

SELECCIÓN DE CONTACTORES

La conexión de condensadores de potencia en Baterías de regulación automática produce elevadas sobrecorrientes transitorias. En el caso de compensación individual, el valor de cresta de la sobrecorriente de conexión puede alcanzar valores de hasta 30 veces la corriente nominal del condensador. La mayor parte de contactores de buena calidad pueden manejar de forma segura este nivel de sobrecorriente.

Sin embargo, en una Batería automática la sobrecorriente de conexión proviene no solo de la red sino, especialmente, de los condensadores que ya están conectados. En este caso los valores de cresta de la sobrecorriente pueden alcanzar fácilmente valores de 150 a 200 I_N . Estas elevadas corrientes pueden dañar tanto los contactos de los contactores como los condensadores, y las oscilaciones de tensión asociadas a las mismas pueden provocar problemas en otros circuitos de la instalación.

La norma **CEI 831** establece que el valor de cresta de la sobrecorriente de conexión debe ser inferior a 100 I_N . Es necesario por tanto tomar medidas para reducir las elevadas sobreintensidades que aparecen en las maniobras de las Baterías de condensadores.

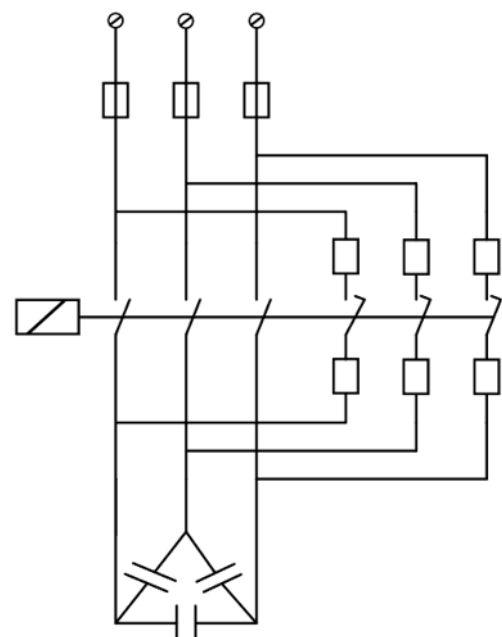
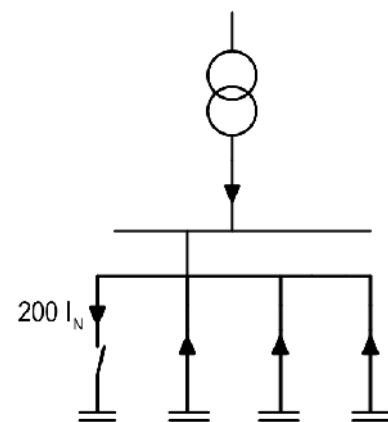
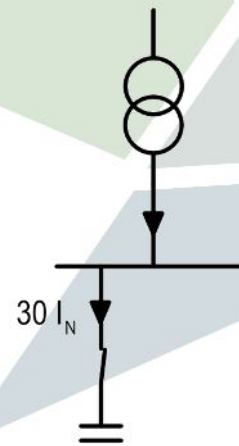
Dos alternativas son comúnmente empleadas: contactores especialmente diseñados para conexión de condensadores, o bien contactores estándar incluyendo en el circuito elementos inductivos que reduzcan las sobrecorrientes.

Contactores especiales para condensadores

Estos contactores se caracterizan por disponer de unos contactos auxiliares equipados con resistencias de pre-carga. Estos contactos se cierran antes que los de potencia y la cresta de conexión es fuertemente limitada por el efecto de las resistencias. A continuación se cierran los contactos de potencia, dejando de actuar las resistencias durante el funcionamiento normal del condensador.

El empleo de estos contactores es altamente recomendable pues limitan muy notablemente las sobrecorrientes. En la actualidad la mayor parte de fabricantes de contactores incorporan en sus catálogos familias de contactores específicas para condensadores.

A título meramente informativo se indican a continuación algunas de estas familias:



Contactores con resistencias de pre-carga

Fabricante/Marca	REF. CONTACTORES	OBSERVACIONES
LIFASA	KML...	
ABB STROMBERG	OK... K11/...	
AGUT (POWER CONTROLS)	CLC ... a	
KLOCKNER MOELLER	DIL ... MK	
SIEMENS	3TK ...	
TELEMECANIQUE	LC1-D ... K	



Imagen contactor marca LIFASA con bloque de pre-carga

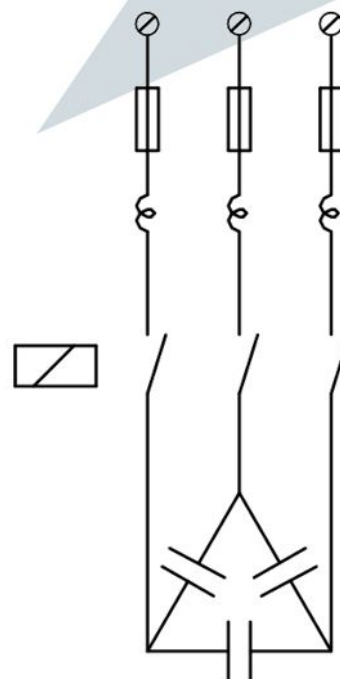
Contactores estándar

En el caso de emplear contactores estándar es imprescindible reducir la cresta de la corriente de conexión.

Como la duración y resistencia de los contactos de los contactores varía según modelo y fabricante del contactor, el procedimiento a seguir es el siguiente:

- En primer lugar calcular el valor de la corriente de conexión (fórmulas en Anexo 1)
- Comprobar, con la información del fabricante de contactores, que el contactor a emplear puede soportar dicha corriente. En caso contrario hay que calcular, por medio de las mismas fórmulas, que inductancia hay que añadir en serie con el condensador para que la corriente se reduzca a un valor admisible para el contactor.
- A continuación, el Anexo 2 proporciona un método para el cálculo constructivo de la bobina necesaria.

Los cálculos indicados anteriormente son lentos y engorrosos de llevar a cabo, por lo que en general es suficiente seguir la siguiente regla práctica: hay que incorporar al circuito una inductancia de entre 3 y 4 μH por fase, en serie con cada condensador. Este valor de inductancia puede conseguirse fácilmente arrollando 4 o 5 espiras del propio conductor de alimentación del condensador, con un diámetro de 120 - 140 mm .



Nota: En cualquier caso, es imprescindible asegurar que en el momento de conexión del condensador, éste se encuentre convenientemente descargado (ver **TS 03-011** Resistencias de descarga rápida).

ANEXO 1: CALCULO DE LAS CORRIENTES DE CONEXION DE CONDENSADORES DE POTENCIA**Conexión de un sólo condensador:**

En el caso de conexión de un único condensador, el valor de cresta de la corriente de conexión puede calcularse, de forma aproximada, mediante la siguiente expresión:

$$I_S = I_N \sqrt{\frac{2S_k}{Q}}$$

Donde:

- I_S = valor de cresta de la corriente transitoria de conexión (A)
- I_N = valor eficaz de la corriente nominal del condensador (A)
- S_k = potencia de cortocircuito en el punto donde se conecta el condensador (MVA)
- Q = potencia nominal del condensador (Mvar)

Conexión de un condensador en paralelo con otros ya conectados:

En este caso el valor de cresta se puede calcular mediante las siguientes expresiones:

$$I_S = \frac{U\sqrt{2}}{\sqrt{X_C X_L}} \quad \text{Donde} \quad X_C = 3U^2 \left(\frac{1}{Q_1} + \frac{1}{Q_2} \right) * 10^{-6}$$

Y la frecuencia de la corriente de conexión:

$$f_S = f_N \sqrt{\frac{X_C}{Q X_L}}$$

Donde:

- I_S = Valor de cresta de la corriente transitoria de conexión (A)
- U = Valor eficaz de la tensión simple (fase-neutro) (V)
- X_C = Reactancia capacitiva serie por fase (Ω)
- X_L = Reactancia inductiva por fase entre condensadores (Ω)
- Q_1 = Potencia del condensador a conectar (Mvar)
- Q_2 = Suma de potencias de los condensadores ya conectados (Mvar)
- f_N = Frecuencia nominal de la red (Hz)
- f_S = Frecuencia de la corriente transitoria de conexión (Hz)

ANEXO 2: INDUCTANCIA DE UNA BOBINA CILINDRICA DE UNA SOLA CAPA

El valor de la inductancia conseguida mediante un arrollamiento cilíndrico de una sola capa se puede calcular por medio de:

$$L = \beta * 2aN^2$$

Donde:

- L = valor de la inductancia de la bobina (μH)
- a = radio de la bobina (m)
- N = número de vueltas
- β = coeficiente

El coeficiente corrector β es función de la relación diámetro/longitud ($2a/l$) de la bobina, y se encuentra tabulado:

2a/l	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6
β	0,1812	0,3355	0,4964	0,5804	0,6795	0,7664	0,8449	0,9152

2a/l	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	4,0
β	0,9789	1,0373	1,0910	1,1407	1,1870	1,2302	1,2708	1,4426

Ejemplo: Cálculo de la inductancia obtenida al arrollar sobre un diámetro de 130 mm, 5 vueltas de un cable de 50 mm².

- Los datos de partida son:
- N = 5
 - 2a = 0,13 m
 - d = 9,3 mm (diámetro cable 50 mm²)

Se calcula el coeficiente β :

$$\frac{2a}{l} = \frac{0,13}{5 * 0,0093} = 2,8 \quad \text{Tenemos} \quad \beta = 1,2302$$

Y el valor de la inductancia será:

$$L = \beta * 2aN^2 = 1,2302 * 0,13 * 5^2 = 3,9\mu\text{H}$$

