



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

Versão 1.0
23 a 26 de Outubro de 2011
Florianópolis - SC

**GRUPO V
GRUPO DE ESTUDO PROTEÇÃO, MEDIÇÃO E CONTROLE EM SISTEMAS DE POTÊNCIA**

**MODERNIZAÇÃO DO SISTEMA DE PROTEÇÃO DO TRONCO DE 765KV
DESAFIOS ENCONTRADOS**

Erasmão M. do Rêgo(*) Júlio C. Dufrayer Astenore D. P. Junior

Robson de M. Fernandes Leopoldo J. Zimmermann Walter L. S. Barbosa André G. C. da Conceição

ELETROBRAS FURNAS

RESUMO

O artigo relata a experiência de ELETROBRAS Furnas no processo de modernização do seu sistema de proteção no tronco de 765kV das subestações de Foz do Iguaçu, Ivaiporã, Itaberá e Tijuco Preto.

O desenvolvimento dos projetos de proteção necessários à equalização das soluções de engenharia para as quatro subestações, tendo em vista uma padronização.

A tramitação dos serviços, através de apresentações de cronogramas preliminares ao Operador Nacional de Sistema.

O comissionamento local, onde foram necessários modificações no projeto lógico, para adequar as instalações.

As dificuldades encontradas pelas equipes de manutenção para a realização dos serviços, em cada etapa: Provisória e Definitiva.

PALAVRAS-CHAVE

Modernização, Projeto, Comissionamento, Serviços, Etapas.

1.0 - INTRODUÇÃO

O sistema de transmissão de 765kV da ELETROBRAS Furnas é composto de acordo com a Figura 1, seu sistema de proteção está em operação há cerca de 30 anos e no ano de 2005 foi definido pela empresa a sua modernização devido aos seguintes fatores: adequar os novos procedimentos adotados pelo ONS, inexistência de sobressalentes para manutenção corretiva e encerramento de garantias dos fabricantes.

(*) Rua Real Grandeza, 219 / Bloco B-sala 610 – CEP 22.281-900, Rio de Janeiro, RJ – Brasil
Tel: (+55 21) 2528.2063 – Fax: (+55 11) 2528-2166 – Email: erasmomo@furnas.com.br

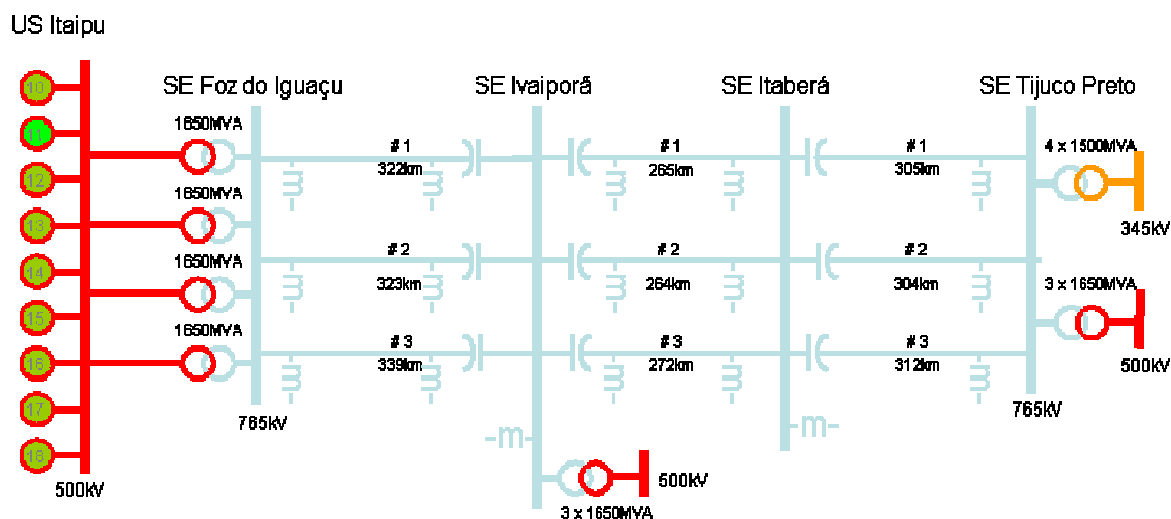


FIGURA 1: Sistema ELETROBRAS Furnas 765kV

As proteções das linhas de transmissão e reatores de linha de 765kV das subestações de Foz do Iguaçu, Ivaiporã, Itaberá e Tijuco Preto eram compostas de proteções convencionais estática e semi-estática de fabricação Asea Brown Boveri, modelo RALZA, nos trechos de Foz do Iguaçu à Tijuco Preto circuito 1. e LT Foz do Iguaçu – Ivaiporã circuito 3. E de fabricação General Electric, modelo MOD III no trecho de Foz do Iguaçu – Tijuco Preto circuito 2.

Definido o fabricante e o modelo do relé de proteção para esta modernização, esta desenvolvida com estado atual da arte de tecnologia digital, possuindo unidade de medição microprocessada para detecção e seleção da(s) fase(s) defeituosa(s) durante o sub-ciclo. através da técnica de superposição das componentes delta de corrente (delta I) e de tensão (delta V), ultra rápidos e esquema lógico de comparação direcional entre os terminais (“intertripping”), permitindo atuação da proteção com tempo inferior a um ciclo. A proteção possui ainda unidades de medição para processamento do algoritmo de impedância a partir das amostras de corrente e tensão, funcionando independente e em paralelo ao algoritmo de superposição de corrente e tensão (algoritmo delta).

No desenvolvimento dos projetos de proteção foram necessários à equalização das soluções de engenharia para as quatro subestações, tendo em vista que cada localidade possuía proteções de diferentes fabricantes, instaladas em épocas diferentes com tecnologia diferentes.

2.0 - PROJETOS

As especificações técnicas foram elaboradas de acordo com o padrão de ELETROBRAS Furnas e diretrizes do Operador Nacional do Sistema – ONS, sendo contemplado todos os requisitos técnicos necessários contendo descrição básica, escopo detalhado do fornecimento. Descrição da proteção, construtivos dos painéis, requisitos gerais de componentes auxiliares, requisitos de projeto, ensaios, sobressalentes, treinamentos, ferramentas e acessórios.

Também foi incluída nas especificações técnicas os desenhos e diagramas dos sistemas de proteção e controle convencionais existentes de modo que o fabricante pudesse ter uma visão dos esquemas instalados e integrar o novo sistema de proteção aos sistemas que ainda permanecerão em operação (ex. sistema de controle local, sistema de supervisão SCADA).

Na contratação dos projetos foi prevista a realização dos serviços em etapas considerando as dificuldades de desligamentos das linhas de transmissão. Foram realizadas quatro licitações, uma para cada subestação tendo em vista o volume de serviços a executar.

A execução do projeto em etapas provocou sucessivas revisões do mesmo desenho.

O esquema de chaveamento das subestações com barramento disjuntor e meio, exigiu que o projeto de cada linha fosse atualizado imediatamente para a realização do projeto da linha adjacente.

3.0 - ONS – OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA

As tramitações dos serviços envolvendo a modernização das proteções das linha de transmissão e dos reatores de linha de 765kV foram efetuadas através de apresentações de cronogramas preliminares ao Operador Nacional do Sistema – ONS. Nestas apresentações, realizadas por equipes de engenharia de projetos e operação foram definidas as logísticas para a realização dos serviços.

ELETROBRAS Furnas inicialmente elaborou proposta de desligamento por um período de 10 dias consecutivos., visando otimizar a execução dos trabalhos. Após avaliação interna pelo ONS, esta possibilidade foi descartada, devido aos riscos envolvidos para o sistema (avaliação de contingência simples associado à atuação do esquema de falha de disjuntor ou perda de barra durante a indisponibilidade da linha), além das restrições energéticas associados. Assim para possibilitar a aprovação dos serviços e com a impossibilidade dos desligamentos das linhas por períodos longos, a optou-se por desligamentos em duas etapas.

O cronograma da ELETROBRAS Furnas foi então elaborado adequando os períodos em duas etapas, uma provisória e outra definitiva. Sendo 3 dias de desligamento para serviços de desconexão dos painéis existentes e conexões dos painéis provisórios. O retorno da linha com uma proteção provisória operando por 11 dias. Após este período, novo desligamento de 3 dias para efetuar a etapa definitiva.

ELETROBRAS Furnas realizou o dentro dos prazos o cadastramento dos serviços necessários no Sistema de Gestão de Intervenção do ONS, para sua programação e realização.

O ONS e ELETROBRAS Furnas acertaram as condições de operação da linha durante da etapa provisória:

- Como todas as subestações do tronco de 765kV são do tipo disjuntor-meio optou-se que após a energização da linha com o painel provisório, os disjuntores ligados a barra permaneceriam abertos até a etapa definitiva;
- Apenas com um sistema de proteção, utilizando apenas um meio de comunicação;
- Nos reatores de linhas, apenas a função diferencial permaneceria em operação;
- Manter as informações para o ECE de 765kV;
- Manobras das chaves seccionadoras por comando local.

Durante o ano de 2010 o cronograma de ELETROBRAS Furnas foi sendo ajustado às necessidades sistêmicas/energéticas oriundas no ONS. Tendo como exemplo:

-O processo de realocação das torres da LT 765kV Itaberá – Ivaiporã circuito 1 e 2 devido ao enchimento do lago da UHE de Mauá da ELETROBRAS Eletrosul, foi negociado junto ao ONS para compatibilizar os interesses dos agentes. Houve questionamentos sobre as seqüências dos desligamentos, pois devido ao traçado das torres, sugeriria que o circuito 2 fosse primeiro modernizada.

-As quedas de torres da LT 765kV Foz do Iguaçu - Ivaiporã circuito 3 ocorrida em 07/10/2010, provocou atrasos no cronograma, com o deslocamento dos serviços para a LT 765kV Foz do Iguaçu – Ivaiporã circuito 1, inicialmente prevista para o período de 09/10 à 11/10. Sendo deslocada para 16/10 à 18/10. Porém devido ao segundo turno das eleições presidências, houve nova reprogramação, para 01/11 à 04/11. Ainda assim, não foi possível atender a esta data, face perturbação das quedas de torres nos circuitos de 440kV da CTEEP.

-As quedas de torres da LT 765kV Foz do Iguaçu - Ivaiporã circuito 1 ocorrida em 03/12/2010, propiciaram a execução dos serviços, que haviam sido cancelados pelo ONS, face a necessidade energética de geração da UHE de Itaipu durante o impedimento da linha. Visto que para recuperação das torres a linha ficaria desligada por um período de 5 dias, o ONS liberou a execução dos serviços.

-O cancelamento dos serviços das LT 765kV Ivaiporã – Itaberá circuito 1, para o período de 29/01/11 a 31/01/11 e depois para 12/02 à 14/02, devido a necessidade energética de geração da UHE de Itaipu durante o período. Com isso o circuito 2 também sofreu postergação.

Os processos de análises dos desligamentos e suas contingências, prazos de resposta por parte do ONS, foram desgastantes para a ELETROBRAS Furnas pois envolve adequações de mão de obra interna, logísticas, prazo de contratação de empresas terceirizadas e fornecedores, alugueis de equipamentos, etc.

4.0 - COMISSIONAMENTO

É prática da ELETROBRAS Furnas a realização do comissionamento dos seus painéis e circuitos. Estes comissionamentos foram consistidos dos seguintes procedimentos:

- Estudos e treinamentos do corpo técnico dos relés a serem utilizados;
- Levantamento dos circuitos funcionais;
- Adequação dos sistemas de supervisão. Instalação de multimedidores digitais e modificações dos circuitos;
- Levantamento dos circuitos de teleproteção existente com a proteção provisória e definitiva;
- Levantamento dos circuitos de sincronismo e da rede de acesso aos relés;
- Lançamentos de cabos provisórios e cablagem;
- Projeto e montagem de painéis provisórios;
- Reuniões para tomadas de ações entre as equipes de engenharia, construção e operação;
- Definição dos formatos dos desligamentos, licença de trabalho para cada etapa;
- Definição das frentes de trabalho de cada serviço.

5.0 - ETAPA PROVISÓRIA

Compreendida por um período de 3 dias, iniciando-se às 0 horas de sábado e terminando às 22h30min de segunda-feira.

Foi adotado a utilização dos painéis de proteção da linha e do reator das outras linhas como o painel provisório.

Como em cada subestação serão substituídos pelo menos 2 circuitos, haverá subestação que teremos 5 circuitos, e tendo painéis provisórios, optou-se quanto à cablagem o lançamento de cabos com base na maior distância dos equipamentos do pátio.

Preparados e identificados os cabos e seus respectivos condutores, executou-se a conexão destes nos painéis provisórios, através de bornes específicos para cada finalidade, permanecendo conectados a cada circuitos modernizado. Bastando apenas remanejar e conectar as extremidades dos respectivos equipamentos de pátio.

O novo projeto foi elaborado aproveitando-se os cabos existentes, e ainda assim foram necessários lançamentos de novos cabos. Os cabos que não seriam utilizados foram retirados.

Um diferencial encontrado nas subestações de Ivaiporã e Itaberá é a existência da sala de cabos sob a sala de relés, sendo um facilitador para manuseio e movimentação dos cabos tanto da retirada dos painéis existentes como da instalação dos novos.

Na subestação de Foz do Iguaçu e de Tijucu Preto a cablagem é acomodada em canaletas, o que dificultou bastante a sua movimentação dos cabos.

Os serviços nesta etapa consistiam de:

- Isolação dos circuitos de controle, de intertravamento, de medição, de proteção e de supervisão dos painéis existentes.
- Conexão dos condutores definidos para a proteção provisória.
- Instalação de multimedidores e transdutores nos painéis.
- Utilização de somente um enrolamento do TC para os circuitos de proteção, oscilógrafo.
- Redução da quantidade de alarmes para o SAGE, durante esta etapa.
- Realização de testes de injeção de corrente para verificação dos circuitos do TC e TP.
- Realização de testes funcionais, como disparo, supervisão, intertravamento.

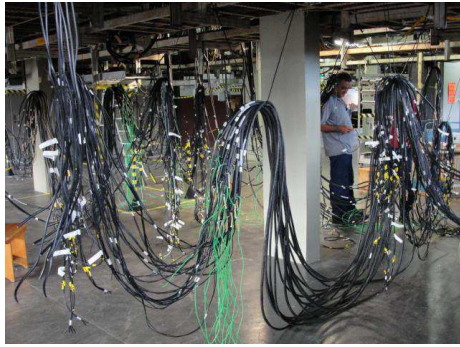


FIGURA 2-Sala de cabos SE Ivaiporã

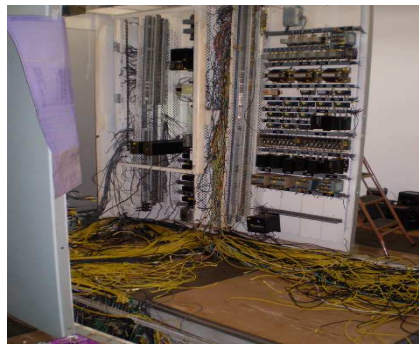


FIGURA 3-Desmobilização proteção existente



FIGURA 4-Painéis provisório

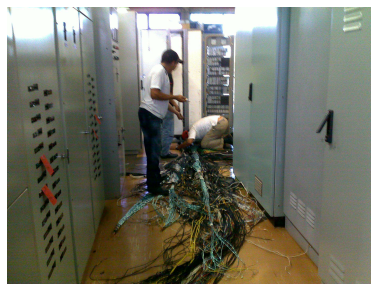


FIGURA 5-Cablagem em canaleta Foz do Iguaçu



FIGURA 6-Sobra de fiação

6.0 - ETAPA DEFINITIVA

Também compreendida por um período de 3 dias, iniciando-se às 0 hora de sábado e terminando às 22h30min de segunda-feira.

No período de aproximadamente 11 dias a linha operava com a proteção provisória. Durante este tempo eram realizados os seguintes serviços:

- Desconexão dos cabos dos painéis da proteção existente, a retirada dos painéis e sua desmobilização exigiram cuidadosos trabalhos de identificação, pois dependendo da subestação e da proteção, parte dos painéis de proteção continuariam energizados.
- Desativação do painel provisório.
- A instalação painéis definitivos e as reconexões dos cabos nestes painéis com a nova proteção.
- Desconexão dos cabos no pátio da cablagem provisória.
- Realização de testes de injeção de corrente para verificação dos circuitos do TC e TP.
- Realização de testes funcionais, como disparo, supervisão, intertravamento.

7.0 - CONCLUSÃO

Os atrasos e adiamentos do cronograma proposto pela ELETROBRAS Furnas foram basicamente ao atendimento

dos critérios de análise dos procedimentos e da política energética praticada pelo ONS de não restringir a geração a UHE Itaipu, frente aos desligamentos propostos. A adequação do cronograma ao empreendimento da ELETROBRAS Eletrosul para o enchimento do reservatório de UHE de Mauá, os casos dos desligamentos automáticos ocorridos no SIN, foram alguns fatores que levaram ao atraso da modernização das proteções do tronco de 765kV.

Os desafios para realização dos projetos foram motivados principalmente pela necessidade de executá-lo em etapas e de suas atualizações em curto prazo.

As perturbações acidentais ocorridas durante o processo de modernização nas subestações foram inerentes aos serviços de alta complexidade:

-Duas atuações da proteção de falha de disjuntor, vindo a desligar automaticamente a barra A de 765kV em Foz do Iguaçu.

-Atuação da proteção de falha de disjuntor em Ivaiporã, vindo a desligar a LT Ivaiporã-Itaberá circuito 3.

A experiência de ELETROBRAS Furnas em processos de modernização de sistemas de proteção permitiu desenvolver e executar as diversas fases deste complexo empreendimento com bastante êxito.

8.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(1) VIDAL, D., LELLYS, D., DUFRAIER, J.C., LIMA, R.C., RÊGO, E.M. - Experiência da ELETROBRAS Furnas na elaboração das especificações técnicas, estudo de aplicação e testes de modelo no simulador em tempo real (RTDS) para modernização das proteções de linha de 765kV, XIX SNPTEE, Grup V.

(2) ZIMMERMANN, L.J. – Modernização dos sistemas de proteção de linhas e reatores de 765kV – Tronco Itaipu, Monografia de conclusão de pós-graduação – COPPE - UFRJ

(3) Especificação Técnica ELETROBRAS Furnas 765kV.

(4) Atas de reuniões entre ONS e ELETROBRAS Furnas.

9.0 - DADOS BIOGRÁFICOS



Erasmo Moreira do Rêgo

Nascido no Rio de Janeiro, RJ, 1962

Graduação (1990) em Engenharia Elétrica UGF-RJ, Pós-graduação (2004) COPPE-UFRJ-RJ

Empresa: ELETROBRAS Furnas, desde 1993.

Engenheiro da Divisão de Análise da Proteção –DAPR.O

Júlio Cesar Dufrayer

Nascido no Rio de Janeiro, RJ, 1943

Graduação (1967) em Engenharia Elétrica: UERJ-Rio de Janeiro

Empresa: ELETROBRAS Furnas

Engenheiro da Divisão de Proteção, Controle e Sistemas – DPCS.E

Robson de Matos Fernandes

Nascido no Rio de Janeiro, RJ 1975.

Graduação (2002) em Engenharia Elétrica UERJ, M.Sc (2007) COOPE-UFRJ

Empresa: ELETROBRAS Furnas

Engenheiro do Centro de Operação do Sistema de ELETROBRAS Furnas nas funções de análise da operação, normatização e programação de intervenção.

Leopoldo João Zimmermann

Nascido em Joinville, SC, 1954.

Graduação (1979) em Engenharia Elétrica UFG - Rio de Janeiro-RJ, Pós-graduação (2008) COPPE-UFRJ

Empresa: ELETROBRAS Furnas

Engenheiro da Divisão de Manutenção Eletro-eletrônica Paraná – DMLP.O, Subestação de Ivaiporã.

André Gustavo Campos da Conceição

Nascido em Campo Grande, MS, 1973.

Graduação (1997) em Engenharia Elétrica UFMS – Campo Grande-MS, MS.C (2000) UNICAMP-Campinas-SP

Empresa: ELETROBRAS Furnas, desde 2005.

Engenheiro da Divisão de Manutenção Eletro-eletrônica Paraná – DMLP.O, Subestação de Foz do Iguaçu.

Astenore Duccigne Palma Junior

Nascido em Mogi das Cruzes, SP, 1962.

Graduação (1988) em Engenharia Elétrica UMC – Mogi das Cruzes-SP,

Empresa: ELETROBRAS Furnas

Engenheiro da Divisão de Manutenção Eletro-eletrônica São Paulo – DSML.O, Subestação de Tijuco Preto.

Walter Luiz Santos Barbosa

Nascido em Itapeva, SP, 1962.

Técnico Eletrotécnico (1985), Escola Técnica Dr. Demétrio Azevedo Jr. Itapeva-SP

Empresa: ELETROBRAS Furnas

Supervisor da Divisão de Manutenção Eletro-eletrônica São Roque – DMLQ.O, Subestação de Itaberá.