



**XXII SNPTEE  
SEMINÁRIO NACIONAL  
DE PRODUÇÃO E  
TRANSMISSÃO DE  
ENERGIA ELÉTRICA**

BR/GSE/31  
13 a 16 de Outubro de 2013  
Brasília - DF

**GRUPO – VIII**

**GRUPO DE ESTUDO DE SUBESTAÇÕES E EQUIPAMENTOS DE ALTA TENSÃO - GSE**

**SOLUÇÃO ALTERNATIVA PARA REALIZAÇÃO DE SERVIÇOS EM SUBESTAÇÕES COM MÍNIMO TEMPO DE  
INTERRUPÇÃO DE ENERGIA**

**Marta Lacorte (\*)  
ABB**

**Nelson Takao Fugita  
ABB**

**RESUMO**

O cenário atual do sistema elétrico brasileiro onde ainda há um grande número de subestações antigas e o crescente aumento da capacidade de geração e transmissão resulta na necessidade de execução de ampliações, aumento de capacidade e serviços com frequentes interrupções no fornecimento de energia.

Diferentes cenários resultam em interrupção planejada ou não do fornecimento de energia em um sistema de energia elétrica.

Seja por pane ou manutenção, tornar indisponível o sistema com parada programada ou não, pode acarretar perdas de receita e multas pela energia não fornecida.

Portanto qualquer interrupção do fornecimento de energia deve ser evitada ou minimizada.

Uma solução inteligente com muitos benefícios seria a que permitisse a realização das atividades necessárias, sem interrupção do fornecimento de energia.

A solução sugerida é um bay móvel operando como um bay temporário transferindo o fluxo do fornecimento de energia durante execução do serviço.

As características técnicas do bay móvel, assim como experiências práticas de aplicação do bay móvel em diferentes situações são apresentadas neste trabalho.

**PALAVRAS-CHAVE**

Manutenção, bay-móvel, superação, substituição, serviço.

**1. INTRODUÇÃO**

O sistema elétrico brasileiro está em expansão com necessidade de aumento da capacidade de geração e consequentemente de transmissão.

Porém, o sistema elétrico brasileiro possui muitas subestações antigas com equipamentos obsoletos e tecnologia ultrapassada.

A crescente demanda e aumento da capacidade de geração e transmissão resultam na superação de capacidade de diversos equipamentos de diferentes subestações.

A superação dos equipamentos das subestações resulta na necessidade de substituição ou repotenciação destes equipamentos.

Equipamentos antigos requerem intervenções de manutenção com maior frequência. Muitas peças de reposição não estão disponíveis no mercado e, quando é possível adquiri-las o preço é muito elevado.

Assim, subestações com equipamentos antigos necessitam de serviços cada vez mais frequentes com interrupções no fornecimento de energia, seja para substituição dos equipamentos obsoletos, seja para manutenção de equipamentos antigos.

Para substituição de equipamentos obsoletos ou superados é preciso desligar uma parte da subestação, resultando, possivelmente, na interrupção do fornecimento de energia.

Seja por pane, manutenção ou substituição de equipamento, tornar indisponível o sistema com parada programada ou não, pode acarretar perdas de receita e eventual pagamento de multa pela energia não fornecida.

Portanto qualquer interrupção do fornecimento de energia deve ser evitada ou minimizada.

Uma solução inteligente com muitos benefícios seria a que permitisse a realização do serviço, sem interrupção do fornecimento de energia.

Assim, a solução ótima é aquela que permite a execução do serviço sem interrupção do fornecimento de energia durante todo o tempo de execução do serviço e com tempo mínimo de interrupção de energia para sua instalação.

A solução sugerida é um bay móvel operando como um bay temporário transferindo o fluxo do fornecimento de energia durante a execução do serviço.

O bay móvel pode ainda ser utilizado para entrada em operação de uma usina ou subestação cujo cliente /consumidor requeira um fornecimento imediato ou em casos onde ocorra atraso na execução da obra.

Além da mobilidade, o bay móvel permite uma integração amigável com qualquer equipamento, ou seja, opera com a maioria dos sistemas de proteção e controle existentes.

As características técnicas do bay móvel, assim como experiências práticas de aplicação do bay móvel em diferentes situações são apresentadas neste trabalho.

## 2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO BAY MÓVEL UTILIZANDO EQUIPAMENTOS ISOLADOS A AR

De forma a permitir a execução do serviço sem interrupção do fornecimento de energia durante todo o tempo de execução do serviço, um bay móvel típico deve ser composto, no mínimo, de disjuntor, transformador de corrente, para-raios e transformador de potencial, montados em uma carreta.

A carreta é do tipo semi-reboque 4x2 rebaixado com suspensão pneumática combinada, com molas de tração metálicas e molas pneumáticas.

Toda a estrutura pode ser transportada por um cavalo mecânico convencional.

Os disjuntores monopolar e tripolar, devem atender às normas IEC / NBR e ANEEL / ONS. Essa característica permite que o Bay Móvel seja conectado em qualquer ponto do sistema elétrico, realizando manobras de qualquer tipo de cargas (transformadores, reatores, barramentos, banco de capacitores ou linhas de transmissão).

Os pólos do disjuntor devem possuir mecanismo de retração para a redução de espaço e possibilitar o transporte rodoviário sem restrição de vias de acesso, possibilitando o acesso sem interferências em locais com alturas mínimas para acesso de caminhões.

Os transformadores de corrente e potencial devem ser montados em suportes com possibilidade de deslocamento rápido, como por exemplo, por trilhos. Para que em transporte, os mesmos possam ser rapidamente posicionados no interior da carreta.

O aterramento do bay deve ser realizado de forma simples, assim é importante que todos os equipamentos do bay estejam interligados e ligados a uma barra de aterramento. Esta barra de aterramento deve estar disponível em toda extensão do bay para permitir conexão com a malha existente nos pontos disponíveis.

A Figura 1 apresenta um bay móvel típico que possui ainda pára-raios e a versatilidade de aplicação em sistemas de 145 ou 245 kV.

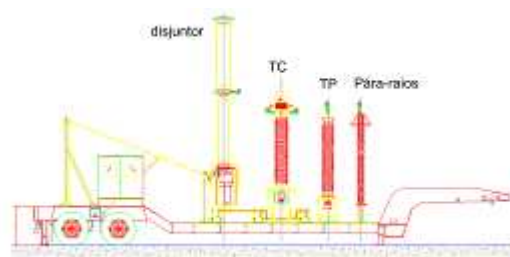


FIGURA 1 – Desenho esquemático do bay móvel 145 kV / 245 kV

A tabela 1 apresenta as configurações para os dois níveis de tensão e os dados técnicos deste bay móvel.

Dados técnicos do bay móvel 145 kV / 245 kV:

- Corrente nominal: 2400 A
- Corrente suportável de curta duração: 40 kA / 1s
- Corrente nominal de curto-circuito: 40 kA
- Tensão suportável a impulso atmosférico: 950 kV
- Tensão suportável a frequência industrial: 395 kV

Tabela 1 – configurações do bay móvel para 145 kV e 245 kV

	Configuração	
	145 KV	245 KV
disjuntor	LTB 245 E 11 monopolar	LTB 245 E 11 monopolar
TC	IMB 245	IMB 245
TP	EMFC 145 TP indutivo	CPB 245 TP capacitivo
pára-raios	Pexlim P120 -XH145	Pexlim P228 -XV245

### 3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO BAY MÓVEL UTILIZANDO EQUIPAMENTOS COMPACTOS HÍBRIDOS

O bay móvel pode ser ainda mais compacto e completo quando composto por equipamentos híbridos compactos.

A solução, além dos equipamentos básicos, disjuntor, transformador de corrente, transformador de tensão e pára-raios, pode ser mais completa com chave seccionadora, chave de terra e painel de controle e proteção.

Um módulo híbrido é um conjunto de equipamentos de manobra, contendo disjuntor, chave seccionadora, chave de terra em compartimento isolado a gás SF<sub>6</sub>.

A solução completa com todos equipamentos necessários para formar um bay é composta de um módulo híbrido com transformador de corrente de bucha, transformador de tensão convencional e pára-raios convencional.

Os equipamentos são montados em duas plataformas separadas, uma com o módulo híbrido e outra, com o transformador de tensão e o pára-raios.

Se o transformador de tensão tiver a capacidade de operar como transformador para serviços auxiliares, esta solução substitui um bay de entrada completo de linha ou de transformador.

A Figura 2 a) apresenta as duas plataformas em posição de transporte; a Figura 2 b) apresenta a solução em posição de serviço como um bay de entrada de linha.

É a solução ideal para ser aplicada em empreendimentos que estão com cronograma atrasado, evitado multas perante ANEEL por não cumprimento do contrato de fornecimento de energia.

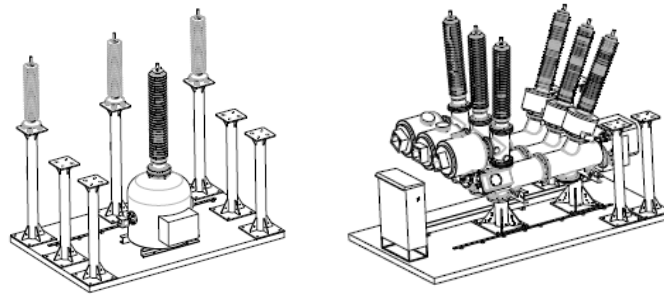


Figura 2 a) plataformas em posição de transporte

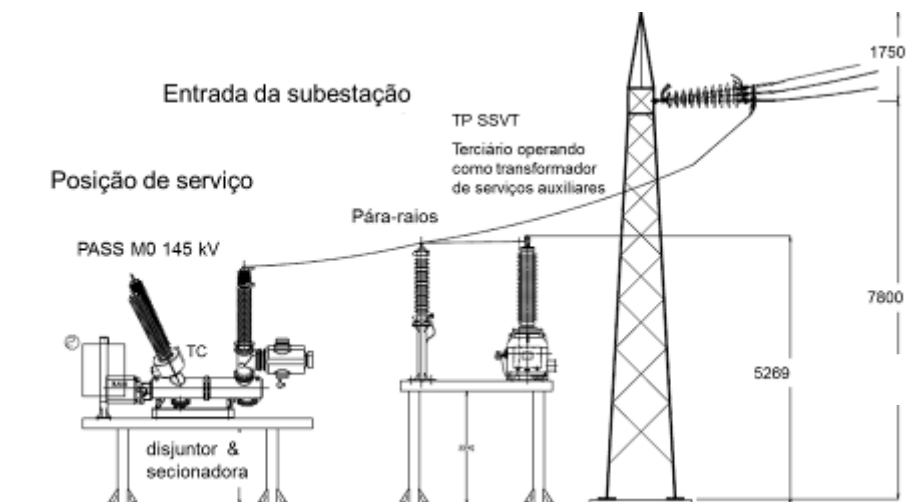


Figura 2 b) solução em posição de serviço como um bay de entrada de linha

#### 4. EXEMPLOS DE APLICAÇÃO DO BAY MÓVEL

Em um sistema elétrico diversas situações forçadamente levarão à interrupção de energia. Interrupção de fluxo de energia de um alimentador de uma subestação até a interrupção de toda uma subestação, dependendo do arranjo da subestação.

As situações que se apresentam são:

- Aumento da carga em subestações existentes
- Superação dos equipamentos de subestações existentes
- Equipamentos antigos demandando muita manutenção
- Substituição de equipamentos obsoletos
- Necessidade de expansão da subestação
- Substituição de equipamentos danificados

O bay móvel pode ainda ser utilizado para entrada em operação de uma usina ou subestação que esteja com atraso na execução da obra.

A mobilidade do bay móvel permite a sua rápida instalação como um bay provisório e sua transferência física de maneira simples.

A Figura 3 apresenta diferentes possibilidades de instalação do bay móvel para operar como bay provisório em diferentes arranjos de subestação.

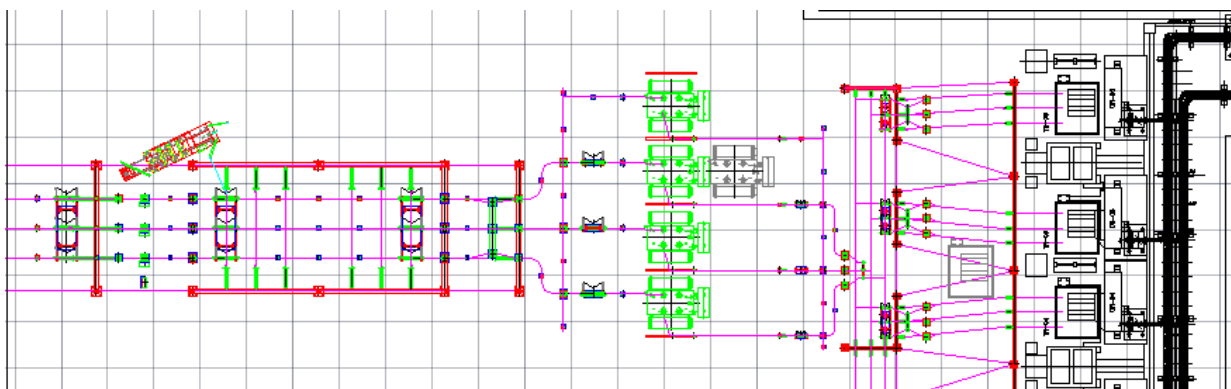


Figura 3 a) – Exemplo de conexão de bay móvel como bay de entrada de linha em 230 kV

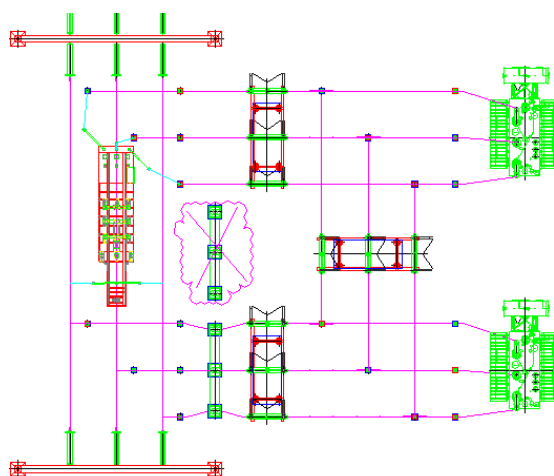


Figura 3 b) – Exemplo de conexão de bay móvel como bay de conexão de barra em 230 kV

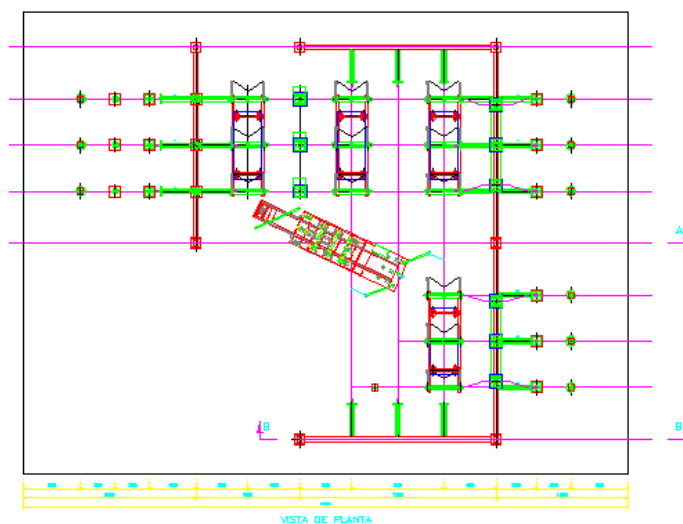


Figura 3 c) – Exemplo de conexão de bay móvel como bay de bay-pass em 230 kV

A seguir alguns exemplos práticos de utilização do bay móvel.

#### 4.1. Entrada em Operação de uma Usina

A cogeração USINA COCAL deveria entrar em operação para cumprimento de contrato de fornecimento de energia com ANEEL.

Devido ao atraso na execução da obra da subestação, a subestação móvel foi utilizada até que a subestação definitiva estivesse pronta para entrar em operação.

A subestação móvel ficou operado em 138 kV por um período de 6 meses no ano de 2010.

#### 4.2. Aumento da Carga em Subestações Existentes

Um Grupo de Produção de alimentos necessitava aumentar sua produção para cumprir contrato de fornecimento para o com seu cliente.

O aumento na produção significava no aumento de máquinas de produção que demandaram um aumento de 13 MVA de potência. Porém, a rede local em 13,8 kV não tinha capacidade para fornecer esta potência adicional. Assim, uma linha de 138 kV próxima a indústria foi utilizada para prover esta potência adicional.

Para tal era preciso construir uma subestação, devido ao prazo para entrega dos produtos não atender esta necessidade imediata, a subestação móvel foi utilizada como bay de entrada de linha até que a subestação definitiva estivesse completa e entregue para a operação.

A Figura 4 apresenta a instalação da móvel na área disponível.

A subestação móvel ficou operado em 88 kV por um período de 9 meses entre 2011 e 2012.



Figura 4 – instalação da bay móvel

#### 4.3. Substituição de Equipamentos Danificados

A subestação da empresa Johnson Controls de 138kV apresentou problemas estruturais necessitando de reparos nas estruturas dos equipamentos.

A subestação móvel ficou operado em 138 kV por um período de 6 meses no ano de 2012 .

### 5. CONCLUSÃO

O sistema elétrico brasileiro é composto por subestações antigas com muitos equipamentos obsoletos, que necessitam ser frequentemente retirados de serviço para manutenção ou para sua substituição.

A retirada de serviço de equipamentos leva à necessidade de interrupção de fluxo de energia de um alimentador ou até mesmo de toda a subestação, dependendo do arranjo da subestação.

Adicionalmente a esta situação do setor elétrico brasileiro, a crescente demanda e aumento da capacidade de geração e transmissão levando a superação de diversos equipamentos de diferentes subestações também são

condições que levam a interrupção de fluxo de energia de um alimentador ou até mesmo de toda a subestação, dependendo do arranjo da subestação.

A interrupção de fluxo de energia seja por pane, manutenção ou substituição de equipamento com parada programada ou não, pode acarretar em perdas de produção, perdas de receita e multas pela energia não fornecida.

A solução para execução destes serviços sem interrupção de fluxo de energia é uma solução que permite isolar o equipamento em um tempo curto e restabeleça o fluxo de energia durante a execução do serviço.

A solução sugerida é um bay móvel operando como um bay temporário transferindo o fluxo do fornecimento de energia durante a execução do serviço.

A mobilidade do bay provisório permite a sua rápida instalação e sua transferência física de maneira simples.

De forma a permitir a execução do serviço sem interrupção do fornecimento de energia durante todo o tempo de execução do serviço, um bay móvel típico deve ser composto, no mínimo, de disjuntor, transformador de corrente, para-raios e transformador de tensão, montados em uma carreta ou em plataformas modulares.

Exemplos práticos demonstram a utilidade e praticidade do bay móvel para execução de serviços em subestações com interrupção reduzida de tempo de indisponibilidade.

Reduzindo o tempo de interrupção do fluxo de energia, consequentemente perdas de produção, perdas de receita e multas de indisponibilidade podem ser reduzidas ou mesmo eliminadas.

Desta forma, está à disposição no mercado brasileiro uma solução desenvolvida para atender os requerimentos do sistema energético local e que pode ser disponibilizada rapidamente sem que haja necessidade de investimento de capital. Para viabilizar esta aplicação será somente necessário um estudo de viabilidade econômico financeiro que considere os valores de perdas de produção, perdas de receita e multas de indisponibilidade que podem decorrer de cada cenário.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) ANEEL, "Resolução Normativa 166/2000", ANEEL, Fev. 2000, pp. 1-16, [www.aneel.org.br](http://www.aneel.org.br)
- (2) ANEEL, "Resolução Normativa 270/2007", ANEEL, Jun. 2007, pp. 1-16, [www.aneel.org.br](http://www.aneel.org.br).
- (3) Apuração Mensal das Parcelas Variáveis Referentes à Disponibilidade de Instalações da Rede Básica - Submódulo 15.12, ONS Procedimentos de Rede, 2010
- (4) Apuração Mensal dos Serviços e Encargos de Transmissão - Rede Básica – Submódulo 15.8, ONS Procedimentos de Rede, 2010
- (5) Apuração Mensal dos Serviços e Encargos de Transmissão – fronteira - Rede Básica - Submódulo 15.9, ONS Procedimentos de Rede, 2010
- (5) Impacto da Parcela Variável na Expansão, Operação e Manutenção do Sistema Interligado Nacional – Propostas para Atualização de Procedimentos, XIII ERIAC, Maio 2009
- (7) Bay Móvel ABB 145 kV / 245 kV - Diferentes necessidades, uma única solução., publicação ABB, 2011.

## 7. DADOS BIOGRÁFICOS

Marta Lacorte

Nascida em 19 de Julho de 1961 no Rio de Janeiro- RJ, Brasil.

Engenheira Eletricista pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro em 1983.

Mestre em Engenharia Elétrica pela Coordenação de Programas de Pós-graduação em Engenharia da universidade Federal do Rio de Janeiro – COPPE-UFRJ, em 1988

Pesquisadora do CEPEL, de 1984 a 1991, tendo atuado na área de pesquisa em equipamentos de manobra e proteção contra sobrecorrentes.

Em 1992, transferiu-se para a ABB Suíça, onde trabalhou até 2001 no Departamento de Subestação Isolada a Gas SF6 (GIS) como suporte técnico.

Em 2002 retornou ao Brasil como representante da fábrica de disjuntores de gerador da ABB Suíça para América Latina.

Desde 2011 é responsável técnica pelos equipamentos de Alta Tensão da ABB Brasil.

Nelson Takao Fugita

Nascido em 01 de Maio de 1966 em Osvaldo Cruz - SP, Brasil.

Publicitario com ênfase em Marketing pela Universidade Metodista de São Bernardo do Campo - 1991.

MBA em Marketing pela Fundação Getúlio Vargas do Rio de Janeiro - 2003

Trabalhou nos departamentos de Serviços dos principais fornecedores de equipamentos elétricos (GE –GEVISA- , GEC ALSTOM e ABB) desde 1992 e atualmente atua no departamento de Serviços para equipamentos de Alta Tensão da ABB Brasil.