



**GRUPO: V  
GRUPO DE PROTEÇÃO E CONTROLE (GPC)**

### **IMPLANTAÇÃO DE OSCILOGRAFIA DIGITAL NA ELETROSUL**

Alberto J. Peciña y Terreros \*  
Eletrosul

Hamilton Luiz Sell  
Eletrosul

José Felix Eidt  
Eletrosul

#### **RESUMO**

A ELETROSUL, através deste trabalho, relatará as experiências obtidas na substituição de Oscilógrafos convencionais SÂNGAMO, HATHAWAY e SOREL, por Registradores Digitais de Perturbação (RDP).

Serão tratados os critérios usados na elaboração da Especificação Técnica do novo RDP, projeto executivo de instalação, treinamento, ensaios de comissionamento, desempenho e problemas apresentados durante o período de operação e soluções adotadas, assim como também os resultados positivos que a ELETROSUL obteve na decisão de adotar a Tecnologia Digital para a função de Oscilografia.

#### **PALAVRAS-CHAVE**

Oscilógrafos, RDP, Comissionamento, Operação, Manutenção.

#### **1.0 - HISTÓRICO**

A Eletrosul é uma empresa de transmissão de energia elétrica, com o papel principal de viabilizar o livre acesso das distribuidoras, consumidores e produtoras ao sistema de transmissão, permitindo a livre competição no mercado de energia.

O sistema de transmissão da Eletrosul é composto de 2.308km de linhas de 525kV, 4.388km de 230kV, 1.815km de 138kV e 56km de 69kV, de uma estação

conversora de frequência de 50MW, em Uruguaiana/RS e de 28 subestações com capacidade de transformação instalada de 11.498MVA. Este sistema é

responsável pelo transporte de energia elétrica na Região Sul, interligando os Estados do Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, e do Mato Grosso do Sul, e está interligado aos sistemas de transmissão da Região Sudeste e países do Mercosul.

As áreas de Operação e Manutenção estavam encontrando sérias dificuldades no desenvolvimento das suas atribuições, devido ao desempenho deficiente dos Oscilógrafos convencionais, instalados nos anos 60 e 70.

Entre os problemas encontrados pela área de Operação podemos destacar:

- operações não confiáveis;
- registros em papel com dificuldades de leitura;
- atrasos consideráveis na análise da ocorrência, devido ao tempo de transporte dos registros, do local da ocorrência até o Centro de Análise;
- reprodução demorada dos registros em fita magnética, sendo, às vezes, impossível encontrar os pontos de trigger.

Já para a área de Manutenção, os principais problemas encontrados foram:

- altos custos de manutenção, por necessidade de intervenções cada vez mais frequentes e dificuldades de manutenção, principalmente das partes móveis;
- falta de peças de reposição;

- perda de profissionais especialistas;
- tecnologia ultrapassada.

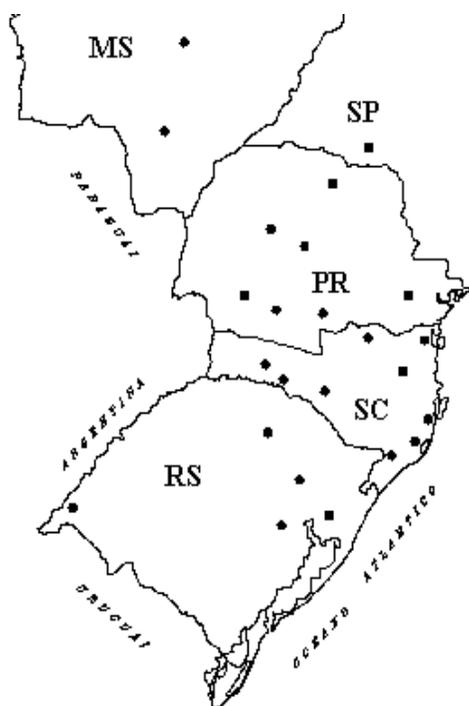
\*ELETROSUL.

Departamento de Manutenção de Sistema- DMS  
Rod. SC 407. KM 4 (Sertão do Maruim)  
CEP 88106-000 SÃO JOSÉ- SC

Tel: 048-2571777 Ramal 3142  
Fax: 048-2570992  
E-mail: pecina@eletrosul.gov.br

Tendo em vista o acima exposto, a ELETROSUL tomou a decisão de substituir todos os Oscilógrafos convencionais em operação, por Registradores Digitais de Perturbação (RDP), adquirindo esse tipo de equipamento para as futuras expansões do Sistema de Transmissão.

O programa de substituição dos Oscilógrafos Convencionais foi contemplado pelas Áreas de Operação e Manutenção, dentro do Plano de Recapitação do Sistema, em duas etapas. Na primeira, foram instalados novos RDPs, substituindo os existentes nos locais mais críticos do Sistema e, na segunda etapa, os demais.



**FIGURA 1**  
**Locais dos RDPs**

A ELETROSUL iniciou os serviços de especificação técnica na metade do ano 1996 e encontra-se atualmente no estado de execução da segunda etapa, tendo como previsão de término do comissionamento e entrada em operação até final do ano 1999.

Futuramente, qualquer plano de expansão do Sistema,

que é de responsabilidade da Área de Engenharia, seguirá a mesma filosofia, com a aquisição de novos RDPs.

## 2.0 - ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

A definição dos critérios a serem contemplados na ET para aquisição de RDPs, fundamentou-se em obter uma série de benefícios para as áreas de Operação e Manutenção.

### Benefícios para a Operação:

- operação confiável e independente do controle digital remoto do sistema de transmissão;
- otimização do tempo e do custo da análise;
- banco de dados em meios computadorizados, mantendo todo o histórico, e com acesso imediato para consulta, disponível para todas as áreas que precisarem dos dados;
- gerenciamento integrado com os registros provenientes da proteção digital;
- uso do sistema corporativo de comunicações da Empresa, facilitando a parametrização remota;
- centralização das informações no Centro de Análise, sendo que estas informações também estariam disponíveis para outras áreas da Empresa;
- gerenciamento amigável entre RDPs de diferentes fabricantes, sendo realizada a análise com software comum;
- utilização eficiente em subestações desassistidas;
- função de Localização de Defeitos (LDL) incorporada;
- facilidade de expansão.

### Benefícios para a Manutenção:

- facilidades na detecção de defeito no RDP, devido a função de auto-diagnóstico incorporada;
  - manutenção simples, pois as informações no local da instalação são acessadas com laptop;
  - ensaios de comissionamento fáceis e de baixo custo;
  - acesso imediato ao banco de dados, tanto para a manutenção do RDP como para a manutenção das linhas de transmissão que são supervisionadas pelo RDP;
  - reconstrução de perturbações, a partir dos registros coletados, visando à investigação de problemas associados aos sistemas de proteção.
- A ELETROSUL deveria adquirir um equipamento que tivesse o desempenho mais aproximado com os critérios acima expostos, por isso, a ET definiu com exatidão o esperado do RDP. Por outro lado, deveríamos adequarmos ao mercado existente e aos

produtos que os fabricantes, na época, estavam oferecendo.

A licitação (na primeira e segunda etapas) foi do tipo Técnica/Preço. Não houve diferenças notáveis entre as duas ETs. Entre as diferenças destacamos as seguintes:

- nas entradas de corrente no RDP, não serão aceitos *shunts* ligados diretamente aos circuitos secundários dos transformadores de corrente;
- a taxa de aquisição dos canais analógicos, poderá ser configurada por software, de 20 a 80 amostras por ciclo (base 60 Hz) sem prejuízo da fidelidade do sinal, na faixa de frequência de 20 a 1200 Hz;
- a exteriorização dos resultados da localização de faltas, também deverá ser realizada localmente, em um display ou monitor, automaticamente, ou através de simples comandos de localização de tela;
- os softwares para a Central de Análise deverão ser executados em ambiente windows;
- a estrutura de dados dos registros transferidos para a Central de Análise, deverá ser convertida para o formato Contrade Binário (como descrito na Norma C37-111-1991-IEEE).

### 3.0- PROJETO

Todos os serviços de engenharia de projeto e instalação foram executados internamente pelas Áreas de Operação e Manutenção, consistindo esses serviços de todas as adaptações necessárias nos painéis dos oscilógrafos existentes, painéis de proteção, controle (comando, supervisão, etc.) e serviços auxiliares, de forma a permitir a substituição e a ampliação do número de grandezas (analógicas e lógicas) a serem supervisionadas.

Os novos RDPs foram instalados nos mesmos painéis onde estavam instalados os oscilógrafos Sângamo e Hathaway substituídos. Já para a substituição dos oscilógrafos SOREL, o critério adotado foi o da substituição do painel completo.

Foram aproveitadas as régua de bornes, chaves flexi-testes e dispositivos de iluminação, ventilação e aquecimento existentes nos painéis.

Foi mantida toda a fiação externa existente já utilizada para aquisição dos sinais analógicos e lógicos, de forma que só foram lançados novos cabos para os pontos de aquisição a serem acrescentados, ou para aqueles cujas informações existentes foram

remanejadas para outro painel de RDP, sempre que o comprimento do cabo era insuficiente.

Todas as informações de tensão e corrente adquiridas passaram através de chaves flexi-testes localizadas no painel do RDP. As informações lógicas estão diretamente ligadas aos bornes terminais do RDP.

Quando a informação lógica não estava disponível através de contato reserva, foi implementada mediante relé auxiliar de 1ms de resolução. Este relé foi colocado preferentemente no painel de proteção correspondente.

Todas as informações analógicas de tensão e corrente a serem acrescentadas foram adquiridas de secundários de TCs e TPs destinados aos circuitos de proteção. No caso específico de supervisão do sinal analógico 3V0, foi necessário prever a instalação de TPs auxiliares, quando esta grandeza não estava disponível.

Os desligamentos necessários no campo para execução foram mínimos, aproveitando no que foi possível, a programação para a realização de manutenções.

### 4.0-TREINAMENTO E COMISSIONAMENTO

Na primeira etapa do fornecimento e por problemas orçamentários, não acompanhamos na fábrica os ensaios do Sistema de Oscilografia.

Os ensaios, somente foram realizados após o fornecimento do equipamento, primeiramente no Laboratório de Proteção e, mais tarde, nos próprios locais de instalação das primeiras unidades com a participação do fabricante (SE Curitiba 500/230 kV).

Consideramos importantes os ensaios realizados no laboratório onde comprovamos os desempenhos do hardware e software. Todas as dúvidas que surgiram durante essas etapas foram registradas visando os esclarecimentos do fabricante nas etapas de treinamento e comissionamento.

O treinamento foi realizado em duas fases. Na primeira voltada para a Área de Operação foram tratados os assuntos relativos às funções de software da central de análise, operação remota e cálculo dos ajustes dos canais. Na segunda, voltada para a Área de Manutenção abordou-se a descrição do hardware, diagrama de blocos, calibração dos canais e análise de diagnóstico de falhas do equipamento. A duração das duas fases de treinamento foi de quatro dias, considerada suficiente para aquisição dos

conhecimentos necessários de operação e manutenção do RDP.

O comissionamento, realizado na seqüência do treinamento, contemplou duas unidades de RDPs de fabricação E-MAX supervisionando os setores de 500 e 230 kV da SE Curitiba.

Durante a fase de comissionamento foram observadas as anormalidades seguintes:

- todos os canais de corrente, referentes às linhas do setor de 230 kV, apresentaram uma distorção permanente do sinal, o que não ocorreu com os canais de corrente do setor de 500 kV.
- ocorreram muitos disparos devidos a ruídos de manobras de seccionadoras ou outros distúrbios transitórios provenientes do setor de AT. Estes ruídos, embora tenham atingido os níveis de disparo dos sensores (normalmente os de sobrecorrente de neutro que estão ajustados com maior sensibilidade), não deveriam provocar disparos, pois são de curta duração.

Em função das anormalidades observadas, foi solicitado ao fabricante realizar algumas alterações, tanto a nível de hardware como de software. O fabricante concordou em atender todas as modificações propostas e foi estabelecido cronograma de atendimento das mesmas.

## 5.- OPERAÇÃO

Desde o início de operação das primeiras unidades E-MAX, observamos que todos os problemas ocorridos durante a fase de comissionamento repetiram-se, resultando em dificuldades de operação, especialmente no RDP supervisionando o setor de 230 kV da SE Curitiba.

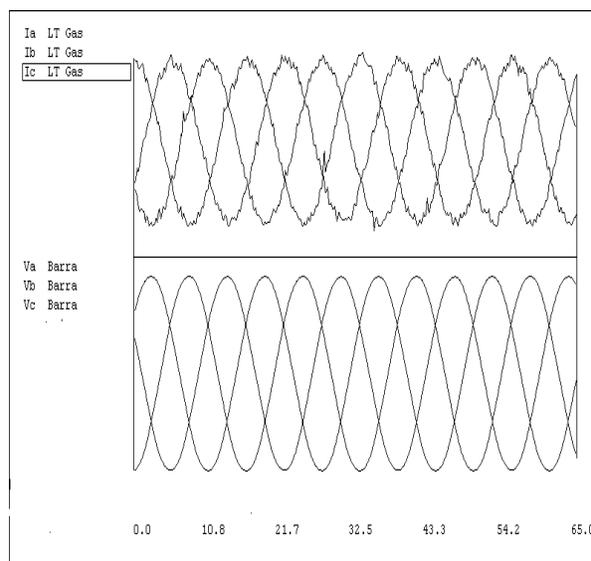
O que deveria ser feito com urgência era encontrar soluções visando a evitar partidas por ruídos dos canais analógicos de corrente e suas distorções.

Foram realizadas as seguintes modificações:

- substituição dos valores dos *shunts* de entrada dos canais de corrente, de 0.01 ohms para 0.1 ohms;
- separação dos cabos de fiação interna do painel do RDP por grupos, dispondo-os por caminhos

diferentes, sendo que a fiação entre os *shunts* e as entradas nos canais analógicos foram realizadas em “pares trançados”

Comprovamos que as alterações melhoraram as partidas por ruídos, não ocorrendo o mesmo com as distorções dos canais de corrente, (figura 2). O problema retornou ao fabricante para estudos e solução.

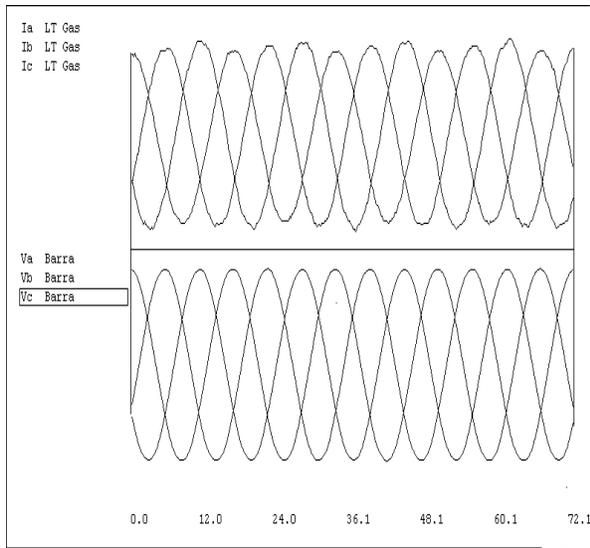


**FIGURA 2**

Distorção Canais de Corrente com Shunt de 0.1 ohms

Em Dez/97 o fabricante informou que os problemas das distorções seriam causados pelo cartão Amostra-e-Retenção/Multiplexador na relação sinal-ruído nos canais de corrente. Esta não seria a adequada, devido às baixas correntes dos circuitos supervisionados. Estes problemas não foram detetados na fábrica, o que originou mudança dos procedimentos de teste do fabricante.

O fabricante recomendou substituir todos os cartões Amostra-e-Retenção/Multiplexador por outros desenvolvidos para RDP de 16-bits onde os ruídos e distorções tornam-se mais críticos. Após as alterações observamos que houve melhoria das distorções, (figura 3).



**FIGURA 3**  
Distorção Canais de Corrente com Nova Placa

As modificações de software solicitadas ao fabricante, na época do comissionamento, foram motivo de constantes correspondências com seus representante no país, visando ao rápido atendimento, visto que não estávamos sendo atendidos de forma satisfatória.

A resposta do fabricante foi no sentido de que estavam elaborando novo software que resolveria todas as questões solicitadas pela ELETROSUL. O novo software nos foi entregue em Dez/98 e, após instalado, comprovamos que não funcionava adequadamente.

O novo software deveria contemplar as solicitações seguintes:

- exteriorização de localização de falta diretamente no monitor;
- alteração do cálculo da função de localização de falta, tomando como referência todo o registro. Na versão anterior do software o cálculo é realizado no instante da partida;
- alteração por software da taxa de amostragem. A nova versão permitirá a configuração de divisores da taxa de amostragem de 1, 2, 4, 8 e 16. Desta forma poderemos configurar taxas de 5760, 2880, 1440, 720 ou 360 amostras por segundo, respectivamente;
- alteração por software do tempo de pré-falta, visando a poder configurar tempos entre 0.1 e 0.8 segundos;

- introdução de senha para acesso através do teclado;
- solução para bloquear as partidas indesejáveis por ruídos. O novo software compara a amostra de pico de tensão de um ciclo com a do próximo, inibindo a partida se a amostra deste último for menor que o anterior, de um valor percentual ajustável;
- correção dos horários nos arquivos convertidos para formato COMTRADE, pois estes estavam com defasagem de mais três horas, em relação ao arquivo original.

## 6.-MANUTENÇÃO

Os RDPs são construídos seguindo uma arquitetura modular, o que facilita os procedimentos de manutenção. O fabricante descreve, nos manuais, os procedimentos a serem seguidos para cada tipo de defeito, sendo que a maior parte são identificados pela rotina de auto-diagnóstico.

Há defeitos que a rotina não consegue verificar, tais como as falhas gerais (fonte, CPU, disco rígido) ou defeitos específicos (teclado, interface serial, canal analógico ou digital, disco flexível, ligação modem-linha telefônica). O fabricante fornece fluxogramas específicos contemplando cada defeito e os respectivos procedimentos de manutenção.

O sistema de manutenção adotado pela ELETROSUL é de identificar a placa defeituosa e substituí-la por outra, ação que é realizada pelas Áreas Regionais de Manutenção. As placas com defeito são enviadas para conserto, ao laboratório em Florianópolis.

Foi seguida a recomendação do fabricante na aquisição de peças (placas) sobressalentes. O estoque é mantido no Laboratório, sendo enviadas ao campo quando há solicitação das equipes de manutenção.

## 7.-GERENCIAMENTO DE RDPs

A ELETROSUL, na segunda etapa de substituição de RDPs, adquiriu equipamentos da Reason, com softwares de comunicação e análise diferentes do E-MAX da primeira etapa. Havia em operação, ainda, várias unidades Sorel, também com softwares distintos de aqueles.

Era necessário operar a rede de RDPs de diferentes fabricantes usando os respectivos softwares proprietários. Este procedimento estava dificultando a

obtenção eficiente dos dados dos registradores, devido aos softwares estarem instalados em um único microcomputador compartilhando os mesmos recursos de comunicação.

Outro problema existente era que após realizada a leitura dos dados, estes deveriam ser organizados e arquivados, sendo que cada fabricante usa um sistema de diretórios e arquivos diferentes.

A ELETROSUL solicitou à REASON TECNOLOGIA, a elaboração de um sistema de gerenciamento de comunicação. O programa denominou-se GERCOM (gerenciador de comunicação).

O programa possibilita gerenciar a comunicação com um número qualquer de RDPs, de forma que a comunicação individual é realizada usando o programa específico de cada fabricante.

O estado de cada RDP é armazenado historicamente contendo as informações de estado da comunicação, número das ocorrências lidas e listagem das ocorrências.

As ocorrências lidas são convertidas automaticamente para o padrão IEEE-COMTRADE, utilizando os mesmos softwares de conversão fornecidos pelos fabricantes, sendo que os arquivos gerados são copiados para um diretório específico da subestação e renomeados para um padrão que indica data e hora da ocorrência.

O uso do padrão IEE-COMTRADE permite a escolha do software de análise, deixando de utilizar os específicos dos fabricantes de RDPs.

A utilização do programa GERCOM possibilita uma economia de tempo na tarefa de gerenciamento de uma rede de RDPs, sendo de fácil manuseio.

## **7.-LOCALIZAÇÃO DE DEFEITO**

A função de localização de defeito incorporada ao RDP é fundamental para as empresas de transmissão. O RDP deve ser um instrumento preciso na identificação do local de falha quando esta for de natureza permanente. A manutenção deve tomar ações imediatas visando a solucionar, no menor tempo possível, a indisponibilidade da LT, tratando de minimizar o tempo de interrupção de fornecimento de energia.

A ELETROSUL realizou ensaios específicos nesta função. Os ensaios foram feitos aplicando-se as tensões

e correntes transitórias resultantes de simulações de faltas através do programa ATP convertidas em formato COMTRADE.

O instrumento utilizado foi um conjunto trifásico de fontes ativas DOBLE com software do mesmo fabricante.

As simulações foram feitas para LTs de 500 e 230kV com defeitos monofásicos, bifásicos e trifásicos, distantes 10, 30, 50 e 80% do terminal de referência, com resistências de arco de 0, 10 e 100 Ohms.

No total foram realizadas trinta simulações, observando-se um bom desempenho da função, com erro médio de 3.66%, o que foi considerado satisfatório. Em atuações reais confirmou-se o bom desempenho do RDP, embora considerou-se que a amostragem atual é ainda muito pequena para a definição de conclusões.

## **8.-RECONSTRUÇÃO DE PERTURBAÇÕES**

Durante o período de operação dos RDPs, houve atuações de proteções em que a análise não identificou as causas das mesmas. Os registros da perturbação, obtidos nos RDPs, foram aplicados aos relés objeto de análise com o intuito de verificação de seus desempenhos. Tais observações originaram algumas substituições de relés de proteção que não estavam operando corretamente. Os instrumentos e metodologia utilizados foram os mesmos usados nos ensaios da função de localização de defeito.

## **9.-BIBLIOGRAFIA**

- [1] ELETROSUL- Informações Básicas, Florianópolis 1998.
- [2] ELETROSUL- Especificação Técnica para Substituição dos Oscilógrafos (Hathaway e Sângamo), Florianópolis 1996.
- [3] E-MAX INSTRUMENTS.-Manual de Operação & Manutenção Faxtrax, Englewood, CO. EUA 1996.
- [4] REASON TECNOLOGIA.-Manual de Operação & Manutenção, Florianópolis 1998.
- [5] REASON TECNOLOGIA- Sistemas de Gerenciamento das Comunicações com RDPs, VI STPC, Natal 1998.

=====