



## Kit para operação de Banco Fixo de Capacitores em Redes de Distribuição sem *Pick*

**Eng. Luciano F. de Mattos**  
**ESCELSA**

lucianof@enbr.com.br

**Eng. Fernando V. Baldotto**  
**ESCELSA**

fernandobaldotto@enbr.com.br

**Eng. Edson B. da Silva Jr.**  
**ESCELSA**

edsonbda@enbr.com.br

### **PALAVRAS CHAVE:**

- Banco de capacitor fixo;
- Redução de custos;
- Perdas.

### **DADOS DA EMPRESA:**

Nome: ESCELSA  
Endereço: BR101 Norte 9,5KM Carapina – Serra / ES  
Telefone/fax: (27) 3348-4000  
E-mail: lucianofm@enbr.com.br

## **RESUMO**

Este trabalho apresenta a experiência da ESCELSA na concepção, implementação e utilização de um ferramental de baixo investimento e fácil operação, concebido para ser empregado na energização e desenergização de bancos de capacitores fixos sem a necessidade de desligamentos (*picks*) nas redes de distribuição classe 15 kV.

O ferramental proposto consiste, em um kit re-utilizável, de funcionamento simplificado e de fácil instalação, constituído basicamente por uma chave a óleo monopolar, cabos de ligação, grampos de linha viva e bastão de interligação para a operação manual, com segurança, de banco de capacitores fixos em redes energizadas num arranjo elementar permite seu emprego por uma equipe mínima de 02 eletricitistas.

Além dos ganhos conseguidos na agilização da programação das manutenções em tais equipamentos, o emprego do kit de operação para bancos de capacitores fixos proporciona a redução dos custos de instalação e manutenção desses equipamentos, o aumento na satisfação do cliente (redução de *picks*) e a redução no tempo de indisponibilidade operativa dos bancos culminando na redução das perdas técnicas.

## **1. INTRODUÇÃO**

Num cenário de busca contínua pelo cumprimento das metas pactuadas junto ao órgão regulador (ANEEL) no que se refere aos indicadores de continuidade (DEC/FEC) sem, contudo, perder o alinhamento às diretrizes básicas traçadas pelas organizações de redução de custos e otimização de processos; surge a necessidade de criação de novos ferramentais, capazes de conciliar tais requisitos.

Outro forte paradigma para concessionárias de energia reside na redução dos custos operacionais gerenciáveis dos processos, dentre os quais as perdas e os custos de manutenção desempenham importante papel na reengenharia dos processos.

Dentre as várias ações empregadas no intuito de promover a redução nas perdas técnicas, a instalação dos bancos de capacitores, em pontos estratégicos (o mais próximo das cargas que estão necessitando de kVAr para seu funcionamento) é uma das alternativas mais economicamente viáveis.

Atualmente, essas cargas são cada vez maiores e constituem-se em sua grande maioria de equipamentos dotados de motores, que exigem uma grande quantidade de reativos do sistema.

A alteração promovida no fator de potência acarreta em vários inconvenientes, tais como:

- ✓ Transformadores e os demais equipamentos das SD's podem superar seus limites de carga;
- ✓ As quedas de tensão nos alimentadores e transformadores podem ficar excessivas;
- ✓ De um modo geral as perdas no sistema aumentam;

A ESCELSA atualmente emprega em sua rede dois tipos de bancos de capacitores: os automáticos e os fixos. Em virtude do custo (instalação mais barata), os bancos de capacitores fixos são preferidos aos automáticos. Todavia esses bancos, economicamente mais viáveis, apresentam como uma de suas principais desvantagens a dificuldade em operá-lo sob carga, chegando-se, em muitas situações, a necessidade de promover desligamentos de curta duração (*picks*) nos alimentadores, onde esses estão instalados, de modo a colocá-los ou retirá-los de operação. Estas interrupções de curta duração, além de provocarem desconforto e insatisfação nos clientes residenciais, são extremamente danosas aos clientes industriais e/ou detentores de processos sensíveis, onde muitas vezes incidem perdas e/ou interrupções, nos processos produtivos, ocasionadas por tais paralisações.

Este trabalho pretende apresentar uma metodologia alternativa à prática usualmente empregada por várias empresas na operação de bancos de capacitores fixos, através do emprego de um kit especialmente desenvolvido para permitir a operação deste tipo de equipamento sob carga, evitando a necessidade de “*picks*” em alimentadores (indesejáveis a grande maioria das unidades consumidoras industriais) e aumentando a segurança da execução dessa tarefa.

## 2. KIT DE OPERAÇÃO DE BANCO FIXO DE CAPACITORES

### 2.1. Antecedentes históricos

Desde de sua concepção original o emprego de banco fixo de capacitores no fator custo apresenta-se como solução preferida aos bancos automáticos, sendo para tanto bastante otimizado o custo de sua estrutura de instalação<sup>1</sup>, conforme ilustra figura 1. Contudo, a operação e manutenção desses equipamentos adicionam, com relação aos bancos automáticos, maiores cuidados no que se refere a segurança, tanto de indivíduos quanto das instalações, durante os procedimentos de energização e desenergização dos mesmos.

BANCO FIXO DE CAPACITORES DE 300 OU 800KVAR – VISTA DE FRENTE

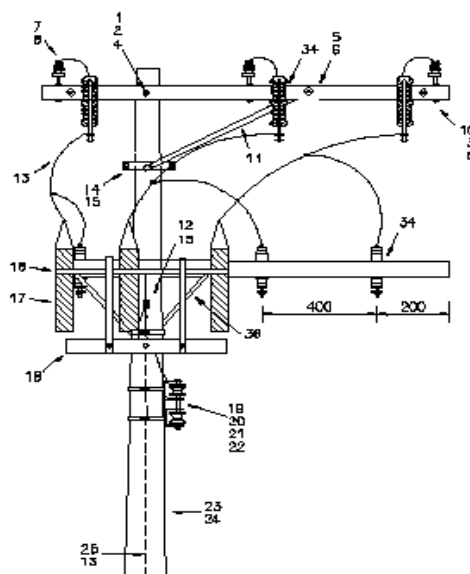


Figura 1 – Padrão de instalação de banco fixo de capacitores

<sup>1</sup> As chaves a óleo empregadas nos bancos automáticos são suprimidas para redução dos custos de instalação.

A solução mais comumente empregada consistia na execução de desligamentos de curta duração (*picks* – com duração em média de até 3 minutos) de modo a permitir a abertura e fechamento das chaves fusíveis de proteção do banco sem risco à equipe que realizava sua operação, bem como, minimizando a possibilidade de saída do alimentador ou bloco onde o mesmo está instalado, em virtude da perturbação provocada pelo chaveamento (fechamento e abertura) desse tipo de carga.

Dada a importância da ampliação do tempo de disponibilidade operativa dos bancos fixos de capacitores, imprescindíveis para redução de perdas técnicas; considerando a necessidade de ampliação na segurança da operação desse tipo de equipamento e objetivando a otimização dos custos de instalação e manutenção (mantendo viável seu emprego com relação aos bancos automáticos) nasce a idéia do desenvolvimento de um kit temporário para operação de bancos fixos de capacitores sem *picks* nas redes de distribuição.

## **2.2. Requisitos de projeto**

A primeira etapa do desenvolvimento do ferramental consistiu na definição do escopo de sua utilização e dos requisitos desejáveis ao mesmo, sendo elencados:

- **Estrutura de fácil transporte** – objetivando propor uma estrutura com dimensões condizentes à acomodação e transporte em veículo de porte médio (caminhonete, pick-up, etc.), utilizadas comumente pelas equipes do plantão de atendimento às reclamações de interrupção de fornecimento;
- **Ser de fácil manuseio** – permitindo o transporte manual e montagem por equipes constituídas minimamente por dois eletricitas, sem prejuízo ao TMA;
- **Fácil emprego** – possibilitar utilização tanto em locais de fácil acesso a equipes de Linha Viva, quando a equipes de Linha Morta<sup>2</sup>;
- **Baixo custo** – visando viabilizar seu emprego em substituição aos procedimentos convencionais sem significativa ampliação de custos;
- **Segurança** – possibilitando a utilização pelas equipes do plantão (02 integrantes) em linha viva ao contato ou à distância, sem risco aos indivíduos ou às instalações;

A idéia central do ferramental desenvolvido consiste em aproveitar a funcionalidade e segurança das chaves a óleo monopolares, flexibilizando-se sua instalação e retirada, em um conjunto temporário acoplável a estrutura onde se encontra o banco fixo de capacitores a ser operado.

Dois pontos chave a serem trabalhados foram o fácil emprego e principalmente a segurança, uma vez que um grande problema na operação bancos de capacitores é a formação do arco elétrico, principalmente durante sua desenergização, o que ocasionar o desarme das proteções de retaguarda.

## **2.3. Detalhamento do KIT**

A estrutura concebida foi implementada de modo a atender as duas situações cotidianamente vivenciadas pelas equipes de campo: possibilidade de acesso a viaturas de linha viva (caminhões de cesta área) e para locais de difícil acesso.

O fato se deve pela característica bastante acidentada do relevo na área de concessão em que a Escelsa atua, não permitindo o acesso em diversas estruturas.

### **2.3.1 Kit para locais de difícil acesso**

Para emprego pelas equipes de manutenção em locais de difícil acesso a caminhões de Linha Viva com cesta aérea, foi implementado o kit, **vide** figura 2, cuja lista de materiais é apresentada na tabela 1.

---

<sup>2</sup> A montagem do kit realiza-se em linha morta, contudo a operação utiliza os procedimentos da Linha Viva a distância.

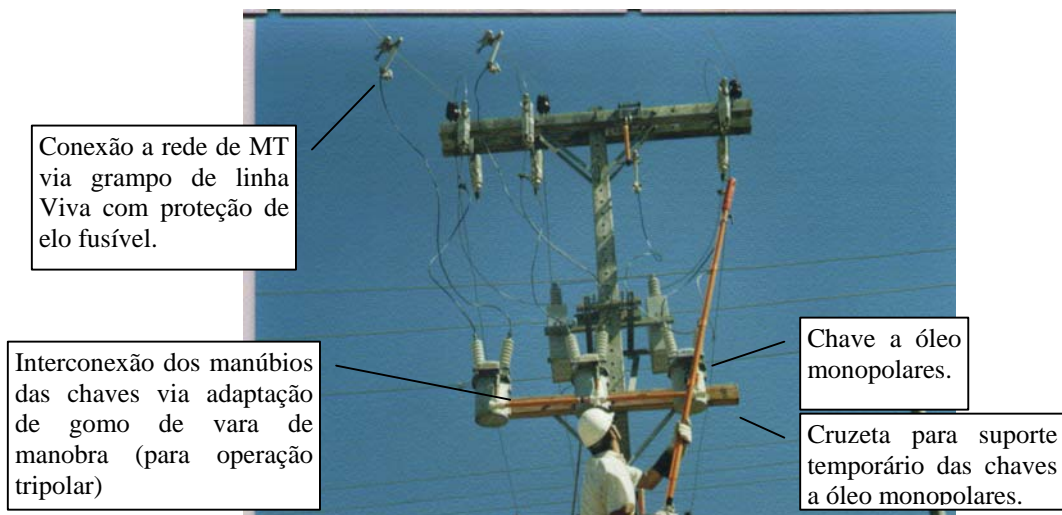


Figura 2 – Kit para operação trifásica em locais de difícil acesso

Tabela 1 - Lista de materiais e valores de mercado

Material	Preço
03 chaves a óleo monopolares tipo NR	R\$ 3.025,71
03 grampos de torção	R\$ 37,50
03 porta-fusível de 100 A	R\$ 94,86
09 m de cabo protegido 50mm	R\$ 313,20
01 Estrutura N	R\$ 28,76
<b>Total</b>	<b>R\$ 3.500,03</b>

### 2.3.2 Kit para operação por equipes de Linha Viva ao contato

Para os casos em que há possibilidade de acesso ao local de instalação dos bancos fixos para os caminhões de linha viva com cesta aérea a estrutura do kit pode ser simplificada, **vide** figura 3, para o qual a lista de materiais é detalhada na tabela 2.



Figura 3 – Montagem em Linha Viva. (a).Kit.(b) Fixação do kit e conexão desse ao banco de capacitor.

Tabela 2 - Lista de materiais e valores de mercado

<b>Material</b>	<b>Preço</b>
01 chave a óleo monopolares tipo NR	R\$ 1.008,57
02 grampos de linha viva	R\$ 25,00
03 metros de cabo de protegido 50 mm	R\$ 104,40
<b>Total</b>	<b>R\$ 1.137,97</b>

### 3. IMPLEMENTAÇÃO PRÁTICA

Uma premissa importante da fase de projeto do kit consistia em propor um ferramental de fácil manuseio pelas equipes do plantão de atendimento, compostas por dois eletricitas. A seguir são descritos os processos de desenergização (mais crítico) de bancos fixos de capacitores, tanto em locais de difícil quanto fácil acesso, através do uso do ferramental desenvolvido.

#### 3.1. Operação do kit em Linha Morta

Considerando o fato de que nem sempre a localização ótima do banco fixo de capacitores, ponte de vista da correção de reativos e redução de perdas técnicas, será a melhor localização para a manutenção e operação do mesmo, há de se criar mecanismo para viabilizá-los, dada uma locação de difícil acesso. Com esse intuito foi elaborado inicialmente o kit para operação dos bancos fixos em linha morta, conforme ilustrado na figura 2, para emprego pelas equipes de manutenção (composta de 02 eletricitas).

O processo se inicia pela instalação, no mesmo poste que comporta o banco<sup>3</sup>, de uma cruzeta auxiliar (estrutura tipo N) onde são montadas as 03 chaves a óleo<sup>4</sup> que serão posteriormente empregadas na operação dos capacitores.

O passo seguinte consiste em fixar, com bastão à distância, os jumpers de saída das chaves monopolares primeiramente nos jumpers de entrada dos capacitores e na seqüência fixar os jumpers de entrada da chave a óleo à rede de MT através de um grampo de torção acoplado a um porta-fusível com elo adequado à potência do banco, conforme ilustra a figura 2. A presença do elo fusível no jumper interligado a rede de MT destina-se à proteção dos eletricitas em caso de falha na chave a óleo e/ou nos capacitores.

Concluída a instalação das chaves a óleo que atuarão como chave by-pass o processo de operação das chaves a óleo monopolares com manúbios acoplados é efetuada ao nível do solo pela utilização de um bastão universal.

O tempo de execução da tarefa é, em média, de 1 hora e 20 minutos, considerando uma equipe de 02 eletricitas e levando-se em consideração o tempo de preparação da equipe. O ganho do processo não está logicamente na agilização que o kit fornece a execução da atividade, mas na flexibilidade que o mesmo fornece, ao permitir a realização de operações e manutenções em bancos fixos localizados em pontos de difícil acesso; em alimentadores com cargas sensíveis, sem necessidade de *picks*, permitindo a realização da atividade com elevado grau de segurança.

#### 3.2. Operação do kit em Linha Viva

A operação e instalação deste equipamento são fundamentadas no principio de execução de atividades em linha viva.

<sup>3</sup> A instalação da cruzeta se dá respeitando as distâncias mínimas de segurança para trabalho com os capacitores energizados.

<sup>4</sup> A instalação das 03 chaves só é obrigatória quando é necessária a operação tripolar do banco, considerando que o desequilíbrio decorrente de uma possível operação monopolar poderia provocar a operação da proteção de retaguarda.

As coberturas isolantes utilizadas fazem parte dos materiais de segurança para os serviços executados em linha viva, sendo instaladas previamente para isolação da área de trabalho.

O primeiro passo consiste na fixação da chave a óleo na estrutura que suporta o banco capacitor conforme ilustra figura 3(a), utilizando um suporte de chave fusível. O passo seguinte compreende a conexão do jumper de uma das fases da chave a óleo ao terminal de potencial do banco de capacitores, na seqüência o outro terminal da chave é conectada diretamente à rede de distribuição, vide figuras 4(a) e 5(b) por intermédio de um grampo de linha viva.



Figura 4 – Detalhamento da Instalação do kit em L.V. ao contato (a) Aplicação da conexão. (b) Conexão do terminal da chave à rede.

Tendo sido finalizada a conexão da chave a óleo, esta pode ser operada de modo a atuar como chave by-pass entre a rede e o banco de capacitores, permitindo assim de modo seguro a operação da chave fusível com segurança, pois o banco de capacitores já se encontra energizado.

O mesmo procedimento é repedido para as demais fases, finalizando a colocação ou retirada de operação dos capacitores a rede elétrica. O tempo de execução da tarefa é, em média, de 20 minutos, levando-se em consideração o tempo de preparação da equipe.

Apesar do curto período de tempo na entrada de operação dos capacitores, cerca de 1 minuto entre cada um, é avaliado previamente o desequilíbrio de corrente a ser provocado, evitando-se a interrupção do fornecimento de energia por causa acidental.

#### 4. CONCLUSÕES

O kit para operação de banco fixo de capacitores apresenta-se como um ferramental prático para emprego em condições emergenciais temporárias, onde as soluções usuais não têm eficácia.

Adequa-se tanto a equipamentos instalados em regiões que permitam a execução da tarefa em linha viva quanto a bancos instalados em locais de difícil acesso as viaturas de linha viva, podendo ser utilizado em linha morta.

Seu emprego deve ser condicionado a uma avaliação prévia e criteriosa das condições de risco para execução da tarefa, via ferramental da área de segurança no trabalho em uso pela empresa como, por exemplo, Análise de Risco e Diálogo de Segurança.

A facilidade de operação proporcionada pelo kit preenche a uma antiga lacuna relacionada ao emprego de bancos fixos de capacitores, mantendo sua estrutura de instalação otimizada (não sendo necessária à inclusão de chaves a óleo permanentes para operação desses) assegurando a sua viabilidade econômica como solução de redução de perdas técnicas.

Com isso, proporciona uma maior dinâmica na operação de banco de capacitores fixos, não condicionando a necessidade de intervenções de manutenção desses a dependência da concessão de desligamentos programados, ou mesmo *picks*.

## **5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- 1 CIPOLI, J. A., *Engenharia de Distribuição*. Editora Qualitymark, 1993.
- 2 ESELSA: NOR\_OP 013 – *Manobra em redes de distribuição de 15 kV*. Vitória / ES, outubro/2004.
- 3 ESELSA: PT.RD.06.004 – *Estruturas para instalação de equipamentos especiais em redes de distribuição*. Vitória / ES, outubro/2004.
- 4 ESELSA: POP.TCRC/O.030 – *Procedimento Operacional Padrão para energização de banco de capacitores fixo com emprego de chaves fusíveis*. Vitória / ES, maio/2005.