



**GRUPO VIII  
GRUPO DE SUBESTAÇÕES E EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS - GSE**

**O ESTADO DA ARTE DO NOVO PADRÃO DE SUBESTAÇÕES DA COELBA, COSERN E CELPE**

**\*José Aderaldo Lopes    Marcelo Artur Xavier de Lima    Petrônio dos Santos    Ivo Luiz Soares Júnior**

<b>CELPE</b>	<b>CELPE</b>	<b>CELPE</b>	<b>CELPE</b>
<b>Gerson Leal</b>	<b>Joseph Zwecker Júnior</b>	<b>José Itamar Galvão Fernandes</b>	
<b>COELBA</b>	<b>COELBA</b>	<b>COSERN</b>	

**RESUMO**

Este trabalho descreve a experiência adquirida pela COELBA, COSERN e CELPE, empresas do grupo NEOENERGIA, no desenvolvimento de um padrão de subestação 69kV/média tensão (MT), ressaltando suas vantagens e destacando as configurações de evolução para cada tipo de subestação, através de módulos. São apresentados os critérios e premissas adotadas para elaboração do padrão, com a definição de três tipos de subestações padronizadas. O padrão de subestação considera critérios de redução do impacto ambiental, manutenção reduzida, segurança e confiabilidade das instalações, atendimento a legislação vigente, economicidade e análise de valor, com o objetivo de obter a melhor solução técnica-econômica.

**PALAVRAS-CHAVES**

Subestação, Padronização, Modulação, Padronização de Subestação e Modulação de Subestação.

**1.0 - INTRODUÇÃO**

O grupo Neoenergia detém o controle acionário das empresas Itapebi e Termopernambuco, na área de geração de energia, Neoenergia Comercializadora, na área de comercialização de energia, e COELBA, COSERN e CELPE, na área de distribuição de energia, todas localizadas no nordeste do BRASIL. Durante os anos de 2002 e 2003, através dos órgãos de serviços compartilhados a COELBA, COSERN e CELPE, uniram-se no sentido do desenvolvimento de um padrão de subestação 69kV/MT, único, com base nos padrões existentes, visando a otimização dos processos de planejamento, projeto, construção e suprimento. Este trabalho apresenta os critérios e premissas utilizadas no desenvolvimento da padronização de três tipos de subestações 69kV/MT distintas, a saber:

- Subestação Compacta, tipo 1, para áreas urbanas, nas quais as autoridades locais aceitam instalações ao tempo, entretanto, existem restrições de espaços ou elevados custos de terreno. Tanto as linhas de alta tensão (AT) como as de MT poderão ser aéreas ou subterrâneas, dependendo das restrições da área em questão;
- Subestação não Compacta, tipo 2, para áreas de perímetro urbanos com importantes níveis de consumo, onde são aceitas, sem restrições, as soluções ao tempo tanto em subestações como em linhas de Alta e Média Tensão;
- Subestação Rural, tipo 3, para áreas rurais, com baixa densidade de carga e com previsão de crescimento moderado.

São ressaltadas as vantagens e destacadas as configurações de evolução para cada tipo de subestação, através de módulos, sendo os arranjos padronizados modernos, simples e de fácil manutenção.

No trabalho também é feita uma análise das vantagens e desvantagens da não utilização de seccionadoras de bypass, no setor de MT, nos arranjos das subestações.

Os padrões de subestações atendem a todas as normalizações pertinentes da ABNT existentes ou na ausência das mesmas as normas e recomendações internacionais (IEC, ANSI, CIGRÉ,...).

## 2.0 - CRITÉRIOS E PREMISSAS UTILIZADOS PARA ELABORAÇÃO DOS PADRÕES

### 2.1 Critérios e premissas básicas

- a) Padrão de Subestações Compactas, sem possibilidade de instalação de módulo móvel e com a seguinte configuração:
- Setor 69 kV ao tempo, compacto, barramento simples sem bypass e sem seccionamento (2EL + 2TT); até 2 Transformadores de Potência de 20/26,6 MVA;
  - Setor Média Tensão (13,8 ou 11,9 kV) abrigado, barramento simples sem bypass e com seccionamento através de disjuntor de acoplamento de barras; até 2x(5EL + 1TT + 2BC + 1SA).  
O terreno para este tipo de subestação é de aproximadamente 1600m<sup>2</sup> (40mx40m) e a filosofia de operação, em contingência de transformador é a seguinte: admite-se sobrecarga de 20% no transformador remanescente (32MVA) e as demais cargas serão transferidas através do sistema de distribuição, sem corte de carga.
- b) Padrão de Subestações Não Compactas, com acesso e pontos de conexão para instalação de módulo móvel e com a seguinte configuração:
- Setor 69 kV ao tempo, barramento simples sem bypass e sem seccionamento (3EL + 2TT); até 2 Transformadores de Potência de 20/26,6 MVA;
  - Setor Média Tensão (34,5; 13,8 ou 11,9kV) ao tempo, barramento simples sem bypass e com seccionamento através de disjuntor de acoplamento de barras, até 2x(5EL + 1TT + 2BC + 1SA).  
O terreno para este tipo de subestação é de aproximadamente 3600m<sup>2</sup> (60mx60m) e a filosofia de operação em contingência de transformador é a seguinte: admite-se sobrecarga de 20% no transformador remanescente (32MVA) e as demais cargas serão transferidas através do sistema de distribuição ou supridas pelo módulo móvel, sem corte de carga.
- c) Padrão de Subestação Rural, com acesso e pontos de conexão para instalação de módulo móvel e com a seguinte configuração:
- Setor 69 kV ao tempo, barramento simples com by-pass (2EL + 1TT), com disjuntor único para o circuito de Linha-Transformador; e 1 Transformador de Potência de até 12,5 MVA;
  - Setor Média Tensão (34,5 ou 13,8 kV) ao tempo, barramento simples sem by-pass, até 1x(5EL + 1TT(sem disjuntor) + 2BC + 1SA).  
O terreno para este tipo de subestação é de aproximadamente 3000m<sup>2</sup> (50mx60m) e a filosofia de operação em contingência de transformador é a seguinte: se possível, algumas cargas serão transferidas através do sistema de distribuição, as demais ficarão desligadas até a instalação do módulo móvel ou do transformador da reserva técnica regional.

Legenda: As siglas utilizadas na configuração das SE's correspondem as seguintes definições:

EL - entrada/saída de linha; TT - conexão de transformador; BC - banco de capacitores;

SA - serviço auxiliar; MT – Média Tensão.

### 2.2 Critérios e premissas para os equipamentos e barramentos

- a) Equipamentos e barramentos do Setor de 69kV
- Para os padrões tipo 1 e 2, o barramento é calculado para uma corrente nominal de 1000A e correntes de curto-circuito de 20 ou 31,5 kA, a depender do ponto de instalação da subestação. Para o padrão tipo 3, o barramento é calculado para uma corrente nominal de 600A e uma corrente de curto-circuito de 16kA;
  - Os equipamentos são especificados com linha de fuga (distância de escoamento) de 25mm/kV (classe III) e em áreas agressivas 31mm/kV (classe IV);
  - As chaves seccionadoras tripolares têm 03 colunas e são de dupla abertura lateral com corrente nominal mínima de 800A, sem utilização de motorização;
  - O nível de isolamento é de 72,5/140/350kV.
- b) Equipamentos e barramentos do setor de MT
- Para os padrões tipos 1 e 2, o barramento principal foi calculado para uma corrente nominal de 1600A e uma corrente de curto-circuito de 16 ou 25kA, a depender do ponto de instalação da subestação. Para o padrão tipo 3, o barramento foi calculado para uma corrente nominal de 600A e uma corrente de curto-circuito de 16kA;

- Para os padrões tipos 1 e 2, a corrente nominal na conexão do transformador de potência e no acoplamento de barra é de 1600A. Para as saídas dos alimentadores e BC é de 630A para a configuração de 16kA e 1600A para as configurações de 25kA;
- Os equipamentos ao tempo são especificados com linha de fuga (distância de escoamento) de 25mm/kV (classe III) e em áreas agressivas 31mm/kV (classe IV);
- Os bancos de capacitores são ligados em dupla estrela com neutro isolado e instalados em "racks" padronizados que comportam 12 células (admitindo-se os arranjos com 06 células), estando os neutros das duas estrelas interligados, através de um transformador de corrente para alimentar a proteção de desequilíbrio;
- Para o padrão tipo 1, os cubículos blindados são do tipo encapsulado metálico e devem possuir certificado aprovado contra defeito de arco interno, todos com chave de aterramento acoplada nos cubículos e com intertravamento, com exceção dos disjuntores dos BC e disjuntor de acoplamento. Os disjuntores de MT são extraíveis;
- O transformador de serviços auxiliares (um por cada semi barramento), é trifásico, tipo distribuição, instalados ao tempo em pedestal. A potência nominal mínima é de 45kVA;
- As tensões de controle e serviços auxiliares são 125Vcc e 380/220Vca ou 220/127Vca. Para alimentação do sistema de corrente contínua de 125Vcc são instalados retificadores/carregadores de bateria, trifásicos, alimentados independentemente, com corrente nominal de 50A ou 25A, e um banco de bateria selada de chumbo-ácido (estacionária) para 100 ou 150Ah. O conjunto de retificadores/carregadores tem um conversor de 48Vcc-16A, que alimenta o sistema de comunicação. O conjunto de retificadores/carregadores de bateria e o conversor ficam alojados em um único armário;
- Os níveis de isolamento adotados foram: 15/34/95kV, 15/34/110kV ou 36,2/70/200kV.

### 2.3 Critérios e premissas para obras civis

- a) Terraplanagem e acondicionamento do terreno com compactação mínima de 95%, proctor normal;
- b) Os cabos de potência e controle são instalados em canaletas distintas;
- c) Para os transformadores de força são construídas bases de concreto armado com uma cuba de recolhimento do óleo para sua condução a um depósito independente (separador água-óleo), fechado e separado das bases, com capacidade para todo o volume de óleo de um transformador.
- d) As subestações urbanas são cercadas com muro de alvenaria e as rurais com mureta em alvenaria e cerca com tela (alambrado) de aço galvanizado revestido em PVC;
- e) É reservada uma área de aproximadamente 25m<sup>2</sup> (5mx5m) para instalação da torre de comunicação, próxima da casa de comando.

### 2.4 Critérios e premissas para casa de comando

- a) Na subestação tipo 1, é construída uma casa de comando, sem WC, com área de aproximadamente 150m<sup>2</sup>, com dois compartimentos (salas) independentes, sendo um para alojar os equipamentos de medição, proteção, controle, comunicação e serviços auxiliares e o outro para alojar os cubículos de MT, sendo a cabeaço para os cubículos levada em canaletas e para o comando em piso elevado. As salas de controle e de cubículos são separadas, com acesso de uma para outra através de porta;
- b) Nas subestações dos projetos 2 e 3, será construída uma casa de comando, sem WC, com área de aproximadamente 30m<sup>2</sup>, com um compartimento (sala), para alojar os equipamentos de medição, proteção, controle, comunicação e serviços auxiliares, sendo a cabeaço para os mesmos levados em piso elevado;
- c) A casa comando das subestações é construída considerando os equipamentos de controle e os cubículos correspondentes à subestação em sua configuração final;
- d) As casas de comando são construídas em alvenaria, sem janelas, sendo as únicas aberturas ao exterior as da ventilação.

### 2.5 Critérios e premissas para malha de terra

- a) As subestações são dotadas de uma malha de terra única enterrada a 0,6m de profundidade. Todas as conexões enterradas são feitas com solda exotérmica, utilizando conectores de liga de cobre para as conexões sobre bases ou estruturas. Deve ser feito estudo específico visando que as tensões de passo e de contato se situem dentro de valores admissíveis;
- b) Na malha de terra é construída uma caixa de inspeção;
- c) A malha de terra é construída na fase de terraplanagem e para subestações com cerca (alambrados) deve ultrapassá-la, em aproximadamente um metro;
- d) Foi dada atenção especial aos aterramentos dos equipamentos de proteção e comunicações, considerando as informações dos fornecedores, para evitar danos sobre os mesmos em consequência de defeitos de aterramento;
- e) Tendo em vista que a blindagem dos cabos isolados de MT é conectada a terra em ambos extremos, o poste de transição da saída subterrânea para aérea fica, se possível, no interior da SE para evitar tensões

transferidas. Caso não seja possível, são estudadas as soluções para cada caso (isolar na SE utilizando pára-raios ou aterrar adequadamente o poste de MT).

## 2.6 Critérios e premissas para montagem eletromecânica

- a) Os pórticos de amarração das linhas aéreas e os pés verticais das bases dos equipamentos são realizados com base em estruturas metálicas de aço galvanizado de perfil tubular circular vedadas para impedir entrada de animais. Para apoio dos equipamentos são utilizados perfis laminares de aço galvanizado;
- b) As distâncias entre barramentos e equipamentos possibilitam o uso de andaimes para intervenções com as equipes de linhas energizadas em subestações;
- c) As fundações necessárias para engaste das estruturas são projetadas levando-se em conta os esforços a serem aplicados, visando assegurar a estabilidade das mesmas ao giro ou tombamento nas condições extremas;
- d) Todas estruturas metálicas, incluindo todos os suportes de equipamentos, são submetidas a um processo de galvanização a quente com espessura média de 120 $\mu$ m, não se admitindo pontos abaixo de 80 $\mu$ m. Nas peças de perfil tubular, a galvanização tem que ser tanto externa quanto interna;
- e) As barras principais de 69 kV são constituídas por tubos de liga de alumínio apoiados sobre isoladores rígidos e os barramentos secundários são de cabos de alumínio nus homogêneos;
- f) A conexão entre os terminais de MT do transformador de potência e o barramento de MT, é subterrânea e efetuada com cabos de cobre com isolamento sólido;
- g) O barramento de MT, é de tubo de cobre eletrolítico ou alumínio, apoiado sobre isoladores rígidos;
- h) São instaladas peças de conexão elásticas em todas as conexões com barramentos tubulares onde poderão se produzir variações de comprimento.

## 2.7 Critérios e premissas para o sistema de proteção, medição, automação e comunicação

- a) O comando e controle de subestação são do tipo digital, constituído de um Sistema Integrado de Proteção, Controle e Automação de configuração distribuída, sendo todo o controle, proteção e medição do bay baseado na UCP (Unidade de Controle e Proteção);
- b) A Unidade de Controle da Subestação (UCS) permite a realização do controle de todas as posições da subestação utilizando o protocolo DNP V.3.0, subset 2 definido pelo User Group, além de executar o enlace com o Sistema de Controle e Aquisição de Dados (SCADA) utilizando para este o protocolo IEC 870-101-5 ou DNP V.3.0;
- c) A subestação pode ser dotada de uma Unidade Central de Comunicação (UCC). Este equipamento deve ser responsável pela comunicação transparente entre o Centro de Gestão da Proteção, quando existente, e as UCP's, o enlace com Centro de Gestão da Proteção (CGP) da distribuidora deve ser realizado mediante protocolo específico de cada UCP;
- d) As Unidades de Controle de Posição (UCP) permitem controlar e atuar localmente sobre a posição controlada;
- e) Toda a comunicação entre as UCP's e a UCS é realizada mediante protocolo DNP, utilizando uma rede de fibra óptica de vidro;
- f) O posto de transformação é dotado de proteções de sobrecorrente de fase e neutro – lado de AT, proteções intrínsecas, proteção diferencial e proteção de sobrecorrente de fase e neutro – ligada nos TC de bucha de MT;
- g) As posições de EL 69kV podem ser dotadas de proteção de sobrecorrente, religamento, direcional de fase e neutro, falha de disjuntor, registros de eventos e oscilográficos com a função localizador de defeitos. Ocasionalmente, as proteções de linha podem ser de distância;
- h) As posições de EL de MT são dotadas de proteção de sobrecorrente de fase, neutro e da unidade de neutro sensível, religamento, registros de eventos e oscilográficos;
- i) A UCP dos bancos de capacitores inclui as funções de controle de máxima e mínima tensão, sobrecorrente de fase e neutro e corrente de desequilíbrio. Permite a programação da conexão/desconexão dos bancos mediante relógio, corrente, fluxo de reativo ou tensão;
- j) As UCP's associadas ao disjuntor de acoplamento de barramentos incluem as funções de proteção de sobrecorrente de fase e neutro;
- k) A medição é efetuada diretamente por módulos de medidas integradas nas próprias UCP's, sem emprego de conversores externos. Para medição da energia de faturamento, são utilizados medidores específicos preferencialmente com protocolo e porta de comunicação que permita acesso remoto à memória de massa;
- l) Nos transformadores de serviços auxiliares, são instalados medidores de energia para registrar o consumo, preferencialmente com protocolo e porta de comunicação para acesso.

## 3.0 - EVOLUÇÃO DAS SUBESTAÇÕES PADRONIZADAS ATRAVÉS DE MÓDULOS

Os módulos foram desenvolvidos de forma a dar flexibilidade na montagem e na evolução das subestações, sendo utilizada a seguinte estrutura:

- a) Módulos gerais:
- Básicos (infra-estrutura), como por exemplo: Malha de terra; drenagem; bases dos equipamentos; casa de comando; portões; muro; cerca; caixa separadora água/óleo; planta de locação das bases, etc.
  - Eletromecânicos, como por exemplo: Entrada de linha de 69kV aérea e subterrânea; saída de linha de 69kV aérea e subterrânea; conexão de transformador; conexão da SE móvel; cubículos da casa de comando; painéis da casa de comando; baterias e retificadores, etc.
- b) Módulos complementares  
São módulos de equipamentos, por exemplo: disjuntor AT e MT; religador; TC de alta e média tensão; pára-raios; transformador de serviços auxiliares; banco de capacitores; conjunto de medição; regulador de tensão, etc;
- c) Módulos de detalhes comuns  
Como por exemplo: instalação de projetor; aterramento de cerca e portão; montagem de chaves; instalação de conjunto de medição, etc.
- d) Lista de Materiais Geral, com avaliação e apresentação das descrições padronizadas.

Para cada tipo de subestação padronizada foram definidas as configurações de evolução através de módulos a saber:

- a) Padrão de SE Compacta, Tipo 1
- Configurações, conforme mostradas na figura 1:
    - Configuração Inicial – (1EL(69kV) + 1TT + 5EL(MT) + 2BC) – (cor vermelha);
    - Configuração Intermediária 01 – (Configuração Inicial + 1EL(69kV)) – (cores vermelha e azul);
    - Configuração Final – (Configuração Inicial + 1EL(69kV) + 1TT + 5EL(MT) + 2BC) – (cores vermelha, azul e verde).

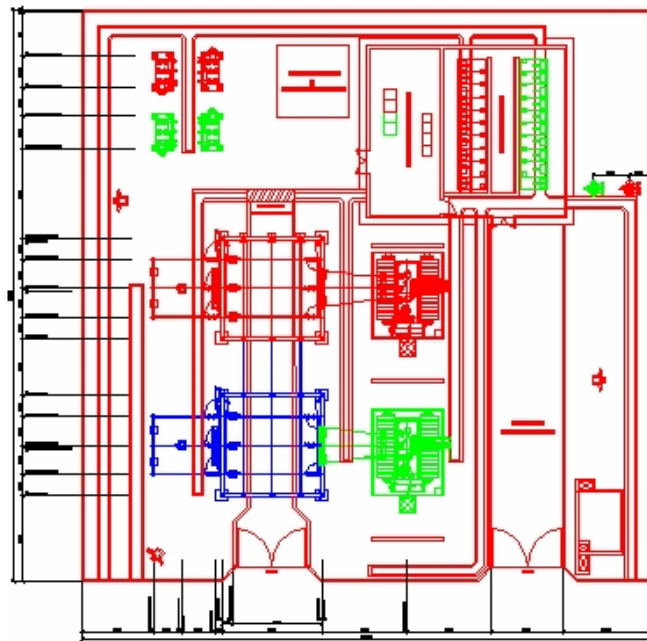


FIGURA 1 – Planta baixa da subestação compacta, mostrando a evolução em módulos

- b) Padrão de SE não Compacta, tipo 2
- Configurações, conforme mostrado na figura 2:
    - Configuração Inicial – (1EL(69kV) + 1TT + 5EL(MT) + 2BC) - (cor vermelha);
    - Configuração Intermediária 01 – (Configuração Inicial + 1EL) - (cores vermelha e azul);
    - Configuração Intermediária 02 – (Configuração Inicial + 2EL) - (cores vermelha, azul e ciano);
    - Configuração Intermediária 03 – (Configuração Inicial + 1TT + 5EL(MT) + 2BC) - (cores vermelha e verde);
    - Configuração Intermediária 04 – (Configuração Inicial + 1EL + 1TT + 5EL(MT) + 2BC) - (cores vermelha, azul + verde);
    - Configuração Intermediária 05 – (Configuração Inicial + 1EL + 1TT + 5EL(MT) + 2BC) - (cores vermelha, ciano e verde);

- Configuração Final – (Configuração Inicial + 2EL(69kV) + 1TT + 5EL(MT) + 2BC) - (cores vermelha, azul, ciano e verde).

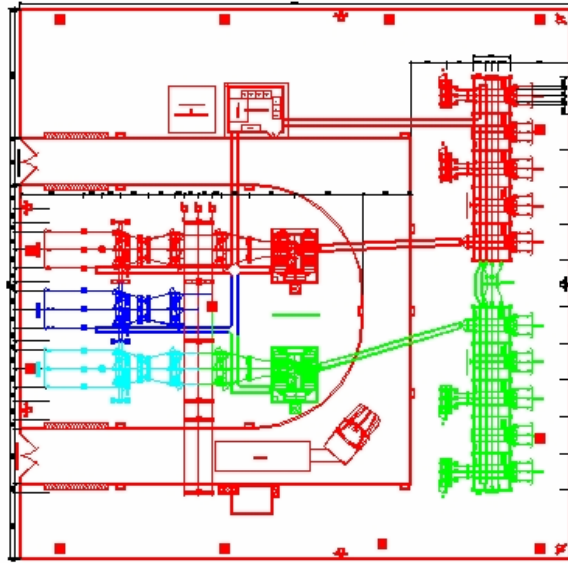


FIGURA 2 – Planta baixa da subestação não compacta, mostrando a evolução em módulos

c) Padrão de SE Rural, tipo 3

– Configurações, conforme figura 3:

- Configuração Inicial – (1EL (69kV) + 1TR + 3EL (MT) + 1BC) - (cor vermelha);
- Configuração Intermediária 01 – (Configuração Inicial + 1EL) - (cores vermelha e azul);
- Configuração Intermediária 02 – (Configuração Inicial + 2EL (MT) + 1BC) - (cores vermelha e verde);
- Configuração Final – (Configuração Inicial + 1EL (69kV) + 2EL (MT) + 1BC) - (cores vermelha, azul e verde).

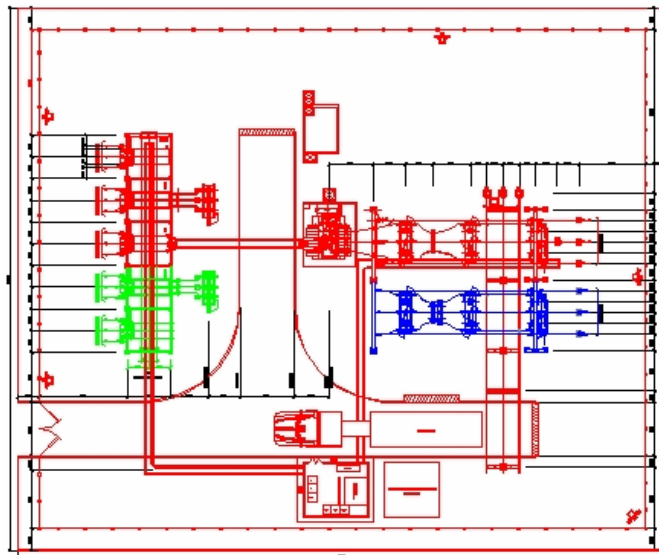


FIGURA 3 – Planta baixa da subestação rural, mostrando a evolução em módulos

#### 4.0 - SISTEMAS COMPLEMENTARES

Os sistemas complementares ficaram da seguinte forma:

##### 4.1 Iluminação

- a) As subestações dispõem de um sistema de iluminação exterior e outro interior com um nível de iluminação suficiente para que sejam efetuadas as manobras;

- b) A iluminação externa é acesa de modo manual e automático por meio de célula fotoelétrica. É realizada com projetores de vapor de sódio de alta pressão (VSAP) colocados sobre postes metálicos de 3 m de altura;
- c) No interior da Casa de Comando e no pátio, é instalado um sistema de iluminação de emergência.

#### 4.2 Proteção contra incêndio

- a) Na Casa de Comando são instalados detetores iônicos de fumaça, com alarme local e por telecomando, além de extintores de incêndio de CO2 manuais.

#### 4.3 Ventilação

A Casa de Comando dispõe dos seguintes sistemas de ventilação:

- a) A sala de cubículos de 15 kV com um sistema de ventilação forçada controlada por termostato;
- b) A sala dos equipamentos de medição, proteção, automação e comunicação têm 02 (dois) condicionadores de ar, tipo Split, cada um com a capacidade para refrigerar toda a sala, com automatismo de operação entre eles.

#### 4.4 Segurança

Com a finalidade de detectar a presença de pessoas estranhas na subestação são adotadas as seguintes medidas:

- a) Na Casa de Comando são instalados detetores de presença;
- b) São instaladas, em pontos estratégicos, câmaras com transmissão de imagens;
- c) É instalado sistema de alarme para abertura dos portões da subestação.

Vale ressaltar que todos estes sinais são transmitidos por telecomando a partir de uma central de alarme, podendo ser ativada localmente ou remotamente, através do Centro de Operação.

### 5.0 - ANÁLISE DA NÃO UTILIZAÇÃO DE BY-PASS NO SETOR DE MÉDIA TENSÃO

#### 5.1 Considerações gerais

Foram adotadas as seguintes considerações:

- a) O tempo para operação efetuar o bypass de um religador e energizar o alimentador pelo religador de transferência é o mesmo para sacar o disjuntor com defeito de um cubículo e substituí-lo pelo disjuntor de acoplamento de barras;
- b) As contingências analisadas são simples, isto é, só estamos considerando defeito em um disjuntor/religador;
- c) Em breve, todas as transferências de cargas pela distribuição serão realizadas via sistema de automação;
- d) As manutenções nos barramentos de 69kV e MT, quando necessário, são realizadas com equipe de linha energizada;
- e) Existe sempre equipamentos (religador, disjuntor) de reserva técnica, localizados em pontos estratégicos, para substituir os que apresentem defeitos.

#### 5.2 Análise da operação e manutenção das subestações considerando os arranjos propostos sem bypass

Considerando que as manutenções nos barramentos são realizadas com equipe de linha energizada a não utilização do bypass só tem conseqüências quando houver indisponibilidade dos disjuntores/religadores de média tensão.

##### 5.2.1 Subestação Compacta – Padrão tipo 1

Para as subestações padronizadas, sem bypass na média tensão, quando houver a indisponibilidade de um disjuntor/religador, seja de alimentador ou geral (entrada) de barramento, a operação ou manutenção procede da seguinte forma:

- a) **Subestação Compacta**  
O disjuntor indisponível é substituído pelo disjuntor de acoplamento de barra, ficando as cargas energizadas com a proteção sendo feita pelos relés associados ao disjuntor indisponível.
- b) **Subestação não Compacta**  
Se o disjuntor/religador indisponível for de alimentador, as suas chaves de entrada e saída devem ser abertas e as cargas transferidas pela distribuição. Caso não seja possível transferir as cargas pela distribuição as mesmas devem ficar desenergizadas até que a equipe de linha energizada faça um bypass temporário, usando cabos isolados, e o disjuntor/religador indisponível seja substituído pelo reserva regional. Neste caso a proteção é feita pelos relés associados ao disjuntor geral (MT).  
Se o disjuntor indisponível for geral (entrada), as suas chaves de entrada e saída devem ser abertas e as cargas transferidas para o outro módulo com o fechamento do disjuntor de acoplamento de barramento. Caso

o transformador remanescente fique com carregamento acima de 20% do seu nominal (ONAF) partes das cargas devem ficar desenergizadas até que a equipe de linha energizada faça um bypass temporário, usando cabos isolados, e o disjuntor indisponível seja substituído pelo reserva regional. Neste caso a proteção será feita pelos relés associados ao disjuntor geral (69kV).

c) Subestação Rural

As suas chaves de entrada e saída do religador indisponível devem ser abertas e as cargas transferidas pela distribuição. Caso não seja possível transferir as cargas pela distribuição as mesmas devem ficar desenergizadas até que a equipe de linha energizada faça um bypass temporário, usando cabos isolados, e o religador seja substituído pelo reserva regional. Neste caso a proteção é feita pelos relés associados ao disjuntor geral (69kV).

### 5.3 Vantagens e desvantagens do não do bypass nos arranjos propostos no padrão

A Tabela 1 a seguir mostra as vantagens e desvantagens da não utilização do bypass, nas subestações padronizadas.

TABELA 1 – vantagens e desvantagens da não utilização do bypass

	SE Compacta (Tipo 1)	SE Não Compacta (Tipo 2)	SE Rural (Tipo 3)
Vantagens	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor custo;</li> <li>• Maior facilidade de instalação, os cubículos serão menores e mais leves;</li> <li>• Na indisponibilidade de um disjuntor a carga continua sendo suprida.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor custo;</li> <li>• Menor possibilidade de erros na realização das manobras, em função da boa visibilidade da instalação.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor custo;</li> <li>• Menor possibilidade de erros na realização das manobras, em função da boa visibilidade da instalação.</li> </ul>
Desvantagens	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor facilidade para recompor o sistema.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor facilidade para recompor o sistema</li> <li>• Na indisponibilidade de um religador/disjuntor parte da carga poderá ficar desligada, por um tempo maior.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor facilidade para recompor o sistema;</li> <li>• Na indisponibilidade de um religador parte da carga poderá ficar desligada por um tempo maior.</li> </ul>

### 6.0 - CONCLUSÃO

Os arranjos adotados para as subestações padronizadas, apresentados nas figuras 1, 2 e 3, exigem terrenos relativamente pequenos, têm arranjos simples, atendem aos requisitos de segurança, incluindo a utilização de paredes e portas corta fogo, e as exigências estabelecidas pelos órgãos de meio ambiente, com a utilização de caixa separadora água-óleo.

OS padrões permitem a operação à distância, através dos centros de operação das distribuidoras, utilizando um moderno sistema de proteção, medição, automação e comunicação e facilitam a manutenção tendo em vista que já são construídos preparados para receber a SE móvel, no caso dos padrões tipo 2 e 3.

A evolução em módulo facilita a construção e otimiza os investimentos, uma vez que a construção pode evoluir de acordo com o crescimento da carga da região, e a compra dos materiais padronizados pelas empresas do grupo, pode ser feita em conjunto permitindo melhores condições de negociação.

Finalizando podemos concluir, através da análise do item 6, que a não utilização de bypass na média tensão, reduz os custos de implantação e minimiza a possibilidade de erros na realização de manobras em função da boa visibilidade das instalações.

### 7.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Neoenergia S.A – PCS.01.01 – Projeto de subestação compacta 69kV/MT, agosto de 2002;
- (2) Neoenergia S.A – PCS.01.02 – Modulação de subestação compacta 69kV/MT, dezembro de 2002;
- (3) Neoenergia S.A – PCS.02.01 – Projeto de subestação não compacta 69kV/MT, setembro de 2002;
- (4) Neoenergia S.A – PCS.02.02 – Modulação de subestação não compacta 69kV/MT, dezembro de 2002;
- (5) Neoenergia S.A – PCS.03.01 – Projeto de subestação rural 69kV/MT, janeiro de 2002;
- (6) Neoenergia S.A – PCS.01.01 – modulação de subestação rural 69kV/MT, dezembro de 2002;
- (7) Neoenergia S.A – Estudo de utilização ou não de bypass na média tensão de subestação de 69kV, abril de 2002.