

# Elección de un contactor para aplicaciones no motor

Miguel Cañadas

Responsable de Formación de Control Industrial de Schneider Electric. (División Telemecanique)

SON MUCHAS Y VARIADAS LAS APLICACIONES QUE REQUIEREN CONTACTORES. LA ELECCIÓN DEL CONTACTOR CON EL CALIBRE MÁS APROPIADO DEPENDE DIRECTAMENTE DE LAS CARACTERÍSTICAS DE CADA APLICACIÓN.

LOS FABRICANTES INCLUYEN EN SUS CATÁLOGOS TABLAS QUE PERMITEN DETERMINAR EL CALIBRE DE LOS CONTACTORES EN FUNCIÓN DEL TIPO GENERAL DE APLICACIÓN (DISTRIBUCIÓN O CONTROL DE MOTORES) Y DE LAS TENSIONES Y CORRIENTES UTILIZADAS. DICHAS TABLAS SE ESTABLECEN PARA:

- CADENCIAS DE FUNCIONAMIENTO  $< A$  30 CICLOS DE MANIOBRAS POR HORA,
- UNA TEMPERATURA AMBIENTE DE 40 °C,
- UNA TENSIÓN  $\leq 440$  V.

EN ESTAS CONDICIONES, UN CONTACTOR PUEDE CONMUTAR UNA CORRIENTE IGUAL A SU PROPIA CORRIENTE ASIGNADA DE EMPLEO SEGUN LAS CATEGORÍAS DE EMPLEO AC-1.

EN LOS DEMÁS CASOS PUEDE SER NECESARIA UNA DESCLASIFICACIÓN, ES DECIR, UTILIZAR UN CONTACTOR DE CALIBRE SUPERIOR QUE SE DETERMINA CONSULTANDO LAS TABLAS O CURVAS CORRESPONDIENTES.

## CRITERIOS DE ELECCIÓN DE UN CONTACTOR

Elegir un contactor para una aplicación concreta significa fijar la capacidad de un aparato para establecer, soportar e interrumpir la corriente en el receptor que se desea controlar, en unas condiciones de utilización establecidas, sin recalentamientos ni desgaste excesivo de los contactos.

Para elegir correctamente el contactor hay que tener en cuenta:

- el tipo y las características del circuito o del receptor que se desea controlar: intensidad y tipo de corriente, tensión, regímenes transitorios en la puesta bajo tensión, etc.,
- las condiciones de explotación: ciclos de maniobras/hora, factor de marcha, corte en vacío o en carga, categoría de empleo, tipo de coordinación, durabilidad eléctrica deseada, etc.,
- las condiciones del entorno: temperatura ambiente, altitud cuando sea necesario, etc.

La importancia de cada uno de estos criterios es distinta en cada aplicación. Por ejemplo:

### ► Control de un circuito resistivo

Este tipo de aplicación (por ejemplo resistencias de calentamiento) pertenece a la categoría de empleo AC-1, con un número de ciclos de maniobras reducido. El calentamiento del contactor depende principalmente de la corriente nominal del receptor y del tiempo de paso de esta corriente.

### ► Control de receptores con un pico de corriente transitorio elevado en la puesta bajo tensión

Este es el caso de, por ejemplo, los primarios de un transformador o de las baterías de condensadores. La corriente de cresta en la puesta bajo tensión de estos aparatos puede llegar a ser más de diez veces superior a la corriente nominal. El poder de cierre asignado del contactor debe ser lo bastante alto como para que la fuerza de repulsión de la corriente transitoria no provoque la apertura no controlada ni la soldadura e los contactos. Este es pues el criterio básico para la elección de un contactor en este tipo de aplicación.

Los fabricantes elaboran las tablas de elección teniendo en

cuenta todos estos criterios, lo que permite elegir cómodamente el contactor más apropiado para cada aplicación.

## EJEMPLOS DE ELECCION EN FUNCION DE LAS APLICACIONES

En los siguientes ejemplos los contactores se han elegido utilizando las tablas de elección que figuran en nuestro catálogo general de producto. Para cada tipo de aplicación, dichas tablas se han elaborado teniendo en cuenta las condiciones de explotación y entorno más habituales.

Permiten elegir el contactor más apropiado rápidamente y sin necesidad de cálculos.

Los contactores también se pueden elegir según la durabilidad eléctrica deseada. En tal caso, se recomienda consultar las curvas que indican el calibre del contactor que se debe utilizar en función de la corriente cortada, y que figuran igualmente en el catálogo de producto. Dichas curvas se han utilizado en los ejemplos de elección para control de motores.

El entorno de los contactores en cada aplicación es el mismo: montaje en cofre y temperatura ambiente exterior  $\leq 40^\circ\text{C}$ , es de-

cir, unos  $55^\circ\text{C}$  en el entorno del aparato dentro del cofre.

De este modo se aprecia mejor la diferencia del calibre elegido para cada una de las aplicaciones.

La potencia de los receptores es de 22 kW en 400 V/50 Hz (230 V para las lámparas).

## ELECCIÓN DE UN CONTACTOR PARA UN CIRCUITO DE DISTRIBUCIÓN

Un circuito de distribución alimenta uno o varios cuadros de distribución o circuitos terminales, como motores, sistemas de calefacción, de alumbrado, etc.

En un circuito de distribución, el contactor se puede utilizar de dos formas distintas:

### como contactor de línea

El contactor, que suele ser de gran calibre, debe asociarse con dispositivos de protección contra los cortocircuitos y las sobrecargas de las líneas de distribución.

El servicio tiene una duración prolongada y un número de ciclos de maniobras reducido. En la mayoría de los casos, el cierre se realiza en vacío y la apertura en carga normal. El poder de corte del conjunto debe ser elevado y el contactor debe estar coordinado con los demás dispositivos de protección para evitar cualquier accidente.

### como contactor de acoplamiento

En este caso, el contactor situado corriente abajo del dispositivo general de corte se utiliza para alimentar varios dispositivos locales.

Como en el caso anterior, el servicio tiene una duración prolongada y un número de ciclos de maniobras reducido.

El cierre y la apertura suelen producirse cuando no hay corriente.

Por lo tanto, el  $\cos \varphi$  no es relevante y sólo se tiene en cuenta la corriente térmica.

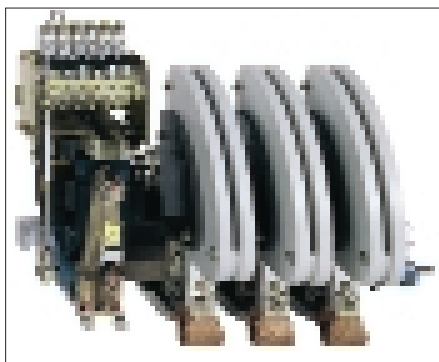
Para determinar el calibre del contactor basta con consultar la tabla de elección teniendo en cuenta:

- la corriente térmica máxima admisible en categoría AC-1,
- la temperatura ambiente: si supera los  $40^\circ\text{C}$  puede ser necesario un contactor de mayor calibre,
- la sección de los cables de conexión, que debe ser igual o menor a la indicada.

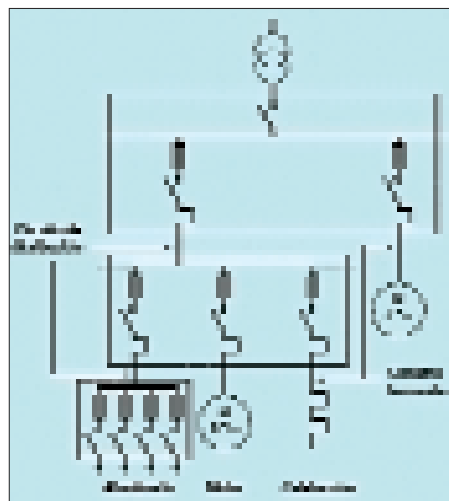
## ELECCIÓN DE UN CONTACTOR PARA UN CIRCUITO DE ALUMBRADO

Los circuitos de alumbrado se calculan para un número determinado de puntos luminosos con potencias bien definidas.

Durante la explotación pueden cambiar el número y la potencia de los puntos luminosos, pero nunca sobrepasan la potencia



Contactor Tesys modelo b.



máxima prevista en un principio. En estas condiciones no hay riesgo de que se produzcan sobretensiones de sobrecarga, y basta con proteger el circuito contra los cortocircuitos utilizando, por ejemplo, fusibles de distribución de clase Gg.

La elección de los contactores depende tanto del factor de potencia y de la corriente absorbida en servicio normal como de la corriente transitoria en la puesta bajo tensión de ciertas lámparas.

### Lámparas de filamento

Esta aplicación requiere pocos ciclos de maniobras. Como el  $\cos \varphi$  se aproxima a 1, sólo hay que tener en cuenta la corriente térmica.

En la puesta bajo tensión (cuando los filamentos están fríos y, por tanto, son poco resistentes) se produce un pico de corriente que puede variar entre 15 y 20  $I_n$ , en función de la distribución de las lámparas en la línea. Es necesario elegir un contactor capaz de establecer esta corriente de pico.

Si el circuito es monofásico, se puede instalar un contactor tetrapolar con los polos montados en paralelo de dos en dos. En tal caso, la corriente no se reparte por igual en cada polo, por lo que conviene aplicar al valor de

la corriente térmica convencional del contactor un coeficiente de 1,6 en lugar de 2.

#### ► Ejemplo

$U = 400$  V trifásica

Distribución uniforme de las lámparas entre las fases y el neutro, es decir, en 230 V

Potencia total lámparas = 22 kW

$I_p = 18 I_n$

Las lámparas están conectadas entre las fases y el neutro, por lo que la corriente de línea es de:

$$I = \frac{P}{3 U} = \frac{22.000}{3 \times 230} \approx 32 \text{ A}$$

La corriente de pico llega a  $32 \times 18 \approx 576$  A.

En tal caso, se puede utilizar un contactor válido, por ejemplo, para 32 A en categoría AC-1, aunque no hay que olvidar el poder asignado de corte: con un valor de cresta de 576 A y un poder de cierre con un valor eficaz, será necesario elegir un contactor con un poder de cierre de  $576/\sqrt{2} \approx 408$  A.

Se puede utilizar un contactor LC1 D25 de 40 A en AC-1 para una temperatura ambiente de 40 °C (32 A en AC-1 para 55 °C) y un poder asignado de corte de 450 A.

### Tubos fluorescentes

Funcionan con un balastro que absorbe una potencia adicional de aproximadamente 10 W. El factor de potencia se aproxima a 0,4 sin compensación y equivale a 0,9 con compensación. Como el condensador de compensación suele ser reducido ( $< 10 \mu\text{F}$ ), no se tiene en cuenta para determinar el contactor.

Para elegir el contactor de control es necesario calcular la corriente  $I_B$  que absorben las lámparas (conjuntos de tubo + balastro según:

– el catálogo del fabricante de las lámparas,

– o la relación  $I_B = n(P + p)/U \cos \varphi$

donde:

$n$  = número de lámparas

$P$  = potencia de cada lámpara

$p$  = potencia del balastro, es decir 10 W para  $P = 20$  a 65 W

$\cos \varphi = 0,4$  sin compensación o 0,9 con compensación

El contactor se elige para que:

$$I_{AC-1} \text{ a } 55^\circ\text{C} \geq I_B/0,8$$

#### ► Ejemplo

$U = 440$  V trifásico

Tubos fluorescentes compensados, conectados entre fase y neutro, con una potencia unitaria de 65 W y de aproximadamente 22 kW en total

Potencia por fase:  $22/3 = 7,3$  kW

Número de lámparas por fase:  $7.300/65 = 112$

Corriente total absorbida:

$$I_B = \frac{n(P + p)}{U \cos \varphi} = \frac{112(65 + 10)}{230 \times 0,9} \approx 41 \text{ A}$$

Elegiremos un contactor con una corriente de empleo asignada igual o superior a  $41/0,8 = 51$  A en AC-1 y a 55 °C, es decir, un contactor LC1 D40.

### Lámparas de descarga

Funcionan con un balastro, un cebador y un condensador de compensación. Aunque el valor del condensador no suele rebasar  $120 \mu\text{F}$ , hay que tenerlo en cuenta para determinar el contactor.



Contacto Tesys modelo f.

Para elegir el contactor hay que calcular la corriente  $I_B$  absorbida por las lámparas (conjuntos lámpara + balastro compensado) según:

- el catálogo del fabricante de las lámparas,
- o la relación  $I_B = n(P + p)/U \cos \varphi$

donde:  
 $n$  = número de lámparas  
 $P$  = potencia de cada lámpara  
 $p$  = potencia del balastro =  $0.03P$   
 $\cos \varphi = 0,9$

El contactor se elige para que:  
 $IAC-1 \text{ a } 55^\circ\text{C} \geq I_B/0,6$

Es necesario ratificar la elección comprobando que el valor del condensador de compensación es compatible con el contactor. Por ejemplo, la Tabla 1, donde figuran las capacidades máximas que admiten los contactores de nuestro catálogo.

## ► Ejemplo

$U = 400 \text{ V}$  trifásica  
 Lámparas de descarga conectadas entre fase y neutro, con una potencia unitaria de  $1 \text{ kW}$  y de aproximadamente  $21 \text{ kW}$  en total  
 Condensador de compensación =  $100 \mu\text{F}$

Potencia por fase:  $21/3 = 7 \text{ kW}$   
 Número de lámparas por fase:  $7/1 = 7$

Corriente absorbida por fase:

$$I_B = \frac{n(P + 0,03p)}{U \cos \varphi} = \frac{7(1.000 + 30)}{230 \times 0,9} \approx 35\text{A}$$

Elegiremos un contactor con una corriente de empleo asignada igual o superior a  $35/0,6 = 58 \text{ A}$  en AC-1 a  $55^\circ\text{C}$ , es decir un contactor LC1 D50. Este contactor admite una compensación de  $120 \mu\text{F}$  por cada lámpara.

## ELECCIÓN DE UN CONTACTOR PARA UN CIRCUITO DE CALEFACCIÓN

Un circuito de calefacción es un circuito terminal que alimenta uno o más elementos de calefacción resistentes controlados con un contactor.

La variación de la resistencia entre los estados frío y caliente origina un pico de corriente que nunca sobrepasa 2 o 3  $I_n$  en la puesta bajo tensión.

Normalmente, en este circuito no se producen sobreintensidades de corriente, por lo que basta con protegerlo contra los cor-

tocircuitos utilizando, por ejemplo, cortacircuitos fusibles de clase Gg.

Esta aplicación pertenece a la categoría de empleo AC-1: control de hornos, regulación, calefacción industrial, secado, calefacción doméstica, piscinas, cubetas, etc. Requiere pocos ciclos de maniobras.

Como el  $\cos \varphi$  se aproxima a 1, sólo hay que tener en cuenta la corriente térmica convencional.

Como en el caso anterior, si el circuito es monofásico se puede utilizar un contactor tetrapolar con los polos conectados en paralelo de dos en dos.

## ► Ejemplo

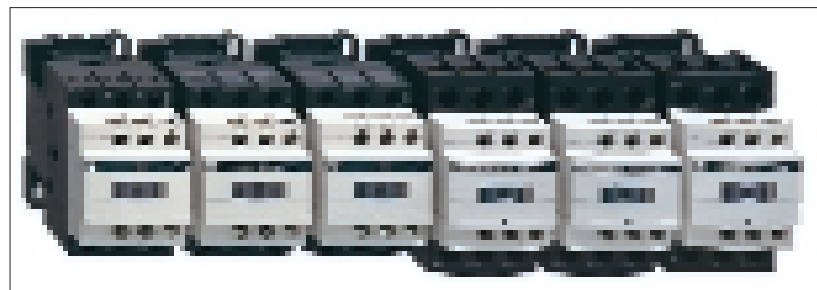
$U = 400 \text{ V}$  trifásico  
 $P = 22 \text{ kW}$   
 La corriente absorbida por las resistencias es de:

$$I_B = \frac{P}{U \sqrt{3}} = \frac{22.000}{400 \times 1,732} \approx 32\text{A}$$

Elegiremos un contactor con una corriente térmica convencional de este valor como mínimo en categoría AC-1 a  $55^\circ\text{C}$ , es decir, un contactor LC1 D25.

Si, por ejemplo, la alimentación fuera monofásica y la corriente térmica idéntica, podríamos utilizar un contactor tetrapolar conectando los polos en paralelo de dos en dos.

En tal caso, habría que tener en cuenta una corriente de  $32/1,6 = 20 \text{ A}$ , lo que permitiría utilizar en la misma categoría AC-1 un contactor LC1 D12, es decir, un contactor de calibre inferior.



Contactor Tesys modelo d.

TABLA 1						
tamaño del contactor	D09/D12	D18	D25	D32	D40/D50	D65/D80/D95
condensador mF	18	25	60	96	60	240

## ELECCIÓN DE UN CONTACTOR PARA UN PRIMARIO DE TRANSFORMADOR

Independientemente de la carga conectada en el secundario, el pico de corriente magnetizante (valor de cresta) que se produce cuando se pone bajo tensión el primario de un transformador puede llegar a ser, durante la primera mitad de onda, de 25 a 30 veces el valor de la corriente nominal. Es pues necesario tenerla en cuenta para establecer el calibre de los fusibles de protección y del contactor.

### ► Ejemplo

$U = 400 \text{ V}$  trifásico

Potencia del transformador = 22 kVA

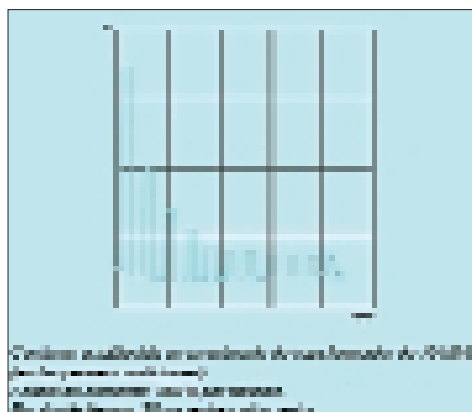
Corriente nominal absorbida por el primario del transformador:

$$I = \frac{S}{U \sqrt{3}} = \frac{22.000}{400 \times 1,732} \approx 32 \text{ A}$$

Valor de la corriente de cresta de la primera mitad de onda:

$$I_{\text{pico}} = 32 \times 30 = 960 \text{ A.}$$

La corriente obtenida al multiplicar el poder asignado de cierre del contactor por  $\sqrt{2}$  debe ser igual o superior a este valor. Por lo tanto, se necesita un contactor con un poder asignado de cierre  $\geq 960/\sqrt{2} = 679 \text{ A}$ , es decir, un contactor LC1 D40 con un poder de cierre de 800 A.



## ELECCIÓN DE UN CONTACTOR PARA ACOPLAMIENTO DE CONDENSADORES

El acoplamiento de los condensadores utilizados para elevar el factor de potencia de una instalación presenta las siguientes particularidades:

– en la puesta bajo tensión los condensadores se encuentran completamente descargados, por lo que el único límite del pico de corriente, que corresponde a la corriente de cortocircuito, es la impedancia de la línea y/o del transformador. Este pico de corriente, muy breve pero muy intenso, es aún mayor cuando los condensadores ya están acoplados a causa de la descarga parcial de estos últimos.

Esto sucede, en concreto, cuando el factor de potencia se regula en cascada de forma automática, especialmente para el último contactor. Cuando existe el riesgo de que el pico de corriente perturbe la línea de alimentación o sobrepase el valor de la corriente de cresta que tolera el contactor, es necesario limitarla introduciendo en el circuito inductancias (algunas espiras de cable de sección apropiada) o resistencias que después del pico se dejan fuera de servicio,

– en régimen permanente, además de la corriente nominal absorbida por la batería, las corrientes armónicas circulan dentro del circuito. Como el efecto de estas corrientes es esencialmente térmico, es necesario tenerlas en cuenta para elegir el calibre del contactor,

– para favorecer la descarga de los condensadores al desconectarlos y evitar oposiciones de fase durante las operaciones posteriores, en el momento en que se abre el contactor de línea se insertan automáticamente unas resistencias en las bornas de la batería que, además, garantizan la seguridad del personal, por lo que es necesario comprobar el circuito periódicamente.

### ► Ejemplo

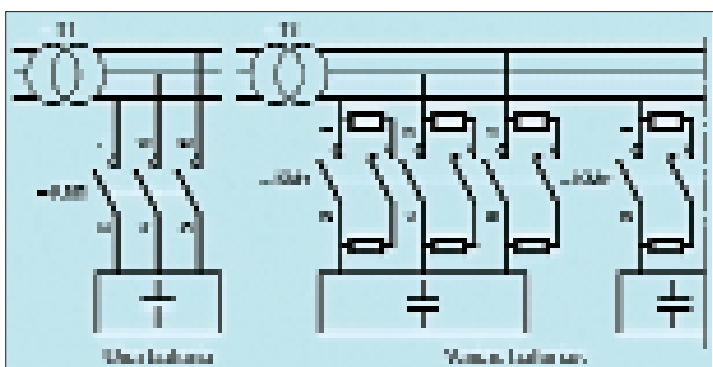
$U = 400 \text{ V}$  trifásico

1 escalón de compensación de 22 kVar

$$I = \frac{Q}{U \sqrt{3}} = \frac{22.000}{400 \times 1,732} \approx 32 \text{ A}$$

Las normas sobre condensadores recomiendan utilizar un contactor con una corriente térmica en AC-1 igual a 1,43 veces la corriente de empleo.

Utilizar un contactor con una corriente de empleo  $\geq 32 \times 1,43 = 46 \text{ A}$  en categoría de empleo AC-1 a 55 °C, es decir, un LC1 D40.



Acoplamiento de condensadores.