

Soluciones para la compensación de energía reactiva en **Media Tensión**



 **CIRCUTOR**

Tecnología para la eficiencia energética



Líderes por experiencia

CIRCUTOR, con más de 40 años de experiencia, dispone de 6 centros productivos en España y la República Checa, que trabajan en el diseño y fabricación de equipos destinados a mejorar la eficiencia energética: equipos de medida y control de la energía eléctrica y de la calidad del suministro, protección eléctrica industrial, compensación de reactiva y filtrado de armónicos. Aportando soluciones con más de 3.000 productos en más de 100 países en todo el mundo.

E

Energías Renovables

M

Medida y Control

P

Protección y Control

Q

Quality & Metering

R

Compensación de la Energía Reactiva y Filtrado de Armónicos

V

Recarga Inteligente de Vehículos Eléctricos



Dos de los 6 centros de producción de **CIRCUTOR**.

La compensación de reactiva en Media Tensión comienza con la realización de un proyecto adecuado a los requisitos que exigen nuestros clientes.

CIRCUTOR cuenta con una amplia experiencia en el desarrollo de todo tipo de proyectos de compensación en MT. Nuestros centros productivos se encargan de fabricar en plazo con los más exigentes estándares de calidad los proyectos desarrollados por nuestros técnicos en colaboración con nuestros clientes. Las fábricas están dotadas de las más modernas tecnologías y aplican los resultados de las últimas investigaciones realizadas por el amplio equipo I+D+i que dispone **CIRCUTOR**.

Información técnica

¿Por qué es necesario corregir el factor de potencia?

La compensación de potencia reactiva es indispensable para una correcta gestión técnica y económica de un sistema eléctrico en MT. Los beneficios obtenidos son:

Optimización técnica

- Ayuda al control de la tensión a lo largo del sistema de transporte y distribución
- Descarga de las líneas de transporte y los transformadores de potencia
- Reducción del nivel de pérdidas del sistema

Optimización económica

- Reducción del coste de la energía reactiva facturable (recargo según país y tarifa)
- Reducción del coste económico oculto por efecto Joule en las líneas de transporte
- Permite un mejor ratio (kW/kVA) de utilización de las instalaciones.

¿Dónde y cuándo compensar en MT?

Básicamente debemos compensar en MT cuando se trate de:

Sistemas de generación, transporte y distribución

Los puntos más usuales donde se realiza la compensación de energía reactiva son las líneas de evacuación de centrales de generación (parques eólicos, hidroeléctricas, etc), subestaciones receptoras o de distribución, y nudos de distribución.

Instalaciones industriales con distribución y consumo en MT

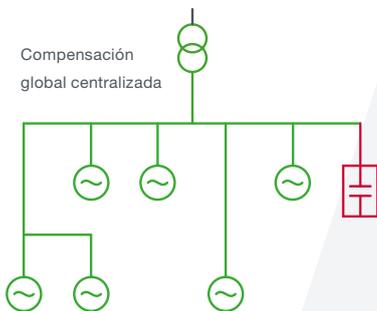
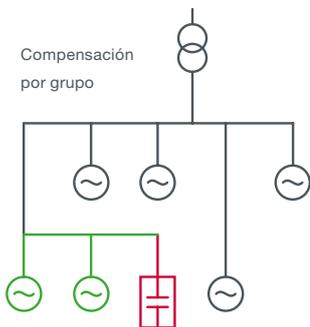
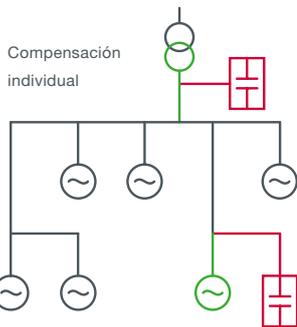
Por regla general, las instalaciones que distribuyen y consumen energía en MT son susceptibles de ser compensadas, como por ejemplo centros de bombeo, desalinizadoras, papeleras, cementeras, industria petroquímica, acerías, etc.

Instalaciones industriales con distribución en MT y consumo en BT

Normalmente se realiza la compensación en BT debido a que se trata de potencia pequeñas y con un nivel de fluctuación de la demanda rápida en comparación con MT. No obstante si el número de centros de transformación y el consumo de energía reactiva son elevados y presentan poca fluctuación de carga, se debe proponer la compensación de energía reactiva en MT.



Información técnica



Prevención del fenómeno de auto excitación.



¿Cómo debo compensar?

La compensación de reactiva puede realizarse en cualquier punto de una instalación. Cada método donde se instale seguirá una estrategia diferente para conseguir la mejora del factor de potencia.

Compensación individual

Compensación directa a la maquina a compensar, siendo la solución técnica más óptima al reducir directamente el consumo de reactiva en la carga. Es habitual su utilización para bombas, motores o transformadores.

Compensación por grupo

Compensación para grupos de cargas en instalaciones donde existe una distribución sectorizada y extensa. Complemento de apoyo para un sistema de compensación centralizado global, aumentando la capacidad de la línea que suministra al grupo de cargas compensadas.

Compensación global centralizada

Compensación conectada a la entrada general de la instalación, habitualmente utilizada para la reducción de facturación eléctrica por recargos por energía reactiva.

Compensación individual de transformadores de potencia y motores asíncronos

Dentro de las principales aplicaciones de compensación en MT está la compensación individual de transformadores de potencia y la compensación individual de motores asíncronos.

Transformadores de potencia

Para determinar la potencia reactiva de un transformador debemos tener en cuenta dos componentes: el consumo en vacío (corriente magnetizante) y el consumo en carga.

$$Q_T = S_N \cdot \left(\frac{I_0(\%)}{100} \right) + \left(\frac{U_{cc}(\%)}{100} \right) \cdot \left(\frac{S}{S_N} \right)^2 \cdot S_N$$

La parte fija depende de la corriente magnetizante del transformador, que suele representar entre el 0,5 y el 2% de la potencia nominal del transformador. La parte variable depende del índice de carga que se esté consumiendo (S/S_N) y de la tensión de cortocircuito. Se recomienda compensar entre un 5% y un 7% de la potencia nominal de los transformadores de uso industrial y hasta un 10% en los transformadores de redes de distribución de energía.

Motores asíncronos

Debe prestarse especial atención en los motores asíncronos en el caso que se desee compensar de forma directa, con o sin elemento de maniobra o desconexión. Este aspecto es relevante a la hora de evitar posibles daños en el motor o en la instalación por efecto de excitación. Se recomienda no compensar más del 90% de la corriente de vacío del motor, con el fin de evitar la auto excitación del motor por causa de la descarga del condensador hacia el motor. Para ello se puede estimar el valor de potencia a compensar según:

$$Q_M \leq 0,9 \cdot I_0 \cdot U_N \cdot \sqrt{3}$$

$$Q_M \leq 2 \cdot P_N \cdot (1 - \cos\phi_i)$$

Donde Q_M es la potencia reactiva a compensar (kvar), I_0 la corriente de vacío del motor (A), U_N la tensión nominal (U), P_N la potencia nominal del motor (kW) y $\cos\phi_i$ es el coseno de ϕ_i inicial del motor.

De esta forma difícilmente podremos compensar más de un coseno de ϕ_i superior a un 0,95, con lo que se compensa de forma individual utilizando un elemento de desconexión a la vez que se desconecta el motor, con el fin de evitar el fenómeno de auto excitación.



Control del nivel de tensión en las líneas

Uno de los puntos críticos en la distribución de energía eléctrica es mantener las tensiones en distintos puntos de la red de distribución. Si se trata de redes en anillo en los distintos centros de distribución y, si son redes radiales, en los finales de línea. Existen dos posibles métodos para el control de la tensión al final de las líneas de distribución de MT, que dependen de la configuración de la red de distribución:

- Control en el origen de línea, generalmente para líneas de configuración radial.
- Control en puntos de red en anillo o al final de una línea de MT en configuración radial.

Control de la tensión en el origen de línea

Una forma habitual que emplean las empresas distribuidoras para mantener el nivel nominal de tensión al final de una línea de MT no mallada, es regular la tensión a la salida de subestación por encima de su valor nominal. Esto se hace a base de compensar la energía reactiva en origen para compensar la caída de tensión de la línea. La conexión de condensadores en barras de MT lleva asociado el aumento de tensión en el punto de su conexión. Según la **Norma IEC 60871-1**, el cálculo del incremento de tensión que supone la conexión de condensadores en una red de MT puede obtenerse de la ecuación:

$$\Delta U(\%) = \frac{Q_{\text{bat}}}{S_{\text{cc}}} \cdot 100$$

$\Delta U(\%)$: Caída de tensión porcentual referida a U_N
 Q_{bat} : Potencia de la batería en kvar
 S_{cc} : Potencia de cortocircuito en el punto de colocación de los condensadores en kVA

En previsión de posibles fluctuaciones de carga, los condensadores a conectar a la salida de la subestación o centro de transformación se suelen fraccionar en pasos. La potencia, tipo de equipo y nivel de fraccionamiento suele depender de criterios propios de las compañías distribuidoras. Nótese que el fraccionamiento de la potencia total en diferentes escalones, permite la mejora de los niveles de tensión para diferentes estados de carga de la red, evitando sobretensiones que se producirían en caso de sobrecompensación.

Control de la tensión en el final de línea

En caso de líneas de MT con varias ramificaciones, si éstas tienen una longitud considerable (varios km), no es posible regular la tensión en todos los puntos de distribución colocando condensadores al inicio de línea. Para estos casos se suelen colocar los condensadores en nudos de distribución donde se quiere regular la tensión. La caída de tensión al final de una línea o tramo puede calcularse por la ecuación:

$$\Delta U(\%) = 100 \cdot \frac{P \cdot L}{U_N^2} \cdot (R_L + X_L \cdot \tan \phi)$$

$\Delta U(\%)$: Caída de tensión porcentual referida a U_N
 P : Potencia activa transportada
 R_L y X_L : resistencia y reactancia por longitud (km)
 L : longitud de la línea (km)
 U_N : tensión nominal de la red

Reducción del nivel de pérdidas en líneas de MT

La reducción de pérdidas en instalaciones de distribución y transporte es un factor importante en la valoración económica de una instalación, ya que estas pérdidas representan un coste económico oculto. Las pérdidas por efecto Joule en una línea se pueden resumir en:

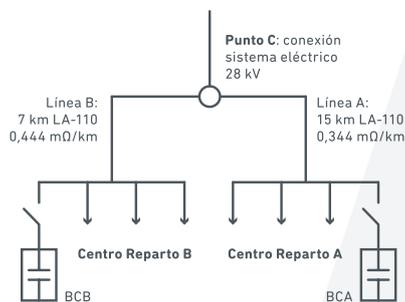
$$\Delta P = R_L \cdot \left| \frac{2 \cdot Q_L \cdot Q_{\text{bat}} - Q_{\text{bat}}^2}{U_2} \right| \cdot L$$

Donde R_L es la resistencia por unidad de longitud y L es la longitud.

La disminución de pérdidas como resultado de la compensación de reactiva puede calcularse según:

$$P \text{ (kW)} = 3 \cdot R_L \cdot I^2 \cdot L$$

Siendo Q_L la potencia reactiva de carga y Q_{bat} la potencia de la batería de compensación.



Red de distribución para el ejemplo de cálculo

Ejemplo de reducción de pérdidas Joule en un sistema de distribución mediante líneas aéreas

En este caso se estudia la evolución del nivel de pérdidas de línea y caídas de tensión de un sistema de distribución a 20 kV con y sin baterías de condensadores conectadas.

Se procede a comparar el efecto de las baterías en una red aérea de MT de distribución de energía en zona rural, en la que existen dos centros de reparto A y B, alimentados por sendas líneas A y B con resistencias $R_{IA} = 0,344 \text{ m}\Omega/\text{km}$ y $R_{IB} = 0,444 \text{ m}\Omega/\text{km}$.

Estado de cargas sin baterías de condensadores conectadas

En origen, el sistema presenta el estado de potencias que se muestra a continuación:

Datos de la instalación previos a la compensación

	Punto de conexión C	Centro Reparto A	Centro Reparto B
Potencia activa (MW)	7,39	2,7	4,39
Potencia reactiva (Mvar)	3,70	1,23	2,13
Potencia aparente (MVA)	8,26	2,97	4,88
cos fi	0,89	0,91	0,9
Pérdidas Joule (kW)		114,5	185
Reactiva consumida por la línea (kvar)		129	208
Caídas de tensión (%)		5,2	5,25

Como se observa, en el punto de conexión C, las condiciones de conexión no son buenas, es decir, la potencia aparente es elevada y el factor de potencia bajo.

Situación con las baterías conectadas

Para mejorar el estado de la red, se conecta una batería de 1100 kvar a 20 kV en el centro de reparto A (BCA) y una batería de 2000 kvar a 20 kV en el centro de reparto B (BCB). El balance de potencias queda modificado tal y como se observa en la tabla que sigue a continuación:

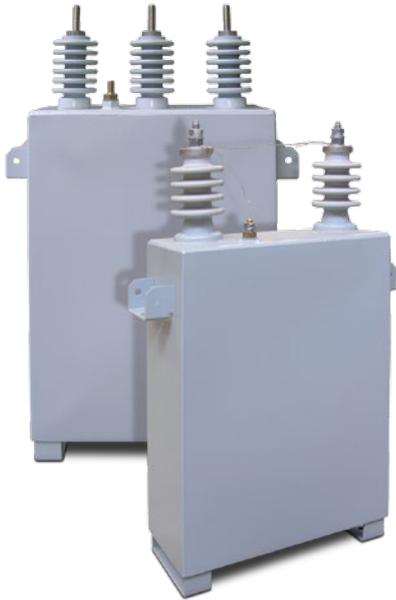
Datos de la instalación después de la compensación

	Punto de conexión C	C. Reparto A con BCA	C. Reparto B con BCB
Potencia activa (MW)	7,33	2,7	4,39
Potencia reactiva (Mvar)	0,54	0,13	0,13
Potencia aparente (MVA)	7,36	2,7	4,39
cos fi	0,99	0,99	0,99
Pérdidas Joule (kW)		94	150
Reactiva consumida por la línea (kvar)		106	170
Caídas de tensión (%)		3,9	3,8

En este caso, se observa que en el punto C las condiciones se han optimizado de una manera sustancial, se han disminuido las pérdidas Joule en las líneas y se ha aumentado la tensión en los centros de reparto. De esta forma, se ha optimizado la explotación y el rendimiento de la línea y se ha garantizando el nivel de tensión a los usuarios.

Condensadores

Gama completa de condensadores de MT



“todos los condensadores se someten a estrictos ensayos individuales”

La gama de condensadores de MT de **CIRCUTOR** está formada por una serie completa de condensadores monofásicos y trifásicos en total conformidad con la **Norma internacional IEC 60871**. El diseño y producción de los condensadores se realiza con la garantía y fiabilidad de las mejores materias primas, y con la flexibilidad suficiente para aportar una solución personalizada para cada aplicación.

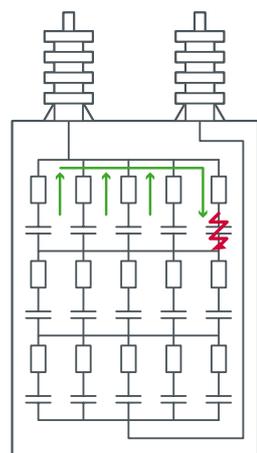
I+D detrás de la fiabilidad

CIRCUTOR dispone de un experto departamento de I+D dotado de un amplio equipo que cuida y asegura que todo su diseño y producción son de la más alta garantía de calidad y fiabilidad. La gestión de la calidad no solo se aplica internamente, sino también a cada paso de la cadena de suministro. Esto significa que nuestros proveedores especializados se evalúan rigurosamente en lo que respecta a la calidad del material y sus procesos de producción. Antes del suministro al cliente, todos los condensadores se someten al estricto cumplimiento de los ensayos individuales establecidos por la **Norma Internacional IEC**, y todos estos datos se registran para la subsiguiente documentación y generación de certificados de pruebas.

Medida de la capacidad	Medida previa a tensión inferior de $0,15 \cdot U_n$ Medida entre $0,9 \cdot U_n$ y $1,1 \cdot U_n$ Tolerancias punto 7.2 de la Norma (-5% y +15%)
Medida de tangente de pérdidas (tg δ)	Medida entre $0,9 \cdot U_n$ y $1,1 \cdot U_n$ Valores acordados entre fabricante y comprador (<0,2 W/kvar)
Tensión entre bornes	Durante 10 s, $2 \cdot U_n$ en c.a. o $4 \cdot U_n$ en c.c.
Tensión alterna entre bornes y caja	Durante 10 s, el nivel de aislamiento del condensador
Dispositivos internos de descarga	Medida de la resistencia
Descargas en los fusibles internos	Descarga con un explosor sin impedancia adicional cargándose previamente a $1,7 \cdot U_n$ en c.c.
Estanqueidad	

Condensadores

Gama completa de condensadores de MT



Ejemplo de condensador con fusible interno



Protección de condensadores mediante fusible interno

Los condensadores de alta tensión modernos son sometidos a muy altos requerimientos de aislamiento. Un condensador está formado por varias unidades de condensadores o elementos condensador, y la finalidad de una protección interna adecuada de los condensadores es desconectar, ante un posible fallo, la unidad defectuosa, antes de que se produzcan consecuencias peligrosas, reduciendo así los posibles efectos secundarios del fallo.

La **Norma IEC 60871-4** se aplica a los fusibles internos que están diseñados para aislar los elementos con falta de un condensador, con el propósito de permitir la operación de las restantes partes de esta unidad de condensador y de la batería en la que la unidad está conectada. Estos fusibles no son un sustituto de un aparato de conmutación como un interruptor automático o de una protección externa de la batería de condensadores. En caso de defecto en un elemento capacitivo básico, se produce una descarga de los elementos sanos en paralelo sobre el averiado. Esta descarga provoca la fusión inmediata del fusible interno de la unidad dañada, permitiendo así la continuidad de servicio del resto del equipo.

Este sistema presenta una serie de ventajas que se clasifican en dos grupos:

Ventajas operativas

- Desconexión inmediata del elemento dañado
- Mínima generación de gases en el interior del condensador
- Continuidad de servicio
La eliminación de la unidad dañada permite la continuidad de servicio del equipo.
- Posibilidad de planificación del mantenimiento de la batería
- Mantenimiento más sencillo

Ventajas de diseño

- Optimización de los costes de la batería
- Utilización de menos condensadores por batería
- Reducción del tamaño de las envolventes de la batería
- Condensadores de mayor potencia

Condensadores

Gama completa de condensadores de MT

Tabla de características técnicas generales para condensadores de Media Tensión de CIRCUTOR



Potencia nominal	CHV-M: 25...750 kvar	CHV-T: 35...750 kvar
Tensión nominal	CHV-M: 1...24 kV	CHV-T: 1...12 kV
Frecuencia	50/60 Hz	
Nivel de aislamiento	Ver tabla de niveles de aislamiento	
Máxima sobretensión	Ver tabla de niveles de sobretensión, según IEC	
Sobrecorriente	$1,3 \cdot I_N$	
Tolerancia de capacidad	-5%...+10%	
Pérdidas totales	<0,15 W/kvar	
Vida media estadística	>130.000 horas (condiciones standard)	
Resistencias de descarga	75 V-10 minutos (opcional 50 V-5 minutos)	
Limitación de corriente	Máximo $200 \times I_N$	
Categoría de temperatura ambiente	-40°C/"C" (opcional clase D) (tabla 3)	
Ventilación	Natural	
Grado de protección	IP 00	
Humedad	Máximo 95%	
Altura máxima de servicio	1000 m sobre nivel del mar (otras condiciones consultar)	
Posición de montaje	Vertical/Horizontal	
Fijaciones de montaje	Soportes laterales y fijaciones en las patas	
Contenedor	Acero inoxidable, para uso interior o exterior	
Dieléctrico	All film polipropileno	
Impregnante	Sin PCB, biodegradable	
Dispositivo de seguridad interno	Fusibles internos	
Dispositivo de seguridad externo	Presostato (opcional)	
Terminales	Porcelana	
Par de apriete terminales	10 Nm	
Color	RAL 7035	

Nivel de aislamiento (BIL)

Son los niveles de aislamiento que han de cumplir según **Norma IEC 60871-1** y **IEC 60071-1**. Estos niveles de tensión dependerán de la tensión más elevada del equipo, o por factores externos como la altitud o ambientes salinos.

Tensión más elevada del equipo	Tensión asignada de corta duración	Tensión asignada con impulso tipo rayo
7,2 kV	20 kV	60 kVpico
12 kV	28 kV	75 kVpico
17,5 kV	38 kV	95 kVpico
24 kV	50 kV	125 kVpico
36 kV	70 kV	170 kVpico

Niveles de sobretensiones

Niveles de sobretensiones admisibles de forma esporádica y no continuada, según **Norma IEC 60871-1**.

Tensión	Máxima duración	Observaciones
U_N	Permanente	Valor máximo medio durante periodo de energización del condensador
$1,1 \times U_N$	12 h. por periodo de 24 h.	Regulación y fluctuación de la tensión de red
$1,15 \times U_N$	30 minutos por periodo de 24 h.	Regulación y fluctuación de la tensión de red
$1,20 \times U_N$	5 minutos	

Márgenes de temperatura ambiente

Condiciones ambientales máximas donde se pueden utilizar los condensadores de MT según **Norma IEC 60871-1**.

Símbolo	Máxima	Media en 24 h.	Media en 1 año
A	40 °C	30 °C	20 °C
B	45 °C	35 °C	25 °C
C	50 °C	40 °C	30 °C
D	55 °C	45 °C	35 °C

Condensadores

Gama completa de condensadores de MT



Referencias para CHV-M

Condensadores monofásicos para Media Tensión

Uso interior o exterior, con fusibles y resistencia de descarga internos

(*) No llevan fusibles internos. Otras potencias, consultar

BIL 28/75 kV (50 Hz) - 6,35 kV

Tipo	Código	kvar	Peso	Dimens. (mm) anch. x alt. x fond.
CHV-M 50/6,35 *	R8B0500006350	50	17,9 kg	350 x 487 x 160
CHV-M 75/6,35 *	R8B0750006350	75	21,8 kg	350 x 537 x 160
CHV-M 100/6,35	R8B1000006350	100	21,8 kg	350 x 537 x 160
CHV-M 121/6,35	R8B1210006350	121	25,2 kg	350 x 587 x 160
CHV-M 133/6,35	R8B1330006350	133	25,4 kg	350 x 587 x 160
CHV-M 150/6,35	R8B1500006350	150	28,6 kg	350 x 637 x 160
CHV-M 167/6,35	R8B1670006350	167	29,1 kg	350 x 637 x 160
CHV-M 200/6,35	R8B2000006350	200	33,2 kg	350 x 697 x 160
CHV-M 242/6,35	R8B2420006350	242	37,6 kg	350 x 757 x 160
CHV-M 250/6,35	R8B2500006350	250	37,8 kg	350 x 757 x 160
CHV-M 300/6,35	R8B3000006350	300	45,3 kg	350 x 867 x 160
CHV-M 363/6,35	R8B3630006350	363	49,4 kg	350 x 857 x 175
CHV-M 400/6,35	R8B4000006350	400	54,5 kg	350 x 927 x 175
CHV-M 484/6,35	R8B4840006350	484	62,7 kg	350 x 1027 x 175
CHV-M 500/6,35	R8B5000006350	500	65,6 kg	350 x 1067 x 175
CHV-M 600/6,35	R8B6000006350	600	79,2 kg	350 x 1247 x 175
CHV-M 750/6,35	R8B7500006350	750	90,4 kg	350 x 1217 x 200

BIL 50/125 kV (50 Hz) - 12,7 kV

CHV-M 50/12,7 *	R8D0500012700	50	19,7 kg	350 x 615 x 160
CHV-M 75/12,7 *	R8D0750012700	75	23,4 kg	350 x 665 x 160
CHV-M 100/12,7 *	R8D1000012700	100	26,8 kg	350 x 715 x 160
CHV-M 121/12,7 *	R8D1210012700	121	27,3 kg	350 x 715 x 160
CHV-M 133/12,7 *	R8D1330012700	133	30,5 kg	350 x 765 x 160
CHV-M 150/12,7 *	R8D1500012700	150	31,2 kg	350 x 765 x 160
CHV-M 167/12,7 *	R8D1670012700	167	35,1 kg	350 x 825 x 160
CHV-M 200/12,7	R8D2000012700	200	39,2 kg	350 x 885 x 160
CHV-M 242/12,7	R8D2420012700	242	46,9 kg	350 x 995 x 160
CHV-M 250/12,7	R8D2500012700	250	47,0 kg	350 x 995 x 160
CHV-M 300/12,7	R8D3000012700	300	48,1 kg	350 x 995 x 160
CHV-M 363/12,7	R8D3630012700	363	56,9 kg	350 x 1055 x 175
CHV-M 400/12,7	R8D4000012700	400	59,6 kg	350 x 1085 x 175
CHV-M 484/12,7	R8D4840012700	484	68,7 kg	350 x 1195 x 175
CHV-M 500/12,7	R8D5000012700	500	70,9 kg	350 x 1225 x 175
CHV-M 600/12,7	R8D6000012700	600	83,0 kg	350 x 1375 x 175
CHV-M 750/12,7	R8D7500012700	750	98,8 kg	350 x 1405 x 200

BIL 20/60 kV (50 Hz) - 3,81 kV

Tipo	Código	kvar	Peso	Dimens. (mm) anch. x alt. x fond.
CHV-M 50/3,81	R8A0500003810	50	18,2 kg	350 x 487 x 160
CHV-M 75/3,81	R8A0750003810	75	18,5 kg	350 x 487 x 160
CHV-M 100/3,81	R8A1000003810	100	21,9 kg	350 x 537 x 160
CHV-M 121/3,81	R8A1210003810	121	25,4 kg	350 x 587 x 160
CHV-M 133/3,81	R8A1330003810	133	25,5 kg	350 x 587 x 160
CHV-M 150/3,81	R8A1500003810	150	29,1 kg	350 x 637 x 160
CHV-M 167/3,81	R8A1670003810	167	29,3 kg	350 x 637 x 160
CHV-M 200/3,81	R8A2000003810	200	33,5 kg	350 x 697 x 160
CHV-M 242/3,81	R8A2420003810	242	38,0 kg	350 x 757 x 160
CHV-M 250/3,81	R8A2500003810	250	44,8 kg	350 x 867 x 160
CHV-M 300/3,81	R8A3000003810	300	45,8 kg	350 x 867 x 160
CHV-M 363/3,81	R8A3630003810	363	52,3 kg	350 x 957 x 175
CHV-M 400/3,81	R8A4000003810	400	55,3 kg	350 x 927 x 175
CHV-M 484/3,81	R8A4840003810	484	66,1 kg	350 x 1067 x 175
CHV-M 500/3,81	R8A5000003810	500	68,3 kg	350 x 1097 x 175
CHV-M 600/3,81	R8A6000003810	600	80,2 kg	350 x 1247 x 175
CHV-M 750/3,81	--	--	--	--

BIL 38/95 kV (50 Hz) - 9,53 kV

CHV-M 50/9,53 *	R8C0500009530	50	19,5 kg	350 x 530 x 160
CHV-M 75/9,53 *	R8C0750009530	75	20,2 kg	350 x 530 x 160
CHV-M 100/9,53 *	R8C1000009530	100	23,6 kg	350 x 580 x 160
CHV-M 121/9,53 *	R8C1210009530	121	27,1 kg	350 x 630 x 160
CHV-M 133/9,53 *	R8C1330009530	133	30,4 kg	350 x 680 x 160
CHV-M 150/9,53	R8C1500009530	150	31,0 kg	350 x 680 x 160
CHV-M 167/9,53	R8C1670009530	167	34,9 kg	350 x 740 x 160
CHV-M 200/9,53	R8C2000009530	200	35,4 kg	350 x 740 x 160
CHV-M 242/9,53	R8C2420009530	242	46,8 kg	350 x 910 x 160
CHV-M 250/9,53	R8C2500009530	250	46,9 kg	350 x 910 x 160
CHV-M 300/9,53	R8C3000009530	300	48,0 kg	350 x 910 x 160
CHV-M 363/9,53	R8C3630009530	363	54,7 kg	350 x 1000 x 160
CHV-M 400/9,53	R8C4000009530	400	59,7 kg	350 x 1000 x 175
CHV-M 484/9,53	R8C4840009530	484	68,7 kg	350 x 1110 x 175
CHV-M 500/9,53	R8C5000009530	500	71,0 kg	350 x 1140 x 175
CHV-M 600/9,53	R8C6000009530	600	83,1 kg	350 x 1290 x 175
CHV-M 750/9,53	R8C7500009530	750	90,4 kg	350 x 1257 x 200

BIL 70/170 kV (50 Hz) - 19,05 kV

CHV-M 50/19,05 *	R8E0500019050	50	23,3 kg	350 x 644 x 160
CHV-M 75/19,05 *	R8E0750019050	75	23,6 kg	350 x 644 x 160
CHV-M 100/19,05*	R8E1000019050	100	27,0 kg	350 x 694 x 160
CHV-M 121/19,05*	R8E1210019050	121	30,5 kg	350 x 744 x 160
CHV-M 133/19,05*	R8E1330019050	133	30,7 kg	350 x 744 x 160
CHV-M 150/19,05*	R8E1500019050	150	35,0 kg	350 x 804 x 160
CHV-M 167/19,05*	R8E1670019050	167	35,3 kg	350 x 804 x 160
CHV-M 200/19,05*	R8E2000019050	200	39,4 kg	350 x 864 x 160
CHV-M 242/19,05*	R8E2420019050	242	47,1 kg	350 x 974 x 160
CHV-M 250/19,05	R8E2500019050	250	50,8 kg	350 x 964 x 175
CHV-M 300/19,05	R8E3000019050	300	56,5 kg	350 x 1034 x 175
CHV-M 363/19,05	R8E3630019050	363	57,1 kg	350 x 1034 x 175
CHV-M 400/19,05	R8E4000019050	400	64,4 kg	350 x 1134 x 175
CHV-M 484/19,05	R8E4840019050	484	70,8 kg	350 x 1204 x 175
CHV-M 500/19,05	R8E5000019050	500	73,7 kg	350 x 1244 x 175
CHV-M 600/19,05	R8E6000019050	600	84,1 kg	350 x 1264 x 200
CHV-M 750/19,05	R8E7500019050	750	104,2 kg	350 x 1454 x 200

Condensadores

Gama completa de condensadores de MT



Referencias para CHV-T

Condensadores trifásicos para Media Tensión

Uso interior o exterior, con fusibles y resistencia de descarga internos

BIL 20/60 kV (50 Hz) - 3,3 kV

Tipo	Código	kvar	Peso	Dimens. (mm) anch. x alt. x fond.
CHV-T 50/3,3 *	R8K0500003300	50	18,8 kg	350 x 422 x 160
CHV-T 75/3,3 *	R8K0750003300	75	22,4 kg	350 x 472 x 160
CHV-T 100/3,3	R8K1000003300	100	22,8 kg	350 x 472 x 160
CHV-T 121/3,3	R8K1210003300	121	26,3 kg	350 x 522 x 160
CHV-T 150/3,3	R8K1500003300	150	30,0 kg	350 x 572 x 160
CHV-T 200/3,3	R8K2000003300	200	34,4 kg	350 x 632 x 160
CHV-T 242/3,3	R8K2420003300	242	45,6 kg	350 x 802 x 160
CHV-T 250/3,3	R8K2500003300	250	45,7 kg	350 x 802 x 160
CHV-T 300/3,3	R8K3000003300	300	46,7 kg	350 x 802 x 160
CHV-T 363/3,3	R8K3630003300	363	55,6 kg	350 x 862 x 175
CHV-T 400/3,3	R8K4000003300	400	58,3 kg	350 x 892 x 175
CHV-T 484/3,3	R8K4840003300	484	67,2 kg	350 x 1002 x 175
CHV-T 500/3,3	R8K5000003300	500	69,4 kg	350 x 1032 x 175
CHV-T 600/3,3	R8K6000003300	600	81,2 kg	350 x 1182 x 175
CHV-T 750/3,3	R8K7500003300	750	97,3 kg	350 x 1252 x 200

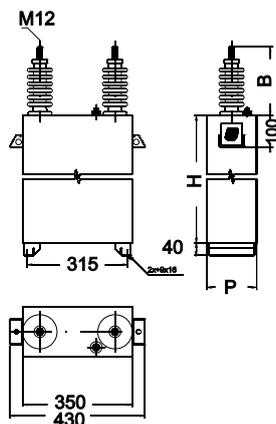
BIL 20/60 kvar (50 Hz) - 6,6 kV

CHV-T 50/6,6 *	R8K0500006600	50	19,2 kg	350 x 422 x 160
CHV-T 75/6,6 *	R8K0750006600	75	22,6 kg	350 x 472 x 160
CHV-T 100/6,6 *	R8K1000006600	100	23,0 kg	350 x 472 x 160
CHV-T 121/6,6 *	R8K1210006600	121	26,5 kg	350 x 522 x 160
CHV-T 150/6,6 *	R8K1500006600	150	30,2 kg	350 x 572 x 160
CHV-T 200/6,6	R8K2000006600	200	38,3 kg	350 x 692 x 160
CHV-T 242/6,6	R8K2420006600	242	45,8 kg	350 x 802 x 160
CHV-T 250/6,6	R8K2500006600	250	45,9 kg	350 x 802 x 160
CHV-T 300/6,6	R8K3000006600	300	46,9 kg	350 x 802 x 160
CHV-T 363/6,6	R8K3630006600	363	55,9 kg	350 x 862 x 175
CHV-T 400/6,6	R8K4000006600	400	58,6 kg	350 x 892 x 175
CHV-T 484/6,6	R8K4840006600	484	67,4 kg	350 x 1002 x 175
CHV-T 500/6,6	R8K5000006600	500	69,7 kg	350 x 1032 x 175
CHV-T 600/6,6	R8K6000006600	600	81,2 kg	350 x 1182 x 175
CHV-T 750/6,6	R8K7500006600	750	97,6 kg	350 x 1252 x 200

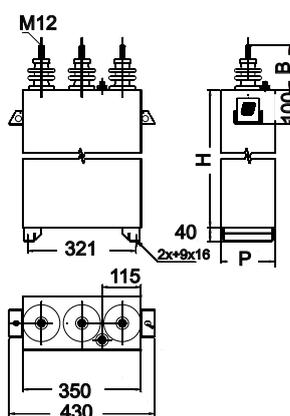
BIL 28/75 kvar (50 Hz) - 11 kV

CHV-T 50/11 *	R8L0500011000	50	19,3 kg	350 x 422 x 160
CHV-T 75/11 *	R8L0750011000	75	22,7 kg	350 x 472 x 160
CHV-T 100/11 *	R8L1000011000	100	23,0 kg	350 x 472 x 160
CHV-T 121/11 *	R8L1210011000	121	26,4 kg	350 x 522 x 160
CHV-T 150/11 *	R8L1500011000	150	30,1 kg	350 x 572 x 160
CHV-T 200/11 *	R8L2000011000	200	34,4 kg	350 x 632 x 160
CHV-T 242/11	R8L2420011000	242	45,6 kg	350 x 802 x 160
CHV-T 250/11	R8L2500011000	250	45,7 kg	350 x 802 x 160
CHV-T 300/11	R8L3000011000	300	46,5 kg	350 x 802 x 160
CHV-T 363/11	R8L3630011000	363	53,0 kg	350 x 892 x 175
CHV-T 400/11	R8L4000011000	400	56,1 kg	350 x 862 x 175
CHV-T 484/11	R8L4840011000	484	66,8 kg	350 x 1002 x 175
CHV-T 500/11	R8L5000011000	500	67,0 kg	350 x 1002 x 175
CHV-T 600/11	R8L6000011000	600	80,7 kg	350 x 1182 x 175
CHV-T 750/11	R8L7500011000	750	92,1 kg	350 x 1192 x 200

Dimensiones CHV-M



Dimensiones CHV-T



(*) No llevan fusibles internos
Otras potencias, consultar

Condensadores

Gama completa de condensadores de MT

Ejemplo 1

Selección de condensador de MT trifásico

Necesitamos 300 kvar a 6 kV, escogeremos un condensador a 6,6 kV ($U_s+10\%$), con lo que necesitaríamos un condensador de 363 kvar a 6,6 kV.

$$Q_N = Q_S \cdot \left(\frac{U_N}{U_S}\right)^2$$

$$Q_{6,6kV} = 300 \cdot \left(\frac{6,6}{6}\right)^2 = 300 \cdot 1,21 = 363 \text{ kvar}$$

Ejemplo 2

Aislamiento para batería de 36 kV

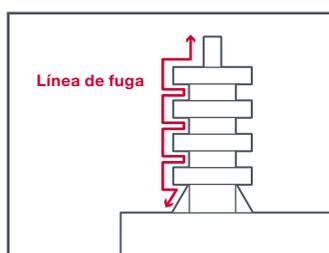
El nivel de aislamiento de los condensadores será en función del diseño que se realice y según lo establecido en la **Norma IEC 60871-1**. Aunque los condensadores sean de 6kV su nivel de aislamiento será de 24 kV.

- A — BIL batería 24/50/125 kV
- B — BIL condensadores 24/50/125 kV

Ejemplo 3

Niveles de polución

Núm.	Nivel	mm/kV
1	Bajo	16
2	Medio	20
3	Alto	25
4	Muy Alto	31



Selección de condensadores

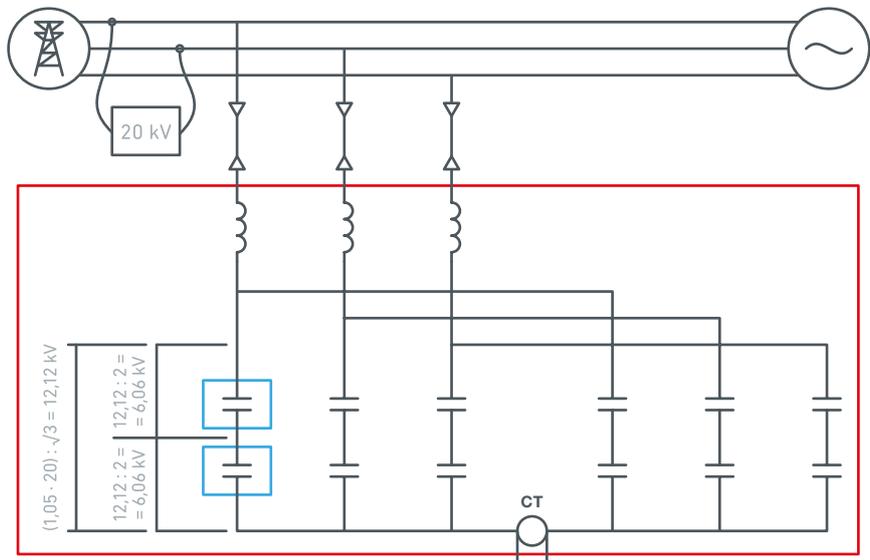
A la hora de seleccionar los condensadores de potencia en MT son importantes las condiciones de funcionamiento, siendo fundamentalmente: tensión asignada, nivel de aislamiento, temperatura de servicio y condiciones especiales.

Tensión asignada

Conviene que la tensión asignada o nominal de los condensadores no sea inferior a la tensión máxima de servicio donde vayan a ser instalados. Pueden existir diferencias considerables entre la tensión de funcionamiento y la asignada de la red, debiendo prever los márgenes necesarios de variación de tensión. Por seguridad se toma valores entre un 5% y 10 % de margen de tensión sobre el valor declarado. Esto afectará a la selección de la potencia del condensador con la finalidad de mantener la potencia requerida a la tensión de servicio declarada. (Ver Ejemplo 1)

Nivel de aislamiento

El nivel de aislamiento debe seleccionarse conforme a la tensión de red donde vayan a ser conectados. (Ver Ejemplo 2)



Temperatura de servicio

Es importante atender a la temperatura más elevada del condensador, ya que influye en su vida útil, tanto para temperaturas inferiores ya que el dieléctrico puede sufrir descargas parciales, como para las temperaturas ambientales superiores a las establecidas en su diseño. Conviene utilizar un clase de temperatura adecuada, y si no es posible debería mejorarse las condiciones de refrigeración de los condensadores o utilizar una tensión nominal superior.

Condiciones especiales

Condiciones tales como la polución, ambientes salinos o corrosivos, o altitudes superiores a los 1000 m sobre el nivel del mar, pueden afectar a la selección de los condensadores. La polución o ambientes salinos afectarían básicamente a la línea de fuga de los condensadores (creepage) teniendo que disponer una mayor línea de fuga. En el caso de la altitud debe corregirse el nivel de aislamiento en función de la altitud donde se vayan a instalar los condensadores. (Ver Ejemplo 3)

Reactancias tipo RMV

Reactancias de choque para baterías de condensadores de MT



La conexión de baterías de condensadores lleva asociado transitorios de tensión y corriente elevados. La **Norma** internacional **IEC 60871-1** define el valor máximo que una batería de condensadores es capaz de soportar como valor de pico de conexión. Este valor de pico debe quedar por debajo de 100 veces la intensidad nominal de la batería o escalón que se maniobra.

Dicha corriente transitoria que aparece en la conexión proviene básicamente por parte de la red y de otras baterías de condensadores conectadas en paralelo. El valor de la inductancia es variable en función de las condiciones de la instalación, dependiendo básicamente de los siguientes parámetros:

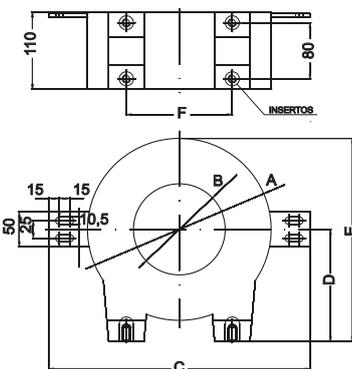
- Poder de cortocircuito de la instalación
- Existencia de más baterías de condensadores o escalones en paralelo.

Tabla de características técnicas de reactancias de choque para baterías de condensadores de MT

Características eléctricas	Corriente nominal de corta duración	43 I_n / 1 s
	Corriente dinámica	2,5 It
	Nivel de aislamiento	Hasta 12 kV (28/75)
Condiciones ambientales	Temperatura de uso	Categoría B
	Temperatura media	40 °C
Características constructivas	Tipo	Encapsulado en resina Núcleo de aire
	Fijaciones	M12 / M16 según tipo
	Dimensiones (mm)	según tipo
	Peso	según tipo (ver tabla superior)
	Color	color RAL 8016
	Norma	IEC 60289

* Para otros niveles de aislamiento superiores las reactancias deben ir montadas sobre aisladores.

Dimensiones



Modelo	A Ø	B Ø	C	D	E	F
RMV-260	260	130	370	160	290	150
RMV-330	330	150	470	190	355	210

Referencias para RMV

RMV-260					
Tipo	Código	I (A)	L (µH)	Peso (kg)	
RMV - 260 - 50 - 350	R80628	50	350	13	
RMV - 260 - 60 - 250	R80637	60	250	14	
RMV - 260 - 100 - 100	R80664	100	100	16	
RMV - 260 - 125 - 50	R80672	125	50	14	
RMV - 260 - 175 - 30	R80691	175	30	14	
RMV-330					
RMV - 330 - 60 - 450	R80739	60	450	20	
RMV - 330 - 75 - 350	R80748	75	350	21	
RMV - 330 - 90 - 250	R80757	90	250	26	
RMV - 330 - 125 - 100	R80774	125	100	22	
RMV - 330 - 200 - 50	R807A2	200	50	22	
RMV - 330 - 250 - 30	R807B1	250	30	23	

* Otras reactancias consultar.

Reactancias tipo RMV

Reactancias de choque para baterías de condensadores de MT

Ejemplo

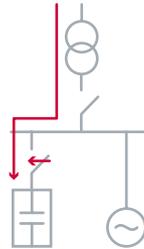
Batería de 2500 kvar a 6,6 kV, conectada a una red con una potencia de cortocircuito de 350 MVA. La corriente nominal de la batería es de 218,95 A y la corriente de pico será de 4486,32 A, esto significa 20,49 veces la corriente nominal y por tanto dentro de los límites admitidos por norma.

Nos podemos encontrar con las dos siguientes situaciones:

Batería aislada

Batería formada por un único escalón y sin baterías de condensadores conectada en paralelo. En esta situación normalmente no es imprescindible el uso de reactancias de choque, ya que la propia impedancia de la red limita la corriente por debajo de 100 veces la intensidad de la batería.

Batería de condensadores aislada (sin existencias de más baterías)



Corriente de cresta de conexión

$$I_c = \sqrt{2} \cdot I_n \cdot \sqrt{\frac{S_{cc}}{Q}}$$

Inductancia necesaria

Para limitación de corriente en batería 100 I_n

$$L \geq \frac{U^2}{\omega} \cdot \left[\frac{200}{Q} - \frac{10^6}{S_{cc}} \right]$$

Inductancia necesaria

Para limitación por debajo de poder de cierre

$$L \geq \frac{10^6}{\omega} \cdot \left[\frac{2Q}{3I_a^2} - \frac{U^2}{S_{cc}} \right]$$

Ejemplo

Batería de condensadores de 5000 kvar a 6,6 kV, formada por 1 escalón de 1000 kvar y 2 de 2000 kvar, frecuencia de 50 Hz y tensión de empleo 6 kV. Sin reactancia de choque y considerando una inductancia propia de un conductor tipo de un metro de longitud (0,5 μ H/m), se obtienen los siguientes resultados:

	Paso 1 (1000 kvar)	Paso 2 (2000 kvar)	Paso 3 (2000 kvar)
$C_{\text{escalón}}$	73,07 μ F	146,15 μ F	146,15 μ F
C_{eq}	292,3 μ F	219,22 μ F	219,22 μ F
L	0,5 μ H	0,5 μ H	0,5 μ H
L_T	0,25 μ H	0,25 μ H	0,25 μ H
I_N	87,48 A	174,95 A	174,95 A
I_p	43251 A	52972 A	52972 A
I_p/I_N	494,41	302,78	302,78

Se comprueba que el ratio I_p/I_N excede del límite permitido, por lo que se deben incorporar reactancias de choque. Utilizando de reactancias de 100 μ H para el primer escalón y de 50 μ H para el resto, se observa:

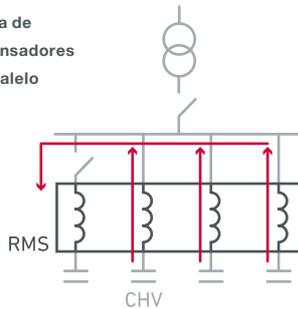
	Paso 1 (1000 kvar)	Paso 2 (2000 kvar)	Paso 3 (2000 kvar)
$C_{\text{escalón}}$	73,07 μ F	146,15 μ F	146,15 μ F
C_{eq}	292,3 μ F	219,22 μ F	219,22 μ F
L	100 μ H	50 μ H	50 μ H
L_T	0,25 μ H	0,25 μ H	0,25 μ H
I_N	87,48 A	174,95 A	174,95 A
I_p	3350 A	5025 A	5025 A
I_p/I_N	38,29	28,79	28,79

Comprobado, el ratio I_p/I_N cumple con el límite de corriente de pico inferior a 100 veces la I_N .

Baterías de condensadores en paralelo

Baterías formadas por dos o más escalones, o que estén conectados en paralelo al mismo nivel de tensión otras baterías de condensadores. Esta situación es más crítica ya que normalmente sí que pueden existir valores de corriente de pico superiores a 100 veces la corriente nominal. Para ello es imprescindible la utilización de reactancias de choque **RMV**.

Batería de condensadores en paralelo



Expresiones de ayuda al cálculo

$$I_c = U \cdot \sqrt{\frac{2}{3} \cdot \frac{C_1 \cdot C_{eq}}{C_1 + C_{eq}} \cdot \frac{1}{L_1 + L_{eq}}}$$

$$L_{eq} = \frac{1}{\frac{1}{L_2} + \dots + \frac{1}{L_n}}$$

$$C_{eq} = C_2 + C_3 + \dots + C_n$$

I_c - Corriente de cresta de conexión

S_{cc} - Potencia de cortocircuito en kVA

Q - Potencia de la batería en kVA

U - Tensión de red en kV

I_a - Poder de cierre del interruptor automático

C_1 - Capacidad de la última batería que se conecta

C_{eq} - Capacidad equivalente de las baterías existentes

C_t - Capacidad de todos los condensadores en paralelo

L_1 - Inductancia de choque de la última batería conectada

L_t - Inductancia equivalente de las baterías conectadas

Reactancias

Reactancias para baterías de MT



Amplia gama de reactancias tanto monofásicas como trifásicas para fabricar filtros de armónicos sintonizados, pudiendo fabricar a diferentes tensiones, desde 1 kV hasta 36 kV, y cualquier frecuencia de sintonía 5.67%, 6%, 7%, 14%, etc.

Las reactancias están fabricadas con chapa de bajas pérdidas y bobinado de cobre o banda de aluminio según modelo, una vez ensambladas son impregnadas usando un sofisticado sistema de vacío que garantiza mínimas pérdidas, mayor consistencia mecánica, incremento del aislamiento y una baja emisión de ruido.

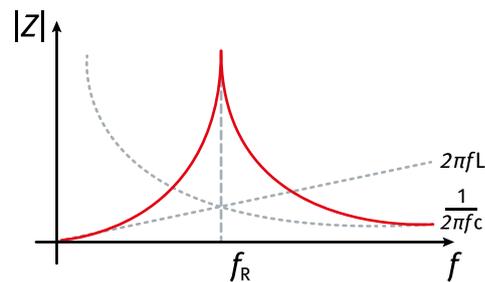
Resonancia en baterías de condensadores

La batería de condensadores son equipos que intrínsecamente no generan armónicos, pero sí que pueden verse afectados por la inyección de corrientes armónicas por parte de cargas no lineales, y conjuntamente puede producirse una resonancia paralelo entre la batería de condensadores y el transformador de potencia de la instalación, dando una impedancia máxima a una frecuencia que denominamos de resonancia.

La frecuencia de resonancia en las instalaciones industriales viene determinada cuando coinciden los valores de impedancia del transformador (X_T) y del condensador (X_C):

$$f_R = f \cdot \sqrt{\frac{X_C}{X_T}} = f \cdot \sqrt{\frac{S_{CC}}{Q}}$$

Siendo S_{CC} la potencia de cortocircuito del transformador en kVA, y Q la potencia de la batería de condensadores en kvar.



Este aumento de impedancia no se mantendrá estático en una sola frecuencia, sino que se desplazará en función de las condiciones de resonancia que existan en cada instante. Si la potencia Q de la batería de condensadores disminuye, la frecuencia de resonancia de la instalación aumentará, y a la inversa, si la potencia Q de la batería de condensadores aumenta, la frecuencia de resonancia de la instalación disminuirá, siendo más peligroso al aproximarse a frecuencias en que se inyecta valores de corriente nada despreciables, dando como resultado:

- Empeoramiento de la calidad de onda en tensión (THDU% aumenta)
- Reducción de la vida útil de los condensadores o su destrucción
- Disparo de protecciones de la batería o instalación

La solución pasa por utilizar baterías de condensadores con filtro desintonizado para evitar el riesgo de resonancia con corrientes armónicas presentes en la instalación con frecuencias superiores a las de diseño del propio filtro.

Elementos de maniobra

Elementos de maniobra o protección para baterías de MT



Contactores

El contactor **LVC** es un contactor de vacío, preparado para controlar cargas inductivas y capacitivas. Está específicamente diseñado para aplicaciones industriales en las que es necesaria la realización de un gran número de maniobras. Concretamente para cargas tales como motores y condensadores.

El contactor de vacío **LVC** es el equipo idóneo para la maniobra de baterías de condensadores desde 3,3 hasta 6,6 kV, evitando recebados y sobretensiones.

Sus características generales son:

- Medio de extinción vacío
- Perfecto control del arco eléctrico en maniobras capacitivas
- Alta duración de vida
- Gran aislamiento del conjunto, formado por tres polos independientes de vacío montados en una estructura aislante
- Reducidas dimensiones
- Equipo ligero, peso muy optimizado
- Fácil mantenimiento

Dimensiones

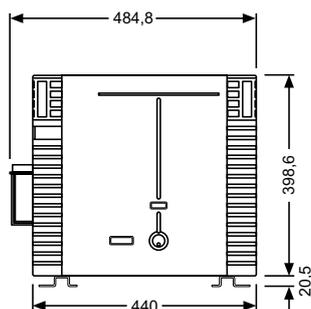
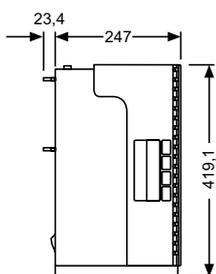


Tabla de características técnicas de contactores para MT

Características eléctricas	Corriente nominal	400 A
Tensión nominal		7,2 kV
Frecuencia		50/60 Hz
Nivel de aislamiento		20...60 kV
Medio de corte		Vacío
Intensidad de corte		4 kA
Intensidad de cortocircuito		6,3 kA/1s
Método de excitación		Continua
Tensión de control		220 Vc.a.
Contactos auxiliares		3 NA + 3 NC
Características constructivas	Conexión	Fija
Dimensiones		350 x 392 x 179 mm
Peso		22 kg
Norma		IEC 60470

Referencias

Tipo	I máxima	Tipo	U auxiliar	Código
6,6 kV c.a.	3 x 400 A	LVC-6Z44ED	220 Vc.a.	R80911
6,6 kV c.a.	3 x 400 A	LVC-6Z44ED	110 Vc.c.	R809110010000

Interruptores automáticos

Utilización de interruptores automáticos con tecnología de corte en vacío para la maniobra y/o protección de la batería de condensadores, con niveles de aislamiento hasta 36 kV.

Interruptores automáticos compactos que cumplen con la norma internacional **IEC 62271-100** y con un poder de corte hasta 40 kA*, permitiendo adaptar a los requerimientos específicos para cada batería de condensadores. Fácil mantenimiento y de alto rendimiento en baterías de condensadores.

* Consultar en función de modelo.

Baterías de condensadores

CIRKAP. Productos completos, fácil elección



Nuestras baterías de condensadores para MT están diseñadas, fabricadas y adaptadas a las necesidades exclusivas para cada cliente. Un diseño inteligente y con alta calidad solo aporta beneficios en su proyecto desde su inicio.

Nuestra experiencia es la garantía que beneficia a todos:

Ingenierías

Asegura que la solución propuesta cumple con las especificaciones y se ajusta a las exigencias de la instalación.

Instaladores

Equipos modulares de fácil manipulación e instalación, ahorrando en costes y tiempo.

Usuario final

Equipos de fácil mantenimiento y alta rentabilidad, beneficiándose de las ventajas (técnicas y económicas) que aporta la compensación de energía reactiva en MT.

La Solución Perfecta

Durante toda la vida de las baterías de condensadores, la serie **CIRKAP** presta unos beneficios invariables como son la flexibilidad, seguridad, fiabilidad y fácil instalación y mantenimiento.

Flexibilidad

Diseño modular, compacto y robusto. Optimizado para su funcionamiento y requisitos de nuestros clientes. Fácilmente accesible desde cualquier punto.

Seguridad

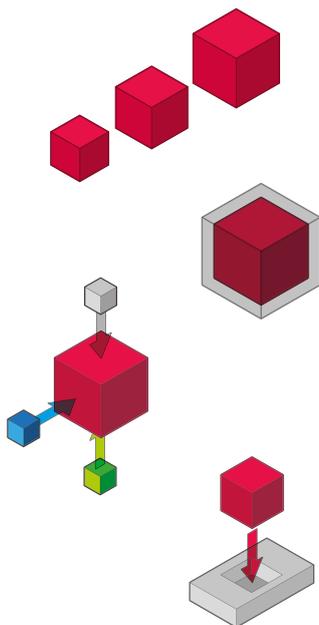
Total seguridad proporcionada por la envolvente metálica con paneles que forma la batería de condensadores, evitando el acceso a partes activas. Acceso seguro al cuadro de control.

Fiabilidad

Las baterías de condensadores **CIRKAP** combinan la experiencia y conocimiento de más de 40 años de **CIRCUTOR** fabricando baterías de MT con la utilización de primeras marcas de componentes. Aplicamos estrictos controles de calidad durante todo el proceso de producción. Nuestra producción está certificada con las normas internacionales **ISO 9001** y sujeta a estrictos procesos de control.

Fácil instalación y mantenimiento

Las baterías **CIRKAP** son fáciles de instalar, con todos los elementos internos montados, cableados y preensamblados, lo que facilita su manipulación y conexionado. El mantenimiento simple, con todas las partes accesibles fácilmente.



Baterías de condensadores

Ejemplos de aplicaciones



Instalación de tratamiento de agua

Batería de condensadores automática multistep con filtro de rechazo modelo **CMSR** de 2250 kvar a 6,6 kV, 50 Hz, composición 5x650 kvar, sintonía 189 Hz (p:7%), para instalación en exterior, grado de protección IP44. Detalle de escalón con protección por fusible, contactor de vacío reactancia de filtrado y condensador trifásico.



Industria papelera

Batería de condensadores automática multistep con filtro de rechazo modelo **CMSR** de 6750 kvar a 22 kV, 50 Hz, composición 750+4x1500 kvar, sintonía 189 Hz (p:7%), para instalación en exterior, grado de protección IP54. Indicador de presencia de tensión, escalón ON/OFF, selector manual o automático por escalón, regulador de energía reactiva con medida trifásica y reles de protecciones de sobrecorriente, cortocircuito y desequilibrio por escalón.



Instalación petroquímica

Batería de condensadores automática multistep modelo **CMSC** de 8790 kvar a 20 kV, 50 Hz, composición 2930+5860 kvar, para instalación en interior, grado de protección IP23. Detalle de paneles y puertas de acceso en todo el perímetro de la envolvente que permiten y facilitan el correcto mantenimiento del equipo.



Infraestructuras de carreteras

Baterías de condensadores automáticas con filtro de rechazo modelo **CMAR** de 100 kvar a 3,3 kV, 50 Hz, composición 1x100 kvar, para instalación en interior, grado de protección IP23, sintonizada a 189 Hz. Detalle de estructura adaptada al espacio disponible en túnel y color corporativo requerido por el cliente.

Baterías de condensadores

Elementos de protección

Los elementos de protección para las baterías de condensadores de MT son los fusibles de Alto Poder de Corte (APR) y/o mediante relés de protección indirecto.



Fusibles

La utilización de fusibles de APR es muy frecuente para la protección de baterías de condensadores de MT de pequeña y mediana potencia.

Como sistema de protección presenta las siguientes ventajas:

- Limitación de esfuerzos electrodinámicos en barras de la batería
- Disminución de los efectos térmicos de las corrientes de cortocircuito.
- Coste relativamente bajo.

No obstante, su desventaja principal se encuentra en la nula protección de sobrecarga

Selección de fusibles

Para soportar la diferencia de tolerancia máxima y los armónicos y reducir el aumento de temperatura en el fusible los fabricantes aconsejan utilizar como mínimo entre 1,8 y 2 veces la corriente nominal del escalón o la batería. No se puede excluir el aumento de tensión del transitorio de conexión, lo que supone utilizar el siguiente nivel de tensión por seguridad. Para redes de 7,2 kV se utilizan de 12 kV, de 12 kV se utilizan de 24 kV, y de 24 kV de 36 kV. También es importante mirar que el fusible admita la corriente de pico de conexión, teniendo que quedar por debajo de la corriente en la curva para tiempos entorno a los 20-100 ms.

$$1,8/I_N < I_{\text{fusible}} < 2/I_N$$

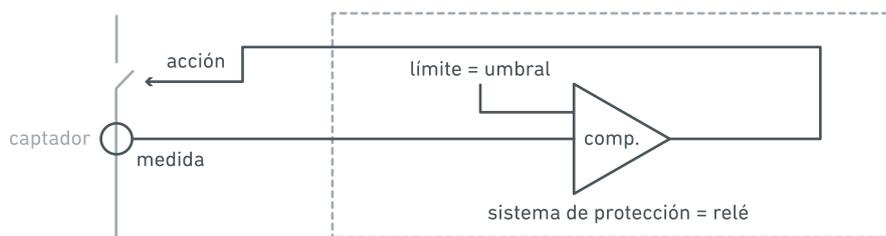
$$I_{\text{fusible}_t < 10\text{ms}} > I_{\text{pico}}$$

$$U_{\text{fusible}} = \text{BIL superior}$$



Relé de protección

Los sistemas de protección que dan la orden al accionamiento (interruptor) para que actúen se denominan relés de protección. Para su funcionamiento es necesario una alimentación externa y la entrada de señal de los captadores de medida según la protección que se desea realizar.



Esquema básico de una cadena de protección eléctrica

Las protecciones que puede realizar un relé se indican con un código ANSI internacional de protecciones. Para las baterías de condensadores de MT las protecciones relevantes son:

50 Relé instantáneo de sobre intensidad. Cortocircuito

51 Relé de intensidad temporizado. Sobrecorriente

50N Relé de intensidad neutro temporizado e instantáneo. Desequilibrio doble estrella

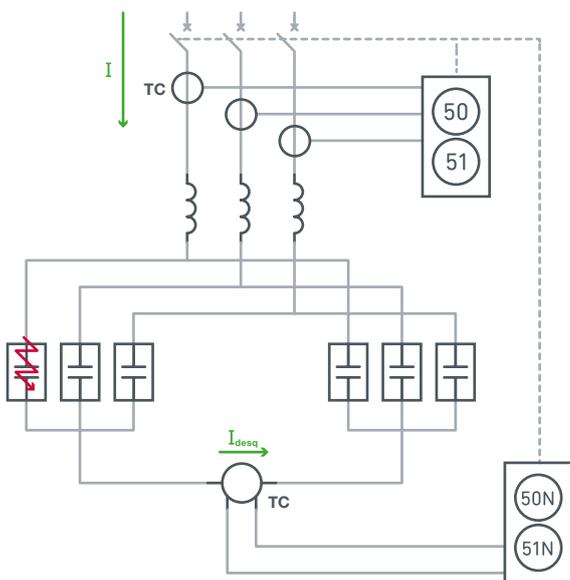
27 Relé de mínima tensión

59 Relé de máxima tensión

51N

Baterías de condensadores

Elementos de protección



Ejemplo de protección de desequilibrio de sobrecarga y cortocircuito de la batería/escalones

Protección de desequilibrio (doble estrella)

Cuando un elemento sufre una avería, disminuye la capacidad del grupo donde se encuentra dicho elemento. Esta variación de capacidad, supone un aumento de la impedancia de ese grupo y a su vez una variación en la distribución de la tensión dentro del condensador. El grupo de elementos donde se produce la anomalía sufre una sobretensión.

Las premisas de la protección de desequilibrio en la doble estrella son:

- La tensión en un condensador no puede superar el 110% de su tensión nominal.
- Si el número de elementos con falta en una unidad es tan elevado como para que pueda provocar faltas en avalancha, a pesar de que la tensión en cualquier condensador de la batería no haya superado el 110% de su valor nominal, se debe desconectar la batería. Normalmente, se debe desconectar la batería cuando la tensión en los elementos sanos supera el 140% de su valor nominal.

Generalmente, la segunda premisa es la que determina el nivel de corriente de disparo de la batería. La protección de desequilibrio se basa en la medida de la corriente que se detecta entre puntos equipotenciales, como pueden ser los dos neutros de las dos estrellas. En el caso de que varíe la impedancia de una de las ramas se originará un desequilibrio, que conlleva a la circulación de una corriente entre los neutros de las estrellas. Para el correcto funcionamiento la clase de precisión del transformador debe ser, como mínimo, clase 1.

Protección general de la batería

Como protección general de la batería se recomienda la utilización de un interruptor automático general individual, bien sea incorporado en el propio equipo o presente en la instalación aguas arriba de la batería.

Las mínimas protecciones a realizar son las de sobrecarga y cortocircuito. Se aconseja que la regulación de las protecciones sea la siguiente:

- **Protección de cortocircuito.** a $4-6 I_n$ con una temporización de 0,1 segundo.
- **Sobrecarga.** Curva de tiempo inverso temporización ≈ 4 segundos a $1.3 I_n$ (depende del régimen de neutro de la instalación).

Protecciones de los escalones

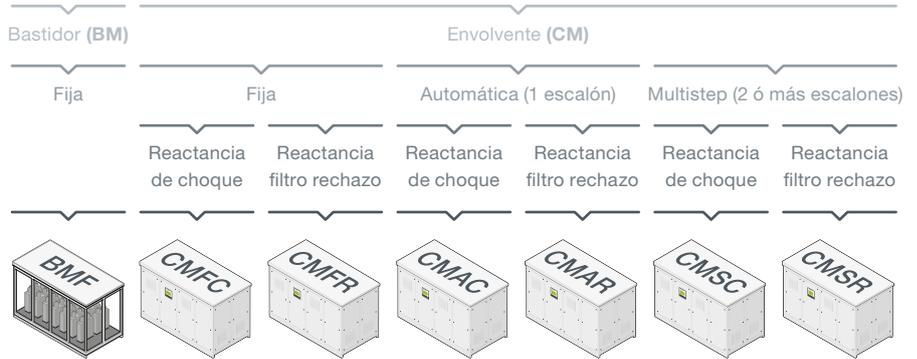
Cada paso incorpora su propia protección, garantizada mediante un juego de fusibles de alto poder de ruptura que incorporan un micro ruptor que asegura la desconexión del escalón en caso de fallo y que está cableado al cuadro de maniobra como testigo del problema.

Baterías de condensadores

CIRKAP. Productos completos, fácil elección

Selección de baterías de condensadores

Las baterías de condensadores **CIRKAP** se dividen en dos grandes grupos: Baterías con envoltente **CM** y baterías en bastidor abierto **BM**.



Referencias para CIRKAP BM

Código	B	M	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Fija (1 paso)		F											
Sin reactancia de choque			-										
Con reactancia de choque			C										
Número de escalones (1)				n°									
Tensión nominal (3cifras) 3,3 kV													033
Tensión nominal (3cifras) 4,2 kV													042
Tensión nominal (3cifras) 5,5 kV													055
Tensión nominal (3cifras) 6,0 kV													060
Tensión nominal (3cifras) 6,3 kV													063
Tensión nominal (3cifras) 6,6 kV													066
Tensión nominal (3cifras) 11 kV													110
Tensión nominal (3cifras) 13,2 kV													132
Tensión nominal (3cifras) 15 kV													150
Tensión nominal (3cifras) 16,5 kV													165
Tensión nominal (3cifras) 22 kV													220
Tensión nominal (3cifras) 33 kV													330
Potencia nominal de la batería en kvar (5cifras)													n°

Referencias para CIRKAP CM

Código	C	M	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Fija (1 paso)			F										
Automática (1 paso)			A										
Multistep			S										
Sin reactancia de choque				-									
Con reactancia de choque				C									
Con filtro de rechazo					R								
Número de escalones (1...9)						n°							
Tensión nominal (3cifras) 3,3 kV													033
Tensión nominal (3cifras) 4,2 kV													042
Tensión nominal (3cifras) 5,5 kV													055
Tensión nominal (3cifras) 6,0 kV													060
Tensión nominal (3cifras) 6,3 kV													063
Tensión nominal (3cifras) 6,6 kV													066
Tensión nominal (3cifras) 11 kV													110
Tensión nominal (3cifras) 13,2 kV													132
Tensión nominal (3cifras) 15 kV													150
Tensión nominal (3cifras) 16,5 kV													165
Tensión nominal (3cifras) 22 kV													220
Tensión nominal (3cifras) 33 kV													330
Potencia nominal de la batería en kvar (5cifras)													n°

Baterías de condensadores

Componentes adicionales



Presostato

Permite la desconexión del escalón/batería a partir de la presión que se origina con un defecto grave en el interior del condensador y evitando daños mayores. Cuando la presión alcanza el valor máximo, permite desconectar el circuito de potencia y señala la falla.



Indicador de presencia de tensión

Equipo que se ilumina permanentemente cuando el circuito de potencia está alimentado, aportando mayor seguridad en las operaciones realizadas sobre el equipo.



Detector de humo

Los detectores de humo son dispositivos que alertan de una posible combustión interna en la batería de condensadores y envían una señal para activar una alarma (en el equipo o a disposición del usuario) y desconexión de la batería si procede.



Cierre eléctrico con retardo de apertura para puertas

Para aquellos equipos que son solicitados con puertas en los módulos de potencia, Circutor ofrece la posibilidad de incluir un sistema de enclavamiento eléctrico mediante solenoides para evitar el acceso al interior de la batería si no ha transcurrido el tiempo de seguridad preceptivo.



Seccionador de corte en vacío y/o puesta a tierra

El seccionador de corte y/o puesta a tierra permite desconectar y aislar el equipo de forma visual en la entrada de la batería de condensadores.



Ventilación

En aquellas baterías instaladas en condiciones ambientales donde no es suficiente la refrigeración por convección natural, es imprescindible el sistema auxiliar de ventilación forzada controlada por termostato para evacuar el calor interno de la batería.



Resistencias calefactoras anticondensación

Se emplean para evitar condensaciones debidas a gradientes de temperatura durante el día, condiciones ambientales salinas, alta humedad relativa y bajas temperaturas. Resistencias calefactoras controladas por termostato y/o higrómetro.

Soluciones para la compensación de energía reactiva en **Media Tensión**

+ información: comunicacion@circutor.com

www.circutor.es



CIRCUTOR, SA - Vial Sant Jordi, s/n
08232 Viladecavalls (Barcelona) España
Tel. (+34) 93 745 29 00 - Fax: (+34) 93 745 29 14
central@circutor.com

