

# EL CONTACTOR ELECTROMAGNÉTICO

<b>COMPONENTES ESTRUCTURALES .....</b>	<b>2</b>
EL ELECTROIMÁN.....	2
EL CIRCUITO MAGNÉTICO .....	4
LA BOBINA .....	4
ECUACIONES FUNDAMENTALES.....	5
Comportamiento de los electroimanes en AC.....	5
Corriente transitoria de conexión .....	6
Comportamiento de los electroimanes en DC.....	7
LOS CONTACTOS.....	8
Contactos principales .....	9
Contactos auxiliares .....	10
EXTINCIÓN DEL ARCO ELÉCTRICO.....	10
Procedimientos para la extinción del arco .....	11
<b>SELECCIÓN DE UN CONTACTOR.....</b>	<b>12</b>
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE UN CONTACTOR.....	13
Tipo de contactor.....	13
Valores nominales.....	13
Circuito de control y contactos auxiliares.....	14
CATEGORÍAS DE UTILIZACIÓN O EMPLEO .....	14
Categorías para contactores de corriente alterna.....	14
Categorías para contactores de corriente continua.....	16
Categorías de utilización especiales.....	17
Categorías de utilización para contactos auxiliares .....	17
DURABILIDAD ELÉCTRICA Y MECÁNICA .....	18
Ejemplos.....	19
CONTACTORES PARA CONEXIÓN DE CAPACITORES .....	20
Contactores especiales para condensadores .....	21
EJEMPLO DE DATOS TÉCNICOS DE CATÁLOGO .....	22

# **EL CONTACTOR ELECTROMAGNÉTICO**

Es un aparato de maniobra, clasificado como interruptor, cuyo accionamiento se debe a la fuerza de atracción de un electroimán. Es utilizado en múltiples aplicaciones en las variantes de pequeña, mediana y gran potencia. La sencillez de construcción, unida a su robustez, su reducido volumen y el mantenimiento prácticamente nulo, lo hacen insustituible.

Se podría decir que el contactor electromagnético es el dispositivo de maniobra más utilizado dentro de un sistema de control eléctrico industrial, ya que constituye el elemento de potencia a través del cual se realiza, de manera automática o no automática, la conexión, desconexión o cambio del circuito interpuesto entre la fuente de alimentación y la carga.

Sus principales aplicaciones están en el arranque y control de motores eléctricos, la energización de cargas resistivas, banco de capacitores, sistemas de iluminación, entre otras.

## **COMPONENTES ESTRUCTURALES**

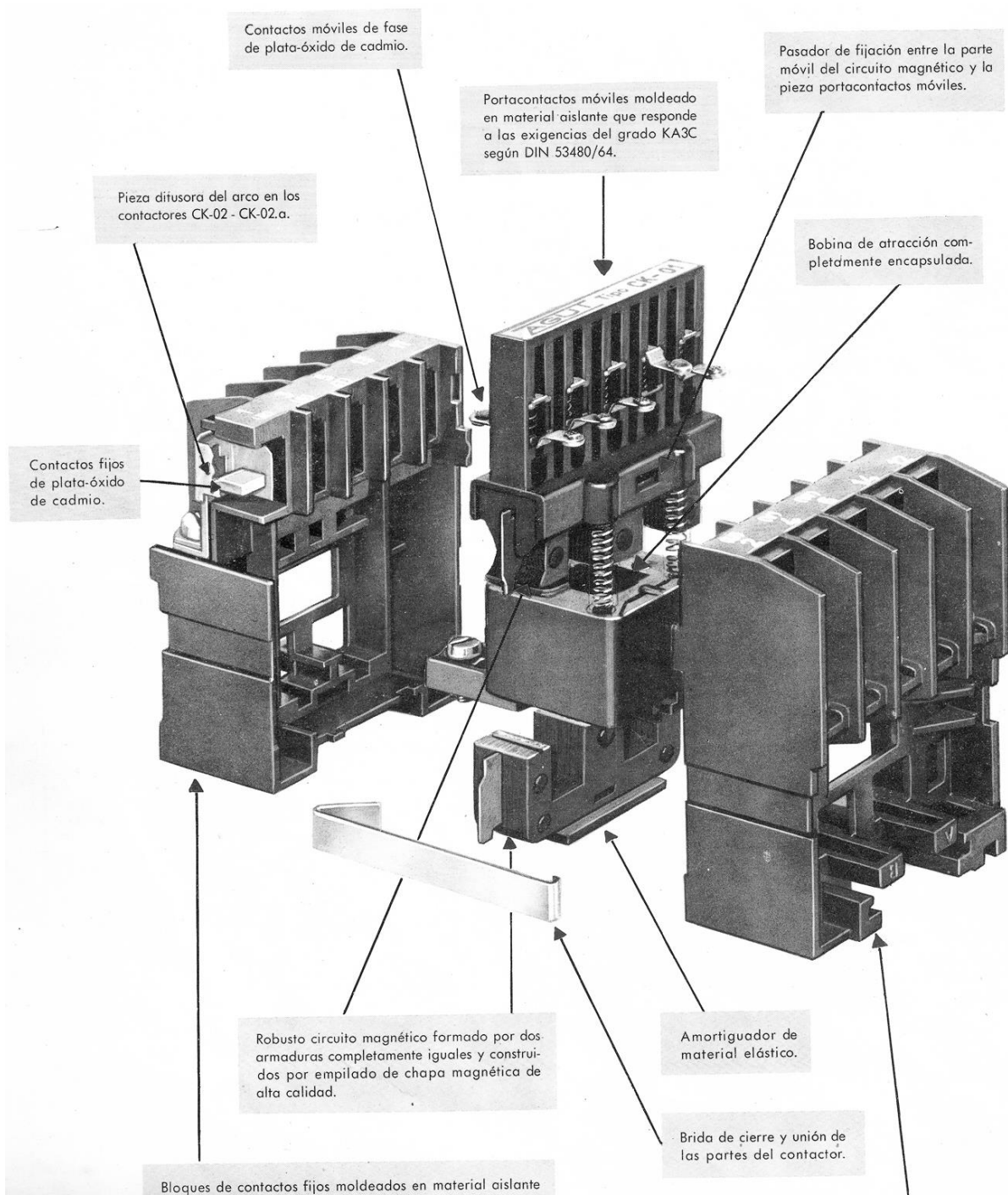
En un contactor electromagnético se distinguen los siguientes elementos estructurales:

- El electroimán
- Los contactos
- La cámara de extinción del arco eléctrico.
- Elementos mecánicos

### ***EL ELECTROIMÁN***

El electroimán es el elemento motor del contactor. Está compuesto por una serie de elementos cuya finalidad es transformar la energía eléctrica en una fuerza de atracción electromagnética, que es precisamente la que produce el cierre del contactor.

Sus elementos más importantes son el circuito magnético y la bobina. Su estructura magnética se presenta bajo distintas formas en función del tipo de contactor e incluso del tipo de corriente de alimentación, alterna o continua.



**Fig. 1 Estructura de un contactor electromagnético**

## ***EL CIRCUITO MAGNÉTICO***

El circuito magnético está constituido por un núcleo (fijo), una armadura (móvil) y la espira de sombra, esta última requerida para electroimanes alimentados con corriente alterna.

El circuito magnético incluye un pequeño entrehierro en posición "cerrado", para evitar que cualquier flujo remanente mantenga atraída la armadura móvil.

El núcleo está fabricado con láminas de acero al silicio unidas firmemente a fin de disminuir las pérdidas de energía motivadas por la circulación de corrientes parásitas. Su función es alojar la bobina y concentrar el flujo magnético creado por ésta y atraer a la armadura.

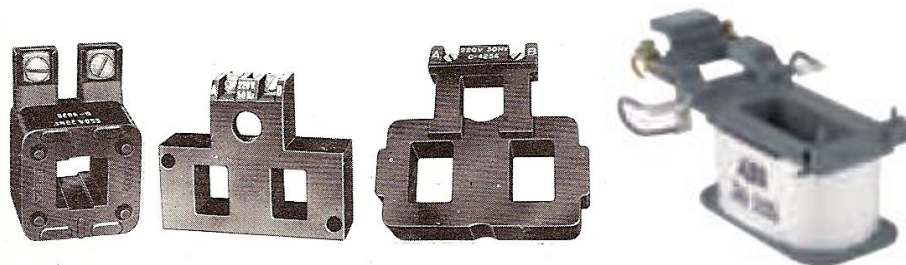
La armadura o "martillo" es el elemento móvil del electroimán, su fabricación es muy similar a la del núcleo, pero a diferencia de éste, no posee espiras de sombra. Su función principal es cerrar el circuito magnético y arrastrar consigo a los contactos móviles.

## ***LA BOBINA***

La fuerza de atracción del electroimán es función del flujo magnético que lo atraviesa. Para originar este flujo se dispone de una bobina de excitación que se aloja en una de las columnas del núcleo del electroimán. Las bobinas pueden ser encapsuladas o devanadas sobre un carrete de resina aislante.

Generalmente se utiliza hilo de cobre esmaltado de sección circular para la construcción de bobinas, y los procedimientos para su confección son técnicas muy conocidas.

En un lugar visible de la bobina, viene indicada sus características: Voltaje y clase de corriente, y la frecuencia en caso de corriente alterna.



**Fig. 2 Diversas formas de bobinas de contactores**

## **ECUACIONES FUNDAMENTALES**

La operación del contactor ocurre cuando por la bobina pasa una corriente  $i_1$ , la cual produce un flujo magnético  $\Phi_1$  que atrae la pieza móvil. En estas condiciones se cumple que:

$$\Phi_1 = (N_1 \cdot i_1) / R \quad (1)$$

$$R = R_g + R_{fe} \quad (2)$$

Cuando el contactor está abierto la reluctancia del entrehierro  $R_g$  es muy superior a la reluctancia del hierro  $R_{fe}$ , por lo que esta última se la puede omitir. De esta forma:

$$R = R_g = \frac{x}{\mu_0 \cdot S} \quad (3)$$

Por las leyes de campos magnéticos, la fuerza electromagnética de atracción ( $F_1$ ) debida al flujo  $\Phi_1$  es:

$$F_1 = \frac{\mu_0 \cdot S \cdot N_1^2 \cdot i_1^2}{2x^2} \quad (4)$$

Donde:

- R: Reluctancia equivalente del circuito magnético
- $R_g$ : Reluctancia equivalente del entrehierro
- $R_{fe}$ : Reluctancia equivalente de hierro
- X: Longitud del entrehierro equivalente
- S: Sección del núcleo
- $\mu_0$ : Permiabilidad del aire
- $N_1$ : Número de espiras de la bobina

## **Comportamiento de los electroimanes en AC**

Cuando la bobina del electroimán se alimenta con corriente alterna, la corriente magnetizante y el flujo pasan por cero dos veces por segundo en cada período y la armadura tiende a abrirse momentáneamente, por efecto de los muelles antagonistas, en cada inversión del flujo.

Si la  $i_1$  es alterna y de forma sinusoidal se tiene:

$$\begin{aligned} i_1 &= i_1 \max. \sin \omega t \\ \Phi_1 &= \Phi_1 \max. \sin \omega t \\ F_1 &= k_2 \cdot (i_1 \max. \sin \omega t)^2 \\ F_1 &= k_2 \cdot (i_1 \max.)^2 \cdot \frac{1}{2} (1 - \cos 2\omega t) \end{aligned}$$

Lo que demuestra que la fuerza de atracción no se mantiene constante, produciéndose un efecto de vibración de doble frecuencia.

La tendencia a abrir en cada inversión de flujo, se vence montando una espira cerrada, de cobre o latón, en cada una de las ranuras de las superficies del núcleo. Dicha espira recibe el nombre de "espira de sombra".

La resistencia y la reactancia de esta espira están en proporción tal, que la corriente inducida en ella, produzca un flujo auxiliar que esté desfasado con respecto al flujo principal (al producido por la bobina del contactor), en aproximadamente  $90^\circ$  eléctricos; y que sea capaz por sí sola de mantener retenida la armadura móvil.

Por el principio de inducción electromagnética, en esta espira de sombra se inducirá una corriente  $i_2$ , que producirá una fuerza  $F_2$ ; así:

$$i_2 = i_2 \max. \cos \omega t$$

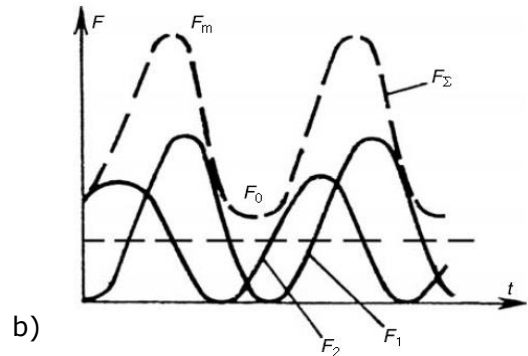
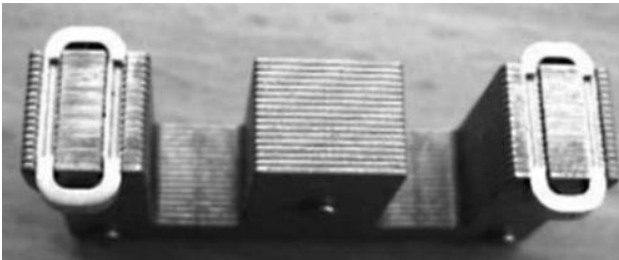
$$\Phi_2 = \Phi_2 \max. \cos \omega t$$

$$F_2 = k_2 \cdot (i_2 \max. \cos \omega t)^2$$

La fuerza electromagnética total resultante es entonces:

$$F_\Sigma = F_1 + F_2$$

a)



**Fig. 3 a) Ubicación de la espira de sombra, b) Fuerza magnética resultante  $F_\Sigma$  al agregar la espira de sombra.**

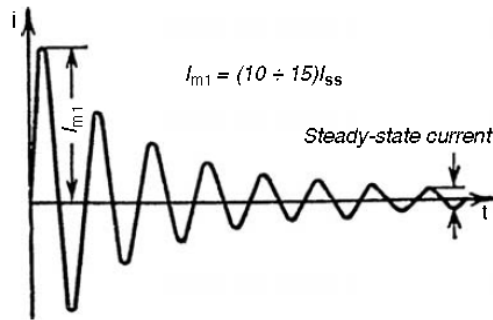
### Corriente transitoria de conexión

Cuando el electroimán está en posición de reposo y es energizado, las líneas de fuerza del campo magnético se cierran a través del entrehierro y la reluctancia total del circuito magnético es muy elevada y, consecuentemente, la inductancia de la bobina es pequeña dando lugar a una corriente transitoria de conexión muy elevada, cuya duración está en función del tiempo de cierre del electroimán.

$$i_1 = \frac{v_1}{R_1 + j2\pi f L_1}$$

$$L1 = \frac{N1^2}{R}$$

En posición de trabajo y debido a la disminución del entrehierro, el circuito magnético presenta una reluctancia baja; la impedancia de la bobina es ahora elevada, la cual limita la intensidad de corriente a un valor muy inferior que la corriente de cierre (de 10 a 15 veces menos). Esta corriente es, por supuesto, suficiente para mantener el circuito magnético cerrado.



**Fig. 4 Transitorio de corriente conexión en electroimanes de c.a.**

### Comportamiento de los electroimanes en DC

Cuando el electroimán es alimentado con corriente continua ( $i1 = Idc$ ), la fuerza de atracción  $F1$  se mantiene constante, con lo que se logra un cierre perfecto del contactor y libre de oscilaciones; en este caso:

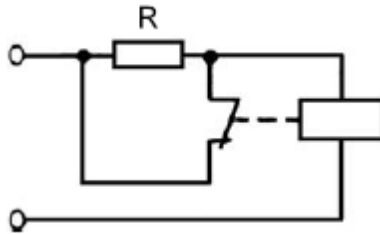
$$F1 = \frac{\mu_0 \cdot S \cdot N1^2 \cdot i1^2}{2x^2} = k2 \cdot Idc^2$$

Es decir, la magnitud de la fuerza depende del cuadrado de la corriente  $Idc$  y de la longitud del entrehierro  $x$ .

Por otro lado, al energizar el electroimán, es la resistencia de la bobina la que determina la intensidad necesaria para el cierre del contactor, así:

$$Idc = Vdc/R1$$

Cuando el electroimán está cerrado, la resistencia de la bobina es la misma, la intensidad es igual a la de cierre, no obstante, una intensidad de corriente muy inferior bastaría para mantener el circuito en posición de cierre. En este caso y a fin de disminuir el consumo de la bobina, se hace necesario introducir una resistencia externa, en serie con la bobina, una vez que el contactor está cerrado. Esto se logra poniendo en paralelo con la resistencia externa, un contacto normalmente cerrado del propio contactor, que pone automáticamente en servicio a dicha resistencia al momento que opera el contactor.



**Fig. 5 Resistencia externa para limitar el consumo en electroimanes de c.c.**

A pesar de que en corriente continua no hace falta tener núcleos laminados ni espira de sombra, lo cual es imprescindible en electroimanes alimentados por corriente alterna, en la actualidad la mayoría de fabricantes laminan los núcleos e incluyen espiras de sombra en todos los electroimanes, con el fin de que puedan trabajar en AC o DC indistintamente.

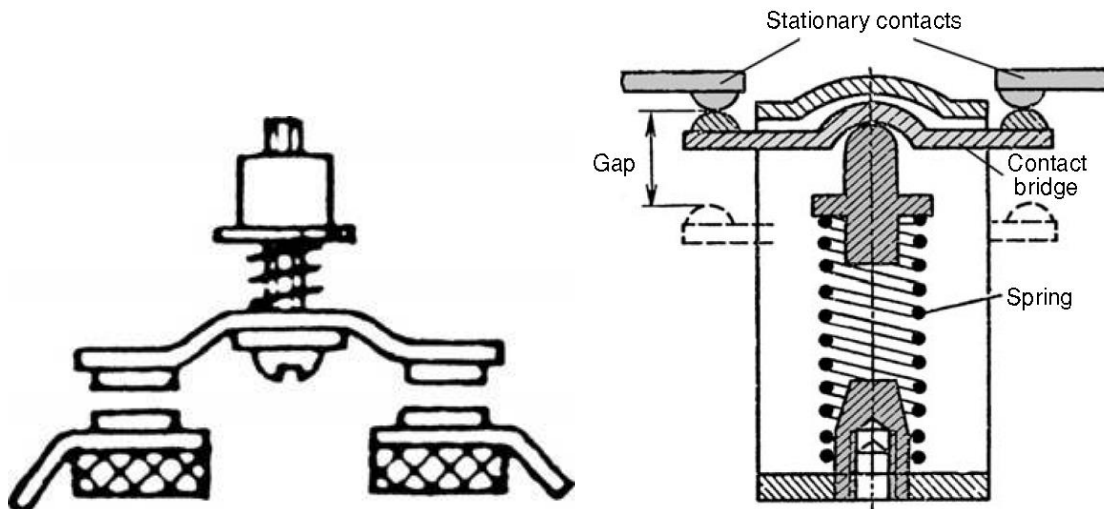
## ***LOS CONTACTOS***

Los contactos son los elementos encargados de asegurar el establecimiento y corte de las corrientes y puede afirmarse que son las piezas sometidas al más duro trabajo en el contactor.

Los problemas que tienen lugar en los contactos eléctricos, considerados tanto el material propiamente dicho, como por la función que desarrollan al cerrar y abrir un circuito eléctrico y la influencia del mismo circuito sobre ellos, son tan complejos que sobre los mismos se han desarrollado numerosos estudios técnicos respecto a su comportamiento y duración. En todo caso, los contactos deben ser construidos con un material que se ajuste en su mayor parte, a las siguientes sollicitaciones electromecánicas:

- Buena conductividad eléctrica;
- Poca tendencia a soldarse;
- Resistencia a la erosión eléctrica producida por el arco; y,
- Poca tendencia a formar óxidos o sulfuros.





**Fig. 6 Forma básica de los contactos de contactores**

La plata es el material más barato utilizado para este propósito. La plata, si bien tiene las ventajas de su buena conductividad eléctrica, baja resistencia de contacto y no se oxida fácilmente, ésta no se utiliza en forma pura debido a que no tiene buena resistencia mecánica al impacto, tiene tendencia a soldarse y está sujeta a la erosión por el arco. La plata pura está restringida al uso de contactos para relés donde las corrientes y formaciones de arco son pequeñas.

Las aleaciones de plata más usadas por sus propiedades alcanzadas son:

- a. PLATA-OXIDO DE CADMIO: Se aumenta la dureza y se reduce la tendencia a soldarse.
- b. PLATA-NIQUEL: Aumenta la dureza mecánica y resistencia a la erosión por arco.

Los contactos móviles del contactor no son rígidamente montados al soporte de la pieza móvil, sino que vienen sujetos por un resorte de amortiguación para contrarrestar el efecto del rebote que sufren los contactos cuando inicialmente se produce el cierre. A su vez, este resorte proporciona la suficiente presión para disminuir la resistencia de contacto.

### **Contactos principales**

Los contactos que actúan directamente sobre la carga que van a controlar se los llama contactos principales o polos; y son estos contactos los que caracterizan a un contactor como bipolar, tripolar, tetrapolar, etc., siendo los contactores tripolares de corriente alterna los más generalizados.

Según la norma IEC, los contactos principales de un contactor se identifican por números de una sola cifra (1-2, 3-4, 5-6, 7-8).

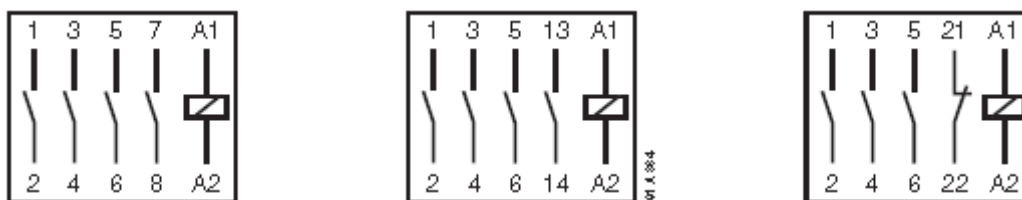
## Contactos auxiliares

Además de los contactos principales, los contactores disponen de otros contactos utilizados para funciones de enclavamiento, interbloqueo, señalización y otra funciones auxiliares en los circuitos de control; a éstos se los llama Contactos Auxiliares del contactor.

Generalmente los contactos auxiliares están concebidos para trabajar con voltajes del mismo nivel que del circuito principal, pero solamente para corrientes comprendidas entre 3 y 10 amperios (normalmente 6 A) y para cargas resistivas y electromagnéticas.

Los contactos auxiliares pueden ser normalmente abiertos (NO) y normalmente cerrados (NC); y la norma IEC establece su identificación por números de dos cifras: La primera cifra identifica el número orden de cada contacto y la segunda cifra el tipo de contacto (3-4, para contactos normalmente abiertos, 1-2 para contactos normalmente cerrados).

En los contactores estándares, los contactos auxiliares normalmente cerrados abren algunos milisegundos antes de que cierren los abiertos; sin embargo, algunos contactores traen contactos traslapados, en los que el contacto abierto cierra antes de que abra el contacto cerrado. Estos contactos "especiales" se identifican con números de doble cifra, pero terminados en 5 - 6 los normalmente cerrados y 7 - 8 los normalmente abiertos.



**Fig. 7 Marcado de bornes de conexión de contactores electromagnéticos**

## ***EXTINCIÓN DEL ARCO ELÉCTRICO***

Toda vez que un contactor o interruptor abra un circuito eléctrico con corriente, se producirá un arco eléctrico entre los contactos que provoca su erosión y la disminución de la vida útil del aparato.

Cuando los contactos abren, la presión entre ellos disminuye, la resistencia transitoria se incrementa y la temperatura en los puntos de contacto sube considerablemente y, si la corriente en el circuito es lo suficientemente grande, los contactos pueden ser calentados hasta el punto de fusión; y cuando eso ocurre, un puente de metal fundido se forma entre ellos. Al continuar la separación de los contactos ese puente se extiende y se rompe

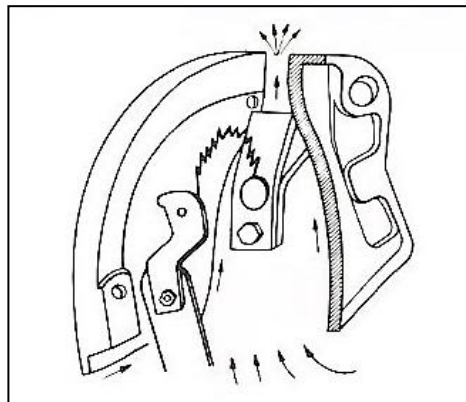
convirtiéndose en un arco de descarga. Dicha descarga se mantendrá hasta que los contactos se separan a una distancia donde el arco ya no es posible.

En la apertura de un contactor el arco debe extinguirse total y rápidamente sin posibilidades de reencendido, a fin de disminuir el período transitorio de apertura. Puede asegurarse que la vida de los contactos depende de la rapidez con la que se apague el arco eléctrico.

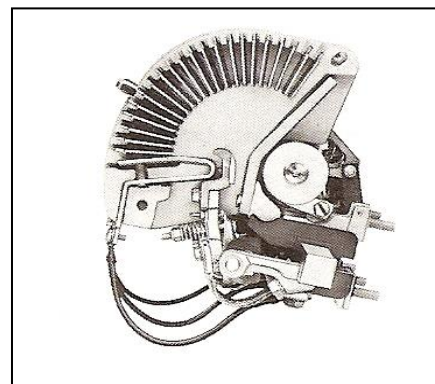
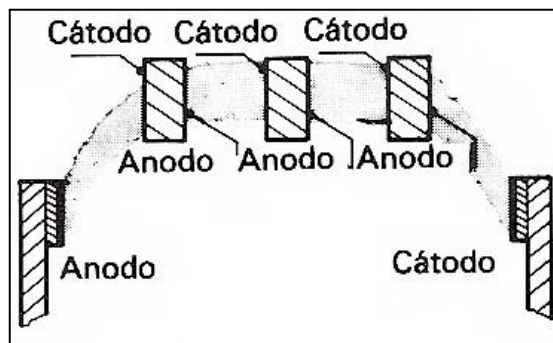
### Procedimientos para la extinción del arco

Los procedimientos empleados para la extinción del arco eléctrico en los contactores y en la mayoría de aparatos de maniobra, son los siguientes:

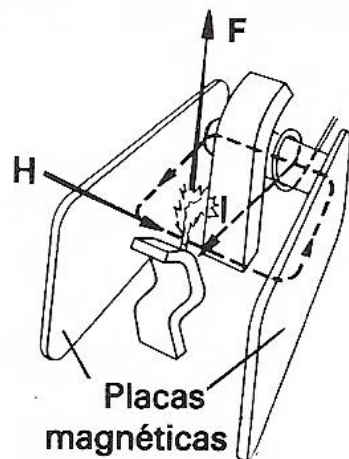
- Expansión del canal de arco por separación de los contactos.
- Auto-ventilación o con aire a presión.
- Subdivisión del arco en pequeñas secciones por medio de placas metálicas.
- Desplazamiento del arco de la zona entre contactos por medio de un campo magnético (soplado magnético).
- Extinción del arco en el vacío.



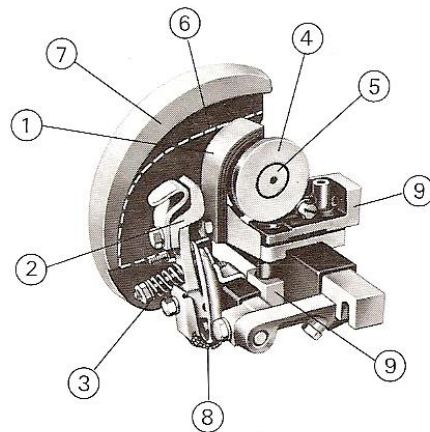
**Fig. 8 Soplo del arco por autoventilación**



**Fig. 9 Método de extinción por subdivisión del arco**



**Fig. 10 Extinción del arco por soplado magnético**



- |    |                                     |
|----|-------------------------------------|
| 1- | Contacto fijo                       |
| 2- | Contacto móvil                      |
| 3- | Resorte de presión de los contactos |
| 4- | Bobina de soplado                   |
| 5- | Núcleo                              |
| 6- | Placa magnética de soplado          |
| 7- | Cámara aislante                     |
| 8- | Trenza de conexión                  |
| 9- | Bornes del polo principal           |



**Fig. 11 Cámara apaga chispas con placas divisoras**

## SELECCIÓN DE UN CONTACTOR

El contactor es el elemento más utilizado en la maniobra de motores y otros aparatos de potencia. El dimensionado del contactor debe corresponder a la potencia del motor o carga a controlar, en unas condiciones de uso establecidas, para una temperatura determinada y con la clase de corriente que pasa por el circuito de potencia y la que se utiliza para la bobina.

Factores a considerar:

- Intensidad de corriente o potencia de la aplicación.
- Tipo de tensión (CA/CC) para la bobina y para la aplicación.
- Tipo de circuito (CA trifásico, CA monofásico, CC)
- Tiempo que permanecen los contactos con paso de corriente.
- Régimen de trabajo (maniobras/hora)
- Condiciones ambientales: altitud, humedad, temperatura
- Tipo de arranque (Directo, estrella-triángulo, etc.)
- Factor de marcha (tiempo cerrado con relación al tiempo de ciclo)
- Estándares o normativa requerida.

## ***CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE UN CONTACTOR***

Según las disposiciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC), las características técnicas de un contactor vienen determinadas en los siguientes términos:

### **Tipo de contactor**

Este punto hace referencia a:

- Número de polos
- Clase de corriente. Si los contactos principales son para circuitos de C.C o C.A.; si se trata de corriente alterna, especificar la frecuencia.
- Medio de interrupción. Si el medio de extinción para el arco eléctrico es en aire, al vacío, etc.
- Método de control. Si el accionamiento del contactor es electromagnético, neumático, etc.

### **Valores nominales**

Según la Norma indicada, los datos de placa de los contactores electromagnéticos traen impresos los siguientes valores nominales para los contactos principales:

- **U<sub>e</sub>**, Voltaje nominal de operación (se refiere al voltaje entre los contactos principales). Para circuitos trifásicos éste viene dado por el voltaje entre fases.
- **I<sub>e</sub>**, Corriente nominal de operación. La mayoría de contactores no traen explícitamente impreso este valor de corriente; pero viene determinado en forma de potencia activa (HP o KW), para un determinado voltaje de operación U<sub>e</sub> y categoría de utilización.
- **I<sub>th</sub>**, Corriente térmica nominal.
- **f**, Frecuencia nominal.
- **U<sub>i</sub>**, Voltaje de aislamiento.

## **Circuito de control y contactos auxiliares**

En este punto se debe especificar:

- **Uc**, Voltaje nominal de la bobina con la respectiva clase de corriente. Si es para C.A., se debe especificar la frecuencia.
- **Contactos auxiliares**, se refiere al número de contactos auxiliares normalmente abiertos, cerrados, traslapados, etc. Generalmente la capacidad de corriente de los contactos auxiliares viene especificada para una determinada categoría de utilización (AC-14, AC-15, DC-13).

**NOTA:** A un contactor puede asignarse un número de combinaciones de voltaje y corrientes nominales (o potencias activas) de operación, para diferentes categorías de utilización.

## ***CATEGORÍAS DE UTILIZACIÓN O EMPLEO***

Las categorías de utilización resumen los principales campos de aplicación de los contactores en corriente alterna y en corriente continua. Definen, en el marco de una utilización normal de los contactores, las condiciones de cierre y corte de la corriente en función de la corriente asignada de empleo  $I_e$  y de la tensión asignada de empleo  $U_e$ ; y que depende de:

- La naturaleza de la carga controlada (resistencias, motores, etc.);
- De las condiciones en las que se efectúan la conexión y desconexión (motor lanzado o calado, inversión de sentido de marcha, etc.).

Los contactores diseñados para aplicaciones internacionales son probados y calificados por el estándar IEC 947-4. El sistema de calificación de IEC se divide en diferentes categorías de utilización, que definen el valor de la corriente que debe cerrar, mantener e interrumpir el contactor. Las categorías de utilización más comúnmente utilizadas para contactores de IEC son las siguientes:

### **Categorías para contactores de corriente alterna**

#### **AC-1**

Esta categoría se aplica a todas las cargas de AC donde el factor de potencia es al menos 0,95. Estas son principalmente cargas no inductivas o ligeramente inductivas. La interrupción es fácil.

## AC-2

Esta categoría se aplica a motores de inducción de rotor devanado. Tanto en la conexión como en la desconexión el contactor experimenta una corriente de aproximadamente 2.5 veces la corriente nominal.

## AC-3

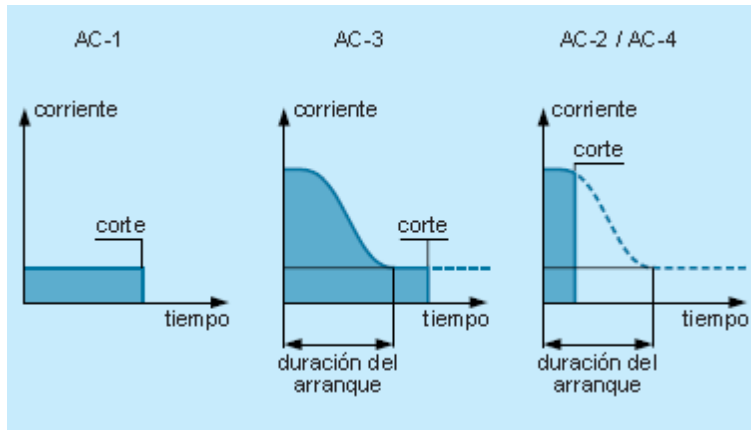
Esta categoría se aplica a motores de inducción jaula de ardilla, donde la desconexión sucede mientras el motor está en plena marcha (a  $I_n$ ). En el cierre, el contactor experimenta una corriente transitoria de 5 a 8 veces la corriente nominal del motor y, en este instante, la tensión en los terminales del contactor es aproximadamente un 20% de la tensión de la línea. La corriente de interrupción es la nominal.

## AC-4

Esta se aplica para el arranque y paro de un motor de inducción jaula de ardilla, paro durante el arranque, marcha a impulsos e inversión por contramarcha. En la conexión, el contactor cierra una corriente de aproximadamente 5 a 8 veces la corriente nominal. En la desconexión, el contactor abre esa misma magnitud de corriente, a una tensión que puede ser igual a la tensión de alimentación. La interrupción es severa.

CATEGORÍA AC	CONEXIÓN				DESCONEXIÓN		
	Ie	I/Ie	U/Ue	Cos $\varphi$	I/Ie	Ur/Ue	Cos $\varphi$
AC-1	Todo valor	1	1	0.95	1	1	0.95
AC-2	Todo valor	2.5	1	0.65	2.5	1	0.65
AC-3	Ie $\leq$ 17	6	1	0.65	1	0.17	0.65
	Ie $>$ 17	6	1	0.35	1	0.17	0.35
AC-4	Ie $\leq$ 17	6	1	0.65	6	1	0.65
	Ie $>$ 17	6	1	0.35	6	1	0.35

**Tabla.1: Régimen de conexión y desconexión - Categorías AC**



**Fig. 12 Categorías de utilización en corriente alterna**

## Categorías para contactores de corriente continua

### DC-1

Esta se aplica a todas las cargas de DC donde la constante de tiempo ( $L/R$ ) es menor o igual a 1 milisegundo. Estas son principalmente cargas no inductivas o ligeramente inductivas.

### DC-2

Esta categoría se aplica para motores DC Shunt, donde la desconexión sucede mientras el motor está en plena marcha (a  $I_n$ ). En la conexión, el contactor cierra una corriente de alrededor de 2,5 veces la corriente nominal del motor. La corriente de interrupción es la nominal.

### DC-3

Esta se aplica para el arranque y paro de motores DC Shunt, pero durante el arranque, marcha a impulsos, inversión por contramarcha y frenado dinámico. La constante de tiempo será menor o igual a 2 milisegundos. En la conexión, el contactor cierra una corriente similar a la de la categoría DC-2. En la desconexión, el contactor abrirá alrededor de 2,5 veces la corriente nominal, a una tensión que puede ser mayor que el voltaje de línea. Esto ocurriría cuando la velocidad del motor es baja, ya que la fuerza contra electro motriz es baja. La interrupción es severa.

### DC-5

Esta se aplica para el arranque y paro de un motor de serie, pero durante el arranque, marcha a impulsos, inversión por contramarcha y frenado dinámico.



La constante de tiempo será inferior o igual a 7,5 milisegundos. En la conexión, el contactor cierra una corriente de alrededor de 2,5 veces la corriente nominal. En la desconexión, el contactor abre esa misma magnitud de corriente, a una tensión que puede ser igual a la tensión de la línea. La interrupción es severa.

<b>CATEGORÍA DC</b>	<b>CONEXIÓN</b>				<b>DESCONEXIÓN</b>		
	<b>I<sub>e</sub></b>	<b>I/I<sub>e</sub></b>	<b>U/U<sub>e</sub></b>	<b>L/R (ms)</b>	<b>I/I<sub>e</sub></b>	<b>U<sub>r</sub>/U<sub>e</sub></b>	<b>L/R (ms)</b>
<b>DC-1</b>	Todo valor	1	1	1	1	1	1
<b>DC-2</b>	Todo valor	2.5	1	2	1	1	2
<b>DC-3</b>	Todo valor	2.5	1	2	2.5	1	2
<b>DC-5</b>	Todo valor	2.5	1	7.5	2.5	1	7.5

**Tabla 2: Régimen de conexión y desconexión - Categorías DC**

### Categorías de utilización especiales

La nueva norma define categorías de empleo adicionales relativas al control de los siguientes cargas mediante contactores (Tabla 3).

<b>Clase de Corriente</b>	<b>Categoría de Utilización</b>	<b>Aplicaciones</b>
<b>AC</b>	AC-5a AC-5b AC-6a AC-6b AC-7a AC-7b AC-8a AC-8b	Conmutación de lámparas de descarga Conmutación de lámparas incandescentes Conmutación de transformadores, soldadoras Conmutación de bancos de capacitores Ligeras cargas inductivas de aparatos domésticos y similares Motores para aplicaciones domésticas Conjunto motor-compresor hermético, reset manual del relé S/C Conjunto motor-compresor hermético, reset automático de S/C
<b>DC</b>	DC 6	Conmutación de lámparas incandescentes

**Tabla 3: Categorías de utilización especiales**

### Categorías de utilización para contactos auxiliares

#### Para Corriente alterna:

**AC-12:** Control de cargas resistivas y estáticas con aislamiento óptico.

**AC-13:** Control de cargas estáticas con aislamiento de transformador.

**AC-14:** Control de cargas electromagnéticas ligeras ( $\leq 72$  VA).

**AC-15:** Control de cargas electromagnéticas (> 72 VA).

**Para Corriente continua:**

**DC-12:** Control de cargas resistivas y estáticas con aislamiento óptico.

**DC-13:** Control de electroimanes de corriente continua.

**DC-14:** Control de electroimanes de corriente continua con resistencia externa.

CATEGORÍA	CONEXIÓN		DESCONEXIÓN	
	I/Ie	U/Ue	I/Ie	Ur/Ue
AC-12	1	1	1	1
AC-13	2	1	1	1
AC-14	6	1	1	1
AC-15	10	1	1	1
DC-12	1	1	1	1
DC-13	1	1	1	1
DC-14	10	1	1	1

**Tabla 4: Régimen de conexión y desconexión**

Ejemplo: Un contacto auxiliar en categoría AC-15, que tiene una corriente nominal de 6 A, 230 V, es capaz de cerrar 60 A y abrir 6 A a 230 V.

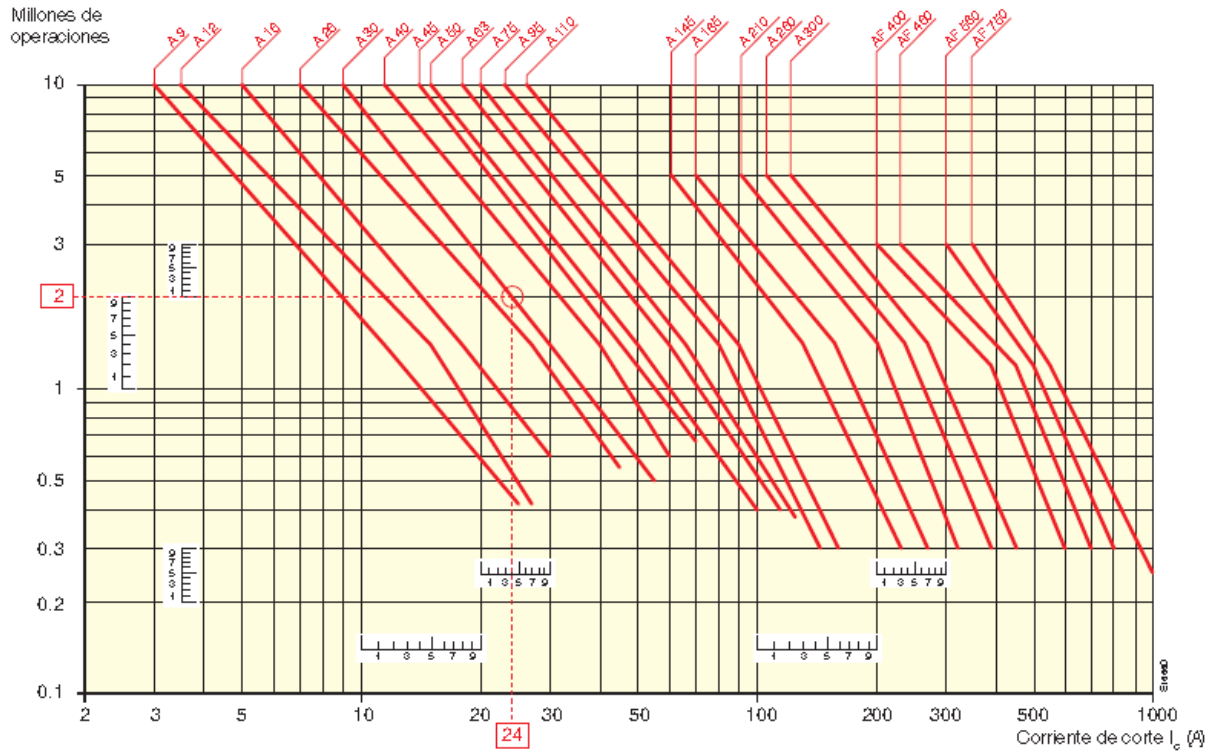
### ***DURABILIDAD ELÉCTRICA Y MECÁNICA***

La durabilidad eléctrica se define como número de operaciones en carga que el contactor puede cumplir. Depende de la categoría de utilización y de la intensidad de corriente de desconexión.

La durabilidad mecánica es el número de operaciones sin corriente que el contactor puede cumplir.

## Ejemplos

Durabilidad eléctrica de un contactor para Categoría de Empleo AC-1.

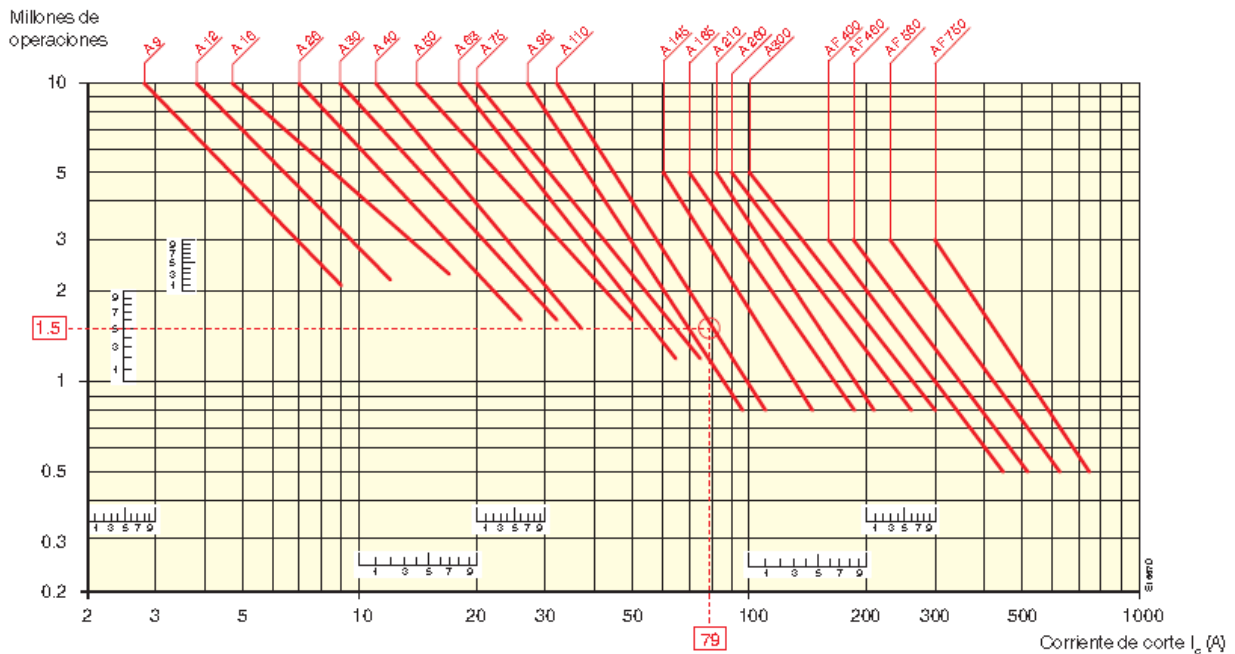


**Fig. 13 Durabilidad eléctrica – Categoría AC-1**

Ejemplo:

$I_c / AC-1 = 24 \text{ A}$  – Durabilidad eléctrica necesaria = 2 millones de operaciones.  
Mediante las curvas AC-1 anteriores, seleccionar el contactor A 30 en la intersección (24 A / 2 millones de operaciones).

## Durabilidad eléctrica de un contactor para Categoría de empleo AC-3 - $U_e < 440\text{ V}$ .



**Fig. 14 Durabilidad eléctrica – Categoría AC-3**

Ejemplo:

Potencia del motor 40 kW en AC-3 -  $U_e = 400\text{ V}$  – Durabilidad eléctrica necesaria = 1.5 millones de operaciones.

40 kW, 400 V corresponde a  $I_e = 79\text{ A}$ .

En AC-3:  $I_c = I_e$ . Seleccionar el contactor A 110 en la intersección (79 A / 1.5 millones de operaciones).

### ***CONTACTORES PARA CONEXIÓN DE CAPACITORES***

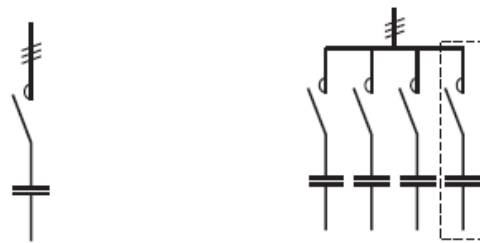
En instalaciones industriales de baja tensión, los condensadores son principalmente utilizados para aumentar el factor de potencia; y cuando estos son energizados, sobrecorrientes de gran amplitud y altas frecuencias (3 a 15 kHz) se producen durante el período transitorio (1 a 2 ms). La amplitud de estos picos de corriente depende de los siguientes factores:

- La inductancia de la red.
- La potencia y voltaje de cortocircuito del transformador.
- El tipo de corrección del factor de potencia (paso simple o pasos múltiples).

En estado estable, hay que considerar la presencia de corrientes armónicas, estimadas en 1,3 veces la corriente nominal del condensador, que circulan permanentemente en el circuito.

Para evitar fallos (soldadura de polos principales, el aumento de temperatura anormal, etc.), los contactores para la conexión de bancos de condensadores deben ser dimensionados para resistir:

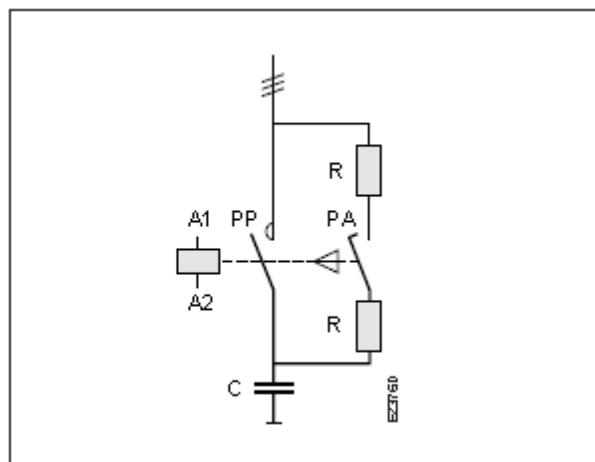
- Una corriente permanente que puede llegar a 1,5 veces la corriente nominal del banco de condensadores.
- El corto pero alto pico de corriente en los polos al momento del cierre.



**Fig. 15 Conexión de bancos de capacitores: Simple paso y pasos múltiples**

### Contadores especiales para condensadores

Muchos fabricantes actualmente ofrecen contactores especiales, que insertan resistencias de amortiguamiento en serie con el banco de capacitores, para proteger al contactor y al propio banco de los altos picos de corriente.



**Fig. 16 Contactor especial la para conexión de bancos de capacitores**

Cuando el valor pico de la corriente transitoria no es demasiado alto ( $<30 I_n$  del banco), se pueden utilizar contactores estándares con una corriente nominal de operación ( $I_e$ ) igual a 1.5 veces la  $I_n$  del banco, en categoría AC1.

En todos los casos, luego de la desconexión se recomienda descargar los capacitores mediante resistencias, antes de volver a conectarlos.

## EJEMPLO DE DATOS TÉCNICOS DE CATÁLOGO

中文版 English



### Main technical Parameter

Type		TLC1-D09	TLC1-D12	TLC1-D18	TLC1-25	TLC1-D32
Rated working current (A)	AC3	9	12	18	25	32
	AC4	3.5	5	7.7	8.5	12
AC3 capacity of phase 3 squirrel-cage motor AC3(KW)	220V	2.2	3	4	5.5	7.5
	380V	4	5.5	7.5	11	15
	415V	4	5.5	9	11	15
	440V	4	5.5	9	11	15
	660V	5.5	7.5	10	15	18.5
Rated heat current(A)		20	20	32	40	50
Electrical life	AC4X10 <sup>4</sup>	20	20-15	20-7	15-7	15-7
	AC3X10 <sup>6</sup>	2	2	2	2	2
Mechanical life 10 <sup>6</sup>		20	20	20	20	20
number of the contact		3P+NO				
		3P+NC				

Coil voltage(V)		24	42	48	110	120	127	220	240
Frequency(Hz)	50	B5	D5	E5	F5	-	G5	M5	U5
	50/60	B7	D7	E7	F7	-	G7	M7	U7

Coil voltage(V)		380	415	440	480	500	600	660
Frequency(Hz)	50	Q5	N5	R5	-	S5	-	Y5
	50/60	Q7	N7	R7	-	-	-	-