

# LAUDO DOS BANCOS DE CAPACITORES

***Taís Zamunér Calocini***

Engenheira Eletricista

Renewable Energies and Energy Efficiency  
in Industry and Buildings in RWHT Aachen Germany

**Sandro Rodrigues de Camargo**

Engenheiro eletricista  
Técnico em Edificações

## SUMÁRIO

IDENTIFICAÇÃO DO CONTRATO .....	3
IDENTIFICAÇÃO DOS PROFISSIONAIS TÉCNICOS.....	3
1.INTRODUÇÃO .....	3
2. ANÁLISE E LEVANTAMENTO DE DADOS DO BANCO EXISTENTE .....	5
2.1 ENSAIOS NOS BANCOS CAPACITORES.....	5
3.RESULTADOS .....	7
CONCLUSÃO.....	12
REFERÊNCIAS.....	14
ANEXO I.....	15

## IDENTIFICAÇÃO DO CONTRATO

Prefeitura Municipal de Birigui  
Estação de Captação de Água do Ribeirão Baixote.  
Rua Consolação, sem número.

## IDENTIFICAÇÃO DOS PROFISSIONAIS TÉCNICOS

Taís Zamunér Calocini, Engenheira Eletricista, especialista em Eficiência Energética  
CREA SP 5068912301-SP  
Fone: (15) 997763660

Sandro Rodrigues de Camargo, Engenheiro Eletricista, Projetista em Edificações  
CREA SP 5069578607 SP  
Fone: (11)98399-9031

ART de Obra ou Serviço registrada no Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Estado de São Paulo sobre o número 28027180220187355

## 1.INTRODUÇÃO

Na unidade operacional de Captação de Birigui os valores de grandezas de energia reativa estão elevados, com isso vindo a encarecer a Fatura/Conta de energia elétrica no final do mês cobrada pela concessionária, para que não se faça necessária à cobrança de multa em suas contas.

Energia Ativa, medida em kWh, é responsável pela realização do trabalho. É ela que faz os motores girarem no trabalho do dia-a-dia.

Energia Reativa, medida em KVarh, não é responsável direta pela realização do trabalho, mas é importante para criar o fluxo magnético nas bobinas dos equipamentos, para que os eixos dos motores possam girar

O Fator de Potência FP é um índice que relaciona a Energia Ativa e Energia Reativa em uma determinada instalação elétrica, servindo de parâmetro para avaliar se a Energia Reativa desta instalação está sendo usada racionalmente.

Os valores elevados de Fator de Potência, próximos de 1,00, mostram que está sendo utilizada pouca energia reativa em relação à energia ativa consumida, indicando o uso eficiente de energia elétrica.

Por outro lado, os valores baixos de Fator Potência (abaixo de 0,92) indicam que há excesso de energia reativa na instalação elétrica, indicando um uso pouco eficiente de energia elétrica e a penalidade na fatura conforme normativa da ANEEL.

O banco de capacitor é um equipamento utilizado para corrigir o baixo fator de potência. A correta utilização do banco de capacitores, incluindo sua potência e forma de acionamento visa eliminar as multas decorrentes de reativos excedentes, cobradas nas faturas de energia elétrica.

O estudo apresentado neste relatório mostra a situação dos atuais bancos de capacitores através de um ensaio e a sugestão de melhoria para a correto funcionamento e eliminação das multas.

## 2. ANÁLISE E LEVANTAMENTO DE DADOS DO BANCO EXISTENTE

A unidade está ligada com dois transformadores à óleo trifásico de 500kVA, cuja alimentação na média tensão é 11,9kV e baixa tensão é 440/254V. Cada transformador alimenta dois conjuntos motobombas, sendo que um transformador alimenta dois motores de 250CV (183,8KW) e o outro transformador, dois motores de 300CV (220,7KW). A medição da concessionária local (CPFL-Paulista), é feita na média tensão.

Os dois motores de 250cv são acionados por chave soft start da marca WEG, e os dois motores de 300cv, são acionados por chave soft star da marca Schneider.

Há sempre três conjuntos de motobombas funcionando, nunca quatro de acordo com a entrevista feita com os operadores.

### 2.1 ENSAIOS NOS BANCOS CAPACITORES.

#### a – Medição da Capacitância

O equipamento utilizado para medir a capacitância foi o – Klein Tools CL700

Como precaução específica, certifica-se que, durante os ensaios, ninguém tenha acesso ao capacitor;

- Após abrir os capacitores, foram conectados os cabos de saída do capacímetro aos terminais do Capacitor;
- Ligamos o instrumento e executamos a leitura;
- Anotamos os valores da capacitância na folha de teste.

#### b- Fusível

Para assegurar o funcionamento do dispositivo fusível, foi submetido os mesmos à medição de continuidade e anotado os resultados.

#### c – Contadoras

Para assegurar o funcionamento dos dispositivos contadoras, foram submetidos os mesmos à energização pelos contatos A1 e A2.

Em seguida, verificadas as continuidades nos bornes 1L1 com 2T1; 2L2 com 4T2; 3L3 com 6T3 e anotados os resultados.

#### d-Controladores

Para testar os controladores, é necessário teste em bancada energizando.

### 3.RESULTADOS

- Para Capacitores ligados internamente em triângulo o valor de capacitância lido é a 2/3 do valor de placa do Capacitor e é admissível para capacitores um erro de +/- 10% entre o valor lido e o valor medido.

ENSAIO BANCO CAPACITORES			
ENSAIO BANCO 1 – MOTOBOMBA 1 E 2 TRAFO 1			
IDENTIFICAÇÃO	MEDIÇÃO ENTRE FASES	VALOR LIDO	MEDIDO
CAPACITOR 1	R – S	2.97 $\mu$ F	1.98 $\mu$ F
	S – T	9.36 $\mu$ F	6.24 $\mu$ F
	R – T	4.55 $\mu$ F	3.03 $\mu$ F
CAPACITOR 2	R – S	0,022 $\mu$ F	0.0146 $\mu$ F
	S – T	0,0223 $\mu$ F	0.0148 $\mu$ F
	R – T	2.51 $\mu$ F	1.673 $\mu$ F
CAPACITOR 3	R – S	0.3973 $\mu$ F	0.2648 $\mu$ F
	S – T	0,01023 $\mu$ F	0.0068 $\mu$ F
	R – T	0.942 $\mu$ F	0.628 $\mu$ F
CAPACITOR 4	R – S	0.1216 $\mu$ F	0.081 $\mu$ F
	S – T	0.2852 $\mu$ F	0.1901 $\mu$ F
	R – T	0.2191 $\mu$ F	0.146 $\mu$ F
CAPACITOR 5	R – S	0.0311 $\mu$ F	0.0207 $\mu$ F
	S – T	6.62 $\mu$ F	4.413 $\mu$ F
	R – T	0.0031 $\mu$ F	0.00206 $\mu$ F
CAPACITOR 6	R – S	0.01585 $\mu$ F	0.01056 $\mu$ F
	S – T	0.01586 $\mu$ F	0.01057 $\mu$ F
	R – T	0.02022 $\mu$ F	0.01348 $\mu$ F

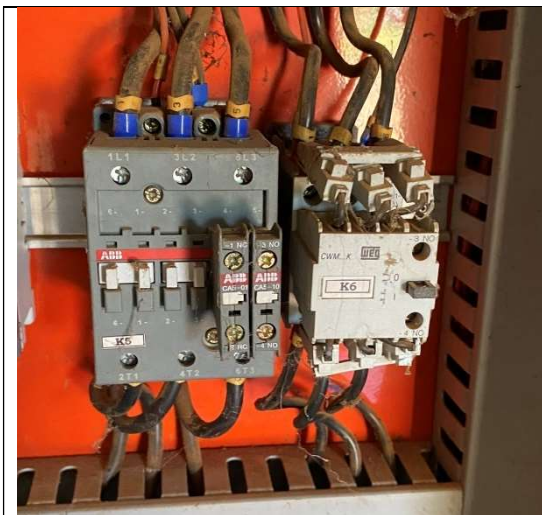
ENSAIO BANCO CAPACITORES			
ENSAIO BANCO 2 MOTOBOMBA 3 E 4 TRAFO 2			
IDENTIFICAÇÃO	MEDIÇÃO ENTRE FASES	VALOR LIDO	MEDIDO
CAPACITOR 1	R – S	4.25 $\mu$ F	2.83 $\mu$ F
	S – T	9.65 $\mu$ F	6.43 $\mu$ F
	R – T	5.88 $\mu$ F	3.92 $\mu$ F
CAPACITOR 2	R – S	9.85 $\mu$ F	6.56 $\mu$ F
	S – T	6.60 $\mu$ F	4.4 $\mu$ F
	R – T	6.50 $\mu$ F	4.33 $\mu$ F
CAPACITOR 3	R – S	2.50 $\mu$ F	1.66 $\mu$ F
	S – T	6.72 $\mu$ F	4.48 $\mu$ F
	R – T	2.61 $\mu$ F	1.74 $\mu$ F
CAPACITOR 4	R – S	7.60 $\mu$ F	5.06 $\mu$ F
	S – T	7.70 $\mu$ F	5.13 $\mu$ F
	R – T	11.06 $\mu$ F	7.373 $\mu$ F
CAPACITOR 5	R – S	0.502 $\mu$ F	0.334 $\mu$ F
	S – T	0.00334 $\mu$ F	0.0022 $\mu$ F
	R – T	0.403 $\mu$ F	0.268 $\mu$ F
CAPACITOR 6	R – S	0.00766 $\mu$ F	0.0051 $\mu$ F
	S – T	0.0854 $\mu$ F	0.0569 $\mu$ F
	R – T	0.00840 $\mu$ F	0.0056 $\mu$ F

Nenhum capacitor está trabalhando de maneira correta.

	
Ventilação do Banco 01	Ventilação Banco 02



A ventilação está ineficiente.



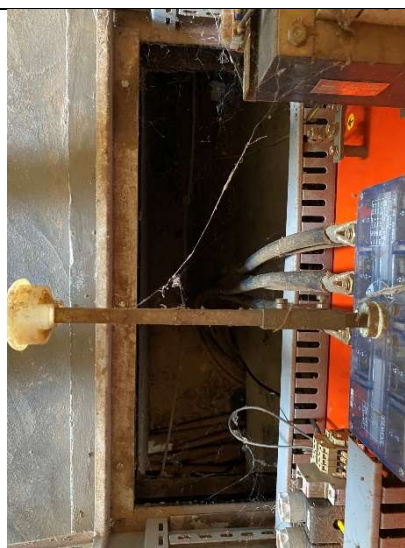
Visão de contadoras



Barramentos de cobre



Visão dos Fusíveis




Falta de aterramento franco

Os bancos precisam de aterramento franco, sem eles, se coloca em risco o patrimônio e operadores.

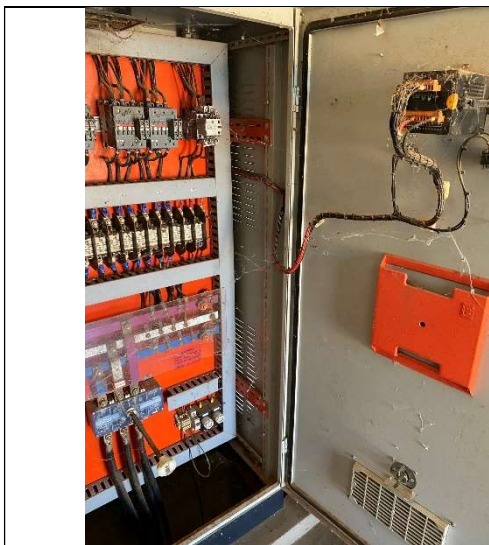
Abandono de manutenção

	
Falta de Identificação banco 1	Falta de Identificação Banco 2


Indicação de estufamento no capacitor



Falta de diagrama unifilar



Falta de diagrama unifilar



Falta de diagrama unifilar



Exemplo de medição



Dados de placa do Banco

## CONCLUSÃO

Os bancos de capacitores em questão encontram-se obsoletos e precários. Pelo estado apresentado, não ligamos os bancos para fazer a medição do fator de potência dos mesmos, pois isso seria imperícia da nossa parte.

Para tanto, calculamos a medição do fator de potência pelas contas/ faturas de energia elétrica apresentadas pela captação.

Tais valores transitam na faixa de 0,85, o que está gerando as multas. Pode parecer alto esse valor, já que o fator de potência medido nas cargas são de 0,79; 0,82, 0,81; 0,84 mas devemos levar em conta que a rede consome reativo, ou seja, a própria rede de distribuição gera capacitivo no campo elétrico para o sistema e como a medição da concessionária é feita em alta, temos que corrigir o banco para um fator de potência de 0,95 à 0,96.

Alguns capacitores apresentavam sinais de estufamento e muitos fusíveis de proteção estavam com seus terminais já enferrujados. Contadoras avariadas e com carcaças quebradas, onde os contatos estão ligados por terminais genéricos.

A ventilação dos bancos não funciona e os controladores lógicos seriam necessários testes de bancadas.

A NR10 versa sobre a segurança em instalações e serviços com eletricidade, deixando bem claro sobre a necessidade do prontuário das instalações elétricas para cargas instaladas acima de 75KW, onde os diagramas elétricos devem estar à disposição das pessoas autorizadas. Lá, não há nenhum documento ou indicação de localização desses.

Já a NBR5410 é categórica em exigir aterramento das instalações elétricas e suas medições, a fim de proteger patrimônio e pessoas. Os bancos não possuem documentos com esses valores de aterramento e necessitam urgente de atualização. Nenhum capacitor funciona de maneira íntegra, conforme tabela apresentada anteriormente.

Para os fusíveis, os datasheets dos fabricantes mencionam que costumam ter uma expectativa de vida útil, máxima, de 5 (cinco) anos a partir da data de

fabricação, contra qualquer falha das unidades dos lotes fabricados e posto em fornecimento, baseada nos seguintes termos e condições: não se admitem falhas, no decorrer dos primeiros 3 (três) anos de vida útil, provenientes de processo fabril. A partir do 3º ano, admite-se normalmente 0,1% de falhas para cada período de 1 (um) ano, acumulando-se, no máximo, 0,2% de falhas no fim do período de vida útil. Entende-se que para se ter uma boa seletividade é necessário obedecer aos parâmetros dos fabricantes.

A vida útil de um contator da ABB modelos AF é de durabilidade mecânica: VM5-1 = 5 milhões de ciclos. Os melhores contatores vendidos atualmente no mercado têm sua vida útil em torno de 5 milhões de ciclos, enquanto os de qualidade inferior têm uma vida útil ao redor de 1 milhão de ciclos. Ciclo é basicamente a ação de atracar para contatores normalmente abertos e desatracar para contatores normalmente fechados.

Os principais fatores que influenciam na vida útil dos contatores é a qualidade do material dos contatos e sua dimensão. Os contatores sofrem um pequeno desgaste cada vez que são fechados ou abertos, devido ao arco elétrico que se forma sobre eles.

A vida útil média de mercado dos melhores bancos de capacitores para correção de fator de potência é de 130.000 horas (cerca de 15 anos).

A sinalização de segurança consiste num procedimento padronizado destinado a orientar, alertar, avisar e advertir as pessoas quanto aos riscos ou condições de perigo existentes, proibições de ingresso ou acesso e cuidados e identificação dos circuitos ou parte dele. Os bancos não possuem essa sinalização.

Posto isso, como pelo tempo de uso dos componentes dos bancos de capacitores já foram consumidas suas vidas úteis pelos acionamentos, não podemos assegurar que mantê-los em funcionamento será satisfatório.

Como os bancos necessitam corrigir o fator de potência para 0,95, apresentamos projeto para novos bancos, não utilizando componentes desses, por desgastes de tempo, tecnologia. Não há condições de manter esses bancos, já que a atualização tecnológica e normativa está diferente de quando fabricados, em 2001.

## REFERÊNCIAS

ABNT NBR IEC 60269-1, Dispositivos-fusíveis de baixa tensão - Parte 1: Requisitos gerais

ABNT NBR IEC 60269-2, Dispositivos-fusíveis de baixa tensão - Parte 2: Requisitos adicionais para dispositivo-fusível para uso por pessoas autorizadas (dispositivos-fusíveis principalmente para aplicação industrial)

FILHO, João Mamede. Instalações Elétricas Industriais. 9. ed. LTC, 2017

NBR 14039. Instalações Elétricas de Média Tensão de 1,0 kV a 36,2 kV. ABNT, 2005

NBR 5410. Instalações Elétricas de Baixa Tensão. Versão corrigida. ABNT, 2008.

NBR 5419. Proteção contra descargas atmosféricas. ABNT, 2015.

VIDA ÚTIL, acesso em: <https://new.abb.com/products/pt/1SBL137001R1101/af09-30-01-11> data 10/01/2021.

VIDA ÚTIL, acesso em: <https://new.abb.com/motors-generators/pt/servicos/manutencao/avaliacao-de-ciclo-de-vida>, data 10/01/2021.

## ANEXO I

### Cálculos para correção de fator de potência

#### 1) Dados colhidos

<b>FATURAMENTO DO CONSUMO ATIVO E REATIVO (KWh e KVar)</b>				
CAPTAÇÃO DE ÁGUA RUA CONSOLACAO				
MESES	CONSUMO PONTA (KWh)	CONSUMO FORA PONTA (KWh)	CONSUMO REATIVO EXC. PONTA (KVar)	CONSUMO REATIVO EXC. FORA DA PONTA (KVar)
JUNHO	28.636.800	225.795.700	3.447.508	23.954.784
JULHO	33.520.200	262.950.066	4.020.453	27.088.122
AGOSTO	34.387.800	266.559.300	4.127.067	27.898.351
SETEMBRO	33.257.300	273.988.500	3.896.674	27.491.989
OUTUBRO	28.390.300	247.337.600	3.303.370	26.410.257
NOVEMBRO	30.780.800	253.706.000	3.628.866	27.385.137
MÉDIA	31.495.533,33	255.056.194	3.737.323	26.704.773

Valores de Carga medidos média dos últimos 6 meses = 540KVA

#### 2) Carga instalada

Dados da edificação

Dois conjuntos de motobombas de 250 CV

Dois conjuntos de motobombas de 300CV

Corrente instantânea nos motores de 250 CV  $I_{inst}=300A$

Corrente Instantânea nos motores de 300CV  $I_{inst}=350A$

#### 3) Legislação

Considerações sobre a legislação do FP (PRODIST – Módulo 8 e ANEEL

Res. 414):

A medição e avaliação do fator de potência poderá ser feito através de duas formas:

1. Avaliação horária: o fator de potência será calculado através dos valores de potência/energia ativa e reativa medidos a cada intervalo de 1 hora, durante o período de faturamento (tarifas azul e verde);
2. Avaliação mensal: O fator de potência será calculado através de valores de potência/energia ativa e reativa medidos para o período de faturamento (tarifa convencional);

Para a avaliação horária é verificado o fator de potência indutivo e capacitivo nos seguintes horários:

- a) Entre o horário das 06:00 horas e 24:00 horas verifica-se a cada 1h o FP indutivo;
- b) Entre o horário das 00:00 horas e 06:00 horas verifica-se a cada 1h o FP capacitivo;

Para unidade consumidora com tensão inferior a 230 kV, o fator de potência no ponto de conexão deve estar compreendido entre 0,92 e 1 indutivo no período dado em a) ou 1 e 0,92 capacitivo no período dado em b). Caso o FP medido não satisfaça essas condições será cobrado excedente de energia reativa com aumento do faturamento da energia.

#### 4) Dimensionamento do banco de capacitores

Utilizando os dados da fatura de energia elétrica e conferindo com os dados da instalação, temos uma rotina simplificada para os bancos de capacitores.

Potência Ativa: 540KVA

Potência Reativa: 476,24KVA<sub>r</sub>

Compensação Reativa: 298,75KVA<sub>r</sub>

Posto isso, em anexo, temos o diagrama unifilar do banco de capacitores.

A premissa é utilizar um novo conjunto de bancos que sejam automáticos e programáveis, fazendo com que seu acionamento seja feito em período prédefinido, normalmente sendo acionados no período indutivo e desligado no período capacitivo, podendo também ser desligado por algum evento, por



exemplo, a queda de alguma das bombas. Para evitar o repique da bobina do contator é necessária a instalação de um relé temporizador, conforme diagramas unifilares apresentados nos anexo II.

De posse dos orçamentos, vemos que um banco automático dentro das especificações dos unifilares possui payback de aproximadamente 5 meses.