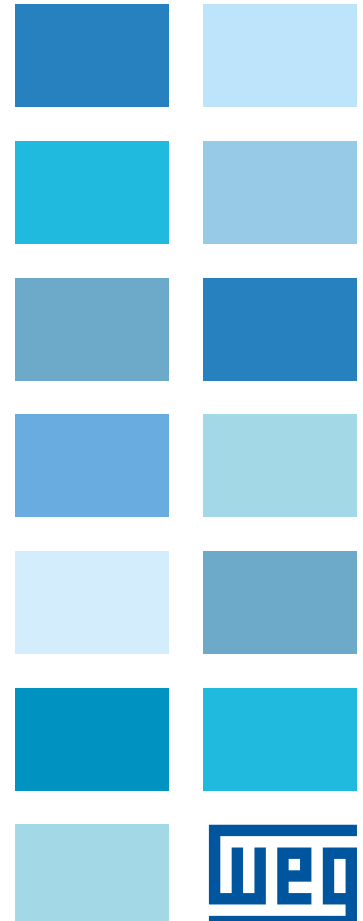


# Capacitores em Corrente Alternada

Manual de segurança e aplicação





# **Manual de segurança e aplicação**

Série: Capacitores em Corrente Alternada

Idioma: Português

Número do documento: 10005056244 / 01

Data da Publicação: 07/2017



# 1. INDICE

1. SEGURANÇA NA APLICAÇÃO DE CAPACITORES	6
2. CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO	6
3. CONDIÇÕES DE SEGURANÇA PARA INSTALAÇÃO E OPERAÇÃO DE CAPACITORES	6
4. INFORMAÇÕES DO PRODUTO	7
5. DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO DE SEGURANÇA INTERNOS DE CAPACITORES	8
5.1. FILME DE POLIPROPILENO METALIZADO AUTORREGENERATIVO	8
5.2. FILME SEGMENTADO	8
5.3. DISPOSITIVO DE SEGURANÇA POR SOBREPRESSÃO INTERNA	9
6. CAPACITORES PARA CORREÇÃO DO FATOR DE POTÊNCIA (C.F.P.)	10
6.1. INSTALAÇÃO NA PRESENÇA DE HARMÔNICOS	11
6.1.1. Reator de dessintonia	11
6.2. POSIÇÃO DE MONTAGEM E ESPAÇAMENTO ENTRE CAPACITORES	13
6.3. TEMPERATURA AMBIENTE	14
6.4. NÍVEIS DE TENSÃO ADMISSÍVEIS EM SERVIÇO	15
6.5. CONEXÃO DOS CAPACITORES	15
6.6. ATERRAMENTO	16
6.7. DESCARGA DOS CAPACITORES	16
6.8. SELEÇÃO DOS CONTADORES	16
6.9. SELEÇÃO DOS DISJUNTORES	17
6.10. SELEÇÃO DOS FUSÍVEIS	17
6.11. MANUTENÇÃO PREVENTIVA	17
6.11.1. Mensal	17
6.11.2. Semestral	17
7. CAPACITORES PARA MOTORES ( <i>MOTOR RUN</i> )	18
7.1. POSIÇÃO DE MONTAGEM E FIXAÇÃO DOS CAPACITORES	18
7.2. TEMPERATURA DE OPERAÇÃO	19
7.3. CONEXÃO DOS CAPACITORES	19
7.4. DESCARGA DE CAPACITORES	20
8. CAPACITORES PARA ILUMINAÇÃO	20
8.1. POSIÇÃO DE MONTAGEM E FIXAÇÃO DOS CAPACITORES	20
8.2. TEMPERATURA DE OPERAÇÃO	20
8.3. CONEXÃO DOS CAPACITORES	21
8.4. DESCARGA DE CAPACITORES	21
9. POSSÍVEIS CAUSAS E SOLUÇÕES DE PROBLEMAS	21
9.1. ANEXO A - CHECKLIST	23

## 1. SEGURANÇA NA APLICAÇÃO DE CAPACITORES

É necessário a leitura deste manual antes de realizar a instalação ou manutenção de capacitores em corrente alternada. O descumprimento das orientações contidas neste manual pode resultar em redução na vida útil do produto, falha operacional, desabilitação do sistema de segurança do capacitor e conseqüentemente, risco de incêndio. Em caso de dúvida, favor contatar a WEG.



### PARA SUA SEGURANÇA

Capacitores são componentes passivos do sistema, que possuem a capacidade de armazenar energia elétrica. Mesmo depois de desenergizados, devem ser manuseados com cuidado, pois podem possuir altos níveis de tensão armazenados, colocando em risco a vida humana. **Portanto, sempre descarregar e curto circuitar os terminais do capacitor antes de manuseá-lo.** Esta regra também é válida para todos os componentes e dispositivos que possuem alguma conexão elétrica com os capacitores.

As normas internacionais, nacionais, estaduais e locais devem sempre ser cumpridas quando se executam trabalhos em equipamentos e componentes em sistemas elétricos.

## 2. CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO

- Capacitores nunca devem ser armazenados em locais com temperatura que ultrapassa os limites especificados.
- Não deve ocorrer a condensação do capacitor. A umidade relativa média durante o ano não deve ser superior a 75%, sendo o valor máximo de 95%.
- Capacitores não devem ser armazenados em ambientes corrosivos, especialmente onde há gás clorídrico, gás sulfídrico, ácidos, solventes orgânicos ou substâncias similares.
- Capacitores armazenados em ambientes com poeira devem ser limpos antes da instalação, principalmente na região próxima aos terminais com o objetivo de garantir a isolamento elétrica entre fases e/ou fases e invólucro.
- Caso os capacitores fiquem armazenados por um período superior a 3 anos, sugere-se realizar uma inspeção visual para verificar a integridade do invólucro (sem corrosões, vazamentos, deformações, entre outros) e medir os valores de capacitância. Se os valores estiverem dentro dos limites indicados na etiqueta e o invólucro estiver íntegro, o produto pode ser utilizado. Em caso de não conformidade, o capacitor deve ser descartado.

## 3. CONDIÇÕES DE SEGURANÇA PARA INSTALAÇÃO E OPERAÇÃO DE CAPACITORES

- Não realizar nenhum tipo de solda nos terminais dos capacitores, sob o risco de causar deterioração dos materiais de vedação e desabilitar o sistema de segurança do capacitor.
- Capacitores não devem ser utilizados em ambientes corrosivos, especialmente onde há gás clorídrico, gás sulfídrico, ácidos, solventes orgânicos ou substâncias similares.
- Capacitores utilizados em ambientes com poeira devem passar por manutenções regulares com o objetivo de garantir a isolamento elétrica entre fases e/ou fases e invólucro.
- A distância entre capacitores deve estar sempre em conformidade com as especificações do produto.
- Os valores máximos de temperatura, tensão, potência reativa, frequência, tempos de descarga e número de chaveamentos na aplicação devem estar sempre em conformidade com as especificações do produto e normas aplicáveis.
- Meios suficientes de dissipação de calor devem ser providenciados para que a temperatura máxima do capacitor não seja ultrapassada.



### TEMPERATURA AMBIENTE

A temperatura de operação é um dos principais fatores que influenciam na vida útil do capacitor, portanto, está diretamente relacionada com a expectativa de vida. Em caso de temperaturas superiores as mencionadas a seguir, deve-se prever ventilação forçada ou entrar em contato com a WEG, para fornecimento de capacitores especiais.

1. Capacitores para C.F.P.

A categoria de temperatura dos capacitores WEG para Correção do Fator de Potência é -25/D. Esta designação corresponde a máxima temperatura de operação de 55 °C, onde a média mais alta em 24h não pode ultrapassar 45 °C e a temperatura média durante um ano não pode ser superior aos 35 °C.

2. Capacitores para motores monofásicos

Os capacitores para motores monofásicos são classificados em categoria climática definida pela mínima e máxima temperatura de operação e severidade ao calor úmido. As linhas CMRW, CMRW-S, UCW-M e CDW são identificados com 25/85/21, que indica a temperatura mínima de operação de -25 °C, máxima de 85 °C e 21 dias de severidade ao calor úmido. Os capacitores da linha CMLW e CDWV são identificados com 25/70/21, portanto, a temperatura máxima não pode exceder à 70 °C.

3. Capacitores para iluminação

Os capacitores das linhas CLAW, CILW e CLAW-S pertencem à categoria de temperatura -25 °C / +85 °C, desta forma, a mínima temperatura de operação deve ser superior à -25 °C e a máxima deve ser inferior à 85 °C.

## 4. INFORMAÇÕES DO PRODUTO

As linhas de capacitores para corrente alternada produzidas pela WEG, estão divididas em três campos de aplicação: Correção do Fator de Potência (C.F.P.), motores monofásicos (*motor run*) e iluminação (*lighting*). Na tabela 01 estão descritos os produtos oferecidos pela WEG.

Família	Linha	Descrição	Involúcro	Aplicação	Norma de referência
CFP	UCW	Unidade Capacitiva Monofásica	Caneca de Alumínio	C.F.P.	IEC 60831-1/2 UL 810
	UCW-T	Unidade Capacitiva Trifásica	Caneca de Alumínio	C.F.P.	IEC 60831-1/2 UL 810
	MCW	Módulo Capacitivo Trifásico	Caneca de alumínio e tampa plástica	C.F.P.	IEC 60831-1/2 UL 810
	BCW	Banco de Capacitores Trifásico	Caixa Metálica	C.F.P.	IEC 60831-1/2 IEC 61921
	BCWP	Banco de Capacitores Trifásico com Proteção	Caixa Metálica	C.F.P.	IEC 60831-1/2 IEC 61921
Motor run	CMRW	Capacitor permanente	Caneca Plástica	Motores monofásicos	IEC 60252-1 UL 810
	CMLW	Capacitor permanente	Caneca Plástica	Motores monofásicos	IEC 60252-1
	CMRW-S	Capacitor permanente com filme segmentado	Caneca Plástica	Motores monofásicos	IEC 60252-1 UL 810
	UCW-M	Capacitor permanente com caneca de alumínio	Caneca de Alumínio	Motores monofásicos	IEC 60252-1 UL 810
	CDWV	Capacitor permanente com dupla capacitância	Caneca de Alumínio	Ventilador de teto	IEC 60252-1
	CDW	Capacitor permanente com dupla capacitância	Caneca de Alumínio	Ar condicionado	IEC 60252-1 UL 810
Iluminação	CLAW	Capacitor para iluminação tipo A	Caneca Plástica	Iluminação	IEC 61048 IEC 61049
	CILW	Capacitor para iluminação tipo A	Caneca Plástica	Iluminação	IEC 61048
	CLAW-S	Capacitor para iluminação com filme segmentado tipo A	Caneca Plástica	Iluminação	IEC 61048

Tabela 01 - Informações do produto

## 5. DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO DE SEGURANÇA INTERNOS DE CAPACITORES

Na tabela 02 estão descritos em quais linhas de produtos existe dispositivo de segurança e qual o tipo de cada um.

Família	Linha	Filme segmentado	Dispositivo de segurança por sobrepressão interna	Não possui dispositivo de segurança
CFP	UCW		√	
	UCW-T		√	
	MCW		√	
	BCW		√	
	BCWP		√	
Motor run	CMRW			√
	CMLW			√
	CMRW-S	√		
	UCW-M		√	
	CDWV			√
	CDW		√	
Iluminação	CLAW			√
	CILW			√
	CLAW-S	√		

Tabela 02 - Dispositivos de segurança internos de capacitores

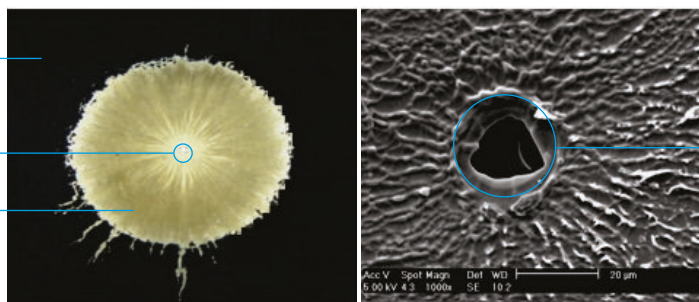
### 5.1. FILME DE POLIPROPILENO METALIZADO AUTORREGENERATIVO

O filme de polipropileno metalizado apresenta a característica de autorregeneração, assim, as propriedades elétricas são rapidamente restabelecidas após uma perfuração local do dielétrico. Conforme pode ser observado na figura 01, no momento da ruptura do dielétrico, a camada de metal (eletrodos) ao redor da perfuração é vaporizada e o curto-circuito é isolado.

Eletrodo metalizado

Região de ruptura do dielétrico

Região da autorregeneração



Região de ruptura do dielétrico (ampliação: 1.000 vezes)

Figura 01 - Filme de polipropileno metalizado auto regenerativo

### 5.2. FILME SEGMENTADO

Nos capacitores que utilizam esta tecnologia, a proteção está na segmentação da metalização (eletrodos) do filme de polipropileno. Estes segmentos, ou pequenas áreas metalizadas, são interligados por fusíveis, conforme figura 02 (a).

O funcionamento do dispositivo ocorre no caso de uma ruptura do dielétrico em um segmento, atuando os fusíveis, conforme figura 02 (b), e isolando o segmento que apresentou a falha. Portanto, a segurança deste dispositivo está em limitar a energia liberada durante a regeneração, que é proporcional a área do segmento.



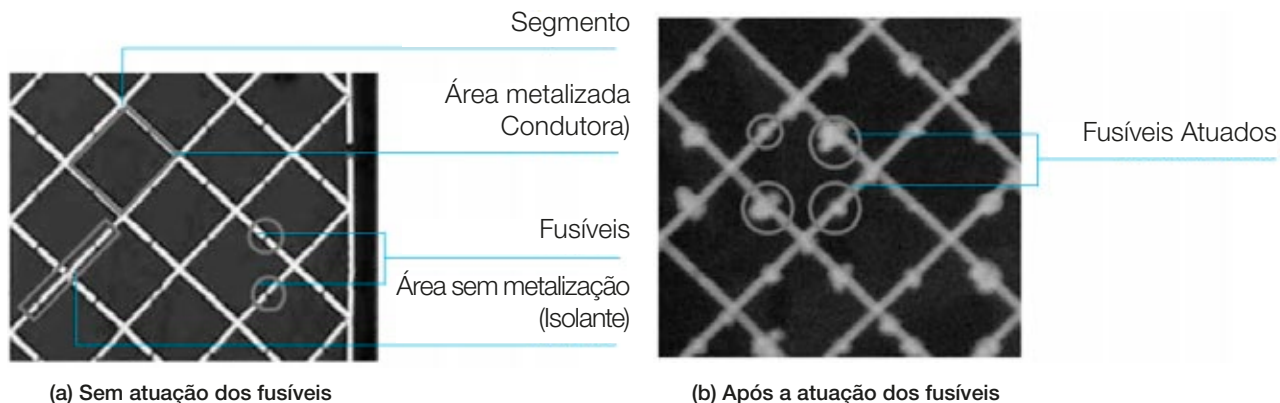


Figura 02 - Filme segmentado

### 5.3. DISPOSITIVO DE SEGURANÇA POR SOBREPRESSÃO INTERNA

Este dispositivo está conectado dentro da unidade capacitiva, em série com o elemento capacitivo, e possui a função de interromper a corrente elétrica no capacitor em caso de acréscimo anormal da pressão interna. A atuação deste dispositivo ocorre no final da vida útil do produto ou quando houver falha. De acordo com o material da tampa, existem duas formas distintas para atuação do dispositivo de segurança.

**Tampa plástica:** a pressão interna, provocada pela regeneração do filme, irá exercer uma força nas paredes do capacitor. Esta força atuará sobre os sulcos expansíveis, fazendo com que ocorra a interrupção do fusível mecânico e, conseqüentemente, da alimentação de energia para o elemento capacitivo (figura 3 (a)).

**Tampa de alumínio:** a pressão interna, provocada pela regeneração do filme, irá exercer uma força nas paredes do capacitor. Esta força atuará na tampa metálica e no sulco expansível. Desta maneira, a tampa expande, fazendo com que ocorra a interrupção do fusível mecânico e, conseqüentemente, da alimentação de energia para o elemento capacitivo.

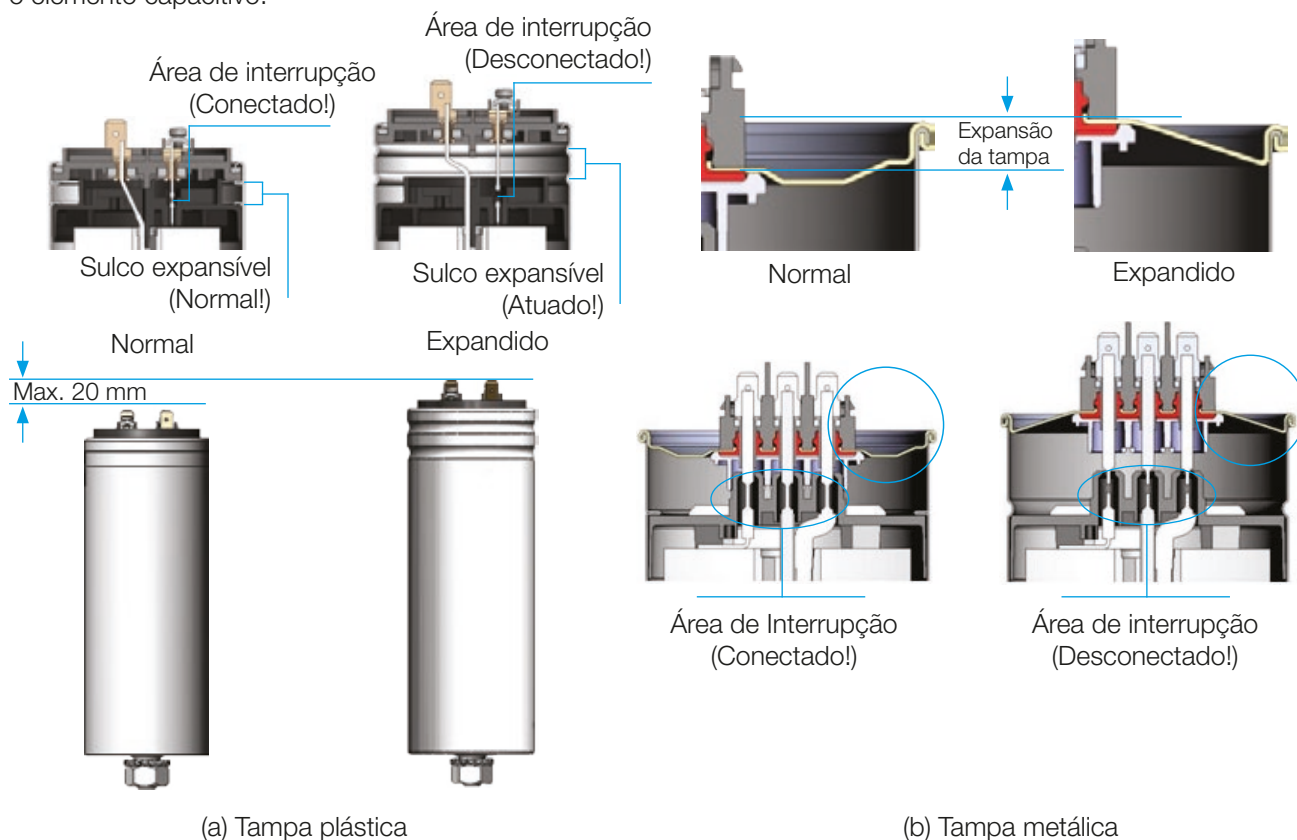


Figura 03 - Dispositivo de segurança



#### ATENÇÃO

Capacitores que possuem dispositivo de segurança por sobreprensão interna não devem apresentar vazamentos. A presença de vazamento indica que o capacitor não está mais vedado, portanto, pode não haver pressão interna na caneca, comprometendo a segurança do produto.

## 6. CAPACITORES PARA CORREÇÃO DO FATOR DE POTÊNCIA (C.F.P.)

Capacitores para correção do fator de potência são fabricados em conformidade com a IEC 60831-1/2 e UL 810 com 5 linhas de produtos que são utilizadas conforme a aplicação final do usuário. Na tabela 03 está descrita a correlação entre a linha (considerando aspectos técnicos, práticos e econômicos) com a aplicação do produto, sendo que esta é uma informação orientativa e não mandatória. É importante observar que, se houver distorção harmônica de tensão (THDV) superior a 3% e/ou distorção harmônica de corrente (THDi) superior a 10%, deve-se utilizar reator de dessintonia em série com os capacitores.

Linha	Foto	Utilização orientativa
UCW		<p>Correção na entrada da energia de baixa tensão. Correção por grupos de cargas.</p>
UCWT		<p>Correção na entrada da energia de baixa tensão. Correção por grupos de carga. Correção localizada.</p>
MCW		<p>Correção localizada.</p>

<p><b>BCW</b></p>		<p>Correção localizada.</p>
<p><b>BCWP</b></p>		<p>Correção localizada.</p>

Tabela 03 - Seleção das linhas de produtos



**CUIDADOS NA INSTALAÇÃO LOCALIZADA**

Alguns cuidados devem ser tomados quando se decide fazer uma correção de fator de potência localizada:

- a. Cargas com alta inércia  
Deve-se instalar contatores para a comutação do capacitor. Caso o capacitor esteja permanentemente ligado a um motor, problemas poderão surgir no momento em que o motor é desligado da fonte de alimentação. O motor ainda girando, irá atuar como um gerador pela autoexcitação e ocasionará sobre-tensão nos terminais do capacitor.
- b. Inversores de frequência  
Não se deve instalar capacitores para correção de fator de potência em inversores de frequência.
- c. *Soft-starter*  
Deve-se utilizar um contator protegido por fusíveis retardados (gL-gG) para manobrar o capacitor, o qual deve entrar em operação somente depois que a *soft-starter* entrar em regime (*bypass*). Se em um mesmo barramento existir mais de uma *soft-starter*, um circuito auxiliar deve ser previsto para evitar que o capacitor fique ligado durante a partida de alguma *soft-starter*.

**Importante:** o capacitor deve ser energizado na entrada de energia onde está conectada a *soft-starter*. Nunca na saída da *soft-starter*.

**6.1. INSTALAÇÃO NA PRESENÇA DE HARMÔNICOS**

Quando existe distorção na forma de onda de tensão que alimenta uma planta elétrica provocada por cargas não lineares (inversores, retificadores, fornos de indução, iluminação com reatores, etc.) a correção através do uso de capacitores pode tornar o sistema elétrico vulnerável a ressonância.

A utilização de um reator de dessintonia apropriado elimina o risco de ressonância e evita a redução da vida útil do capacitor, visto que o reator funciona como um bloqueador de corrente harmônica para o capacitor.

**6.1.1. Reator de dessintonia**

Os reatores de dessintonia DRW são fabricados com chapa especial de aço silício, o que garante excelente propriedade magnética em todas as direções. Todos os reatores são impregnados a vácuo garantindo um baixo nível de ruído e elevada vida útil.

O enrolamento é de cobre eletrolítico com alto grau de pureza e isolamento que garante classe de temperatura H (180 °C). Além disto, um protetor térmico está integrado ao enrolamento central o que permite o monitoramento da temperatura e uma desconexão em caso de sobretemperatura. Na figura 4 se encontram as principais características construtivas do reator de dessintonia.

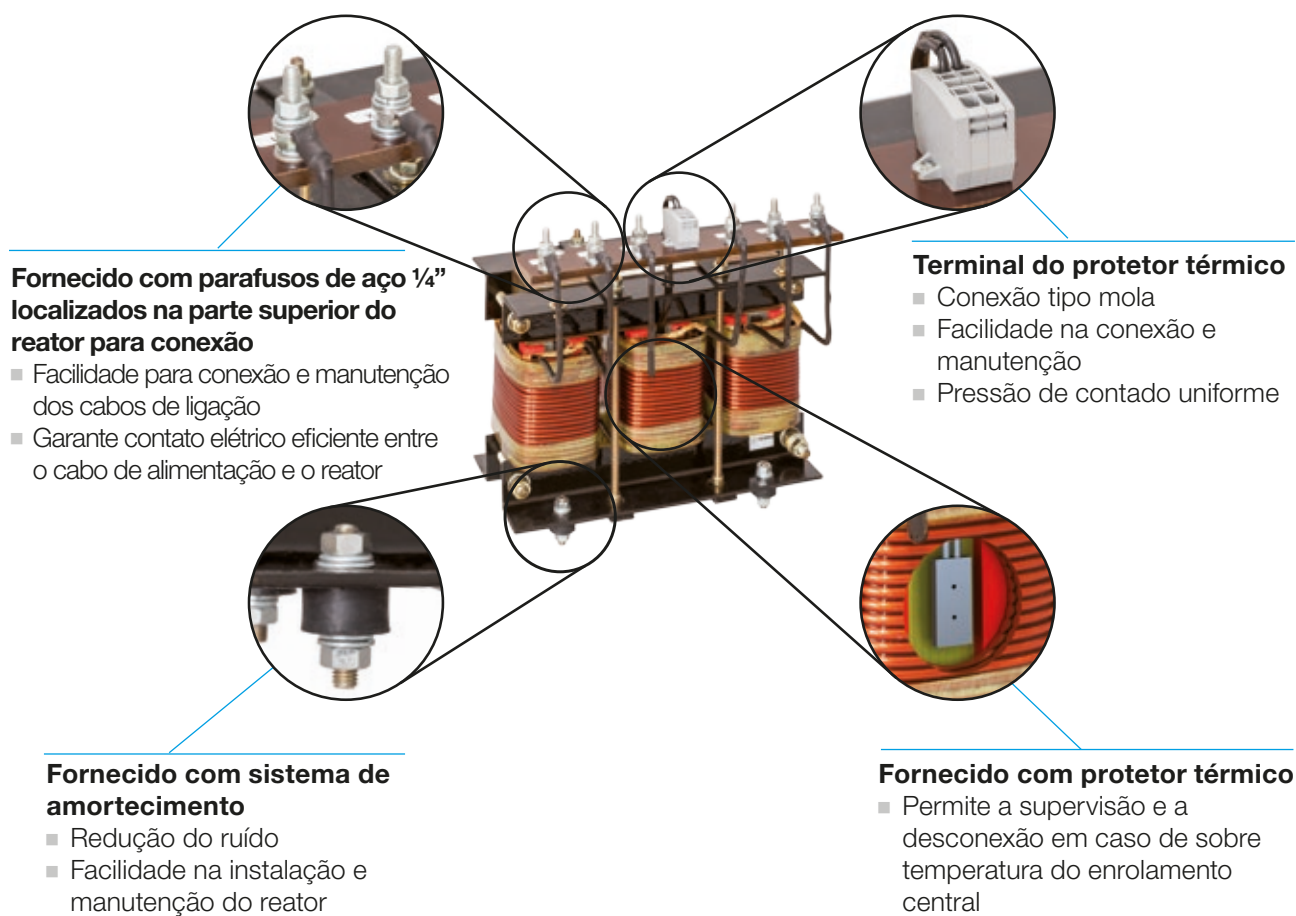


Figura 04 - Reator de dessintonia

Na figura 05 se encontra a posição de montagem dos capacitores e reatores. Com o objetivo de evitar sobreaquecimento, é obrigatória a instalação de ventiladores e exaustores em painéis com reatores instalados.

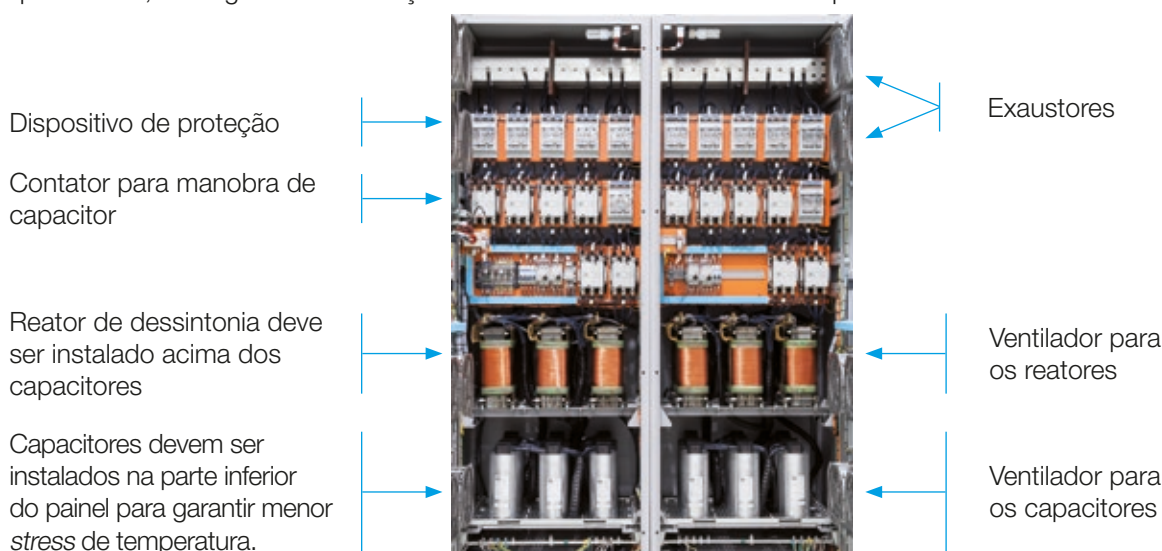


Figura 05 - Posição de montagem em painéis / ventilação em painéis



#### DISTORÇÃO HARMÔNICA

Quando existe distorção na forma de onda de tensão que alimenta uma planta elétrica provocada por cargas não lineares (inversores, retificadores, fornos de indução, etc.) a correção através do uso de capacitores pode tornar o sistema elétrico vulnerável a ressonância.

A utilização de um reator de dessintonia apropriado elimina o risco de ressonância e evita a redução da vida útil do capacitor, visto que o reator funciona como um bloqueador de corrente harmônica para o capacitor.

## 6.2. POSIÇÃO DE MONTAGEM E ESPAÇAMENTO ENTRE CAPACITORES

Os capacitores devem ser instalados onde haja dissipação adequada por convecção e irradiação do calor produzido pelas perdas joule do capacitor.

A ventilação do local de instalação e a disposição dos capacitores devem prover boa circulação do ar entre eles. Na tabela 04 se encontra o espaçamento mínimo e a posição de montagem para cada linha de produto.

Linha	Série / Potência reativa	Montagem
UCW	<b>Série A</b> 0,83 kvar - 380...480 V	<p>Montagem horizontal</p> <p>Montagem vertical (preferencial)</p> <p>≥20 mm</p> <p>≥20 mm</p>
	<b>Série B</b> 0,83...3,33 kvar - 220 V 0,83...6,67 kvar - 380...535 V	
	<b>Série C</b> 5...6,67 kvar - 220 V 6,67...10,0 kvar - 380...535 V	<p>Montagem vertical (mandatória)</p> <p>≥20 mm</p> <p>≥20 mm</p>
UCWT	<b>Série D</b> 0,5... 3,0 kvar - 220 V 0,5...5,0 kvar - 380...535 V	<p>Montagem horizontal</p> <p>Montagem vertical (preferencial)</p> <p>≥20 mm</p> <p>≥20 mm</p>
	<b>Série E</b> 5,0...10,0 kvar - 220 V 7,5...15,0 kvar - 380...535 V	
	<b>Série F</b> 12,5...30,0 kvar - 220 V 17,5...50,0 kvar - 380...535 V	<p>Montagem vertical (mandatória)</p> <p>≥20 mm (série E) ≥25,4 mm (série F)</p> <p>≥20 mm</p>
MCW	2,5...30,0 kvar - 220 V 2,5...60,0 kvar - 380...480 V	<p>Montagem vertical</p> <p>Montagem horizontal</p> <p>360°</p> <p>≥50 mm</p> <p>≥50 mm</p>



<p><b>BCW</b></p>	<p>10,0...50,0 kvar - 220 V 17,5...75,0 kvar - 380...480 V</p>	<p>Montagem vertical      Montagem horizontal Representação do fluxo de ar entre as unidades capacitivas</p> <p>≥50 mm      ≥50 mm</p>
<p><b>BCWP</b></p>	<p>10,0...35,0 kvar - 220 V 20,0...75,0 kvar - 380...480 V</p>	<p>Montagem vertical</p> <p>≥50 mm      ≥50 mm</p>

Tabela 04 - Posição de montagem e espaçamento entre capacitores

### 6.3. TEMPERATURA AMBIENTE

Os capacitores para correção do fator de potência são classificados em categorias de temperatura, especificadas por um número seguido de uma letra. O número representa a menor temperatura ambiente na qual o capacitor pode operar. A letra representa o limite superior das faixas de variação de temperatura, sendo os valores máximos indicados na tabela 05. A categoria de temperatura dos capacitores WEG é -25/D. Desta forma a máxima temperatura é 55 °C, a média mais alta em 24h não pode ultrapassar 45 °C e a temperatura média durante um ano não pode ser superior à 35 °C.

Símbolo	Temperatura ambiente (°C)		
	Máximo	Média mais alta em um período de	
		24 h	1 ano
<b>A</b>	40	30	20
<b>B</b>	45	35	25
<b>C</b>	50	40	30
<b>D</b>	55	45	35

Tabela 05 - Limite superior da faixa de temperatura do capacitor



**TEMPERATURA AMBIENTE**

Caso não seja possível atender aos valores de temperatura indicados na tabela 05, deve-se providenciar ventilação forçada ou climatização do local onde será realizada a instalação do capacitor.

#### 6.4. NÍVEIS DE TENSÃO ADMISSÍVEIS EM SERVIÇO

A tensão nominal do capacitor deve ser no mínimo igual à tensão de serviço da rede na qual está conectado, levando em conta a influência da presença do próprio capacitor. Na tabela 06 estão descritos os níveis de tensão admissíveis em serviço.

Fator de tensão x tensão nominal	Duração máxima	Observações
1,00	Contínua	Valor médio durante qualquer período de energização do capacitor
1,10	8 h a cada 24 h	Flutuações da tensão da rede
1,15	30 min a cada 24 h	Flutuações da tensão da rede
1,20	5 min a cada 24 h	Aumento na tensão em condições de baixa carga
1,30	1 min a cada 24 h	Aumento na tensão em condições de baixa carga

Tabela 06 - Níveis de tensão admissíveis em serviço

Caso não seja possível atender os valores citados na tabela 06, deve-se reforçar a tensão do dielétrico do capacitor. Neste caso, a potência reativa e a corrente nominal devem ser recalculadas de acordo com as equações abaixo:

$$Q_{eq} = Q_{etiqueta} \left( \frac{V_{rede}}{V_{etiqueta}} \right)^2$$

$$I_{eq} = I_n \left( \frac{V_{rede}}{V_{etiqueta}} \right)$$

Onde:

$Q_{eq}$  - Potência reativa equivalente do capacitor na tensão da rede

$I_{eq}$  - Corrente equivalente do capacitor na tensão da rede

$I_n$  - Corrente nominal do capacitor

$V_{rede}$  - Tensão da rede

$V_{etiqueta}$  - Tensão da etiqueta do capacitor

$Q_{etiqueta}$  - Potência reativa da etiqueta do capacitor

#### 6.5. CONEXÃO DOS CAPACITORES

A qualidade da instalação está diretamente relacionada com a escolha correta da conexão entre o capacitor e a rede de alimentação. Conexões de baixa qualidade, feitas de forma incorreta ou subdimensionadas, podem gerar calor, e conseqüentemente, reduzir a vida útil e/ou desabilitar o dispositivo de segurança interno do capacitor. Os cabos de alimentação e as conexões devem estar dimensionados de acordo com o dispositivo de proteção selecionado. Não é permitida a alimentação dos capacitores por meio de barramentos. Por este motivo, as conexões devem ser realizadas com cabos flexíveis para permitir a expansão e a atuação do dispositivo de segurança do capacitor. Conforme exibido na figura 06, não é permitido realizar a ligação paralela através da interligação dos terminais dos capacitores. Se isto ocorrer, a corrente aumenta e provoca o aquecimento do capacitor, que pode reduzir sua vida útil e/ou desabilitar o dispositivo de proteção interna. Deve-se respeitar os valores de seção máxima do condutor e o torque de aperto dos terminais do capacitor conforme as informações do catálogo/bula do produto.

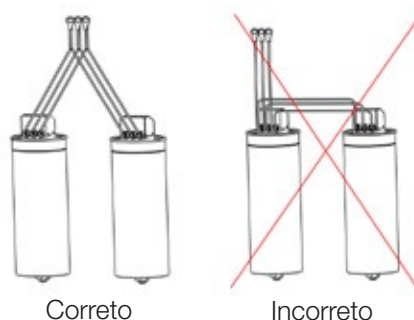


Figura 06 - Conexão dos capacitores

Para a linha UCW e UCWT com tampa plástica as conexões dos cabos de alimentação devem ser realizadas de acordo com a figura a seguir:

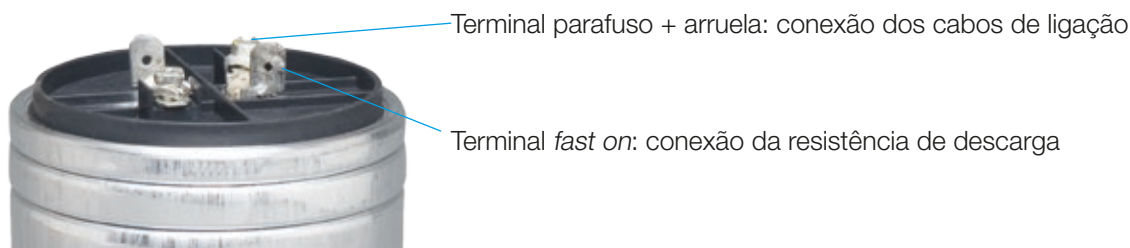


Figura 07 - Conexão dos capacitores com tampa plástica



#### CONEXÃO DOS CAPACITORES

Os cabos de alimentação devem ser do tipo flexível. **Não é permitida a alimentação dos capacitores por meio de barramentos.** Esta condição é obrigatória para garantir a expansão do capacitor e evitar esforços nos terminais.

### 6.6. ATERRAMENTO

O cabo do terra deve ser fixado diretamente no parafuso de fixação do capacitor ou o capacitor deve ser fixado em uma superfície condutiva que esteja conectada ao terra.

Para as linhas MCW, BCW e BCWP, o cabo do terra deve ser conectado diretamente no parafuso do terra que está indicado no produto.

### 6.7. DESCARGA DOS CAPACITORES

Os capacitores sempre devem ser descarregados antes de colocá-los em operação novamente. O valor residual máximo é de 10% da tensão nominal, porém, o mais indicado é a descarga total do capacitor. A descarga total do capacitor previne contra picos de corrente, garantindo a vida útil dos capacitores e dos componentes conectados ao sistema.

A linha UCW-T (até 20 kvar @ 220 V e 35 kvar @ 380, 440, 480, 535 V), MCW, BCW e BCW-P possuem resistores para descarga em 30s a 1/10 Un. Para a linha UCWT (acima de 20 kvar @ 220V e 35 kvar @ 380, 440, 480, 535 V) o resistor de descarga é dimensionado para que a tensão nos terminais do capacitor esteja em 1/10 da tensão nominal em 120 s. Para as unidades monofásicas da linha UCW (até 5 kvar @ 220 V e 6,67 kvar @ 380, 440, 480, 535 V) os resistores são vendidos separadamente. As unidades monofásicas (acima de 5 kvar @ 220 V e 6,67 kvar @ 380, 440, 480, 535 V) possuem resistores para descarga em 30s a 1/10 Un.

### 6.8. SELEÇÃO DOS CONTADORES

Na manobra de capacitores, a tensão associada a uma baixa impedância da rede podem provocar elevadas correntes nos capacitores. Esta corrente pode alcançar valores de  $100 \times I_n$ , sendo uma das principais causas da redução da vida útil de um capacitor. Para evitar elevadas correntes transitórias, comumente denominadas de corrente de "in rush", deve-se instalar contadores da linha CWMC (figura 07) para a manobra de capacitores. Estes contadores possuem resistores de pré-carga que limitam a corrente de "in rush" no momento em que os capacitores são manobrados. Os resistores, montados em série aos blocos de contatos adiantados, são conectados antes dos contatos principais. Após o fechamento dos contatos principais, os contatos adiantados são desconectados, permanecendo somente os capacitores em paralelo com sua carga indutiva para a apropriada correção do fator de potência. A figura 08 exhibe o comparativo entre a manobra com contador padrão e manobra com contador da linha CWMC.

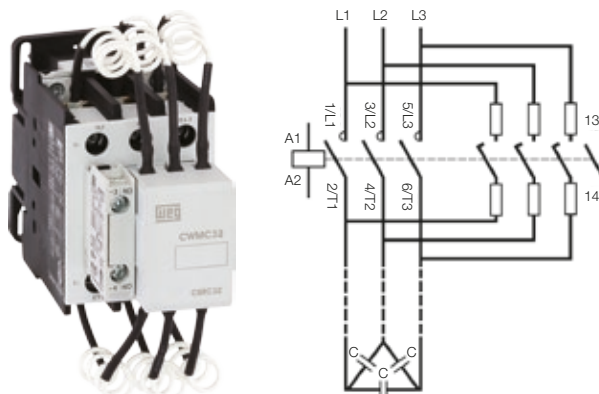
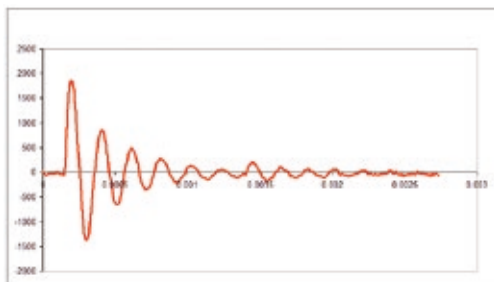
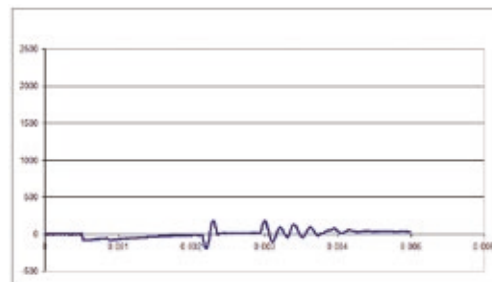


Figura 08 - Contador para manobra de capacitor (linha CWMC)





Contatores padrão



Contatores CWMC

Figura 09 - Comparativo entre manobra com contator padrão e com contator da linha CWMC

## 6.9. SELEÇÃO DOS DISJUNTORES

Os capacitores devem possuir proteção individual preferencialmente por meio da utilização de disjuntores de caixa moldada (capacidade de interrupção adequada a aplicação), os quais são ajustados para operar quando a corrente excede o limite permitido. O disjuntor deve ser projetado para conduzir uma corrente constante de 1,3 vezes a corrente que será obtida no capacitor, quando operando com tensão senoidal de valor eficaz e frequência iguais aos valores nominais. Como o capacitor pode ter uma tensão igual a 1,1 vezes o valor nominal, pode-se ter um valor máximo de 1,43 (1,3 x 1,1) vezes a corrente nominal. Portanto, o dimensionamento do disjuntor deve ser realizado de acordo com a equação abaixo:

$$I_{\text{disj}} = 1,43 I_n$$

$I_{\text{disj}}$  - Corrente de projeto do disjuntor em (A)

$I_n$  - Corrente nominal do capacitor em (A)

## 6.10. SELEÇÃO DOS FUSÍVEIS

Caso se opte por utilizar fusível, os mesmos devem ser do tipo NH de característica retardada. Os capacitores devem possuir proteção individual e para o dimensionamento deve ser utilizada a equação abaixo:

$$I_{\text{fus}} = 1,65 I_n$$

Onde:

$I_{\text{fus}}$  - Corrente de projeto do fusível em (A)

$I_n$  - Corrente nominal do capacitor em (A)

## 6.11. MANUTENÇÃO PREVENTIVA

### 6.11.1. Mensal

- Inspeção visual dos capacitores.
- Verificar se o dispositivo de segurança (expansão da caneca) do capacitor está atuado. Caso positivo, tentar identificar a causa antes da troca.
- Verificar a integridade dos contatores.
- Verificar o aperto das conexões.
- Verificar a temperatura e se a ventilação está funcionando de forma adequada.
- Medição da tensão de operação.
- Medição da corrente.
- Medição da isolamento entre os terminais e o terra.
- Análise termográfica das conexões.

### 6.11.2. Semestral

- Repetir todos os procedimentos do item anterior (mensal).
- Verificar o funcionamento das saídas do controlador.
- Verificar se está sendo respeitado o tempo de descarga dos capacitores.
- Verificar as harmônicas da rede com o banco de capacitores ligado.
- Efetuar a limpeza completa do painel ou do local onde foram instalados os capacitores.



### ATENÇÃO

O repique (rápida abertura e fechamento dos contatos de saída) que pode ocorrer no controlador, ocasiona a queima dos resistores de pré-carga dos contatores e leva a expansão prematura do capacitor.

## 7. CAPACITORES PARA MOTORES (MOTOR RUN)

Capacitores *Motor Run* WEG são destinados a aumentar a eficiência, melhorar o conjugado e auxiliar na partida do motor. Cada linha de produto possui uma classe de proteção de segurança, de acordo com a IEC 60252-1.

- P2: indica que o capacitor é projetado para falhar no modo de circuito aberto e é protegido contra fogo e choques elétricos.
- P1: indica que o capacitor pode falhar no modo de circuito aberto ou no modo “curto-circuito” e é protegido contra fogo e choques elétricos.
- P0: indica que o capacitor não tem um modo de falha específico.

Na tabela 07 estão descritas a linha, a aplicação, a classe de segurança e o dispositivo de proteção.

Linha	Aplicação	Classe de segurança de proteção	Dispositivo de proteção
CMRW	Motores monofásicos em geral, tais como lavadoras de roupa automáticas, bombas, ventiladores, portões eletrônicos, etc.	P0	Não possui
CMLW	Motores monofásicos em geral, tais como lavadoras tanquinho, ventiladores, portões eletrônicos, lavadores de alta pressão, etc.	P0	Não possui
CMRW-S	Motores monofásicos em geral, tais como lavadoras de roupa automáticas, refrigeradores, condicionadores de ar, bombas, etc.	P2	Filme segmentado
UCW-M	Motores em geral, tais como compressores, condicionadores de ar, bombas, etc.	P2	Dispositivo de segurança por sobrepressão interna
CDWV	Ventilador de teto.	P0	Não possui
CDW	Ar condicionado do tipo janela.	P2	Dispositivo de segurança por sobrepressão interna

**Tabela 07** - Capacitores para motores



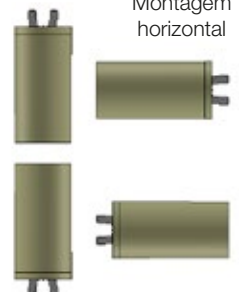
### ATENÇÃO

Os capacitores com classe de proteção de segurança P0 não possuem modo de falha específico e não possuem dispositivo de proteção.

No caso de falha ou sobrecarga, o elemento capacitivo pode superaquecer, derreter, produzir fumaça e até emitir chamas, podendo danificar elementos próximos a ele. Portanto, somente devem ser aplicados em ambientes não críticos ou medidas construtivas adicionais devem ser aplicadas (ex.: encapsulamento metálico), para garantir a segurança de pessoas, instalação e prevenir incêndios.

### 7.1. POSIÇÃO DE MONTAGEM E FIXAÇÃO DOS CAPACITORES

Os capacitores da família *Motor Run* podem ser fixados por meio do parafuso de fixação, de abraçadeiras plásticas ou metálicas. Na tabela 08 se encontra a posição de montagem e a fixação para cada linha de produto.

Linha	Montagem	Fixação
CMRW	<p>Montagem vertical (preferencial)</p>  <p>Montagem horizontal</p>	Sem restrições.
CMLW		
CMRW-S		
CDWV		

Linha	Montagem	Fixação
UCW-M		
CDW		

Tabela 8 - Posição de montagem e fixação dos capacitores Motor Run



#### ATENÇÃO

##### a. Fixação em caneca metálica

Quando a fixação dos capacitores em caneca metálica é feita com abraçadeiras, a mesma não deve impedir ou dificultar a expansão da caneca. Portanto, a distância mínima entre o primeiro sulco expansível e a abraçadeira é de 5 mm.

##### b. Temperatura máxima de operação

A temperatura máxima de operação dos capacitores deve ser respeitada, portanto, a fixação não deve ser feita muito próxima a fontes de calor ou equipamentos com temperaturas elevadas, tais como motores e reatores. Vale salientar que o calor pode ser conduzido por meio dos cabos de alimentação da fonte de calor ao capacitor.

## 7.2. TEMPERATURA DE OPERAÇÃO

Na tabela 09 estão descritas a temperatura mínima e máxima de operação para cada linha de produto da família Motor Run.

Linha	Temperatura mínima	Temperatura máxima
CMRW	-25 °C	85 °C
CMLW	-25 °C	70 °C
CMRW-S	-25 °C	85 °C
UCW-M	-25 °C	85 °C
CDW	-25 °C	85 °C
CDWV	-25 °C	70 °C

Tabela 09 - Temperatura máxima Motor Run



#### ATENÇÃO

A temperatura máxima de operação dos capacitores deve ser respeitada, portanto, a fixação não deve ser feita muito próxima a fontes de calor ou equipamentos com temperaturas elevadas, tais como motores e reatores. Vale salientar que o calor pode ser conduzido, por meio dos cabos de alimentação, da fonte de calor ao capacitor.

## 7.3. CONEXÃO DOS CAPACITORES

É imprescindível que seja efetuada a escolha correta da conexão entre o capacitor e a rede de alimentação.

Conexões de baixa qualidade, feitas de forma incorreta ou subdimensionadas podem gerar calor e consequentemente reduzir a vida útil e/ou desabilitar o dispositivo de segurança interno do capacitor.

Os cabos de alimentação e as conexões devem ter uma capacidade mínima de 1,43 vezes a corrente nominal do capacitor, para evitar qualquer aquecimento dos mesmos e, assim, do capacitor.

Na utilização de terminais tipo *fast on*, o conector fêmea deve ser apropriado e proporcionar uma firme fixação dos terminais. Nunca deve ser feita a interligação de capacitores por meio de seus terminais. Não são permitidos dobras ou outros esforços mecânicos nos terminais. Na utilização de terminais tipo fio, a conexão e/ou emenda deve ser apropriada.

## 7.4. DESCARGA DE CAPACITORES

Os capacitores permanentes para motores geralmente não necessitam de resistores de descarga, pois a descarga do mesmo é feita por meio dos enrolamentos do motor. Porém, sempre deve ser analisado se o tempo de descarga é suficiente, como por exemplo, no caso de motores monofásicos com reversão instantânea.

## 8. CAPACITORES PARA ILUMINAÇÃO

Capacitores para iluminação WEG são destinados para correção do fator de potência de reatores eletromagnéticos e tem a função de aumentar a eficiência energética, reduzindo o consumo de energia elétrica. Conforme a IEC 61048, existem 2 classes de proteção de segurança:

- Tipo B: capacitor autorregenerativo que possui um dispositivo de proteção interna, para uso em série ou paralelo em circuitos de iluminação.
- Tipo A: capacitor autorregenerativo que não necessariamente possui um dispositivo de proteção interna, para uso paralelo em circuito de iluminação.

Linha	Aplicação	Classe de segurança de proteção	Dispositivo de proteção
CLAW	Utilização em paralelo com o circuito de iluminação para a correção do fator de potência.	Tipo A	Não possui
CILW	Utilização em paralelo com o circuito de iluminação para a correção do fator de potência.	Tipo A	Não possui
CLAW-S	Utilização em paralelo com o circuito de iluminação para a correção do fator de potência.	Tipo A	Filme segmentado

Tabela 10 - Capacitores para iluminação



### ATENÇÃO

Os capacitores da linha CLAW e CILW não possuem modo de falha específico e não possuem dispositivo de proteção. No caso de falha ou sobrecarga, o elemento capacitivo pode superaquecer, derreter, produzir fumaça e até emitir chamas, podendo danificar elementos próximos a ele. Portanto, somente devem ser aplicados em ambientes não críticos, ou medidas construtivas adicionais devem ser aplicadas (ex.: encapsulamento metálico), para garantir a segurança de pessoas, instalações e prevenir incêndios.

### 8.1. POSIÇÃO DE MONTAGEM E FIXAÇÃO DOS CAPACITORES

Os capacitores da família de iluminação podem ser fixados por meio do parafuso de fixação, de abraçadeiras plásticas ou metálicas. Na tabela 11 se encontra a posição de montagem e a fixação para cada linha de produto.


Linha	Montagem	Fixação
CLAW	Montagem vertical (preferencial)  Montagem horizontal	Sem restrições
CILW		
CLAW-S		

Tabela 11 - Posição de montagem e fixação dos capacitores para iluminação

### 8.2. TEMPERATURA DE OPERAÇÃO

Na tabela 12 estão descritos a temperatura mínima e máxima de operação para cada linha de produto da família de capacitores para iluminação.

Linha	Temperatura mínima	Temperatura máxima
CLAW	-25 °C	85 °C
CILW	-25 °C	85 °C
CLAW-S	-25 °C	85 °C

Tabela 12 - Temperatura mínima e máxima da família de capacitores para iluminação

**ATENÇÃO**

A temperatura máxima de operação dos capacitores deve ser respeitada, portanto, a fixação não deve ser feita muito próxima a fontes de calor ou equipamentos com temperaturas elevadas, tais como reatores. Vale salientar que o calor pode ser conduzido, por meio dos cabos de alimentação, da fonte de calor ao capacitor.

**8.3. CONEXÃO DOS CAPACITORES**

É imprescindível que seja efetuada a escolha correta da conexão entre o capacitor e a rede de alimentação. Conexões de baixa qualidade, feitas de forma incorreta ou subdimensionadas podem gerar calor e consequentemente reduzir a vida útil e/ou desabilitar o dispositivo de segurança interno do capacitor.

Os cabos de alimentação e as conexões devem ter uma capacidade mínima de 1,43 vezes a corrente nominal do capacitor, para evitar qualquer aquecimento dos mesmos e, assim, do capacitor.

Na utilização de terminais tipo *fast on*, o conector fêmea deve ser apropriado e proporcionar uma firme fixação dos terminais. Nunca deve ser feita a interligação de capacitores por meio de seus terminais. Não são permitidos dobras ou outros esforços mecânicos nos terminais.

Na utilização de terminais tipo fio, a conexão e/ou emenda deve ser apropriada.

**8.4. DESCARGA DE CAPACITORES**

Em circuitos de iluminação, deve ser previsto uma forma de descarga dos capacitores. Geralmente, a descarga dos capacitores é realizada utilizando resistores de descarga fornecidos internamente ao capacitor ou utilizando resistores de descarga externos. Para garantia da descarga, A WEG indica a compra de capacitores com resistores incorporados ao produto.

**ATENÇÃO**

Em circuitos de iluminação, os capacitores sempre devem ser descarregados antes de serem colocados em operação novamente. Caso contrário, a vida útil do capacitor pode reduzir drasticamente e até colocar em risco a instalação.

**9. POSSÍVEIS CAUSAS E SOLUÇÕES DE PROBLEMAS**

Índice	Problema encontrado	Possível causa	Possível solução
1.	Terminal do capacitor está aquecendo.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Terminal de alimentação inadequado para aplicação.</li> <li>2. Má conexão (torque inadequado).</li> <li>3. Seção do cabo incorreta.</li> <li>4. Terminais com crimpagem inadequada.</li> <li>5. Sobrecorrente (harmônicas).</li> <li>6. Ligação paralela através da interligação dos terminais dos capacitores.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Checar o terminal que está sendo utilizado e trocar pelo terminal indicado pelo fabricante.</li> <li>2. Reapertar as conexões com o torque especificado.</li> <li>3. Redimensionar o cabo de acordo com a corrente do produto.</li> <li>4. Refazer a crimpagem dos terminais.</li> <li>5. Realizar uma análise da qualidade de energia.</li> <li>6. Refazer a conexão de acordo com a especificação do produto.</li> </ol>
2.	Capacitor expandido.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Final de vida útil do produto.</li> <li>2. Sobrecorrente (harmônicas).</li> <li>3. Sobre tensão.</li> <li>4. Sobre temperatura.</li> <li>5. Contator convencional para manobra de capacitores.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Manutenção preventiva das unidades capacitivas.</li> <li>2. Realizar uma análise da qualidade de energia.</li> <li>3. Manter a tensão dentro dos limites do capacitor ou trocar o capacitor para atender à tensão de operação.</li> <li>4. Assegurar que a ventilação da instalação atenda aos requisitos de temperatura de cada linha de produto.</li> <li>5. Instalar contator para manobra de capacitores.</li> </ol>
3.	Sobreaquecimento do capacitor.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ventilação inadequada.</li> <li>2. Sobrecorrente (harmônicas).</li> <li>3. Sobre tensão.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Assegurar que a ventilação da instalação atenda aos requisitos de temperatura de cada linha de produto.</li> <li>2. Realizar uma análise da qualidade de energia.</li> <li>3. Manter a tensão dentro dos limites do capacitor ou trocar o capacitor para atender à tensão de operação.</li> </ol>

4.	Corrente abaixo do especificado.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Baixa tensão.</li> <li>2. Capacitor expandido ou com queda elevada de capacitância.</li> <li>3. Atuação indevida do sistema de segurança.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Verificar se existe algum problema com a rede de distribuição.</li> <li>2. Antes de realizar a troca verificar se os limites (temperatura, tensão, corrente, entre outros) do capacitor estão sendo respeitados ou se está em final de vida útil.</li> <li>3. Verificar se o dimensionamento da proteção está incorreto ou se existe algum fator externo que está levando a sua atuação indevida.</li> </ol>
5.	O fator de potência não está sendo atingido.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O controlador não está funcionando adequadamente.</li> <li>2. A quantidade de kvar é menor do que a demanda.</li> <li>3. Capacitor expandido ou com queda elevada de capacitância.</li> <li>4. Atuação indevida do sistema de segurança.</li> <li>5. Não existe compensação para o transformador a vazio.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Verificar se existe algum erro de instalação ou se o controlador não está funcionando.</li> <li>2. Realizar um estudo mais detalhado do comportamento de carga da planta.</li> <li>3. Antes de realizar a troca verificar se os limites (temperatura, tensão, corrente, entre outros) do capacitor estão sendo respeitados ou se está em final de vida útil.</li> <li>4. Verificar se o dimensionamento da proteção está incorreto ou se existe algum fator externo que está levando a sua atuação indevida.</li> <li>5. Instalar capacitores para a correção do transformador a vazio.</li> </ol>
6.	Vazamento do capacitor.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Contator convencional para manobra de capacitores.</li> <li>2. O controlador não está respeitando o tempo de descarga dos capacitores.</li> <li>3. Ventilação inadequada.</li> <li>4. Terminal do cabo de alimentação inadequado para aplicação.</li> <li>5. Má conexão (torque inadequado).</li> <li>6. Seção do cabo incorreta.</li> <li>7. Terminais com crimpagem inadequada.</li> <li>8. Sobrecorrente (harmônicas).</li> <li>9. Ligação paralela por meio da interligação dos terminais dos capacitores.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Instalar contator para manobra de capacitores.</li> <li>2. Acertar o tempo do controlador de acordo com o tempo de descarga do capacitor.</li> <li>3. Assegurar que a ventilação da instalação atenda aos requisitos de temperatura de cada linha de produto.</li> <li>4. Checar o terminal que está sendo utilizado e trocar pelo terminal indicado pelo fabricante.</li> <li>5. Reapertar as conexões com o torque especificado.</li> <li>6. Redimensionar o cabo de acordo com a corrente do produto.</li> <li>7. Refazer a crimpagem dos terminais.</li> <li>8. Realizar uma análise da qualidade de energia.</li> <li>9. Refazer a conexão de acordo com a especificação do produto.</li> </ol>

**Tabela 13** - Possíveis causas e soluções de problemas



#### **AVALIAÇÃO DE RISCOS**

No desenvolvimento de projetos usando capacitores, deve ser avaliado, se o capacitor escolhido é o mais adequado para a aplicação desejada.

Não é possível prever todas as possíveis causas de “stress” que o capacitor possa sofrer, por isso, todas as influências possíveis devem ser consideradas antecipadamente.

Na utilização de capacitores sem nenhum dispositivo de segurança interno, devem-se providenciar mecanismos ou meios para eliminar possíveis riscos às pessoas e instalações.

### 9.1. ANEXO A - CHECKLIST

Correção do fator de potência <i>checklist</i> de projeto (folha 1)			
Cliente		Data da inspeção	
Nota fiscal		Capacitor (modelo / item / lote)	
Potência total		Contator (modelo / item / lote)	
Número de série		Proteção do estágio (modelo / item / lote)	
Número e potência dos estágios		Proteção do painel (modelo / item / lote)	
		Controlador (modelo / item / lote)	

Item	Descrição	Anotações
1	A tensão nominal do capacitor é menor ou igual a tensão da rede?	
2	A posição de montagem do capacitor está sendo respeitada?	
3	A distância mínima entre capacitores está sendo respeitada?	
4	O aterramento de todos os capacitores foram realizados?	
5	Estão sendo utilizados os terminais adequados para a conexão dos capacitores?	
6	Os cabos estão dimensionados corretamente (mín. 1,43 x I <sub>n</sub> )?	
7	O dimensionamento da proteção e comando estão corretos?	
8	Está sendo utilizado contadores para manobra de capacitores?	
9	O capacitor está instalado próximo a alguma fonte de calor?	
10	Existe ventilação forçada?	
11	O local da instalação está livre de poeira, fuligem química ou contato com água?	
12	Todas as saídas do controlador estão funcionando?	
13	O controlador está respeitando o tempo de descarga dos capacitores?	
14	Existe harmônica na rede (sem instalação de capacitores)? Quais os valores (THDV e THDI)?	

Comentários:

---



---

	Nome	Assinatura	Data
Executado			
Verificado			
Liberado			

Correção do fator de potência <i>checklist</i> de manutenção (folha 1)			
Cliente		Data da inspeção	
Nota fiscal		Capacitor (modelo / item / lote)	
Potência total		Contator (modelo / item / lote)	
Número de série		Proteção do estágio (modelo / item / lote)	
Número e potência dos estágios		Proteção do painel (modelo / item / lote)	
		Controlador (modelo / item / lote)	

Item	Descrição	Anotações
1	Existe capacitores expandidos? Se sim, identificá-los e substituí-los.	
2	Existem fusíveis queimados ou disjuntores com a proteção atuada?	
3	Os contadores estão íntegros?	
4	Realizar as medições de corrente, tensão e verificar a queda de capacitância.	
5	Está sendo respeitado a temperatura máxima do capacitor?	
6	Existe ventilação forçada? Se sim, comprovar o funcionamento do termostato e do ventilador.	
7	Foi realizada alguma alteração na instalação?	
8	O aterramento está sendo eficaz? A resistência entre o capacitor e o terra é menor do que 1Ω?	
9	Existe aterramento para todos os capacitores?	
10	Existem sinais de sobreaquecimento nas conexões dos capacitores, contadores, fusíveis/disjuntores?	
11	As conexões estão com o aperto adequado?	
12	Qual a situação do capacitor? Existe poeira, fuligem química ou vestígios de água? Se existir, a instalação deve ser reavaliada.	
13	O dimensionamento da proteção e comando estão corretos?	
14	Está sendo utilizado contadores para manobra de capacitores?	
15	Todas as saídas do controlador estão funcionando?	
16	O controlador está respeitando o tempo de descarga dos capacitores?	
17	Existe harmônica na rede (com o banco ligado)? Quais os valores (THDV e THDI)?	

Comentários:

---



---

	Nome	Assinatura	Data
Executado			
Verificado			
Liberado			



Correção do fator de potência <i>checklist</i> de instalação / manutenção (folha 2)			
Cliente			Instalação ou manutenção?
Nota fiscal			Data da inspeção
Potência total			Capacitor (modelo / item / lote)
Número de série			Contator (modelo / item / lote)
Número e potência dos estágios			Proteção do estágio (modelo / item / lote)
			Proteção do painel (modelo / item / lote)
			Controlador (modelo / item / lote)

Estágio N°	Medição da tensão			Medição da corrente			Capacitância por fase	Potência reativa	Isolação entre terminais e terra
	RS	ST	RT	R	S	T			
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Comentários:

---



---

	Nome	Assinatura	Data
Executado			
Verificado			
Liberado			







Grupo WEG - Unidade Automação  
Jaraguá do Sul - SC - Brasil  
Telefone: (47) 3276-4000  
[automacao@weg.net](mailto:automacao@weg.net)  
[www.weg.net](http://www.weg.net)  
[www.youtube.com/wegvideos](http://www.youtube.com/wegvideos)  
[@weg\\_wr](#)

