



GRUPO V

PROTEÇÃO, MEDIÇÃO E CONTROLE DE SISTEMAS DE POTÊNCIA (GPC)

“RETROFIT” DE PROTEÇÃO DE LINHA DE 500 kV

**DENYS LELLYS*
CHESF
BRASIL**

**LICÍNIO MIRANDA
GENERAL ELECTRIC
BRASIL**

1. RESUMO

Este trabalho enfoca todas as fases desenvolvidas para substituição completa (“retrofit”) de um sistema de proteção de linha de 500 kV tipo GE Mod III, com tecnologia estática, por modernas proteções numéricas ou digitais tipo ALPS (Advanced Line Protection), na Subestação de Angelim II 500/230 kV do sistema de transmissão da Companhia Hidroelétrica do São Francisco – CHESF.

Destaca-se ainda que esta atividade foi estrategicamente prevista como uma das metas do Plano de Automação da Operação (PDAO) da CHESF para modernização da empresa.

Adicionalmente, foi adquirido para esta instalação, em conjunto com as novas proteções numéricas, um moderno sistema de monitoramento para estas novas proteções como ferramenta de auxílio a operação da instalação, sendo composto basicamente por concentrador, multiplexador, interface homem-máquina (IHM) local e remota conectada por fibra óptica e modem, sistema de base de tempo e sincronismo com recepção de satélite via GPS - Global Position System .

PALAVRAS-CHAVE

“Retrofit” – Proteção Numérica – Modernização – Sistema de Monitoramento – Interface Homem-Máquina - Teste de Modelo

2. INTRODUÇÃO

A CHESF adquiriu da GENERAL ELECTRIC (GE) em meados da década de 70, vários terminais de proteção de linha de 500 kV denominado de GE Mod III, a fim de atender à implantação do sistema de transmissão em 500 kV, com tecnologia totalmente estática, sendo na época a mais moderna tecnologia existente no mercado.

De acordo com o histórico de aproximadamente 20 anos de operação destes terminais de proteção no sistema de

transmissão da CHESF, constatamos que a performance é considerada plenamente satisfatória, justificando o custo x benefício proveniente da adoção desta tecnologia naquela oportunidade.

Entretanto, acompanhando a tendência mundial de evolução da tecnologia de sistema de proteção estática para sistema de proteção numérica ou digital, esta linha de produção foi desativada, sendo substituída atualmente por terminais de proteções microprocessados ou digitais denominados de ALPS (Advanced Line Protection System), incorporando recursos de comunicação, registro gráfico de perturbações, sequência de eventos, autodiagnose e localização de falta para a linha de transmissão de 500 kV, inexistentes nos terminais de proteção GE Mod III em operação, recursos bastante atrativos e necessários para a modernização e operação da instalação.

Como consequência desta evolução e a desativação da linha de fabricação GE Mod III, eventuais necessidade de assistência técnica e peças sobressalentes não estão mais disponíveis, sobretudo pela obsolescência ou a não existência de alguns componentes básicos para fabricação destas peças (ex. alguns tipos de transistores, conectores, etc.) comprometendo a manutenção preventiva e corretiva dos referidos terminais de proteção.

Como agravante, no caso de falha operativa em componentes da cadeia de proteção GE MOD III, cuja tendência natural é de aumento da taxa de falhas devido ao fim de vida útil, ou mesmo um surto de corrente e/ou tensão no sistema com reflexo grave nesses terminais, poderia implicar em uma interrupção do fornecimento de energia da linha de transmissão, comprometendo a operação de parte ou de toda malha de 500 kV do sistema de transmissão da CHESF.

Portanto, conforme exposição de motivos acima, ficou evidenciada a significativa importância de executar-se o processo de substituição das proteções GE Mod III, através do processo de “retrofit” que consiste em substituir todo o sistema de proteção modificando-se parcial ou por completo o projeto da instalação e respectivamente a chaparia, fiação, bornes terminais, etc.,

sendo a proposta da GE, extremamente atrativa, quer seja do ponto de vista comercial, quer seja do ponto de vista técnico, se comparados com outras soluções de engenharia .

3. DESCRIÇÃO DA SUBESTAÇÃO

A Subestação de Angelim II 500/230 kV está situada a 300 km da cidade de Recife no estado de Pernambuco, no nordeste do Brasil e desempenha importante papel como subestação tronco do sistema Leste de Transmissão da CHESF, recebendo diretamente das usinas de Paulo Afonso IV e Luiz Gonzaga, através de dois circuitos de 500 kV, grandes blocos de energia para suprir importantes cargas nessa região.

A SE Angelim possui atualmente 02 (dois) vãos conjugados Linha/Linha, totalizando 04 saídas de linha de 500 kV, arranjo em disjuntor e meio, proteção de linha primária e retaguarda redundantes (Figura 1).

O setor de 500 kV, utiliza casas de relés distribuídas ao longo do pátio, possuindo porão de passagem de cabos, as quais abrigam todos chassis de proteção e controle, possibilitando, dessa forma, minimizar a seção e o comprimento dos cabos de interligação entre os equipamentos de pátio e o sistema de proteção. Os painéis de comando e controle existentes são do tipo convencionais e encontram-se agrupados e instalados no edifício de comando e operação da instalação.

Os relés de proteção estão acondicionados em caixas e rack's (19") e montados na posição horizontal em chassis de relés do tipo "aberto".

Os sistemas de proteção de linha possuem redundância e abrangem basicamente os relés de distâncias (21/21N), relés de oscilação de potência (68/78), relé contra falha de disjuntor (50BF), esquemas de teleproteção (85), relé de religamento e sincronismo (79/25) e relés de sobretensão temporizado e instantâneo(59T/59I).

4. ASPECTOS DE ENGENHARIA E PROJETO

Sob os aspectos de engenharia e projeto, após realizar-se levantamento detalhado na instalação, concluiu-se que não seria necessária a substituição e/ou adaptação nos cabos existentes, devendo ser totalmente reutilizados e também sua funcionalidade conservada, haja visto a perfeita intercambiabilidade entre os terminais de proteção GE Mod III e o ALPS, com isto reduziu-se sobremaneira os custos decorrentes com projeto e engenharia para adaptação, assim como obter-se uma redução dos tempos de substituição.

Em princípio, foi planejado executar todas as fases de substituição dentro da casa de relés da instalação, sendo toda a parte estrutural ou mecânica dos chassis existentes mantidas e reutilizadas e os módulos da proteção GE Mod III removidos e os novos relés numéricos ALPS montados nesta mesma estrutura, com as adequações necessária na parte mecânica para fixação dos novos rack's de 19".

Tendo em vista que este processo seria executado com a linha energizada, foi definido ainda manter-se a mesma redundância atual do sistema de proteção de linha, visando manter a mesma confiabilidade durante todo o processo de substituição, sendo instalado também um chassi de proteção "provisório ou móvel" ao lado da proteção a ser substituída (primária ou secundária) e toda a cablagem transferida para este painel "provisório" e em seguida ocorreria a liberação do chassi antigo para execução das alterações mecânicas, fiação e interligação necessárias.

Entretanto, por dificuldades de execução da transferência da cablagem, locação física do painel "provisório", disponibilidade de horário e em especial do risco de desligamentos acidentais devido ao tempo necessário para execução das fiações do chassi dentro da casa de relés, ficou decidido pela substituição também dos chassis, que na verdade são bastidores.

Desta forma, os novos chassis foram projetados e construídos nos mesmos padrões mecânico e físico dos existentes, permitindo assim, a utilização do mesmo espaço existente sem a necessidade de refazer as bases e fixações, até mesmo a posição das régua de bornes foram mantidas com o propósito de facilitar a substituição e aproveitamento total da cablagem. Desta forma, o tempo efetivo para substituição na casa de relés foi bastante reduzido tornando-se mais segura e prática, justificando a relação custo x benefício desta concepção (Figura 2).

Evidentemente todos os testes de fiações, ajustes, parametrização, foram realizados na fábrica, durante a fase de montagem dos novos chassis, que no caso da concepção anterior seriam realizados na própria casa de relés.

Sob o aspecto de projeto, foram realizadas alterações e revisões somente nos desenhos que continham informações relacionadas com a proteção GE MOD III, mantendo a mesma padronização e simbologia dos desenhos existentes, embora deve-se prever no planejamento do "retrofit", o levantamento e atualização de todos os desenhos existentes, que na maioria dos casos estão desatualizados ou incompletos.

Estes novos projetos foram executados e posteriormente entregues ao pessoal de operação para controle e arquivo.

5. ASPECTOS DE CUSTOS

Por questões estratégicas e de restrições orçamentárias, julgou-se oportuno substituir gradativamente estes terminais, embora existam ainda vários terminais de proteção GE Mod III em operação. Por este motivo restringimos este processo aquisitivo a apenas 10 (dez) terminais de proteção de linha, sendo 08 (oito) terminais para aplicação efetiva e 02 (dois) terminais para reserva técnica.

Esta substituição permitiu ainda a imediata liberação de 08 (oito) terminais de proteção GE MOD III, recompondo o estoque mínimo de sobressalentes da empresa para os demais terminais que ainda se manterão em operação.

O custo deste empreendimento foi inferior ao custo de uma nova instalação, pelos seguintes motivos relacionados a seguir:

- Os relés são dos mesmo fabricante e possuem características técnicas similares.
- O fabricante já possui um projeto padrão de substituição das proteções GE MOD III, facilitando e reduzindo a quantidade de horas de engenharia para o desenvolvimento do projeto.
- Não foi necessário o lançamento de novos cabos ou alterações significativas nos circuitos existentes.
- Os chassis que acomodam os novos relés são mais simples que os painéis convencionais facilitando a fixação e instalação em menor tempo.

6. TESTE DE MODELO

Por tratar-se de uma linha de grande importância para o sistema, a CHESF optou também por refazer os mesmos testes de modelo que há mais de 20 anos foram aplicados para o sistema GE Mod III, de modo a verificar a performance e o desempenho desta nova proteção. Os testes foram realizados no simulador da fábrica da GE situada em Bilbao - Espanha (GEPCE) e o relé numérico ALPS apresentou os seguintes resultados:

1. O ALPS operou corretamente para todos os tipos de faltas simuladas (ϕ -T, ϕ - ϕ , 3 ϕ , $\phi\phi$ -T, 3 ϕ -T) em diversos pontos do do trecho protegido, quer seja em circuito simples quanto em circuito duplo.
2. O tempo médio de resposta obtido para faltas próximas a saída de linha foi abaixo de 10 ms e nos demais pontos foi de 20 ms, exceto quando a falta situava-se no limite da zona 1 com alta resistência de defeito (20 ohms).
3. As resistências de defeitos usadas foram 0, 10 e 20 ohms.

Para alguns casos de faltas atrás do relé ou seja, fora do trecho protegido, foi verificado alguns desligamentos indevidos pela zona 1, devido a excursão da impedância de defeito dentro da zona 1 e ainda sua atuação ser mais rápida do que da zona reversa. A GE modificou o "firmware" do ALPS, utilizando rotinas de segurança de direcionalidade de linhas com compensação série. Refeitos as simulações comprovamos que o problema de atuação indevida ficou resolvido.

Finalmente, consideramos adequada a aplicação do ALPS no sistema da CHESF.

7. SISTEMA DE MONITORAMENTO

Adicionalmente à substituição da proteção GE MOD III por ALPS, implantou-se também um sistema de monitoramento de informações para esse novo sistema, para auxílio ao pessoal de operação local e remoto,

aquisitando dados, tais como, sequência de eventos (SOE), registro digital de perturbação (RDP) e medições operacionais (Corrente, Tensão, Potência, etc.). O sistema escolhido foi o DDS de fornecimento da GEPCE (Espanha). O sistema é basicamente composto por um PC industrial, Interface homem-máquina, Modems ópticos para comunicação com os relés e sistema de sincronismo – GPS (Figura 3).

8. TREINAMENTO

O treinamento de pessoal foi realizado na instalações da GE do Brasil e teve duração de 03 semanas. O treinamento foi direcionado ao pessoal de aplicação como também de operação. O treinamento ocorreu sem dificuldades haja vista que o pessoal já estava familiarizado com o sistema GE MOD III, não apresentando dificuldades em fazer a analogia com o relé numérico ALPS.

9. CONCLUSÃO

As conclusões deste empreendimento de "retrofit" podem ser resumidas basicamente nos seguintes pontos:

I. Comparando-se com a opção de uma nova instalação, tem-se:

- Menor custo de engenharia e projeto;
- Rápida Instalação;
- Correção mínima de desenhos;
- Otimização do treinamento de Pessoal;

II Comparando-se com o sistema existente em operação, pode-se destacar os seguintes pontos relevantes nesta modernização:

- Introdução de uma poderosa ferramenta de auxílio a operação, com incorporação do sistema de monitoramento, permitindo parametrização, ajustes, supervisão local e remota através dos recursos de comunicação;
- Melhoria para análise e localização do defeito, haja vista a incorporação da função localizador de faltas no "software" na proteção numérica ALPS;
- Otimização da manutenção, haja vista a incorporação do sistema de auto-diagnose.

Resalta-se ainda que foi mantido todo o sistema de comando, controle e medição convencional, embora exista um sistema de controle supervisorio (SCS) para operação remota da instalação.

10. BIBLIOGRAFIA

[1] PDAO –Plano de Automação da Operação da CHESF.

[2] Power Digital Simulator (GEPCE) - Test Report on Modelled Transmission Line – Angelim 500 kV – CHESF - Recife – Brazil.

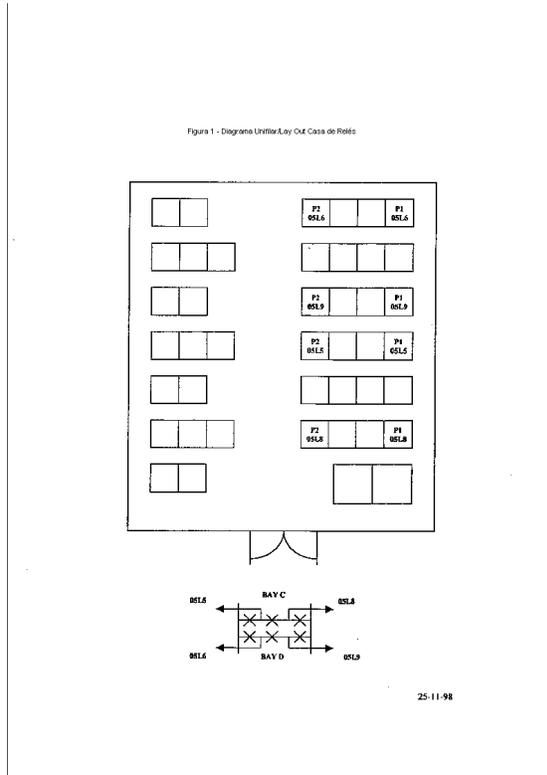


Figura 1 – Diagrama Unifilar /Lay Out Casa de Relés

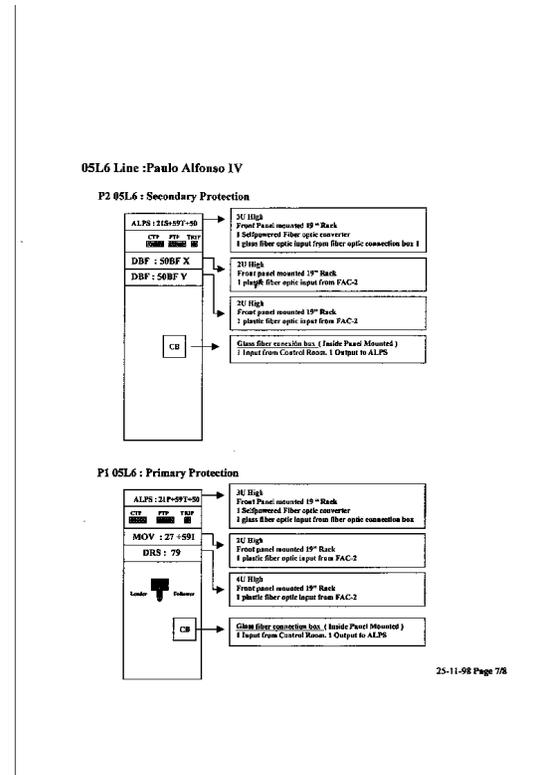


Figura 2 – Lay Out Chassis de Proteção P1/P2

