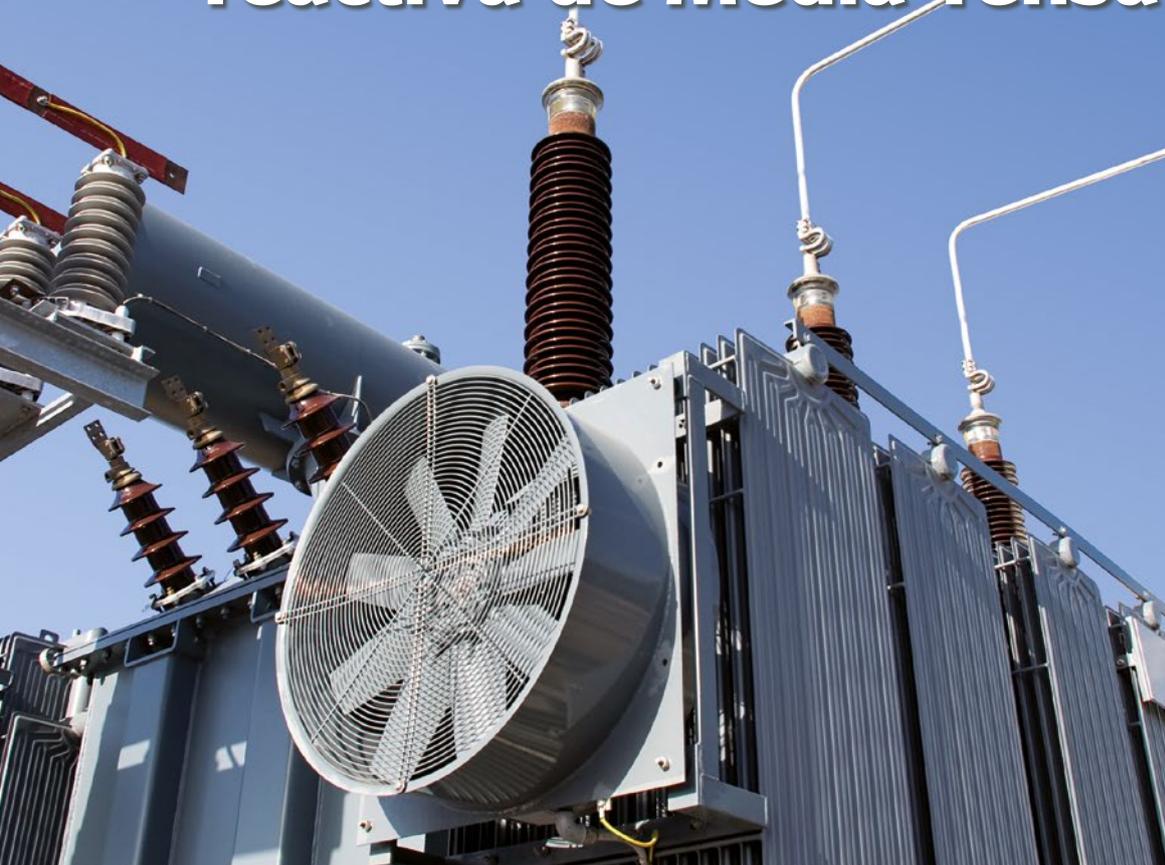


Soluções para a compensação de energia reactiva de Média Tensão



 **CIRCUTOR**

Tecnologia para a eficiência energética



Líderes por experiência

A **CIRCUTOR**, com mais de 40 anos de experiência, dispõe de 6 centros de produção em Espanha e na República Checa, que trabalham na concepção e fabrico de equipamentos destinados a melhorar a eficiência energética: equipamentos de medição e controlo de energia eléctrica, qualidade de fornecimento, protecção eléctrica industrial, compensação da energia reactiva e filtragem de harmónicas. A fornecer soluções com mais de 3.000 produtos em mais de 100 países em todo o mundo.

E *Energias renováveis*

M *Medição e Controlo*

P *Protecção e Controlo*

Q *Qualidade e Metrologia*

R *Compensação da Energia Reactiva e Filtragem de Harmónicas*

V *Recarga Inteligente de Veículos Eléctricos*



Dois dos 6 centros de produção da CIRCUTOR.

A compensação de reactiva de Média Tensão começa com a realização de um projecto adequado aos requisitos exigidos pelos nossos clientes. A CIRCUTOR conta com uma ampla experiência no desenvolvimento de todos os tipos de projectos de compensação de MT. Os nossos centros de produção encarregam-se de fabricar, dentro do prazo estabelecido e com os mais exigentes padrões de qualidade, os projectos desenvolvidos pelos nossos técnicos em colaboração com nossos clientes. As fabricas estão dotadas das mais modernas tecnologias e aplicam os resultados das últimas investigações realizadas pelo vasto equipamento de I+D+i que a CIRCUTOR possui.

Informação técnica

Porque é necessário corrigir o factor de potência?

A compensação de potência reactiva é indispensável para uma gestão técnica e económica correcta de um sistema eléctrico de MT. Os benefícios obtidos são:

Optimização técnica

- Ajuda ao controlo da tensão ao longo do sistema de transporte e distribuição
- Transferência das linhas de transporte e dos transformadores de potência
- Redução do nível de perdas do sistema

Optimização económica

- Redução do custo da energia reactiva facturável (encargo segundo o país e a tarifa)
- Redução do custo económico oculto pelo efeito de Joule nas linhas de transporte
- Permite um melhor rácio (kW/kVA) de utilização das instalações.

Onde e quando compensar em MT?

Basicamente devemos compensar em MT quando se tratar de:

Sistemas de produção, transporte e distribuição

Os pontos mais comuns onde é realizada a compensação de energia reactiva são as linhas de evacuação de centrais de produção (parques eólicos, hidroeléctricas, etc.), subestações receptoras ou de distribuição e nós de distribuição.

Instalações industriais com distribuição e consumo em MT

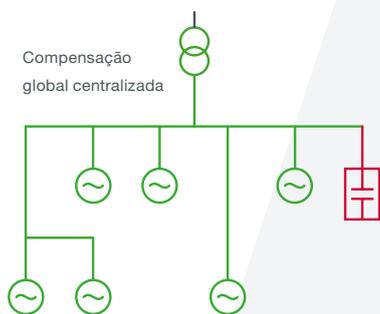
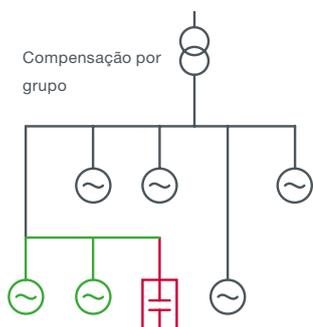
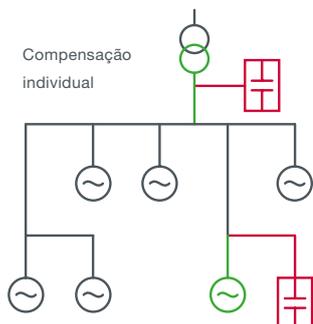
Em regra geral, as instalações que distribuem e consomem energia em MT são susceptíveis de ser compensadas, como por exemplo centros de bombagem, centrais de dessalinização, produtoras de papel, cimenteiras, indústria petroquímica, siderurgias, etc.

Instalações industriais com distribuição em MT e consumo em BT

Normalmente, realiza-se a compensação de BT devido a tratar-se de potências pequenas e com um nível de flutuação rápida do consumo em comparação com a MT. Não obstante, se o número de centros de transformação e o consumo de energia reactiva são elevados e apresentam pouca flutuação de carga, deve ser proposta a compensação de energia reactiva de MT.



Informação técnica



Prevenção do fenómeno de auto-excitação



Como devo compensar?

A compensação de reactiva pode realizar-se em qualquer ponto de uma instalação. Cada método instalado seguirá uma estratégia diferente para conseguir a melhoria do factor de potência.

Compensação individual

Compensação directa à máquina a compensar, sendo a solução técnica mais optimizada mediante a redução directa do consumo de reactiva na carga. É habitual a sua utilização para bombas, motores ou transformadores.

Compensação por grupo

Compensação para grupos de cargas em instalações onde existe uma distribuição sectorizada e extensa. Complemento de apoio para um sistema de compensação centralizado global, aumentando a capacidade da linha que fornece o grupo de cargas compensadas.

Compensação global centralizada

Compensação ligada à entrada geral da instalação, habitualmente utilizada para a redução de facturação eléctrica por encargos por energia reactiva.

Compensação individual de transformadores de potência e motores assíncronos

Dentro das principais aplicações de Compensação de MT está a compensação individual de transformadores de potência e a compensação individual de motores assíncronos.

Transformadores de potência

Para determinar a potência reactiva de um transformador devemos ter em conta dois componentes: o consumo em vazio (corrente magnetizante) e o consumo em carga.

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

A parte fixa depende da corrente magnetizante do transformador, que costuma representar entre 0,5 e 2% da potência nominal do transformador. A parte variável depende do índice de carga que estiver a ser consumido (S/S_N) e da tensão de curto-circuito. Recomenda-se a compensação entre 5% e 7% da potência nominal dos transformadores de uso industrial e até 10% nos transformadores de redes de distribuição de energia.

Motores assíncronos

Em motores assíncronos, deve prestar-se especial atenção no caso de se pretender compensar de forma directa, com ou sem elemento de manobra ou desactivação. Este aspecto é relevante quando se pretende evitar possíveis danos no motor ou na instalação por efeito de excitação. Recomenda-se que não seja realizada uma compensação superior a 90% da corrente de vazio do motor, a fim de evitar a auto-excitação do motor por causa da transferência do condensador face ao motor. Para tal, é possível estimar o valor de potência a compensar, segundo:

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

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

Onde Q_M é a potência reactiva a compensar (kvar), I_0 a corrente de vazio do motor (A), U_N a tensão nominal (U), P_N a potência nominal do motor (kW) e $\cos \phi_i$ é o co-seno do ϕ_i inicial do motor.

Desta forma, dificilmente poderemos compensar mais de um co-seno de ϕ_i superior a 0,95, com o qual se compensa de forma individual utilizando um elemento de desactivação quando o motor é desligado, com o intuito de evitar o fenómeno de auto-excitação.

Informação técnica



Controlo do nível de tensão nas linhas

Um dos pontos críticos na distribuição de energia eléctrica consiste em manter as tensões em distintos pontos da rede de distribuição. Caso se trate de redes em anel nos distintos centros de distribuição e, se forem redes radiais, nos finais de linha. Existem dois métodos possíveis para o controlo da tensão no final das linhas de distribuição de MT, que dependem da configuração da rede de distribuição:

- Controlo na origem de linha, geralmente para linhas de configuração radial.
- Controlo em pontos de rede em anel ou no final de uma linha de MT em configuração radial.

Controlo da tensão na origem de linha

Uma forma habitual empregue pelas empresas distribuidoras para manter o nível nominal de tensão no final de uma linha de MT sem malha, é regular a tensão à saída da subestação acima do seu valor nominal. Isto é conseguido com base na compensação da energia reactiva na origem, de modo a compensar a queda de tensão da linha. A ligação de condensadores em barras de MT traz associado o aumento de tensão no ponto da sua ligação. Segundo a Norma CEI 60871-1, o cálculo do incremento de tensão suposto pela ligação de condensadores numa rede de MT pode obter-se a partir da equação:

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

$\Delta U(\%)$: Queda de tensão percentual referente a U_N

Q_{bat} : Potência da bateria em kvar

S_{cc} : Potência de curto-circuito no ponto de colocação dos condensadores em kVA

Prevendo possíveis flutuações de carga, os condensadores a ligar à saída da subestação ou centro de transformação costumam ser fraccionados em passos. A potência, o tipo de equipamento e o nível de fraccionamento pode depender de critérios próprios das companhias de distribuição de electricidade. Note-se que o fraccionamento da potência total em diferentes escalões, permite uma melhoria dos níveis de tensão para diferentes estados de carga da rede, evitando sobretensões que seriam produzidas em caso de sobrecompensação.

Controlo da tensão no final da linha

No caso de linhas de MT com várias ramificações, se estas tiveram um comprimento considerável (vários km), não é possível regular a tensão em todos os pontos de distribuição colocando condensadores no início de linha. Para estes casos podem ser colocados condensadores em nós de distribuição, nos locais onde se pretender regular a tensão. A queda de tensão no final de uma linha ou ramo pode calcular-se através da equação:

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

$\Delta U(\%)$: Queda de tensão percentual referente a U_N

P : Potência activa transportada

R_L y X_L : resistência e reactância por comprimento (km)

L : comprimento da linha (km)

U_N : tensão nominal da rede

Redução do nível de perdas em linhas de MT

A redução de perdas em instalações de distribuição e transporte constitui um factor importante na avaliação económica de uma instalação, já que estas perdas representam um custo económico oculto. As perdas por efeito de Joule numa linha podem resumir-se em:

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

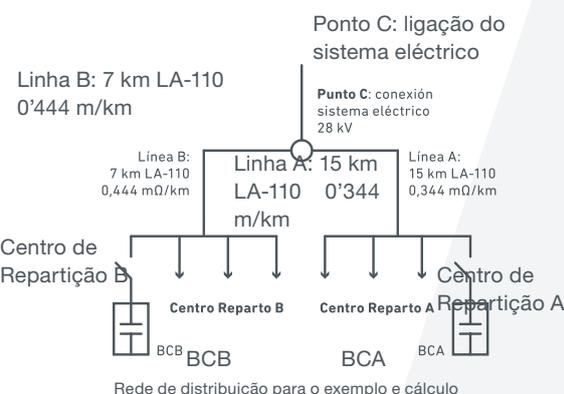
Onde R_L é a resistência por unidade de comprimento e L é o comprimento.

A diminuição de perdas em resultado da Compensação de reactiva pode ser calculada segundo:

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

Sendo Q_L a potência reactiva de carga e Q_{bat} a potência da bateria de Compensação

Informação técnica



Exemplo de redução de perdas de Joule num sistema de distribuição através de linhas aéreas

Neste caso é estudada a evolução do nível de perdas de linha e as quedas de tensão de um sistema de distribuição a 20 kV com e sem baterias de condensadores ligadas.

Procede-se à comparação do efeito das baterias numa rede aérea de MT de distribuição de energia em zona rural, na qual existem dois centros de repartição A e B, alimentados pelas linhas A e B com resistências $R_{IA} = 0,344 \text{ m}\Omega/\text{km}$ e $R_{IB} = 0,444 \text{ m}\Omega/\text{km}$.

Estado de cargas sem baterias de condensadores ligadas

Na origem, o sistema apresenta o estado de potências que é mostrado a seguir:

Dados da instalação antes da compensação

	Ponto de ligação C	Centro de Repartição A	Centro de Repartição B
Potência activa (MW)	7,39	2,7	4,39
Potência reactiva (Mvar)	3,70	1,23	2,13
Potência aparente (MVA)	8,26	2,97	4,88
cos de fi	0,89	0,91	0,9
Perdas de Joule (kW)		114,5	185
Reactiva consumida pela linha (kvar)		129	208
Quedas de tensão (%)		5,2	5,25

Como se observa, no ponto de ligação C, as condições de ligação não são boas, ou seja, a potência aparente é elevada e o factor de potência baixo.

Situação com as baterias ligadas

Para melhorar o estado da rede, é ligada uma bateria de 1100 kvar a 20 kV no centro de repartição A (BCA) e uma bateria de 2000 kvar a 20 kV no centro de repartição B (BCB). O equilíbrio de potências é modificado, tal como se pode observar na tabela que se segue:

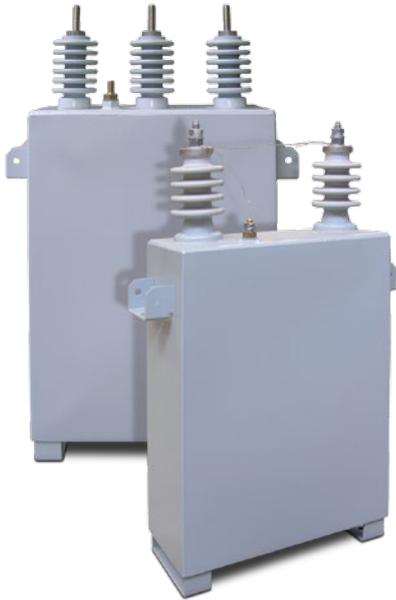
Dados da instalação depois da compensação

	Ponto de ligação C	C. Repartição A com BCA	C. Repartição B com BCB
Potência activa (MW)	7,33	2,7	4,39
Potência reactiva (Mvar)	0,54	0,13	0,13
Potência aparente (MVA)	7,36	2,7	4,39
cos de fi	0,99	0,99	0,99
Perdas de Joule (kW)		94	150
Reactiva consumida pela linha (kvar)		106	170
Quedas de tensão (%)		3,9	3,8

Neste caso, observa-se que no ponto C as condições foram optimizadas de forma substancial, diminuindo-se as perdas de Joule nas linhas e aumentando-se a tensão nos centros de repartição. Desta forma, optimizou-se a exploração e o rendimento da linha e garantiu-se o nível de tensão fornecido aos utilizadores.

Condensadores

Gama completa de condensadores de MT



“todos os condensadores são submetidos a ensaios individuais estritos”

A gama de condensadores de MT da CIRCUTOR é composta por uma série completa de condensadores monofásicos e trifásicos em total conformidade com a Norma internacional CEI 60871. O desenho e produção dos condensadores é realizado com a garantia e fiabilidade das melhores matérias primas e com a flexibilidade suficiente para proporcionar uma solução personalizada para cada aplicação.

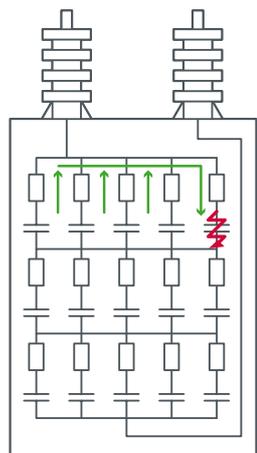
I+D por trás da fiabilidade

A CIRCUTOR dispõe de um departamento de I+D especializado, dotado de vasto equipamento que assegura que a totalidade da sua concepção e produção garantem a mais elevada qualidade e fiabilidade. A gestão da qualidade não se aplica apenas internamente, mas também em cada passo da cadeia de fornecimento. Isto significa que os nossos fornecedores especializados são avaliados rigorosamente no que respeita à qualidade do material e aos seus processos de produção. Antes do fornecimento ao cliente, todos os condensadores são submetidos ao estrito cumprimento dos ensaios individuais estabelecidos pela Norma Internacional CEI, e estes dados são todos registados para a documentação subsequente e a elaboração de certificados de ensaios.

Medição da capacidade	Medição prévia de tensão inferior de $0,15 \cdot U_n$ Medição entre $0,9 \cdot U_n$ y $1,1 \cdot U_n$ Tolerâncias do ponto 7.2 da Norma (-5% y +15%)
Medição de tangente de perdas (tg δ)	Medição entre $0,9 \cdot U_n$ y $1,1 \cdot U_n$ Valores acordados entre fabricante e comprador (<0,2 W/kvar)
Tensão entre bornes	Durante 10 s, $2 \cdot U_n$ em c.a. ou $4 \cdot U_n$ em c.c.
Tensão alterna entre bornes e caixa	Durante 10 s, o nível de isolamento do condensador
Dispositivos internos de transferência	Medição da resistência
Descargas nos fusíveis internos	Transferência com um explosor sem impedância adicional, carregando-se previamente $1,7 \cdot U_n$ em c.c.
Estanqueidade	

Condensadores

Gama completa de condensadores de MT



Exemplo de condensador com fusível interno



Protecção de condensadores através de fusível interno

Os condensadores de alta tensão modernos são submetidos a requisitos de isolamento muito elevados. Um condensador é composto por várias unidades de condensadores ou elementos de condensador, e a finalidade de uma protecção interna adequada dos condensadores é desligar, no caso de uma possível falha, a unidade defeituosa, antes de se produzirem consequências perigosas, reduzindo assim os possíveis efeitos secundários da falha.

A Norma CEI 60871-4 aplica-se aos fusíveis internos que são concebidos para isolar os elementos com falta de um condensador, com o propósito de permitir a operação das restantes partes desta unidade de condensador e da bateria na qual a unidade está ligada. Estes fusíveis não são um substituto de um aparelho de comutação como um interruptor automático ou de uma protecção externa da bateria de condensadores. Em caso de defeito num elemento capacitivo básico, produz-se uma transferência dos elementos sãos em paralelo sobre o avariado. Esta transferência provoca a fusão imediata do fusível interno da unidade danificada, permitindo assim a continuidade de serviço do resto do equipamento.

Este sistema apresenta uma série de vantagens, que se classificam em dois grupos:

Vantagens operacionais

- Desactivação imediata do elemento danificado
- Produção mínima de gases no interior do condensador
- Continuidade de serviço
A eliminação da unidade danificada permite a continuidade de serviço do equipamento.
- Possibilidade de planificação da manutenção da bateria
- Manutenção mais simples

Vantagens do desenho

- Optimização dos custos da bateria
- Utilização de menos condensadores por bateria
- Redução do tamanho das envolventes da bateria
- Condensadores de maior potência

Condensadores

Gama completa de condensadores de MT

Tabela de características técnicas gerais para condensadores de Média Tensão da CIRCUTOR



Potência nominal	CHV-M: 25...750 kvar	CHV-T: 35...750 kvar
Tensão nominal	CHV-M: 1...24 kV	CHV-T: 1...12 kV
Frequência	50/60 Hz	
Nível de isolamento	Ver tabela de níveis de isolamento	
Sobretensão máxima	Ver tabela de níveis de sobretensão, segundo CEI	
Sobrecarga eléctrica	$1,3 \cdot I_N$	
Tolerância de capacidade	-5%...+10%	
Perdas totais	<0,15 W/kvar	
Vida média estatística	>130.000 horas (condições standard)	
Resistências de transferência	75 V-10 minutos (opcional 50 V-5 minutos)	
Limitação de corrente	Máximo $200 \times I_N$	
Categoria de temperatura ambiente	-40°C/"C" (opcional classe D) (tabela 3)	
Ventilação	Natural	
Grau de protecção	IP 00	
Humidade	Máximo 95%	
Altura máxima de serviço	1000 m acima do nível do mar (outras condições, consultar)	
Posição de montagem	Vertical/Horizontal	
Fixações de montagem	Suportes laterais e fixações nos pés	
Contentor	Aço inoxidável, para uso interior ou exterior	
Dieléctrico	All película polipropileno	
Impregnante	Sem PCB, biodegradável	
Dispositivo de segurança interno	Fusíveis internos	
Dispositivo de segurança externo	Pressóstato (opcional)	
Terminais	Porcelana	
Binário de aperto terminais	10 Nm	
Cor	RAL 7035	

Nível de isolamento (BIL)

São os níveis de isolamento que devem ser cumpridos segundo as Normas CEI 60871-1 e CEI 60071-1. Estes níveis de tensão dependerão da tensão mais elevada do equipamento ou de factores externos como a altitude ou ambientes salinos.

Tensão mais elevada do equipamento	Tensão atribuída de curta duração	Tensão atribuída com impulso tipo raio
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

Níveis de sobretensões

Níveis de sobretensões admissíveis de forma esporádica e não continuada, segundo a Norma CEI 60871-1.

Tensão	Duração máxima	Observações
U_N	Permanente	Valor máximo médio durante o período de energização do condensador
$1,1 \times U_N$	12 h. por período de 24 h.	Regulação e flutuação da tensão de rede
$1,15 \times U_N$	30 minutos por período de 24 h.	Regulação e flutuação da tensão de rede
$1,20 \times U_N$	5 minutos	

Margens de temperatura ambiente

Condições ambientais máximas onde é possível utilizar os condensadores de MT segundo a Norma CEI 60871-1.

Símbolo	Máxima	Média em 24 h.	Média em 1 ano
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



Referências para CHV-M

Condensadores monofásicos para Média Tensão

Uso interior ou exterior, com fusíveis e resistência de transferência internos

(*) Não comportam fusíveis internos. Outras potências, consultar

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

Tipo	Código	kvar	Peso	Dimens. (mm) larg. x alt. x prof.
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) larg. x alt. x prof.
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 160
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



Referências para CHV-T

Condensadores trifásicos para Média Tensão

Uso interior ou exterior, com fusíveis e resistência de transferência internos

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

Tipo	Código	kvar	Peso	Dimens. (mm) larg. 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

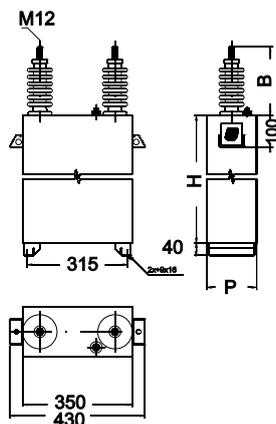
BIL 20/60 kvar (50 Hz) - 6,6 kV

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

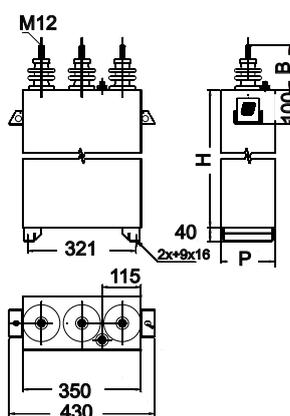
BIL 28/75 kvar (50 Hz) - 11 kV

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

Dimensões CHV-M



Dimensões CHV-T



(*) Não comportam fusíveis internos
Outras potências, consultar

Condensadores

Gama completa de condensadores de MT

Exemplo 1

Seleção de condensador de MT trifásico

Necessitamos de 300 kvar a 6 kV, escolheremos um condensador a 6,6 kV ($U_s+10\%$), com o qual necessitaríamos de um condensador de 363 kvar a 6,6 kV.

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

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

Exemplo 2

Isolamento para bateria de 36 kV

O nível de isolamento dos condensadores será escolhido em função do desenho realizado e segundo o estabelecido na Norma CEI 60871-1. Embora os condensadores sejam de 6 kV, o seu nível de isolamento será de 24 kV.

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

Exemplo 3

Níveis de poluição

Núm.	Nível	mm/kV
1	Baixo	16
2	Médio	20
3	Alto	25
4	Muito alto	31



Seleção de condensadores

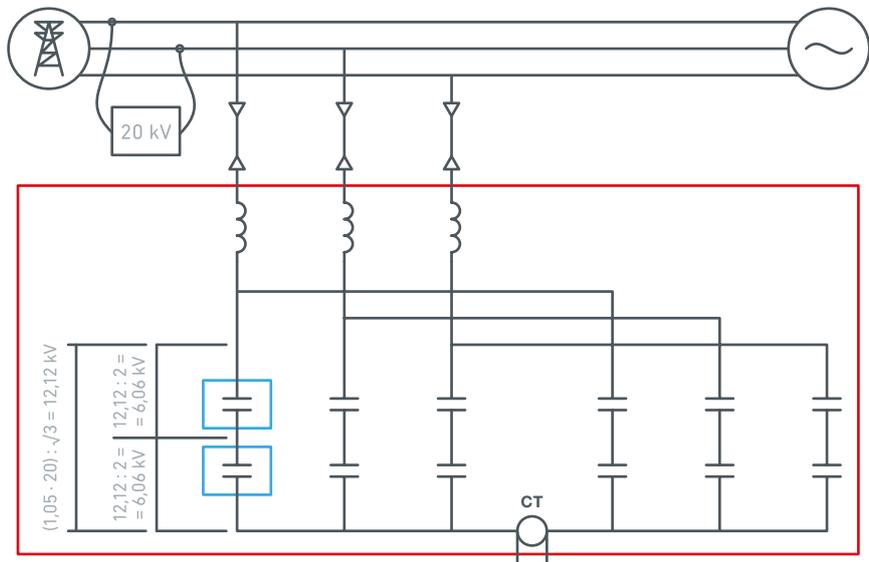
Na altura de seleccionar os condensadores de potência de MT, são importantes as condições de funcionamento, sendo elas fundamentalmente: tensão atribuída, nível de isolamento, temperatura de serviço e condições especiais.

Tensão atribuída

É conveniente que a tensão atribuída ou nominal dos condensadores não seja inferior à tensão máxima de serviço onde vão ser instalados. Podem existir diferenças consideráveis entre a tensão de funcionamento e a atribuída da rede, devendo ser previstas as margens necessárias de variação de tensão. Por segurança, assumem-se valores entre 5% e 10 % de margem de tensão sobre o valor declarado. Isto afectará a selecção da potência do condensador com a finalidade de manter a potência necessária na tensão de serviço declarada. (Ver Exemplo 1)

Nível de isolamento

O nível de isolamento deve ser seleccionado em conformidade com a tensão de rede onde vão ser ligados. (Ver Exemplo 2)



Temperatura de serviço

É importante atender à temperatura mais elevada do condensador, já que influencia a sua vida útil, tanto para temperaturas inferiores, uma vez que o dieléctrico pode sofrer descargas parciais, como para as temperaturas ambientais superiores às estabelecidas para o seu funcionamento. É conveniente utilizar uma classe de temperatura adequada e, se tal não for possível, deverão ser operadas melhorias nas condições de refrigeração dos condensadores ou utilizar uma tensão nominal superior.

Condições especiais

Condições tais como a poluição, ambientes salinos ou corrosivos, ou altitudes superiores aos 1000 m acima do nível do mar, podem afectar a selecção dos condensadores. A poluição ou os ambientes salinos afectariam basicamente a linha de fuga dos condensadores (creepage), sendo necessário dispor de uma maior linha de fuga. No caso de instalações em altitude, deve corrigir-se o nível de isolamento em função da altitude onde vão ser instalados os condensadores. (Ver Exemplo 3)

Reactâncias tipo RMV

Reactâncias de choque para baterias de condensadores de MT



A ligação de baterias de condensadores está associada a transitórias de tensão e corrente elevadas. A Norma internacional CEI 60871-1 define o valor máximo que uma bateria de condensadores é capaz de suportar como valor de pico de ligação. Este valor de pico deve situar-se abaixo de 100 vezes a intensidade nominal da bateria ou escalão que é manobrado.

A referida corrente transitória que aparece na ligação provém basicamente da parte da rede e de outras baterias de condensadores ligadas em paralelo. O valor da indutância é variável em função das condições da instalação, dependendo basicamente dos seguintes parâmetros:

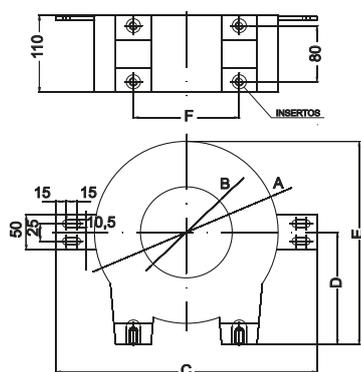
- Poder de curto-circuito da instalação
- Existência de mais baterias de condensadores ou escalões em paralelo

Tabela de características técnicas de reactâncias de choque para baterias de condensadores de MT

Características eléctricas	Corrente nominal de curta duração	43 I_n / 1 s
	Corrente dinâmica	2,5 It
	Nível de isolamento	Até 12 kV (28/75)
Condições ambientais	Temperatura de utilização	Categoria B
	Temperatura média	40 °C
Características construtivas	Tipo	Compartimento em resina Núcleo de ar
	Fixações	M12 / M16 segundo o tipo
	Dimensões (mm)	segundo o tipo
	Peso	segundo o tipo (ver tabela superior)
	Cor	color RAL 8016
Norma	CEI 60289	

* Para outros níveis de isolamento superiores às reactâncias, devem ser montadas sobre isoladores.

Dimensões



Modelo	AØ	BØ	C	D	E	F
RMV-260	260	130	370	160	290	150
RMV-330	330	150	470	190	355	210

Referências 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

* Outras reactâncias, consultar.

Reactâncias tipo RMV

Reactâncias de choque para baterias de condensadores de MT

Exemplo

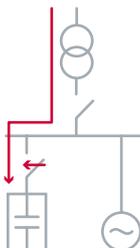
Bateria de 2500 kvar a 6,6 kV, ligada a uma rede com uma potência de curto-circuito de 350 MVA. A corrente nominal da bateria é de 218,95 A e a corrente de pico será de 4486,32 A, significando isto 20,49 vezes a corrente nominal e, portanto, dentro dos limites admitidos por norma.

Podemos deparar-nos com as duas situações seguintes:

Bateria isolada

Bateria composta por um único escalão e sem baterias de condensadores ligadas em paralelo. Nesta situação, normalmente não é imprescindível o uso de reactâncias de choque, já que a própria impedância da rede limita a corrente abaixo de 100 vezes a intensidade da bateria.

Bateria de Condensadores isolada (sem existências de mais baterias)



Corrente de pico de ligação

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

Indutância necessária Para limitação de corrente em bateria 100

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

I_n Indutância necessária Para limitação abaixo do poder de fecho

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

Exemplo

Bateria de condensadores de 5000 kvar a 6,6 kV, formada por 1 escalão de 1000 kvar e 2 de 2000 kvar, frequência de 50 Hz e tensão de operação 6 kV. Sem reactância de choque e considerando uma indutância própria de um condutor tipo com um metro de comprimento (0,5 µH/m), obtêm-se os seguintes resultados:

	Passo 1 (1000 kvar)	Passo 2 (2000 kvar)	Passo 3 (2000 kvar)
$C_{escalon}$	73,07 µF	146,15 µF	146,15 µF
C_{eq}	292,3 µF	219,22 µF	219,22 µF
L	0,5 µH	0,5 µH	0,5 µH
L_T	0,25 µH	0,25 µH	0,25 µH
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

Comprova-se que o rácio I_P/I_N excede o limite permitido, pelo que devem ser incorporadas reactâncias de choque. Utilizando reactâncias de 100 µH para o primeiro escalão e de 50 µH para o restante, observa-se:

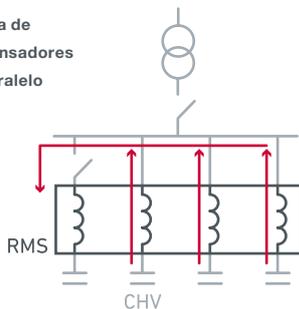
	Passo 1 (1000 kvar)	Passo 2 (2000 kvar)	Passo 3 (2000 kvar)
$C_{escalon}$	73,07 µF	146,15 µF	146,15 µF
C_{eq}	292,3 µF	219,22 µF	219,22 µF
L	100 µH	50 µH	50 µH
L_T	0,25 µH	0,25 µH	0,25 µH
I_N	87,48 A	174,95 A	174,95 A
I_P	3350 A	5025 A	5025 A
I_P/I_N	38,29	28,79	28,79

Comprovado, o rácio I_P/I_N cumpre o limite de corrente de pico inferior a 100 vezes a I_N .

Baterias de condensadores em paralelo

Baterias formadas por dois ou mais escalões, ou ligadas em paralelo, com o mesmo nível de tensão, a outras baterias de condensadores. Esta situação é mais crítica, já que normalmente é possível existir valores de corrente de pico superiores a 100 vezes a corrente nominal. Para tal, é imprescindível a utilização de reactâncias de choque RMV.

Bateria de condensadores em paralelo



Expressões de ajuda ao 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 - Corrente de pico de ligação

S_{cc} - Potência de curto-circuito em kVA

Q - Potência da bateria em kVA

U - Tensão da rede em kV

I_a - Poder de fecho do interruptor automático

C_1 - Capacidade da última bateria que é ligada

C_{eq} - Capacidade equivalente das baterias existentes

C_t - Capacidade de todos os condensadores em paralelo

L_1 - Indutância de choque da última bateria ligada

L_t - Indutância equivalente das baterias ligadas

Reactâncias

Reactâncias para baterias de MT



Ampla gama de reactâncias tanto monofásicas como trifásicas para fabricar filtros de harmónicas sintonizados, podendo ser produzidos a diferentes tensões, desde 1 kV até 36 kV, e qualquer frequência de sintonia 5,67%, 6%, 7%, 14%, etc.

As reactâncias são fabricadas com chapa de baixas perdas e bobinagem de cobre ou banda de alumínio, segundo o modelo, e uma vez montadas são impregnadas utilizando um sofisticado sistema de vácuo que garante perdas mínimas, maior consistência mecânica, incremento do isolamento e uma baixa emissão de ruído.

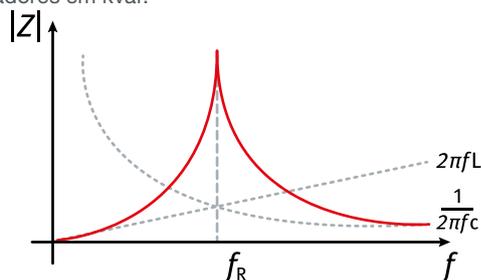
Ressonância em baterias de condensadores

A bateria de condensadores constitui um equipamento que intrinsecamente não gera harmónicas, mas que pode ser afectado pela injeção de correntes harmónicas por parte de cargas não lineares, podendo conjuntamente produzir-se uma ressonância paralela entre a bateria de condensadores e o transformador de potência da instalação, produzindo uma impedância máxima a uma frequência que denominamos de ressonância.

A frequência de ressonância nas instalações industriais é determinada quando os valores de impedância do transformador (X_T) e do condensador (X_C) coincidem:

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

Sendo S_{CC} a potência de curto-circuito do transformador em kVA, e Q a potência da bateria de condensadores em kvar.



Este aumento de impedância não se manterá estático apenas numa frequência, deslocando-se em função das condições de ressonância que existirem em cada instante. Se a potência Q da bateria de condensadores diminui, a frequência de ressonância da instalação aumentará, e, inversamente, se a potência Q da bateria de condensadores aumenta, a frequência de ressonância da instalação diminuirá, sendo mais perigosa ao aproximar-se de frequências nas quais se injectam valores de corrente nada depreciáveis, tendo como resultado:

- Deterioração da qualidade de onda sob tensão (THDU% aumenta)
- Redução da vida útil dos condensadores ou a sua destruição
- Disparo de protecções da bateria ou instalação

A solução passa por utilizar baterias de condensadores com filtro dessintonizado para evitar o risco de ressonância com correntes harmónicas presentes na instalação com frequências superiores às nominais do próprio filtro.

Elementos de manobra

Elementos de manobra ou protecção para baterias de MT



Contactores

O contactor LVC é um contactor de vazio, preparado para controlar cargas indutivas e capacitivas. Foi concebido especificamente para aplicações industriais nas quais é necessária a realização de um grande número de manobras. Concretamente para cargas tais como motores e condensadores.

O contactor de vazio LVC é o equipamento ideal para a manobra de baterias de condensadores de 3,3 até 6,6 kV, evitando reacendimentos e sobretensões.

As suas características gerais são:

- Meio de extinção vazio
- Controlo perfeito do arco eléctrico em manobras capacitivas
- Alta duração de vida
- Grande isolamento do conjunto, formado por três pólos independentes de vazio montados numa estrutura isolante
- Dimensões reduzidas
- Equipamento leve, peso muito optimizado
- Manutenção fácil

Dimensões

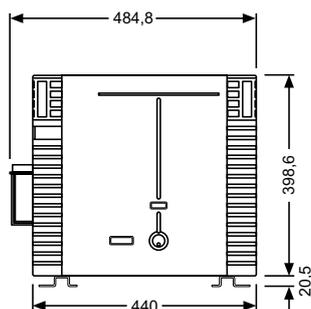
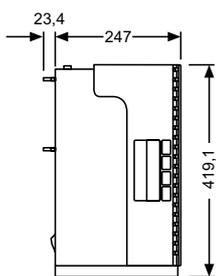


Tabela de características técnicas de contactores para MT

Características eléctricas	Corrente nominal	400 A
	Tensão nominal	7,2 kV
	Frequência	50/60 Hz
	Nível de isolamento	20...60 kV
	Meio de corte	Vazio
	Intensidade de corte	4 kA
	Intensidade de curto-circuito	6,3 kA/1s
	Método de excitação	Contínua
	Tensão de controlo	220 Vc.a.
	Contactos auxiliares	3 NA + 3 NC
Características construtivas	Ligação	Fija
	Dimensões	350 x 392 x 179 mm
	Peso	22 kg
Norma	CEI 60470	

Referências

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

Utilização de interruptores automáticos com tecnologia de corte em vazio para a manobra e/ou protecção da bateria de condensadores, com níveis de isolamento até 36 kV.

Interruptores automáticos compactos que cumprem a norma internacional CEI 62271-100 e com um poder de corte até 40 kA*, permitindo uma adaptação aos requisitos específicos para cada bateria de condensadores. Manutenção fácil e de alto rendimento em baterias de condensadores.

* Consultar em função de modelo.

Baterias de condensadores

CIRKAP. Produtos completos, escolha fácil



As nossas baterias de condensadores para MT são concebidas, fabricadas e adaptadas às necessidades exclusivas de cada cliente. Um desenho inteligente e com alta qualidade só traz benefícios ao seu projecto, desde o seu início.

A nossa experiência é a garantia que beneficia todos:

Engenharias

Assegura que a solução proposta cumpre as especificações e se ajusta às exigências da instalação.

Instaladores

Equipamentos modulares de fácil manipulação e instalação, poupando em custos e tempo.

Utilizador final

Equipamentos de fácil manutenção e alta rentabilidade, beneficiando-se das vantagens (técnicas e económicas) proporcionados pela compensação de energia reactiva de MT.

A Solução Perfeita

Durante toda a vida das baterias de condensadores, a série CIRKAP proporciona benefícios invariáveis como a flexibilidade, segurança, fiabilidade e facilidade de instalação e manutenção.

Flexibilidade

Desenho modular, compacto e robusto. Optimizado para o funcionamento e requisitos dos nossos clientes. Facilmente acessível a partir de qualquer ponto.

Segurança

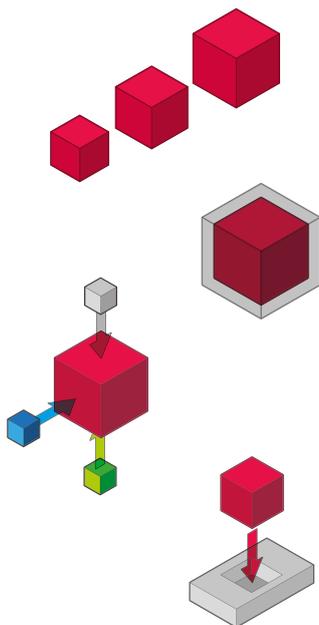
Total segurança proporcionada pela envolvente metálica com painéis que compõem a bateria de condensadores, evitando o acesso a partes activas. Acesso seguro ao quadro de controlo.

Fiabilidade

As baterias de condensadores CIRKAP combinam a experiência e o conhecimento de mais de 40 anos da CIRCUTOR no fabrico de baterias de MT com a utilização das principais marcas de componentes. Aplicamos estritos controlos de qualidade durante todo o processo de produção. A nossa produção é certificada pelas normas internacionais ISO 9001 e sujeita a estritos processos de controlo.

Facilidade de instalação e manutenção

As baterias CIRKAP são fáceis de instalar, com todos os elementos internos montados, cablados e pré-montados, facilitando a sua manipulação e o esquema de ligações. A manutenção é simples, com todas as partes acessíveis facilmente.



Baterias de condensadores

Exemplos de aplicações



Instalação de tratamento de água

Bateria de condensadores automática multistep com filtro de rejeição modelo CMSR de 2250 kvar a 6,6 kV, 50 Hz, composição 5x650 kvar, sintonização 189 Hz (p:7%), para instalação em exterior, grau de protecção IP44. Detalhe de escalão com protecção por fusível, contactor de vazio, reactância de filtragem e condensador trifásico.



Indústria papelreira

Bateria de condensadores automática multistep com filtro de rejeição modelo CMSR de 6750 kvar a 22 kV, 50 Hz, composição 750+4x1500 kvar, sintonização 189 Hz (p:7%), para instalação em exterior, grau de protecção IP54. Indicador de presença de tensão, escalão ON/ OFF, selector manual ou automático por escalão, regulador de energia reactiva com medição trifásica e relés de protecções de sobrecarga eléctrica, curto-circuito e desequilíbrio por escalão.



Instalação petroquímica

Bateria de condensadores automática multistep modelo CMSC de 8790 kvar a 20 kV, 50 Hz, composição 2930+5860 kvar, para instalação em interior, grau de protecção IP23. Detalhe de painéis e portas de acesso em todo o perímetro da envolvente, que permitem e facilitam a manutenção correcta do equipamento.



Infra-estruturas rodoviárias

Baterias de condensadores automáticas com filtro de rejeição modelo CMAR de 100 kvar a 3,3 kV, 50 Hz, composição 1x100 kvar, para instalação em interior, grau de protecção IP23, sintonizada a 189 Hz. Detalhe de estrutura adaptada ao espaço disponível em túnel e cor corporativa solicitada pelo cliente.

Baterias de condensadores

Elementos de protecção

Os elementos de protecção para as baterias de condensadores de MT são os fusíveis de Alto Poder de Corte (APR) e/ou através de relés de protecção indirecta.



Fusíveis

A utilização de fusíveis de APR é muito frequente para a protecção de baterias de condensadores de MT de pequena e média potência.

Como sistema de protecção, apresenta as seguintes vantagens:

- Limitação de esforços electrodinâmicos em barras da bateria
- Diminuição dos efeitos térmicos das correntes de curto-circuito
- Custo relativamente baixo

Todavia, a sua principal desvantagem reside na protecção nula de sobrecarga

Seleção de fusíveis

Para suportar a diferença de tolerância máxima e as harmónicas e reduzir o aumento de temperatura no fusível, os fabricantes aconselham a utilização de, no mínimo, entre 1,8 e 2 vezes a corrente nominal do escalão ou da bateria. Não é possível excluir o aumento de tensão da transitória de ligação, o que supõe a utilização do nível seguinte de tensão, por segurança. Para redes de 7,2 kV utilizam-se de 12 kV, para 12 kV utilizam-se de 24 kV e para 24 kV de 36 kV. Também é importante observar que o fusível admita a corrente de pico de ligação, tendo que situar-se abaixo da corrente na curva para tempos em redor de 20-100 ms.

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

$$1,8 / N < I_{\text{fusível}} < 2 / N$$

Limite = Limiar

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

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

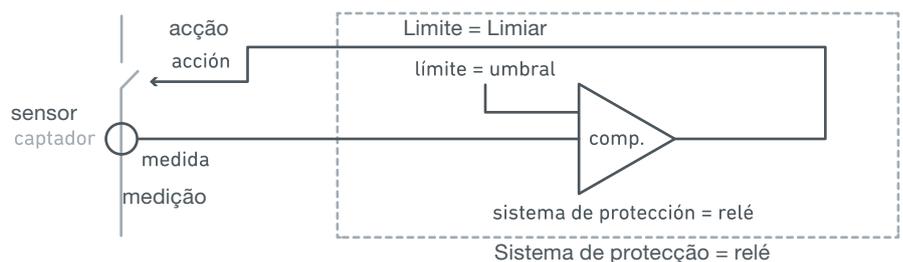
$$U_{\text{fusible}} = \text{BIL superior}$$

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



Relé de protecção

Os sistemas de protecção que dão a ordem ao accionamento (interruptor) para que actuem denominam-se relés de protecção. Para o seu funcionamento, é necessário uma alimentação externa e a entrada de sinal dos sensores de medição segundo a protecção que se pretende realizar.



Esquema básico de uma cadeia de protecção eléctrica

As protecções que podem ser realizadas por um relé são indicadas com um código ANSI internacional de protecções. Para as baterias de condensadores de MT, as protecções relevantes são:

50 Relé instantâneo de sobretensão. *Curto-circuito*

51 Relé de intensidade temporizado. *Sobrecarga eléctrica*

50N Relé de intensidade neutro temporizado e instantâneo. *Desequilíbrio dupla estrela*

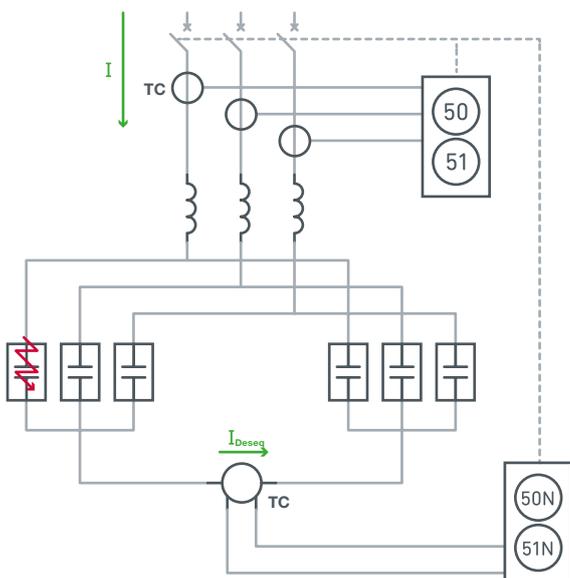
27 Relé de mínima tensão

59 Relé de máxima tensão

51N

Baterias de condensadores

Elementos de protecção



Exemplo de protecção de desequilíbrio de sobrecarga e curto-circuito da bateria/escalões

Protecção de desequilíbrio (dupla estrela)

Quando um elemento sofre uma avaria, diminui a capacidade do grupo onde se encontra esse elemento. Esta variação de capacidade, supõe um aumento da impedância desse grupo e, por sua vez, uma variação na distribuição da tensão dentro do condensador. O grupo de elementos onde se produz a anomalia sofre uma sobretensão.

As premissas da protecção de desequilíbrio na dupla estrela são:

- A tensão num condensador não pode ultrapassar 110% da sua tensão nominal.
- Se o número de elementos com falha numa unidade é suficientemente elevado para poder provocar falhas em avalanche, apesar de a tensão em qualquer condensador da bateria não ter ultrapassado 110% do seu valor nominal, deve desligar-se a bateria. Normalmente, a bateria deve ser desligada quando a tensão nos elementos são ultrapassa 140% do seu valor nominal.

Geralmente, a segunda premissa é a que determina o nível de corrente de disparo da bateria. A protecção de desequilíbrio baseia-se na medição da corrente que é detectada entre pontos equipotenciais, como sejam os dois neutros das duas estrelas. Em caso de variação da impedância de um dos ramos, originar-se-á um desequilíbrio, que leva à circulação de uma corrente entre os neutros das estrelas. Para o funcionamento correcto, a classe de precisão do transformador deve ser, no mínimo, classe 1.

Protecção geral da bateria

Como protecção geral da bateria recomendamos a utilização de um interruptor automático geral individual, quer esteja integrado no próprio equipamento, quer esteja presente na instalação contrária acima da bateria.

As protecções mínimas a realizar são as de sobrecarga e curto-circuito. Aconselhamos que a regulação das protecções seja a seguinte:

- **Protecção de curto-circuito a $4-6 I_n$** com uma temporização de 0,1 segundos..
- **Curva de tempo inverso de temporização 4 segundos a $1,3 I_n$** (dependendo do regime de neutralidade da instalação).

Protecções das fases

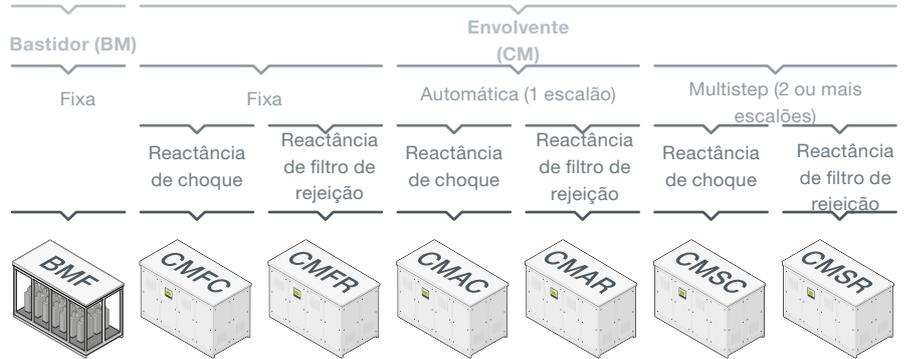
Cada passo incorpora a sua própria protecção, garantida através de um jogo de fusíveis de alto poder de rotura que incorporam um microinterruptor que assegura a desactivação do escalão em caso de falha e a sua cablagem até ao quadro de manobra como indicador do problema.

Baterias de condensadores

CIRKAP. Produtos completos, escolha fácil

Seleção de baterias de condensadores

As baterias de condensadores CIRKAP dividem-se em dois grandes grupos: Baterias com envoltente CM e baterias em bastidor aberto BM.



Referências para CIRKAP BM

Código	B	M	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Fixa (1 passo)		F											
Sem reactância de choque			-										
Com reactância de choque			C										
Número de escalões (1)				n°									
Tensão nominal (3 casas decimais) 3,3 kV													033
Tensão nominal (3 casas decimais) 4,2 kV													042
Tensão nominal (3 casas decimais) 5,5 kV													055
Tensão nominal (3 casas decimais) 6,0 kV													060
Tensão nominal (3 casas decimais) 6,3 kV													063
Tensão nominal (3 casas decimais) 6,6 kV													066
Tensão nominal (3 casas decimais) 11 kV													110
Tensão nominal (3 casas decimais) 13,2 kV													132
Tensão nominal (3 casas decimais) 15 kV													150
Tensão nominal (3 casas decimais) 16,5 kV													165
Tensão nominal (3 casas decimais) 22 kV													220
Tensão nominal (3 casas decimais) 33 kV													330
Potência nominal da bateria em kvar (5 casas decimais)													N.º

Referências para CIRKAP CM

Código	C	M	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Fixa (1 passo)		F											
Automática (1 passo)			A										
Multistep				S									
Sem reactância de choque					-								
Sem reactância de choque					C								
Com filtro de rejeição						R							
Número de escalões (1...9)							n°						
Tensão nominal (3 casas decimais) 3,3 kV													033
Tensão nominal (3 casas decimais) 4,2 kV													042
Tensão nominal (3 casas decimais) 5,5 kV													055
Tensão nominal (3 casas decimais) 6,0 kV													060
Tensão nominal (3 casas decimais) 6,3 kV													063
Tensão nominal (3 casas decimais) 6,6 kV													066
Tensão nominal (3 casas decimais) 11 kV													110
Tensão nominal (3 casas decimais) 13,2 kV													132
Tensão nominal (3 casas decimais) 15 kV													150
Tensão nominal (3 casas decimais) 16,5 kV													165
Tensão nominal (3 casas decimais) 22 kV													220
Tensão nominal (3 casas decimais) 33 kV													330
Potência nominal da bateria em kvar (5 casas decimais)													N.º

Baterias de condensadores

Componentes adicionais



Pressóstato

Permite a desactivação do escalão/bateria a partir da pressão que é originada com um defeito grave no interior do condensador e evitando danos maiores. Quando a pressão atinge o valor máximo, permite desligar o circuito de potência e sinaliza a falha.



Indicador de presença de tensão

Equipamento que se ilumina permanentemente quando o circuito de potência está a ser alimentado, proporcionando maior segurança nas operações realizadas no equipamento.



Detector de fumo

Os detectores de fumo são dispositivos que alertam no caso de uma possível combustão interna na bateria de condensadores e enviam um sinal para activar um alarme (no equipamento ou à disposição do utilizador) e desactivação da bateria, se for o caso.



Fecho eléctrico com atraso de abertura para portas

Para os equipamentos que são solicitados com portas nos módulos de potência, a Circutor oferece a possibilidade de incluir um sistema de encravamento eléctrico através de solenóides para evitar o acesso ao interior da bateria se não tiver decorrido o tempo de segurança respectivo.



Seccionador de corte em vazio e/ou ligação à terra

O seccionador de corte e/ou de ligação à terra permite desligar e isolar o equipamento visualmente na entrada da bateria de condensadores.



Ventilação

Nas baterias instaladas em condições ambientais nas quais a refrigeração não é suficiente por convecção natural, é imprescindível o sistema auxiliar de ventilação forçada controlada por termostato para evacuar o calor interno da bateria.



Resistências de calefação anti-condensação

São utilizadas para evitar condensações devidas a gradientes de temperatura durante o dia, condições ambientais salinas, alta humidade relativa e baixas temperaturas. Resistências de calefação controladas por termostato e/ou higrómetro.

Soluções para a compensação de energia reactiva de Média Tensão

+ informação: comunicacion@circutor.com

www.circutor.pt



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

