra separada para los neutros de baja tensión
 - Toda la parte de BT debe aislarse dentro del centro para la diferencia de tensiones que puede aparecer, incluidas sus conexiones de tierra.
- Cuando neutro aislado o impedante
 - Circuito BT con limitador de tensión a tierra.

Centros de transformación (cont.)

- Centros de transformación alimentados en alta tensión por cables subterráneos provistos de envolventes conductoras unidas eléctricamente entre sí
- Se detallan los casos en que podrán conectarse la puesta a tierra general y la de los neutros de baja tensión.
 - Incluso es posible no utilizar otros electrodos de puesta a tierra si la envolvente tiene suficiente sección.

Medidas y vigilancia de las instalaciones de puesta a tierra.



- Mediciones de las tensiones de paso y contacto aplicadas.
 - Responsabilidad del Director de Obra
 - Para instalaciones de tercera categoría que respondan a configuraciones tipo, el Órgano territorial competente podrá admitir que
 - se omita la realización de las mediciones,
 - sustituyéndolas por la correspondiente a la resistencia de puesta a tierra
- Vigilancia periódica
 - en el momento de su establecimiento
 - al menos, una vez cada 3 años
 - medir de nuevo cuando cambie sustancialmente la resistividad superficial del terreno, disminuyendo su valor, por ejemplo por ajardinamiento.

voltimum

© Lluís Miret Mas



ITC-RAT 14
Instalaciones
eléctricas de interior

voltimum

© Lluís Miret Mas

Instalaciones eléctricas de interior Índice general de la ITC-RAT 14

ÍNDICE ITC-RAT 14

1. Generalidades
2. Ámbito de aplicación
3. Condiciones generales para los locales y edificios
4. Condiciones generales para las instalaciones
5. Otras prescripciones
6. Pasillos y zonas de protección
7. Instalaciones móviles de alta tensión
8. Documentación de la instalación

voltimum

© Lluís Miret Mas

Ámbito de aplicación

NOVEDAD

- General: instalaciones de alta tensión en el interior de un edificio o recinto que las proteja contra la intemperie.

- Incluye

Incluye CT prefabricados de 3ª categoría

- Edificios o envolventes prefabricadas o de obra civil, contruidos para alojar las instalaciones eléctricas, que son independientes de cualquier local o edificio destinado a otros usos

- Locales situados en el interior de edificios destinados a otros usos.

- d) Subestaciones móviles protegidas contra la intemperie por su propia envolvente o por el edificio en la que se ubican.

voltimum

© Lluís Miret Mas

3. Condiciones generales para los locales y edificios

- 3.1 Condiciones de acceso y paso
- 3.2 Conducciones y almacenamiento de agua
- 3.3 Conducciones y almacenamiento de otros fluidos
- 3.4 Alcantarillado
- 3.5 Canalizaciones eléctricas
- 3.6 Equipos de Comunicaciones

voltimum

© Lluís Miret Mas

4. Condiciones generales para las instalaciones

- 4.1 Cuadros y pupitres de control
- 4.2 Celdas de alta tensión
- 4.3 Condiciones particulares para centros de transformación
 - 4.3.1 Centros de transformación con maniobra desde el exterior
 - 4.3.2 Centros de transformación prefabricados y conjuntos prefabricados para centros de transformación
 - 4.3.3 Cuadros de distribución para BT en centros de transformación de distribución pública
- 4.4 Ventilación.
- 4.5 Paso de líneas y canalizaciones eléctricas a través de paredes, muros y tabique de construcción
- 4.6 Señalizaciones e instrucciones
- 4.7 Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión
- 4.8 Limitación del nivel de ruido emitido por instalaciones de alta tensión

NOVEDAD

voltimum

© Lluís Miret Mas

4.7 Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión

- Minimizar, en el exterior de las instalaciones de alta tensión, los campos electromagnéticos creados por la circulación de corriente a 50 Hz
 - Especialmente cuando las instalaciones de Alta Tensión se encuentren ubicadas en el interior de edificios de otros usos. Medidas concretas viviendas anexas.
- Referencia: RD 1066/2001, Reglamento condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, [...] y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.

RD 1066/2001. Anexo 2. Cuadro 2 (Fragmento)

Niveles de referencia para campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos

Gama de frecuencia	Intensidad de campo E (V/m)	Intensidad de campo H (A/m)	Campo B (μT)	Densidad de potencia equivalente de onda plana (W/m²)
0-1 Hz		$3,2 \times 10^4$	4×10^4	
1-8 Hz	10.000	$3,2 \times 10^4/f^2$	$4 \times 10^4/f^2$	
8-25 Hz	10.000	$4.000/f$	$5.000/f$	
0,025-0,8 kHz	$250/f$	$4/f$	$5/f$	
0,8-3 kHz	$250/f$	5	6,25	
3-150 kHz	87	5	6,25	
0,15-1 MHz	87	$0,73/f$	$0,92/f$	
1-10 MHz	$87/f^{1/2}$	$0,73/f$	$0,92/f$	
10-400 MHz	28	0,073	0,092	2

4.8 Limitación del nivel de ruido

- Limitar el ruido originado por las instalaciones de alta tensión, para que los índices de ruido medidos en el exterior de las instalaciones se ajusten a los niveles de calidad acústica establecidos en el RD 1367/2007, que desarrolla la Ley 37/2003, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.

5. Otras prescripciones

- 
- 5.1 Sistemas contra incendios
 - 5.2 Alumbrados especiales de emergencia
 - 5.3 Elementos y dispositivos para maniobra
 - 5.4 Instrucciones y elementos para prestación de primeros auxilios
 - 5.5 Almacenamiento de materiales



Sistemas contra incendios

ITC-RAT 14.5.1

voltimum

© Lluís Miret Mas

Reglamentación adicional

- Instalaciones categoría especial, 1ª y 2ª en edificios independientes:
 - Aplicar RESCIEI.
- Locales situados en el interior de edificios destinados a otros usos:
 - Aplicar CTE – SI.

Aplicar en lo que respecta a las características de los materiales de construcción, resistencia al fuego de las estructuras, compartimentación, evacuación y, en particular, sobre aquellos aspectos que no hayan sido recogidos en este Reglamento y afecten a la edificación.

voltimum

© Lluís Miret Mas

Medidas protección incendios

- Recogida del líquido dieléctrico en fosos
- Sistemas de extinción
 - Extintores
 - Sistemas fijos
- Sectorización
 - Las instalaciones eléctricas ubicadas en el interior de locales o recintos situados en el interior de edificios destinados a otros usos constituirán un sector de incendios independiente.
- Pantallas y sectores de incendios
 - Pantallas de separación entre transformadores
 - Requisitos mínimos de sectorización en instalaciones de interior de categoría especial, 1ª y 2ª ubicadas en el interior de un casco urbano

voltimum

© Lluís Miret Mas

Obligatoriedad de sistemas fijos de extinción

- Dieléctrico inflamable o combustible de punto de combustión < a 300°C
- Y alguna de estas combinaciones

Descripción	¿PÚBLICA CONCURRENCIA?	
	NO	SI
P trafo individual (kVA)	>1000	>630
Σ P trafos (kVA)	>4000	>2520
Volumen aceite trafo indiv. (litros)	>600	>400
Σ Volumen aceite trafos (litros)	>2400	>1600

voltimum

© Lluís Miret Mas

5. Otras prescripciones

5.1 Sistemas contra incendios

5.2 Alumbrados especiales de emergencia

Se refiere al REBT, pero debería referirse al CTE-SUA.4

5.3 Elementos y dispositivos para maniobra

5.4 Instrucciones y elementos para prestación de primeros auxilios

5.5 Almacenamiento de materiales



© Lluís Miret Mas

6. Pasillos y zonas de protección

6.1 Pasillos de servicio

6.2 Zonas de protección contra contactos accidentales

6.3 Zonas de protección para instalaciones eléctricas en el interior de edificios industriales

6.4 Distancias para garantizar la evacuación de gases en caso de defectos internos



© Lluís Miret Mas

Altura mínima sobre los pasillos de los elementos en tensión no protegidos.

- Los elementos en tensión no protegidos que se encuentren sobre los pasillos, deberán estar a una altura mínima «h» sobre el suelo medida en centímetros, igual a **250+d**

Tensión nominal de la instalación kV (U_r)	≤ 20	30	45	66	110	132	220	400
«d» en centímetros	22	32	48	63	110	130	210	340

voltimum

© Lluís Miret Mas

Comparación de valores RAT - RCE

RAT

250+d

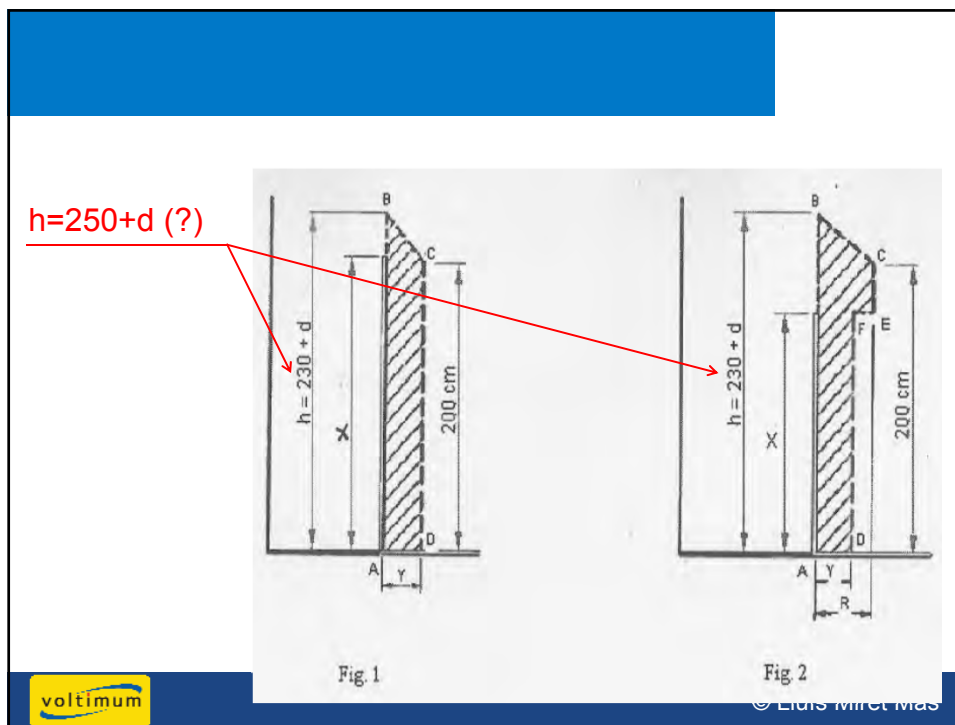
Tensión nominal de la instalación kV (U_r)	≤ 20	30	45	66	110	132	220	400
«d» en centímetros	22	32	48	63	110	130	210	340

RCE

230+d

Tensión nominal de la instalación KV ≤	20	30	45	66	110	132	220
«d» en centímetros	20	27	38	57	95	110	185

Diversas distancias de pasillos también se han incrementado en el RAT, aunque de momento no se han modificado algunas cotas de las figuras



Instalaciones eléctricas de interior Índice general de la ITC-RAT 14

ÍNDICE ITC-RAT 14

- ✓ 1. Generalidades
- ✓ 2. Ámbito de aplicación
- ✓ 3. Condiciones generales para los locales y edificios
- ✓ 4. Condiciones generales para las instalaciones
- ✓ 5. Otras prescripciones
- ✓ 6. Pasillos y zonas de protección
- ✓ 7. Instalaciones móviles de alta tensión
- ✓ 8. Documentación de la instalación

7. Instalaciones móviles de alta tensión

NOVEDAD

- Para subestaciones móviles,
 - y en general para instalaciones móviles de alta tensión previstas para su conexión a la red,
- se podrán permitir excepciones a los requisitos establecidos en los apartados:
 - 3.1 sobre condiciones de acceso y paso,
 - 3.5 sobre canalizaciones eléctricas,
 - 5.1 sobre sistemas contra incendios,
 - y 6 sobre pasillos y zonas de protección,
- siempre que el correspondiente diseño justificado por el proyectista o fabricante adopte las medidas apropiadas que permitan garantizar la seguridad de la instalación.

voltimum

© Lluís Miret Mas

8. Documentación de la instalación

- Documentación a disposición del personal técnico:
 - Instrucciones de operación
 - Libro de instrucciones de control y mantenimiento.
- Debe estar disponible
 - En la propia instalación,
 - O por otros medios estructurados, por ejemplo sistemas de almacenamiento informático con acceso remoto.

NOVEDAD

voltimum

© Lluís Miret Mas



Instalaciones eléctricas de exterior
Índice general de la ITC-RAT 15
ÍNDICE ITC-RAT 15
1. Generalidades
2. Disposición de las instalaciones
3. Condiciones generales
4. Pasillos y zonas de protección.
5. Instalaciones sobre apoyo o al pie del apoyo.
6. Otras prescripciones
7. Subestaciones móviles
8. Documentación de la instalación

voltimum

© Lluís Miret Mas

Disposición de las instalaciones de intemperie

- Parques convenientemente vallados en su totalidad.
- Centros de transformación sobre apoyos, en terrenos sin vallar,
 - El transformador se ubica sobre el apoyo.
- Centros de transformación a pie de apoyo.
 - La aparamenta de maniobra y protección se ubica en el apoyo
 - El transformador al pie del apoyo en el interior de una envolvente.
 - La instalación bajo envolvente, prefabricada o no, cumplirá con lo dispuesto en la ITC-RAT 14. Dicha envolvente impedirá el acceso a las partes con tensión y elementos de protección y maniobra, evitando que éstas, sean accesibles desde el exterior.
- Subestaciones móviles

NOVEDAD

voltimum

© Lluís Miret Mas

3. Condiciones generales en instalaciones de intemperie.

- 3.1 Vallado
- 3.2 Clases de instalaciones
- 3.3 Terreno
- 3.4 Condiciones atmosféricas
- 3.5 Protecciones contra la corrosión
- 3.6 Conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles
- 3.7 Conducciones y almacenamiento de agua
- 3.8 Alcantarillado
- 3.9 Canalizaciones
- 3.10 Protección contra sobretensiones transitorias
- 3.11 Centros de transformación en el interior de los parques de alta tensión
- 3.12 Cuadros y pupitres de control
- 3.13 Cuadros de distribución para BT en centros de transformación de distribución pública
- 3.14 Interruptores de aceite o de otros líquidos inflamables maniobrados localmente
- 3.15 Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión
- 3.16 Limitación del nivel de ruido emitido por instalaciones de alta tensión

voltimum

© Lluís Miret Mas

4. Pasillos y zonas de protección.

4.1 Pasillos de servicio

4.2 Zonas de protección contra contactos accidentales en el interior del recinto de la instalación

4.3 Zonas de protección contra contactos accidentales desde el exterior del recinto de la instalación



© Lluís Miret Mas

5. Instalaciones sobre apoyo o al pie del apoyo.

5.1 Apoyos

5.2 Disposiciones generales y condiciones de instalación



© Lluís Miret Mas

Algunas novedades respecto a instalaciones y apoyos

NOVEDAD

- Los apoyos ya no podrán ser de madera
- Se evitarán tirantes o vientos que dificulten las maniobras del personal de servicio.
- 5.2.5 Cuando el elemento de maniobra del centro de transformación esté instalado sobre apoyo, el centro de transformación a pie de apoyo no estará separado más de 25 m del apoyo.
- 5.2.6 El transformador estará protegido contra sobretensiones mediante un pararrayos situado lo más cerca posible al mismo.
- Cuando el transformador esté alimentado a través de un cable aislado desde un entronque de una línea aérea a subterránea, su protección contra sobretensiones se podrá efectuar mediante un pararrayos situado en el entronque, siempre que la distancia entre el pararrayos y el transformador no sea excesiva para garantizar la protección del transformador frente a sobretensiones atmosféricas y se garantice la coordinación de aislamiento según la norma UNE-EN 60071-2.

voltimum

© Lluís Miret Mas

6. Otras prescripciones

NOVEDAD

- 6.1 Sistemas contra incendios
- 6.2 Alumbrado de socorro
- 6.3 Elementos y dispositivos para maniobras
- 6.4 Instrucciones y elementos para prestación de primeros auxilios
- 6.5 Proximidad de líneas aéreas a subestaciones
 - 6.5.1 Líneas aéreas de entrada o salida a la subestación
 - 6.5.2 Otras líneas aéreas en proximidad de una subestación

voltimum

© Lluís Miret Mas

Otras prescripciones en instalaciones exteriores. Algunas novedades

- Cuando haya varios transformadores, se instalarán pantallas entre ellos.
- Incremento necesidad de fosas colectoras de líquido aislante.
 - Aunque puede suprimirse si $P \leq 250$ kVA
- Aplicar ITC-RAT 14 a transformadores en interior de envoltorio a pie de apoyo.

Proximidad de líneas aéreas a subestaciones

- Líneas aéreas de entrada o salida a la subestación
 - Las líneas aéreas de entrada o salida a una subestación de exterior no sobrevolarán el parque eléctrico
- Otras líneas aéreas en proximidad de una subestación
- No se permite la construcción de subestaciones de exterior bajo la servidumbre de vuelo de una línea aérea de alta tensión ajena a la subestación, incrementada a cada lado en la altura de los apoyos de la línea más 10 m.
- Por el mismo motivo, tampoco se permite la construcción de líneas eléctricas de alta tensión ajenas a la subestación pero próximas a ella, si la franja de terreno definida anteriormente para la línea interfiere en el perímetro de la subestación.



**Diferencias generales
ITC-RAT 15, 16 y 17**

ITC-RAT	Envolvente	Um
15	Envolvente metálica	$\leq 52 \text{ kV}$
16	Envolvente aislante	$\leq 52 \text{ kV}$
17	Envolvente metálica con aislamiento gaseoso	$\geq 72,5 \text{ kV}$

voltimum

© Lluís Miret Mas

Índice común de las tres ITC-RAT

1. Generalidades
2. Ámbito de aplicación
3. Concepción y construcción
4. Condiciones de instalación
- 5 Condiciones de servicio

Resumen de contenidos

- Cada uno de los tipos debe cumplir sus normas correspondientes.
- Estas instalaciones quedan exentas de cumplir el RD 769/1999 (equipos a presión).
- Pliegos de condiciones para el fabricante del prefabricado.
- El proyectista comprueba que el equipo es adecuado.
- Obligación de placa de características



ITC-RAT 19
**Instalaciones privadas
para conectar a redes de
distribución y transporte
de energía eléctrica**

voltimum

© Lluís Miret Mas

Índice ITC-RAT 19

1. Disposición de la instalación
2. Emplazamiento
3. Especificaciones particulares y proyectos tipo de las entidades de transporte y distribución de energía eléctrica
4. Datos que facilitarán las empresas de producción, transporte y distribución de energía eléctrica

voltimum

© Lluís Miret Mas

Disposición de la instalación y emplazamiento

- Características del un centro de entrega de la energía.
 - Equipos que debe tener
 - a) Aparamenta de entrada o salida de líneas.
 - b) El relé de protección general de la instalación privada y si existe el sistema de telecontrol.
 - c) Sistema de medida de energía eléctrica.
 - Condiciones de acceso de propietario de la instalación sólo para maniobras y lecturas.
 - Puerta de acceso para la compañía desde vía pública o vía privada de libre acceso.

Especificaciones particulares de y proyectos tipo de compañía

- Complementa el Artículo 14 del RAT.
 - Contenidos y procedimientos aprobación.
- Las especificaciones particulares
 - no deberán contener prescripciones de tipo administrativo o económico que supongan cargas para el titular de la instalación privada.
 - no deberán implicar, por su especificidad, barreras técnicas que aboquen al consumidor a un único proveedor.

Datos a facilitar por la compañía

NOVEDAD

- Tensión nominal de la red.
- Nivel de aislamiento.
- Intensidad máxima de cortocircuito trifásica.
- Tiempo máximo de desconexión para intensidad máxima de cortocircuito trifásica.
- Intensidad de defecto a tierra y curva de tiempos de desconexión en caso de falta a tierra.
- Características mínimas requeridas para el sistema de protección, telecontrol y medida de energía eléctrica.
- Procedimiento de puesta en servicio.
- Cuantos datos sean precisos para la elaboración del proyecto y que dependan del funcionamiento de la red.

voltimum

© Lluís Miret Mas



ITC-RAT 20 Anteproyectos y proyectos

voltimum

© Lluís Miret Mas

Índice ITC-RAT 20

1. Prescripciones generales
2. Anteproyecto
 - 2.1. Finalidad
 - 2.2. Documentos que comprende
3. Proyecto técnico administrativo
 - 3.1. Finalidad
 - 3.2. Documentos que comprende
4. Proyectos de ampliación o modificación
5. Proyectos tipo

voltimum

© Lluís Miret Mas



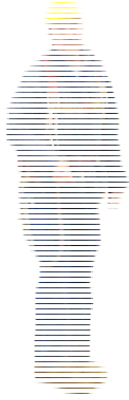
ITC-RAT 21 Instaladores y empresas instaladoras para instalaciones de alta tensión

Condiciones y
requisitos que deben cumplir

voltimum

© Lluís Miret Mas

Instalador de alta tensión



- Persona física que posee conocimientos teórico-prácticos de la tecnología de las instalaciones de alta tensión y de su normativa
- que le capacitan para
 - montaje, reparación, mantenimiento, revisión y desmontaje de las instalaciones de alta tensión correspondientes a su categoría,
- y que cumple los requisitos establecidos en el apartado 4 de esta ITC.

voltimum

© Lluís Miret Mas

Empresa instaladora de alta tensión



- Persona física o jurídica
- Ejerce las actividades de
 - montaje, reparación, mantenimiento, revisión y desmontaje de instalaciones de alta tensión
- Cumple los requisitos de esta instrucción técnica complementaria.

voltimum

© Lluís Miret Mas

Categoría de Instaladores / Empresas instaladoras de AT

- AT1: para instalaciones eléctricas de alta tensión cuya tensión nominal no exceda de 30kV.
- AT2: para instalaciones eléctricas de alta tensión sin límite de tensión.

Valores equivalentes a los instaladores LAT1 y LAT2

Requisitos para Instalador de AT

- Conocimientos según Anexo 2 de esta ITC-AT 21
- Desarrollar su actividad en el seno de una empresa instaladora de alta tensión.
- Titulación: Título universitario o Formación Profesional con materias del RAT.
 - Si no hay titulación, seguro de responsabilidad civil de 1.000.000 €. (o ¿Experiencia laboral reconocida?)

No hay cursos o exámenes previstos.
Quizás Anexo 2 sirva para homologaciones de estudios internacionales.

Tramitación para Empresa Instaladora de AT

- Declaración responsable presentada en la Comunidad Autónoma.
- Las empresas extranjeras pueden actuar con personal acreditado en su país de origen.
- La presentación de la declaración responsable podrá hacerse por medios electrónicos y la Comunidad Autónoma lo inscribirá como instalador.
- La Comunidad Autónoma podrá pedir, después, la documentación acreditativa.
- Comunicar cambios posteriores en el plazo de un mes.

Habilitación instaladores y empresas instaladoras RLAT

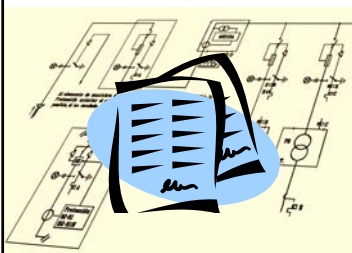
- RD de aprobación del RAT. Disposición adicional octava.
- Los instaladores que se acogieron a la habilitación como instaladores de AT en el antiguo RCE además de RLAT, quedan ya habilitados de manera indefinida.

Requisitos para Empresa Instaladora de AT

- Documentación legal de constitución de la empresa.
- Medios humanos (mínimo 1 instalador) y técnicos según Anexo 1 de esta ITC-RAT 21.
 - De acuerdo con las necesidades de las actividades a realizar
- Seguro de responsabilidad civil de 1.000.000 €.
- Prohibidos los certificados de instalaciones no realizadas por la empresa.

voltimum

© Lluís Miret Mas



ITC-RAT 22 DOCUMENTACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES DE ALTA TENSIÓN

voltimum

© Lluís Miret Mas

Documentación necesaria en todos los casos

- Proyecto
 - Proyectista es responsable de que el proyecto se adapte a las disposiciones reglamentarias y a las especificaciones particulares de la compañía.
 - Si instalación será cedida a compañía, puede presentarse a la compañía para revisión previa.
 - Contenidos según ITC-RAT 20

voltimum

© Lluís Miret Mas

Documentación y procedimiento según los casos



voltimum

© Lluís Miret Mas

De compañía	Instalaciones de compañía • Autorización según legislación sectorial • Proyecto • Dirección de la ejecución por técnico(s) competente(s) • Verificación por la propiedad según ITC-RAT 23. • Certificado final de obra □ Cumplimiento legislación, proyecto, verificaciones realizadas, declaraciones de conformidad de materiales, empresa instaladora,... • La compañía es responsable de mantenimiento y explotación. • Si es empresa producción eólica o solar de potencia < 100 MVA, presentar además □ Contrato de mantenimiento □ Certificado de inspección inicial.  © Lluís Miret Mas
--	---

No es de compañía	Instalaciones no propiedad de compañía: Autorización. • Necesitan autorización según legislación sectorial: □ Instalaciones de producción cuyo aprovechamiento afecte a más de una Comunidad Autónoma, □ O líneas directas, □ O líneas de evacuación □ O acometidas de tensión superior a 1kV • No necesitan autorización administrativa los otros casos.  © Lluís Miret Mas
--	---

No es de compañía	Instalaciones no propiedad de compañía: Ejecución, documentación y puesta en servicio
	• Proyecto. • Ejecución y verificación por empresa instaladora de AT. • Si instalación con $Un > 30$ kV ▢ Inspección inicial • Certificado final de obra: ◦ Cumplimiento legislación, proyecto, normas de compañía, verificaciones realizadas, declaraciones de conformidad de materiales, empresa instaladora,... • Contrato de mantenimiento • Compañía ha de dar su visto bueno.
	© Lluís Miret Mas

No es de compañía	Instalaciones no propiedad de compañía y cedidas: Ejecución, documentación y puesta en servicio
	• Proyecto. • Ejecución y verificación por empresa instaladora de AT. • Si instalación con $Un > 30$ kV ▢ Inspección inicial • Certificado final de obra: ◦ Cumplimiento legislación, proyecto, normas de compañía, verificaciones realizadas, declaraciones de conformidad de materiales, empresa instaladora,... • Contrato de mantenimiento • Contrato de cesión aceptada. • Compañía ha de dar su visto bueno.
	© Lluís Miret Mas



**ITC-RAT 23
VERIFICACIONES E
INSPECCIONES**



voltimum

© Lluís Miret Mas

**Incluidas también en
verificaciones e inspecciones**



- Instalaciones que se encuentren fuera de servicio sin haber sido desmanteladas
 - Revisar el seccionamiento

voltimum

© Lluís Miret Mas

De compañía	Verificaciones e inspecciones Instalaciones de compañía	
	VERIFICACIONES	• Cuándo se verifica ▫ Previa a la puesta en servicio. ▫ Periódicas cada tres años. ▫ Las verificaciones se podrán sustituir por planes concertados con la Administración pública competente. • Qué se verifica ▫ Se incluye lista de verificaciones mínimas. ▫ La lista de verificaciones posteriores es más breve. • Quién las realiza ▫ El titular de la instalación ▫ Una empresa instaladora a la que se le encargue. • Entidad titular emite Acta de Verificación
INSPECCIONES		La Administración pública competente podrá efectuar inspecciones según establece la legislación sectorial vigente.

Lista de verificación inicial	
• Medidas de las tensiones de paso y contacto, ▫ particularidad posible en las instalaciones de tercera categoría • Verificación de las distancias mínimas de aislamiento en aire ▫ siempre que no se hayan realizado previamente ensayos. • Para instalaciones de tensión igual o superior a 220 kV, verificación del estado del aislamiento y en particular de la rigidez dieléctrica de los aislantes líquidos. • Verificación visual y ensayos funcionales del equipo eléctrico y de partes de la instalación. • Pruebas funcionales de los relés de protección y de los enclavamientos montados en obra. • Comprobación de que existen el esquema unifilar de la instalación y los manuales con instrucciones de operación y mantenimiento de los equipos y materiales.	
	© Lluís Miret Mas

Lista de verificaciones posteriores

- Instalaciones de tensión nominal mayor o igual de 220 kV: verificación del estado del aislamiento y en particular de la rigidez dieléctrica de los aislantes líquidos.
- Instalaciones de puesta a tierra. Esta revisión consistirá en una inspección visual y en la medida de la resistencia de puesta a tierra, no requiriéndose la medida de la tensión de paso y contacto, salvo en aquellos casos en los que hayan variado las condiciones del proyecto original

voltimum

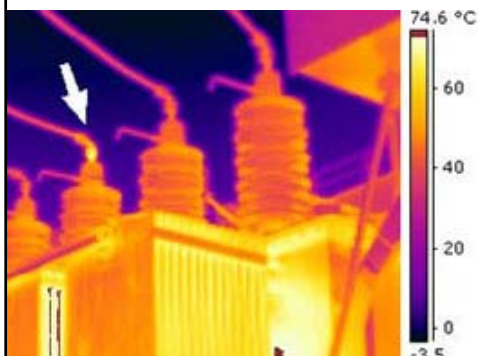
© Lluís Miret Mas

Verificaciones e inspecciones Instalaciones que NO son de compañía

- Cuándo
 - Verificación previa a la puesta en servicio y/o previa a la cesión a compañía
 - Inspecciones periódicas cada 3 años
 - Si $U_n > 30$ kV, también inspección inicial
- Quién
 - Verificación previa a la puesta en servicio
 - Empresa instaladora.
 - Inspecciones:
 - Organismos de control (y/o Administración Pública)
 - La empresa instaladora asistirá en la realización de las pruebas y ensayos necesarios, pero no realizará las inspecciones.
- Qué
 - Ídem verificaciones instalaciones de compañía.
 - Si procede, especificaciones particulares de la entidad de transporte o distribución.

No es de
compañía

Inspecciones y verificaciones. Anexo: medios técnicos mínimos requeridos



- Lista de medios mínimos
 - Para AT1.
 - Adicional para AT2.
 - Protección individual según normativa vigente.
- Otros medios que puedan necesitarse se podrán subcontratar.