

#### Capacitores de Correção do Fator de Potência.

#### Terminologia

Um conjunto de células capacitivas formam um capacitor, um conjunto de capacitores, formam um banco de capacitores.

Células capacitivas

Capacitor Desintonizado

Filtro

Banco: de capacitores ou de Filtros



O Conjunto "R-L-C" = Filtro.



Dados técnicos e valores máximos absolutos, não simultâneos		
Normas IEC 60831 1+2		
Sobretensão	$V_{max}$	$V_N + 10\%$ (até 8h diários) / $V_N + 15\%$ (até 30min diários) / $V_N + 20\%$ (até 5min diários) / $V_N + 30\%$ (até 1min diários)
Sobrecorrente	$I_{max}$	Até $1.3 \times I_N$ incluindo os efeitos combinados de harmônicas, sobretensão e capacitores.
Corrente de surto	$I_s$	Até $200 \times I_N$
Expectativa de vida	$t_{L(DC)}$	Até 135.000hs em classe de temperatura -40/C - até 100.000hs em classe de temperatura -40
Classe de Temperatura		-40/D, temp. máx. 55°C, máx. média diária 45°C, máx. média anual 35°C, temp. mínima -40°C
Números de manobras		Máximo 5000 por ano de acordo com a IEC 60831 1+2

Num Filtro ou capacitor, o componente mais sensível é a célula capacitiva.

Condições básicas de operação das células capacitivas:

**Tensão de trabalho contínuo:** Valor nominal. Tolerância + 10% para flutuações da rede

**Sobre corrente:** Fundamental mais harmônicas, 30%, intermitentes;

**Correntes de surto:** No máximo  $200 \times I_N$  durante 1 ms;

**Temperatura máxima:** Ambiente mais operação: 45°C;

**Número de manobras** (liga/desliga) Máximo 5.000 por ano.)

**Expectativa de vida útil:** Até 100.000 horas, em condições normais de trabalho.

Falhas dos Capacitores de CFP. (Correção do Fator de Potência).

Ocorrência principal: Expansão da célula capacitiva com atuação do fusível interno, (Não coberto pela garantia).

**Célula expandida      Dielétrico perfurado**



**Comentários**

Surtos de tensão ou de corrente, acima dos valores especificados, causam a perfuração do dielétrico da célula, (ver foto) provocando a desmetalização do polipropileno, formando gases no interior da caneca. A pressão destes gases provoca a expansão da caneca que, para não explodir rompe o fusível interno. *Nota: Não há recuperação da célula, nem garantia*

Causas para a perfuração do dielétrico: Sobre tensões, sobre correntes e surtos de corrente.

Capacitores ou Banco de Capacitores: Ressonância (fr) do Banco com o transformador.

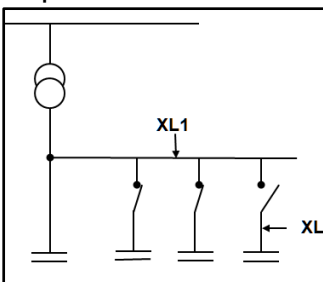
$$f_r = f_o \times \sqrt{\frac{Str}{Z \times Q_c}}$$

$f_r$  = Frequência de ressonância  
 $f_o$  = Frequência da rede;  
 $Z$  = Impedância do trafo;  
 $Q_c$  = Potência do banco (kVAr);  
 $Str$  = Potência do trafo (kVA).

**Causa:**

O Banco de capacitores e o transformador entram em ressonância série com uma harmônica presente na rede, gerando uma corrente elevada que ultrapassa o limite do capacitor, perfurando o dielétrico. Solução: Recalcular a potência do Banco.

Capacitores ou Banco de Capacitores: Corrente de surto na energização do capacitor.



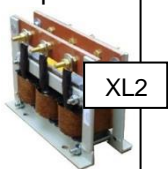
$$I_{s1} = \frac{V \times \sqrt{2}}{\sqrt{X_c \times XL1}}$$

$$I_{s2} = \frac{V \times \sqrt{2}}{\sqrt{X_c \times (XL1 + XL2)}}$$

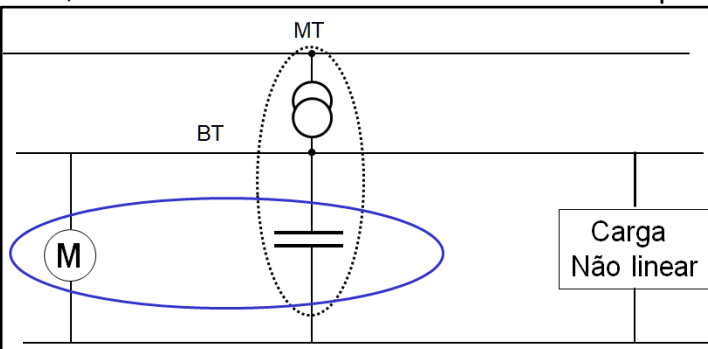
**Causa:**

XL1- Representa a impedância da linha, a qual tem um valor muito baixo, que, na energização do capacitor acontece a corrente  $I_{s1}$ , acima de  $200 \times I_n$ , perfurando o dielétrico. A função do XL2 é limitar  $I_{s1}$  a um valor  $< 200 \times I_n$ .

**Nota:** Disjuntores especiais para capacitores, só usar com a garantia de não haver repiques do contator.



Capacitores ou Banco de Capacitores: Ressonância serie/paralelo com as harmônicas de tensão da rede, aumentando a corrente e a tensão no capacitor, torna-se indispensável o uso de Filtros.



Numa rede com cargas não lineares, os capacitores vão potencializar a distorção da tensão em mais do que 50%.



Capacitores ou Banco de Capacitores: Energia reversa na comutação do Filtro.

Case: Filtro DH. Constatação em Campo.

Tempo de uso do Filtro 6 meses.

Potência .....30KVA/440 23,7kVA/380

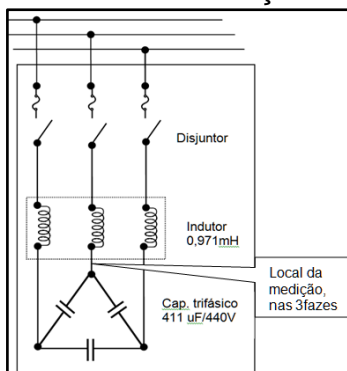
Corrente rms (60Hz).....34,0A

Tensão rms na célula ....403 V

Fator de desintonia..... .5,67 % Fr. 252 Hz

Capacitância.....411 uF/440V

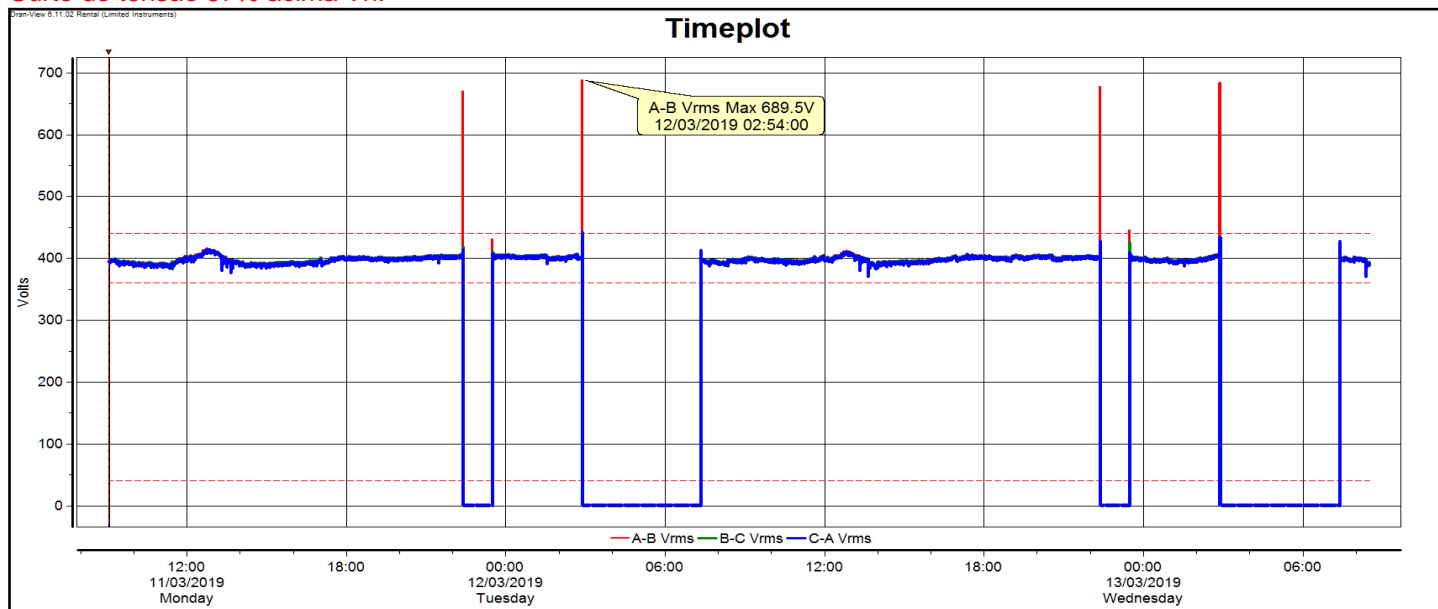
Indutância, L+Lm.....0,971 mH



Medições da tensão durante 48h00, diretamente no capacitor do Filtro. Integração dos dados 2:2min. Quatro manobras des/lig. Energia reversa máxima de 689,5V (no desligamento do Filtro), durante 2ms.

*Nota: O indutor atenua o pico da corrente, porem gera um pico de tensão reversa.*

**Surto de tensão 57% acima Vn.**



#### Conclusão:

A energia reversa provocada pelo indutor do Filtro no seu desligamento, oscilou entre 57% (quando instalado na rede interna do cliente). E 90%, quando o Filtro foi ligado na rede da concessionaria.

O uso de DPS, varistores e diodos Zener, não atenuaram a energia reversa no desligamento do Filtro.

#### Solução:

Foram usadas células capacitivas especiais para suportar o pico de tensão da energia reversa.

**Importante:** Para o correto dimensionamento de Filtros é necessário medições da:

“Qualidade da Energia o do Fluxo de potências” Solicite o Boletim Técnico: BT5.2 [engenharia@dicelrs.com.br](mailto:engenharia@dicelrs.com.br)

#### Principais causas das falhas das células capacitivas:

Erro humano provocado por:

- ✓ Qualificação;
- ✓ Desconhecimento;
- ✓ Falta de informações.

"Uma pessoa inteligente resolve um problema, um sábio o previne."

[Albert Einstein](#)