

Projeto Nacional de um Localizador de Defeitos por Ondas Viajantes

Dr. Policarpo Batista Uliana (Documenta
Tecnologia)

Consultor/coordenador técnico do projeto

Dr. Elisete Ternes Pereira (SELMAG - FURB)

Coordenadora geral do projeto



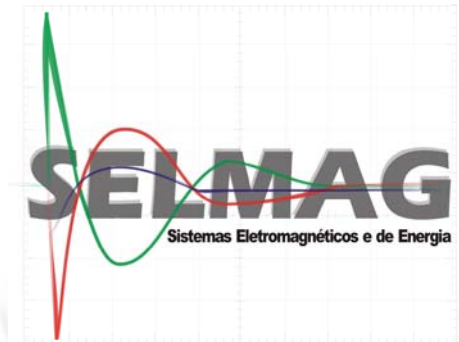
www.furb.br

Projeto Nacional de um Localizador de Defeitos por Ondas Viajantes



Celesc

Centrais Elétricas de Santa Catarina S.A.



1010 010101010 0101
0100101001 0101
Documenta 0101
10 01 10001111000 0101



www.furb.br

RESUMO:

- O problema da localização de defeitos
- Soluções de localização tradicionais
- Ondas viajantes : Teoria e método
 - Discussão sobre aplicabilidade
- Histórico do projeto nacional de um localizador
- Detalhamento do Desenvolvimento
 - Transdutores de sinal
 - Tecnologia de processamento
 - Softwares e comunicação
 - Considerações finais
- Projeto SILDOV
- Projeto LDOV
- Equipe

1010 010101010 0101
0101 Documenta 0101
10 01 10001111000 0101



O problema da Localização de Falhas em LT's e Ramais

- Linhas de transmissão de energia podem ter comprimento de até centenas de quilômetros passando por regiões inacessíveis;
- Ramais de distribuição rurais também podem ser bastante longos;
- Mesmos em ramais urbanos que são mais curtos o ponto de defeito pode ser de difícil visualização;
- Muitas vezes o tempo necessário para “achar” o ponto de de falta é maior do que o tempo necessário para corrigi-la;
- Defeitos intermitentes são de difícil localização e periodicamente “derrubam” a linha.

- Uso de Oscilógrafos ou Reles digitais que monitoram a corrente e tensão em uma das extremidades da linha;
- Cálculo da distância pelo cálculo da impedância do defeito ou da potência reativa absorvida pelo trecho de linha sob defeito:
 - Não funciona para defeitos de alta impedância ou linhas com compensação série;
- Cálculo do ponto de defeito com base nos dados dos dois terminais:
 - Demanda sistema de comunicação eficiente;
 - Bons resultados para qualquer tipo de defeito;
 - Não funciona para linhas com compensação série;

- É um problema não resolvido;
- Uso de sinalizadores visuais ao longo do ramal:
 - Demanda que o ramal seja “percorrido”;
 - Gera problemas de visualização;
 - Nem sempre funciona (ajuste crítico de limite de disparo).
- Sistemas automatizados instalados ao longo do ramal:
 - Custo de instalação muito elevado;
 - Demanda sistema de comunicação remota (por exemplo GPRS) normalmente com custos elevados de operação;

Ondas Viajantes → Transmissão

- A aplicabilidade e eficiência da teoria das OV's
 - Há muito comprovada
 - Tecnologia disponível no mercado desde o início da década de 90
- Os problemas dessa tecnologia sob o ponto de vista Brasileiro:
 - É cara
 - Complicações e altos custos para assistência técnica
 - Altos custos para treinamento de equipe/operador
 - Interfaces em inglês, pouco amigáveis e pouco flexíveis

Ondas Viajantes → Distribuição

- Existe “crença” de que as técnicas de OV's não se aplicam a distribuição:
 - Sistemas muito ramificados;
 - Geração de OV's a cada ramificação;
 - A equipe da FURB foi a primeira que temos notícia a aplicar com sucesso técnicas de localização OV na distribuição.

Ondas Viajantes → Equipamentos

- A nível mundial o fabricante Hathaway domina o mercado com o equipamento TWS



Localização de Faltas em LT's por Ondas Viajantes

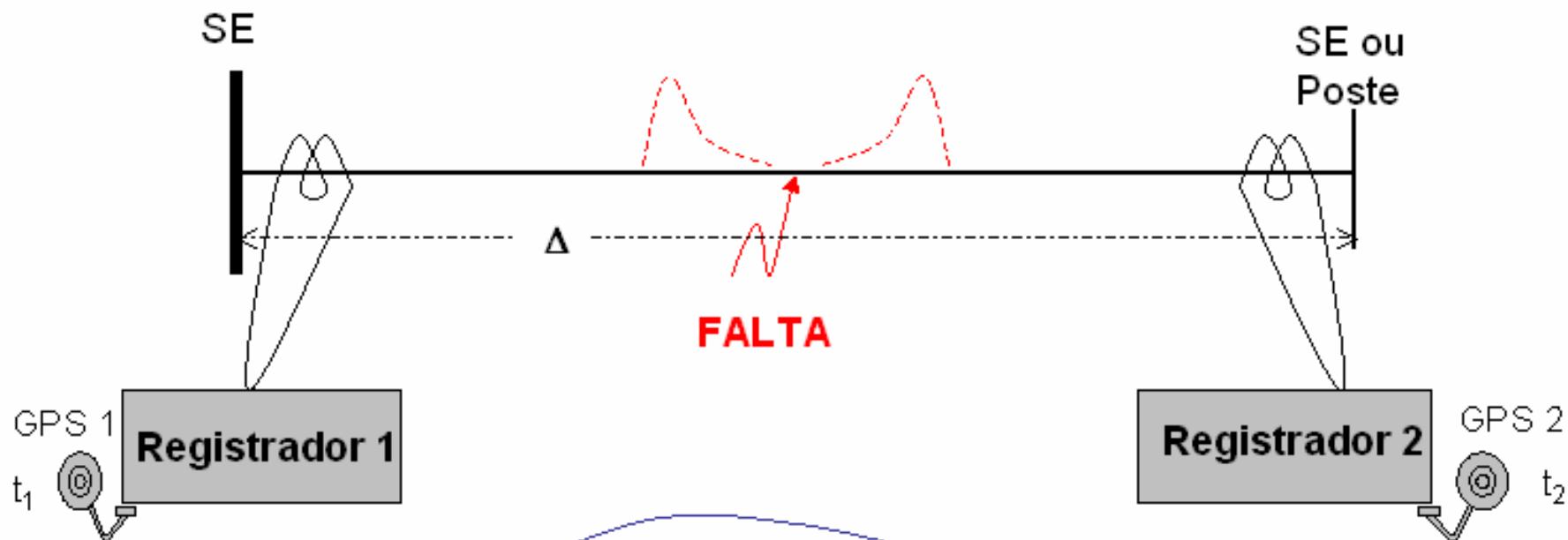
A localização de faltas pela teoria das ondas viajantes **pode ser feita por DOIS MÉTODOS BEM DISTINTOS** entre si:

1. Esquema de terminação dupla
(dois terminal = double-end)

2. Esquema de terminação única
(um terminal = single-end)

Localização de faltas por Ondas Viajantes

Esquema de Terminação DUPLA



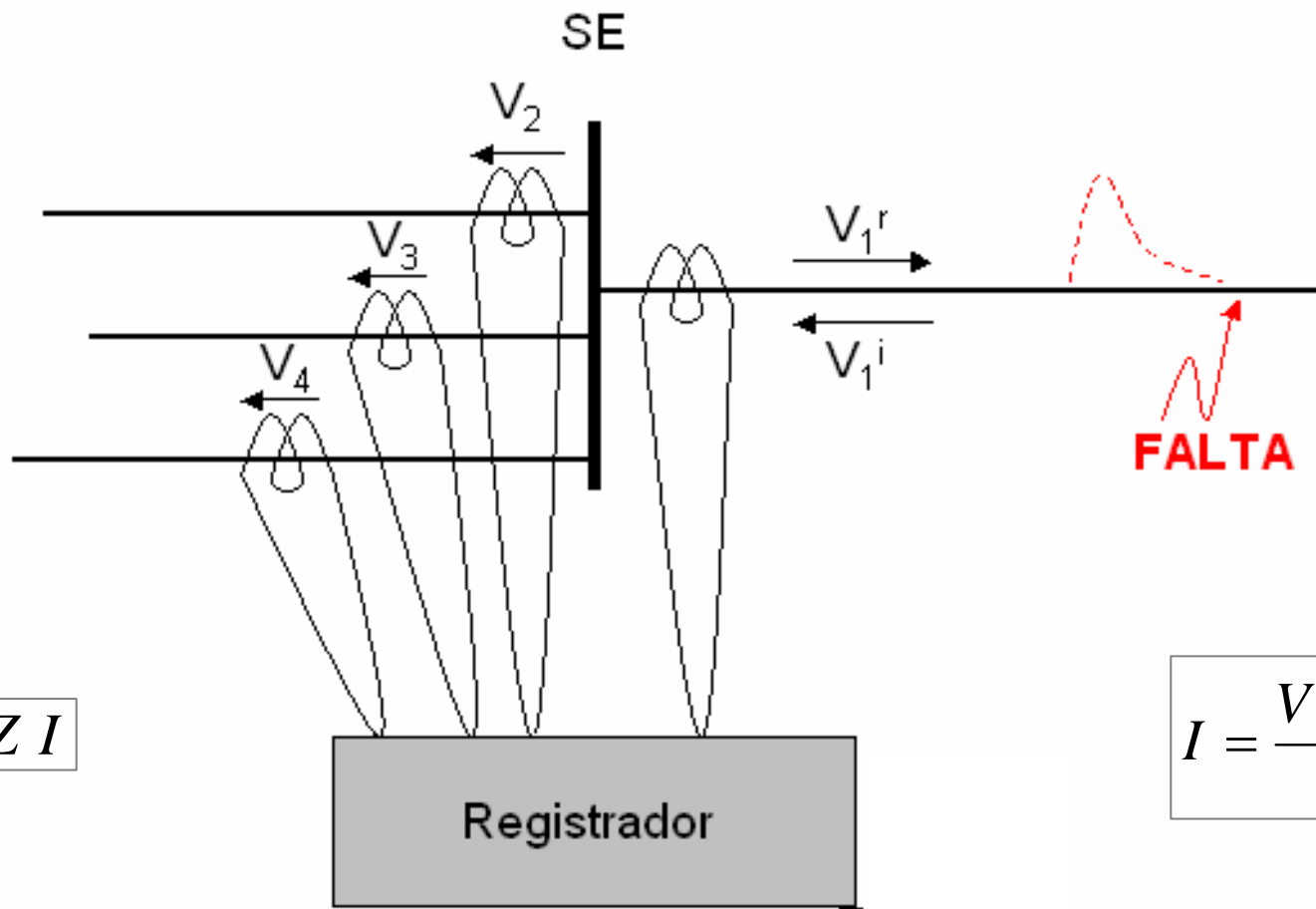
ALGORITMO

$$\left. \begin{aligned} T &= \frac{\Delta}{v} \\ v &= \frac{1}{\sqrt{LC}} \end{aligned} \right\} \text{Conhecidos}$$

$$\left. \begin{aligned} D_1 &= t_1 v \\ D_2 &= t_2 v \end{aligned} \right\} \text{Localização}$$

Localização de faltas por Ondas Viajantes

Esquema de Terminação ÚNICA



$$V = Z I$$

$$I = \frac{V^{ref} - V^{inc}}{Z}$$

Localização de Falhas por Ondas Viajantes

Esquema de Terminação ÚNICA



- É totalmente diverso - é mais complexo - e inclui:
 - Identificação da linha da falta por comparação com as linhas saudáveis;
 - Medição das ondas de corrente refletidas da falta em associação com tempo de chegada;
 - Cálculo da impedância do barramento da SE;
 - Cálculo da tensão do barramento;
 - Análise Modal;
 - Função de cross-correlação;
 - E outras funções

Aplicação dos dois esquemas de localização de faltas pela teoria das ondas viajantes

1. Esquema de terminação dupla

Sistemas de Transmissão e
de Distribuição

2. Esquema de terminação única

Sistemas de Transmissão



- Início:

- 1° Ciclo de P&D da Aneel – (2001)/ **CELESC**

–DESENVOLVIMENTO DE UMA METODOLOGIA PARA LOCALIZAÇÃO DE FALTAS EM **LINHAS DE DISTRIBUIÇÃO** PELA TEORIA DAS **ONDAS VIAJANTES** COM PRECISÃO DE **500 METROS**

– E quando se falar em Ondas Viajantes para a Distribuição era **uma heresia**

- A idéia partiu da Universidade de Nottingham/Inglaterra

- Hoje a equipe Brasileira lidera a pesquisa



- Entre 2001 e 2003:
 - Aquisição de sistema importado para localização de faltas em Sistemas de Transmissão;
 - Instalação do sistema em Circuito de Distribuição piloto;
 - Desenvolvimento de algoritmo e metodologia de localização própria,

e

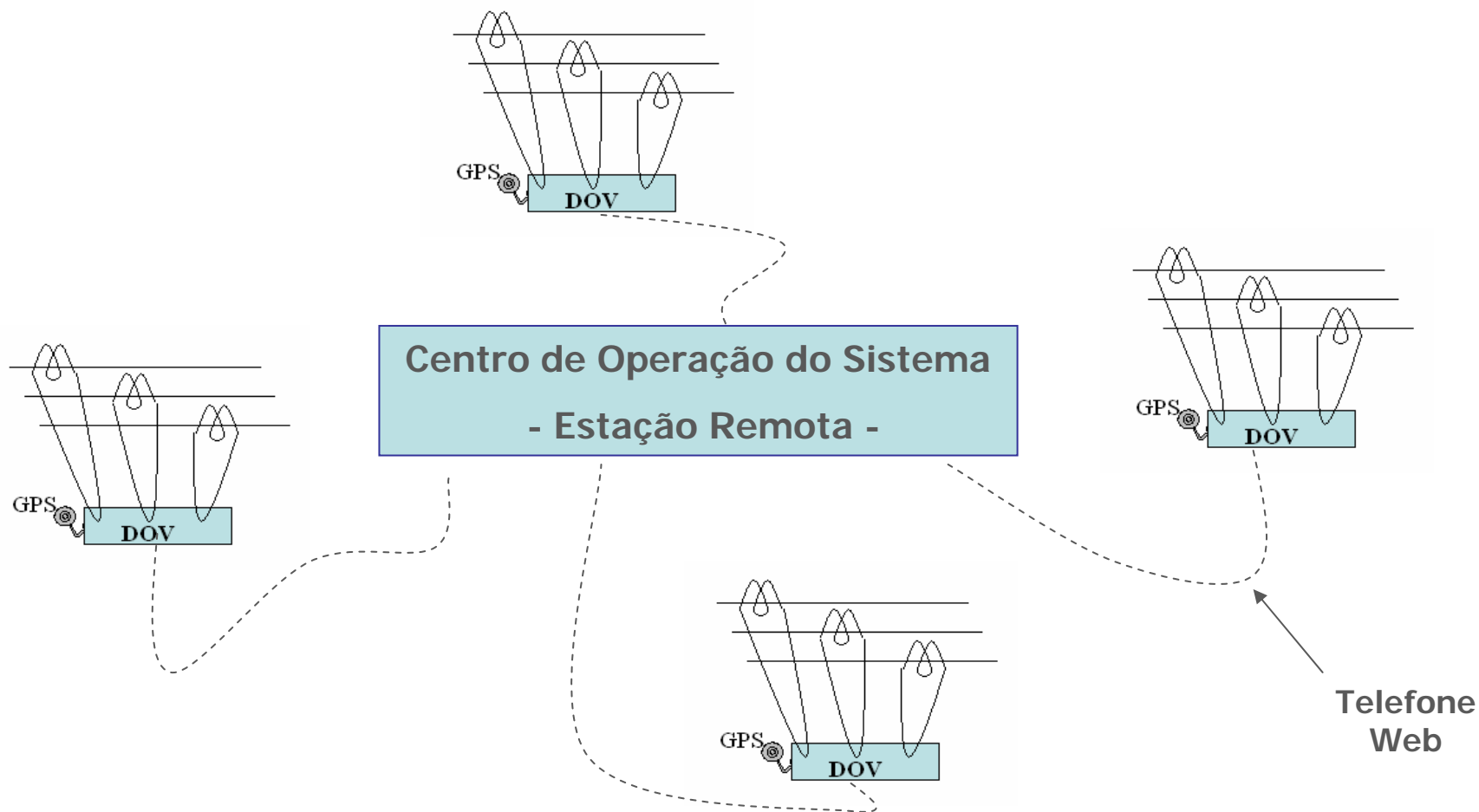
Comprovou, indiscutivelmente, a viabilidade técnica de se localizar faltas em Sistemas de Distribuição pela Teoria das Ondas Viajantes → precisão ± 500 metros



- A seguir ...
 - 2004 → P&D Celesc, → *Desenvolvimento de Tecnologia Nacional* de Localização de Faltas, adaptada aos **Sistemas de Distribuição** → **Projeto SILDOV**
 - Ainda 2004 → FINEP → *Desenvolvimento de Tecnologia Nacional* de Localização de Faltas para **Sistemas de Transmissão** → **Projeto LDOV**

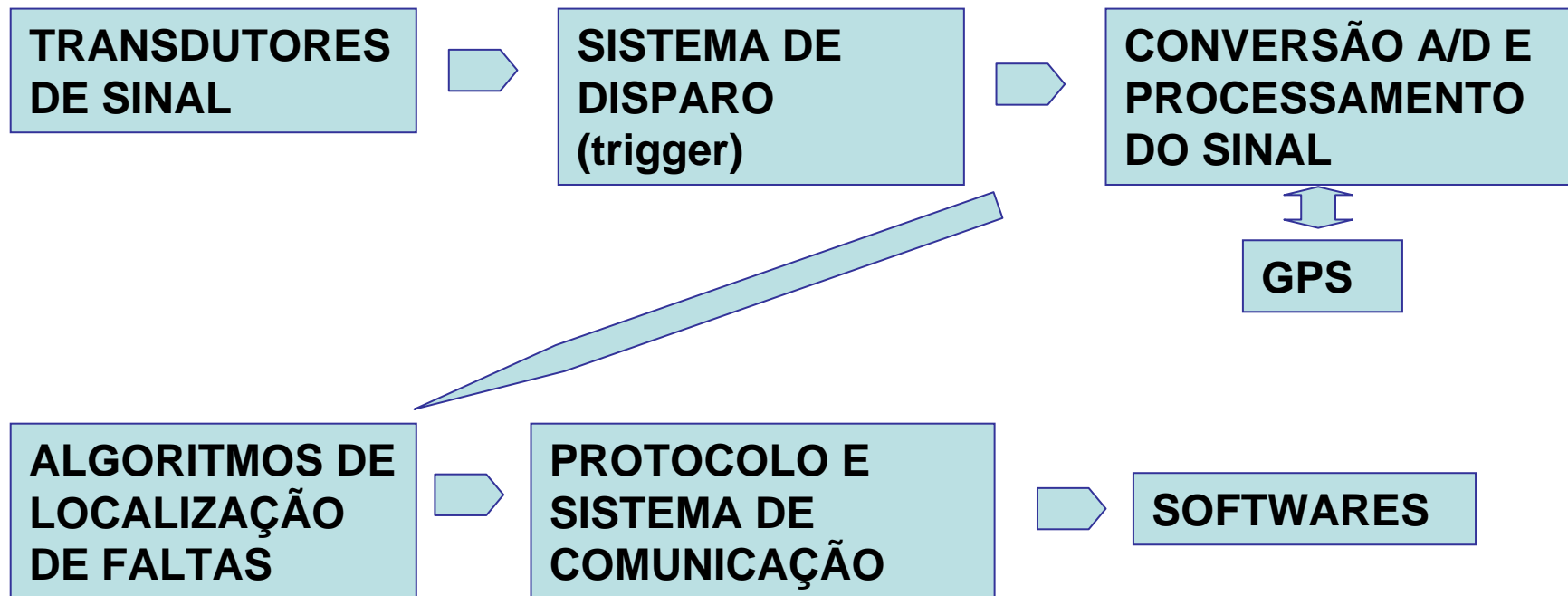
Detalhamento do desenvolvimento

- O sistema de localização por OV pode ser representado pelo diagrama:



Detalhamento do desenvolvimento

- O desenvolvimento do localizador de faltas por ondas viajantes foi dividido em **7** módulos de trabalho:



Detalhamento do desenvolvimento

TRANSDUTORES
DE SINAL

SISTEMA DE
DISPARO (trigger)

CONVERSÃO A/D E
PROCESSAMENTO
DO SINAL

GPS

ALGORITMOS DE
LOCALIZAÇÃO DE
FALTAS

PROTOCOLO E SISTEMA
DE COMUNICAÇÃO

SOFTWARES

- Transdutores, instalados nas três fases, registram os sinais
- O trigger dispara o processo quando observa a chegada de um sinal transitório de falta
- Os registros dos transdutores são digitalizados e processados em conjunto com a medida de tempo do GPS
- O algoritmo localiza a falta a partir dos dados de entrada e comunica o resultado para estação de controle remota
- Os resultados são apresentados ao operador de forma clara e em português

Transdutores de sinal

- Uma das partes mais críticas do sistema
- São os olhos do sistema
- Transformar sinais transitórios de potência → sinais de baixo nível de potência **sem perder informações sobre as frequências do sinal original**
 - Os TC's e especialmente os TP's de medida convencionais, distorcem os sinais transitórios filtrando certas bandas de frequência, eliminando assim a informação sobre as OV's
- Representam um desafio

Tecnologia de processamento



1010 010101010 0101
Documenta 010101010
010101010 0101
10 01 10001111000



- Está se investigando o uso de duas tecnologias de processamento de sinais:
 - DSP
 - PLDem busca de melhor performance e melhor custo

Softwares e comunicação

1010 010101010 0101
Documenta 010101010
10 01 10001111000 0101



- **Softwares de:**
 - **Configuração** dos equipamentos,
 - **Comunicação** e
 - **Análise de dados**

Sendo desenvolvidos e implementados junto as unidades de hardware e as estações remotas

- **Comunicação**
 - Via **telefone** (fixo ou celular dependendo da instalação)
 - Via **WEB**



Considerações Finais

HOJE DISPOMOS DE DUAS TECNOLOGIAS NACIONAIS

1010 010101010 0101
Documenta 010101010
10 01 10001111000 0101



SILDOV:

Localizador de Defeitos por Ondas Viajantes para
Sistemas de Distribuição

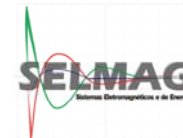
LDOV:

Localizador de Defeitos por Ondas Viajantes para
Sistemas de Transmissão

SILDOV



1010 010101010 0101
Documenta 0100 01001 0101
10 01 10001111000



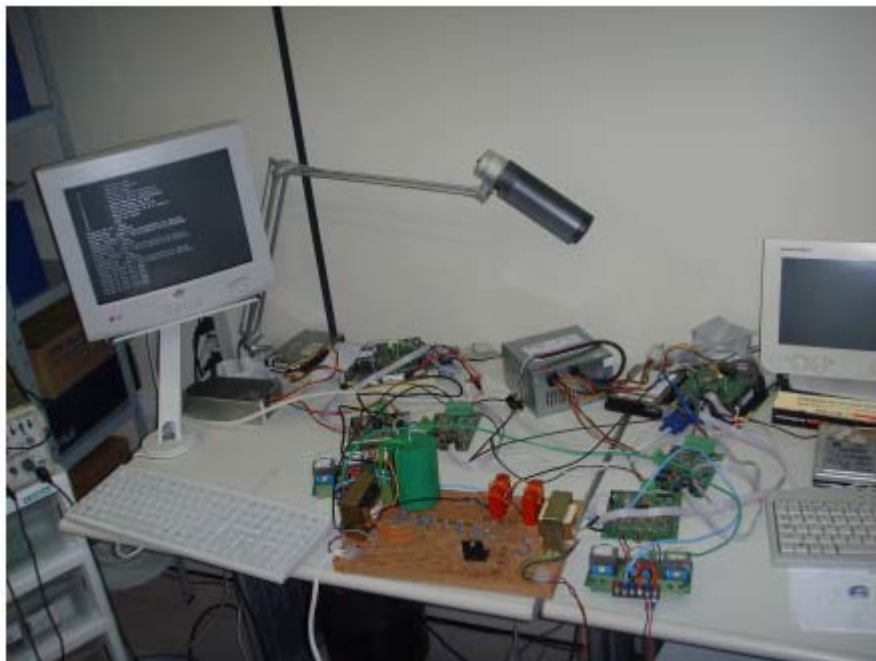
- Localizador de Defeitos para a Distribuição
- **1º Protótipo foi intalado Julho de 2006**
 - Sem características de produto final
 - Precisão de ~ 500 metros
 - Baixo custo
 - Softwares em português

SILDOV



Celesc
Centrais Elétricas de Santa Catarina S.A.

1010 010101010 0101
Documenta 0100 01001 010101
10 01 10001111000



Fotos:
Sistema sendo
desenvolvido

Equipamento na caixa



SILDOV



Celesc
Centrais Elétricas de Santa Catarina S.A.

1010 010101010 0101
Documenta 010101010
10 01 10001111000

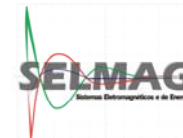


Foto dos transdutores desenvolvidos:



Transdutor
para uso em
secundário de
TC

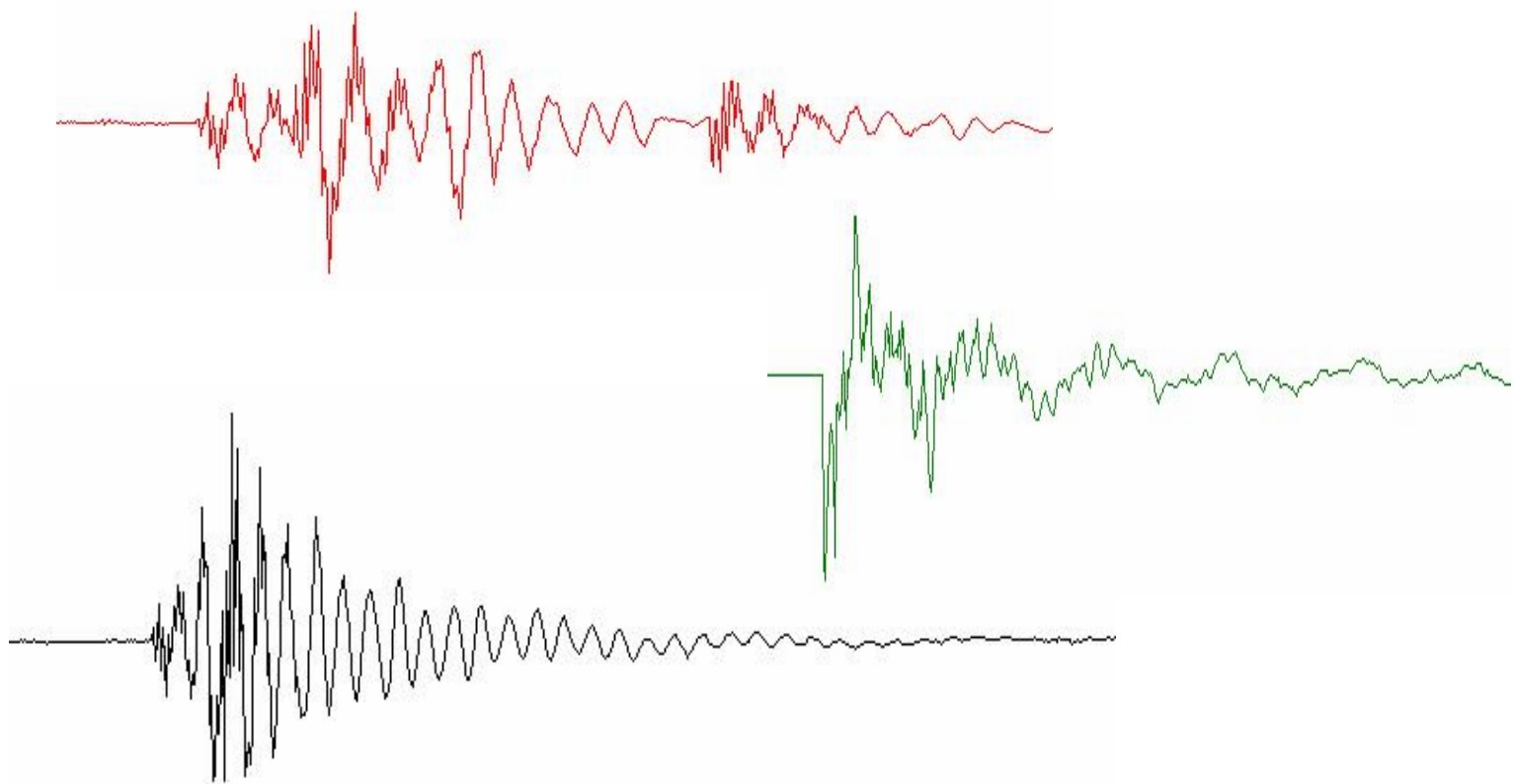


Transdutor
para uso no
ramal de 13kV

SILDOV



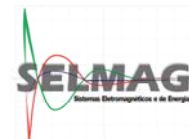
Alguns registros OV Reais:



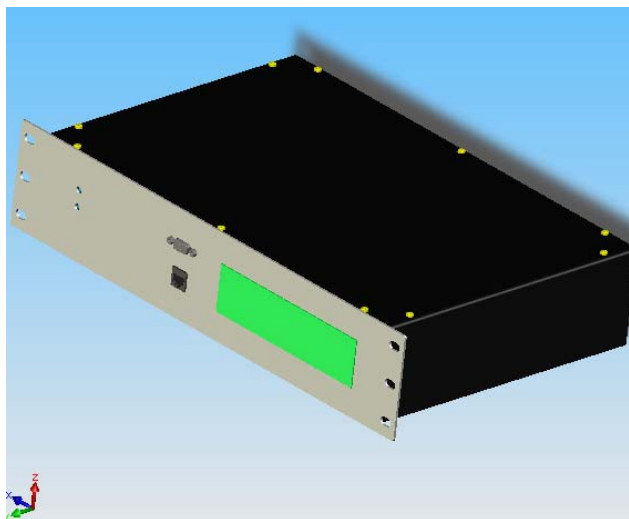
LDOV



1010 010101010 0101
Documenta 0101
0101 0101
10 01 10001111000



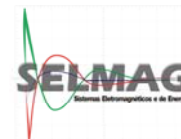
- Localizador de Defeitos para a Transmissão
- Projeto sendo finalizado em Dezembro de 2006
 - Protótipo com características de produto final



LDOV



1010 010101010 0101
Documenta
0101 0101
10 01 10001111000



- Precisão de ~ 500 metros
- É um equipamento distribuído (Fibra Óptica)
- Possui 8 módulos (monitora até 8 linhas)
- Baixo custo em relação ao mercado
- Assistência técnica nacional
- Softwares em português
- Comercialização a partir de 2007



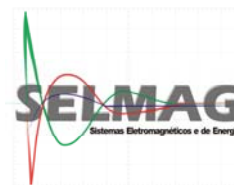
Equipe:



Policarpo Batista Uliana
Luís Fernando do Nascimento Passos
Moacir Wendhausen
Márcio Besen



Celso Lelis Garcia
Paulo Rodrigues Andreus



Aloízio Carlos Eble
Elisete Ternes Pereira
Juliano Bachmann
Orlando José Tobias
Rafael Martelli
Ricardo José de Oliveira Carvalho
Sérgio Henrique Lopes Cabral

David P.W. Thomas
Universidade de Nottingham

Obrigada

elisete@furb.br

poli@equalix.com.br



1010 010101010 0101
0100101001 Documentia 0101
10 01 10001111000 0101

www.furb.br