



**SEMINÁRIO DE TRANSMISSÃO DE
ENERGIA EM LINHAS DE MEIA ONDA**
CAMPINAS, 26 e 27 de NOVEMBRO de 2013



Estudos de Proteção para o Ensaio de Energização do Elo CA Teste sob Faltas Monofásicas – Ajuste do Relé Existente em Serra da Mesa

Autor: Eng. Elson Gomes – ITAI

Moderador: Profa. Dra. Maria Cristina Tavares – FEEC/UNICAMP

Introdução

- Motivação: Proteção da linha para faltas monofásicas que possam ocorrer durante a manobra de energização da Linha Teste em vazio.
- Objetivo geral: Obtenção das características das tensões e correntes na SE Serra da Mesa para o caso de faltas monofásicas que possam ocorrer ao longo do Elo CA Teste.
- Objetivo específico: Definição de um ajuste para o relé de proteção existente em Serra da Mesa que possibilite a rápida abertura da linha sob faltas monofásicas.

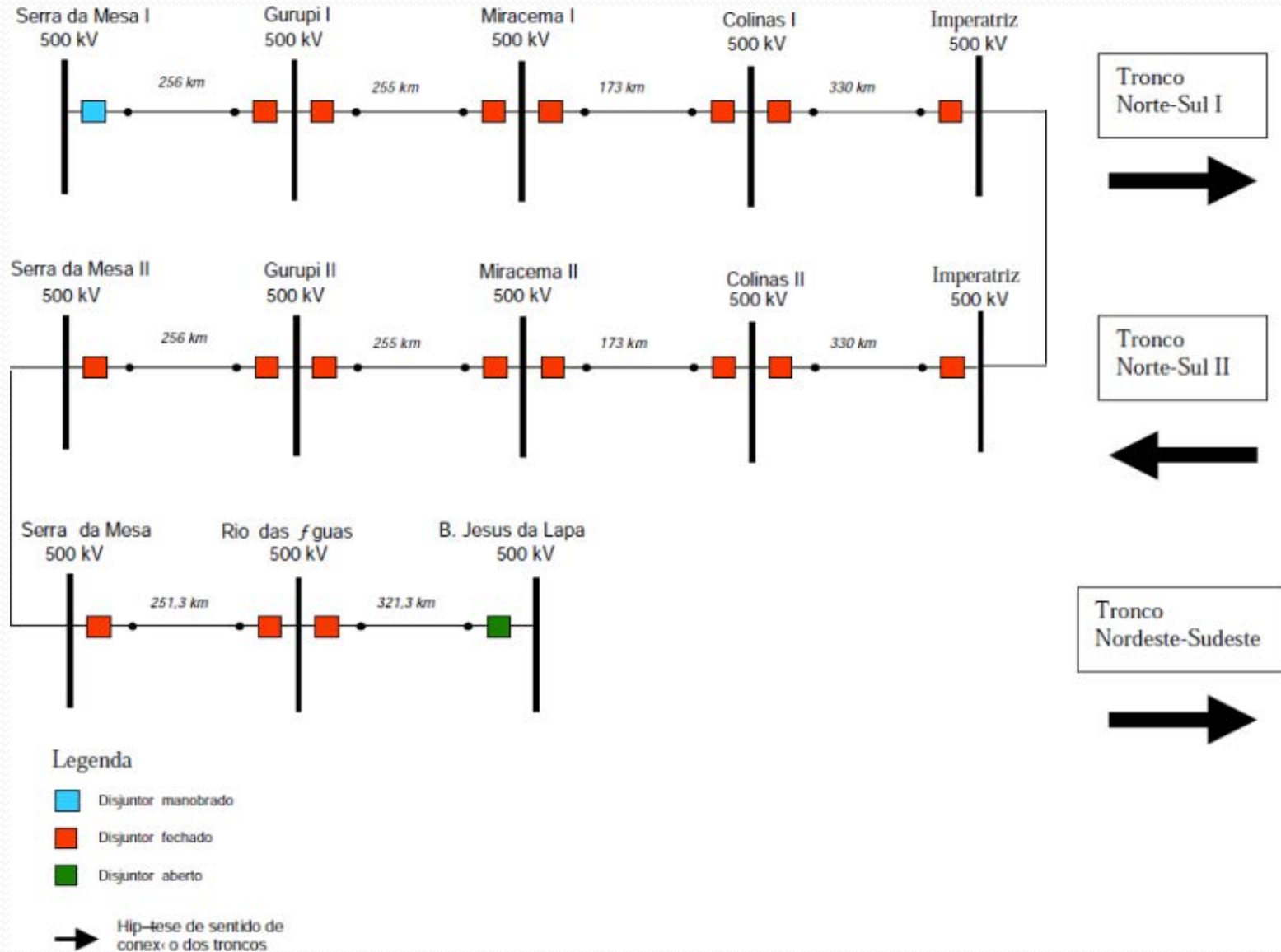
Introdução

- O comportamento de faltas monofásicas em linhas de transmissão curtas é bem conhecido;
- A filosofia tradicional de proteção não apresenta bons resultados na identificação e localização de faltas em linhas com pouco mais de meio comprimento de onda;
- A bibliografia existente ainda não apresenta uma solução viável de proteção em linhas de meia onda.

Introdução

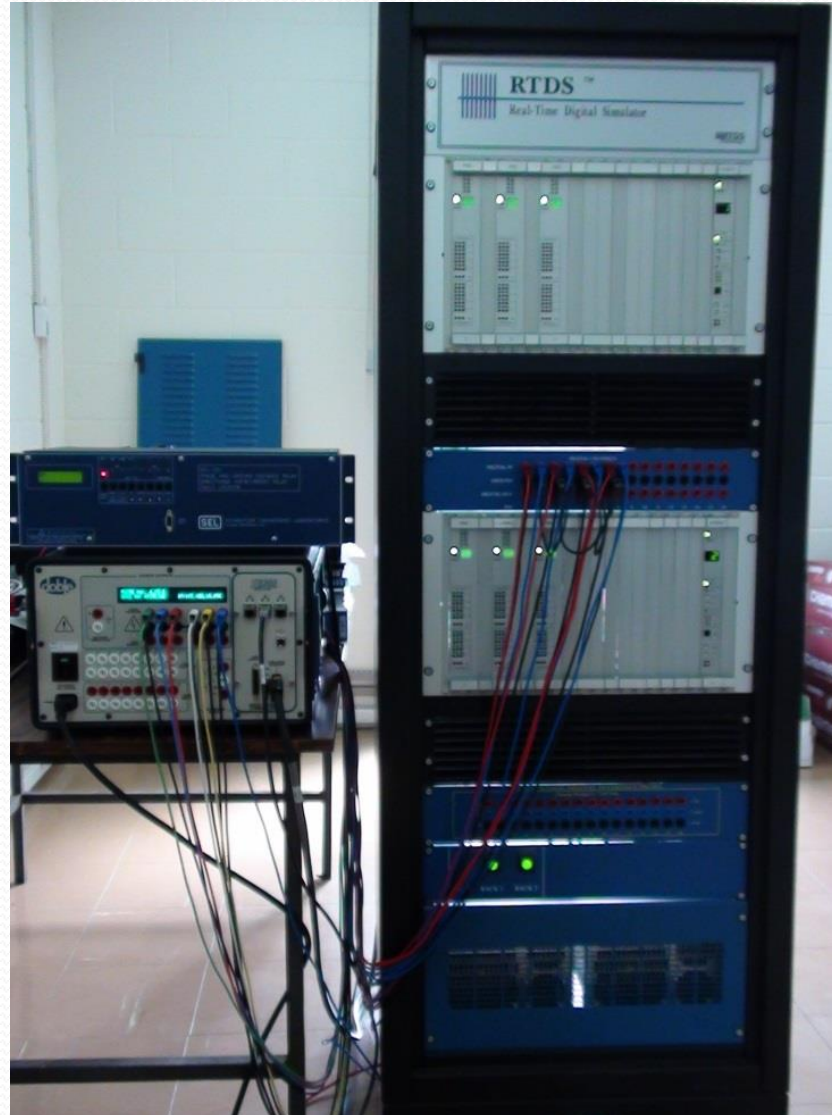
- O estudo foi realizado em três partes:
 - Avaliação das condições transitórias e de regime permanente no terminal da SE de Serra da Mesa sem ocorrência de faltas;
 - Avaliação das condições do mesmo terminal sob a ocorrência de faltas monofásica ao longo da linha;
 - Ajuste e avaliação das funções do relé digital para proteção do sistema.

Linha de Meia Onda Teste



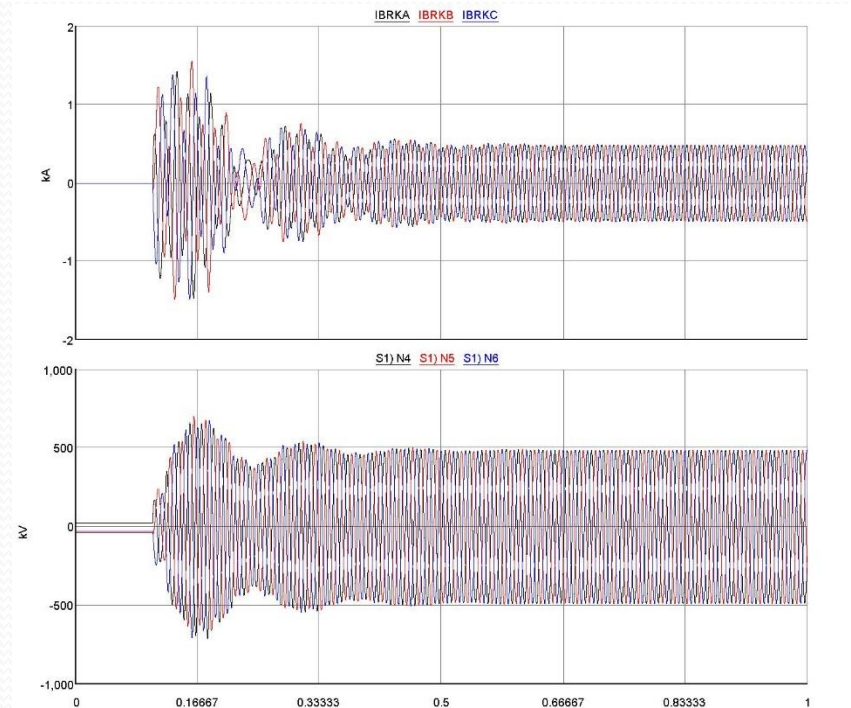
The screenshot displays the Easypower software interface. The main workspace shows a complex single-line diagram of a power system. It features a long transmission line with numerous towers, connected to several busbars. Various electrical components are represented by symbols, including transformers, breakers, and capacitors. The interface includes a menu bar at the top, a toolbar, and a right-hand panel with tabs for 'Library Monitor', 'Generator Controls', 'Controls', 'Protection & Automation', and 'Power System'. The bottom status bar shows error messages.

Preparação do Teste

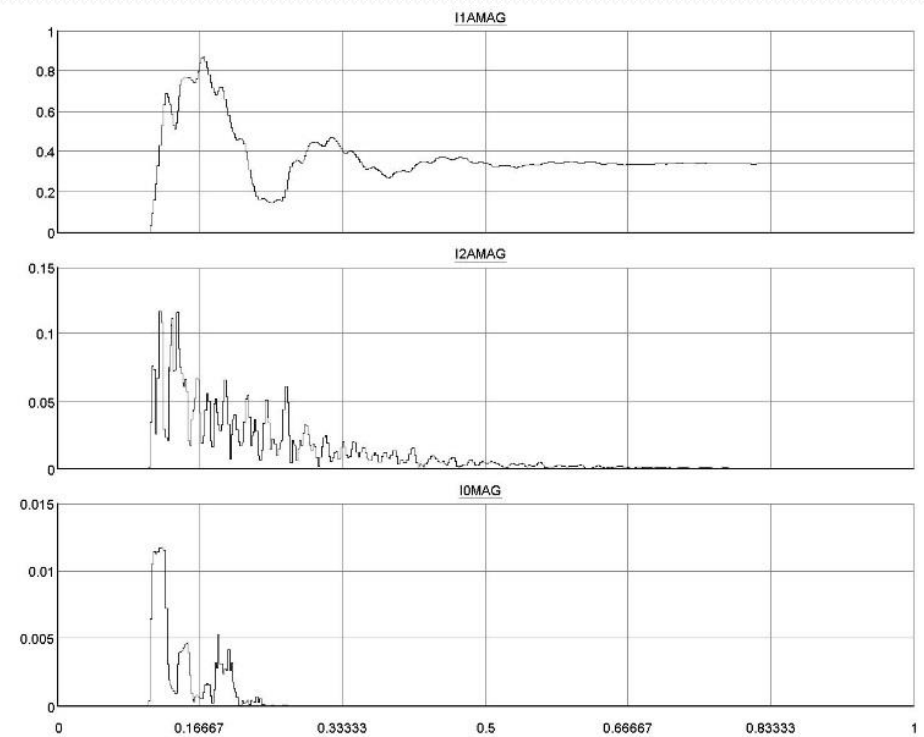
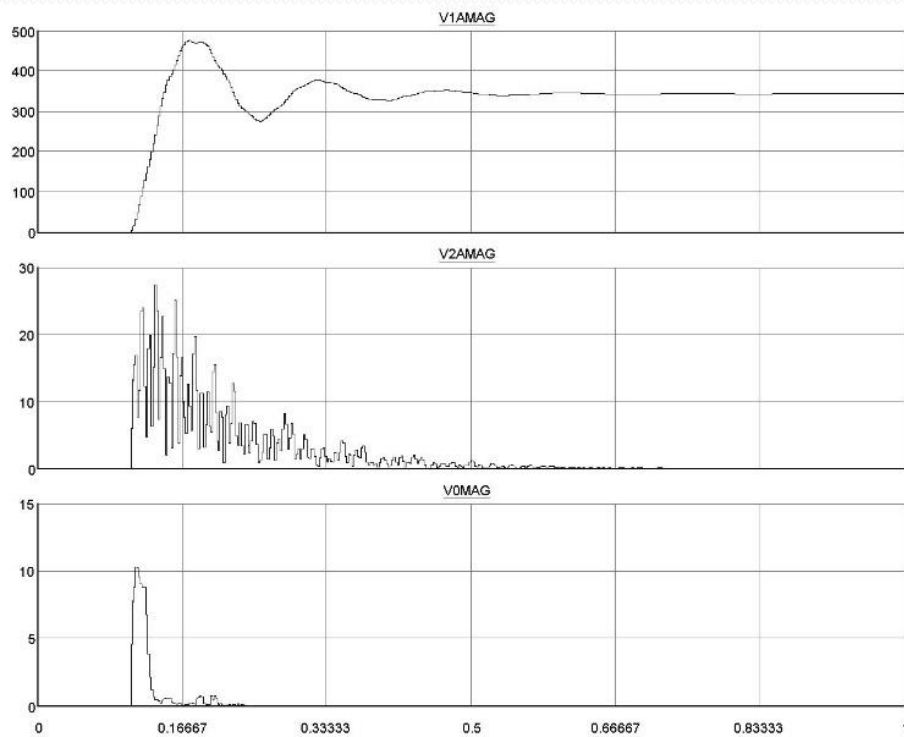


Energização Sem Defeito

- No estudo foram monitoradas:
 - Tensões e correntes de fase transitórias e de regime;
 - Tensões e correntes de sequência transitórias e de regime.
- Tensão de fase máxima:
 - 1,8 p.u.
- Corrente de fase máxima:
 - 1,6 kA.



Energização Sem Defeito

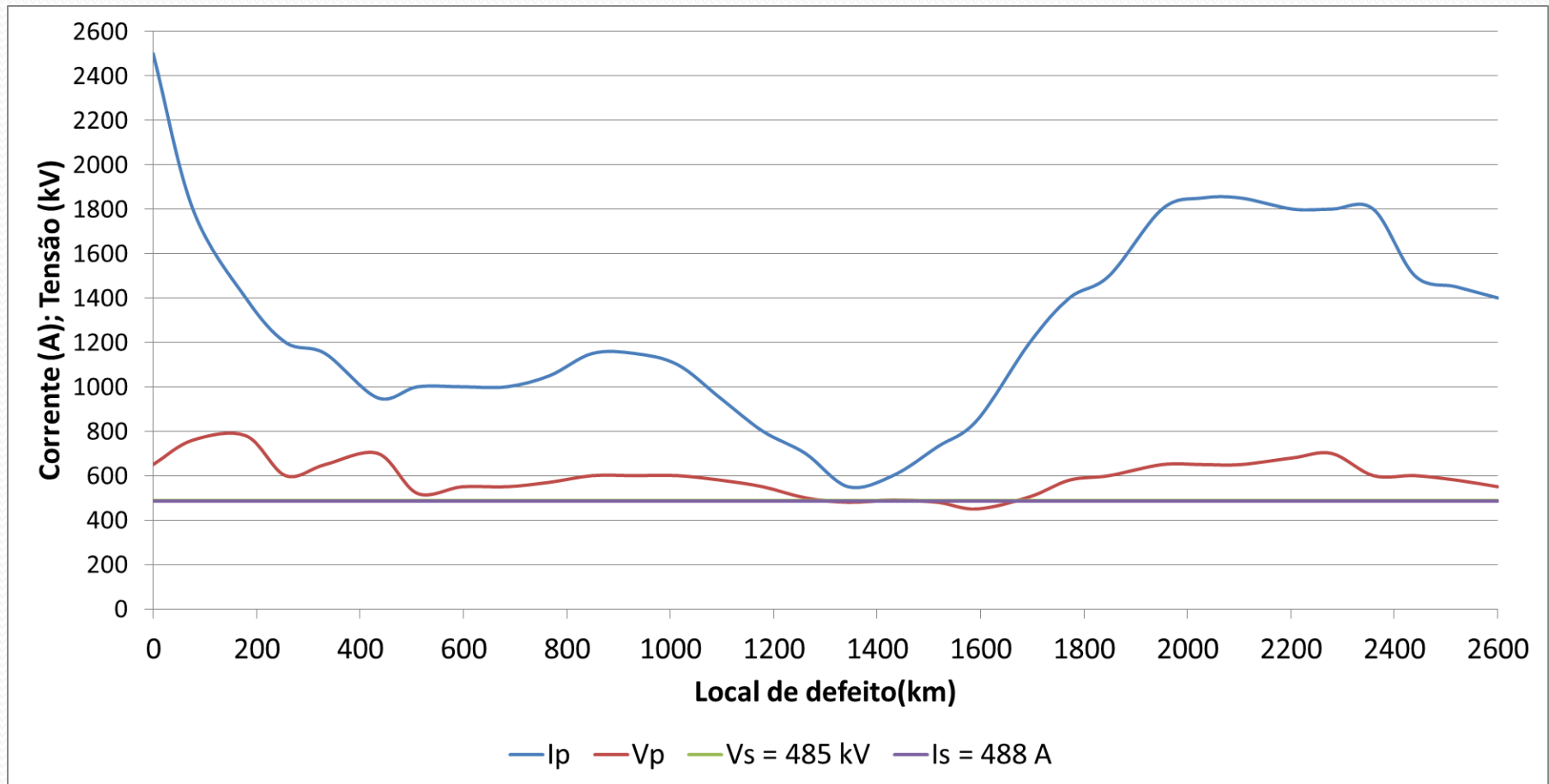


Energização Sob Falta

- No estudo de energização sob faltas foram avaliadas as mesmas grandezas que no caso da energização sem defeito no terminal da SE de Serra da Mesa;
- As faltas foram aplicadas por um tempo de 700 ms para avaliação das informações durante o transitório e em regime permanente;
- A resistência de falta utilizada foi de 20 Ohms;

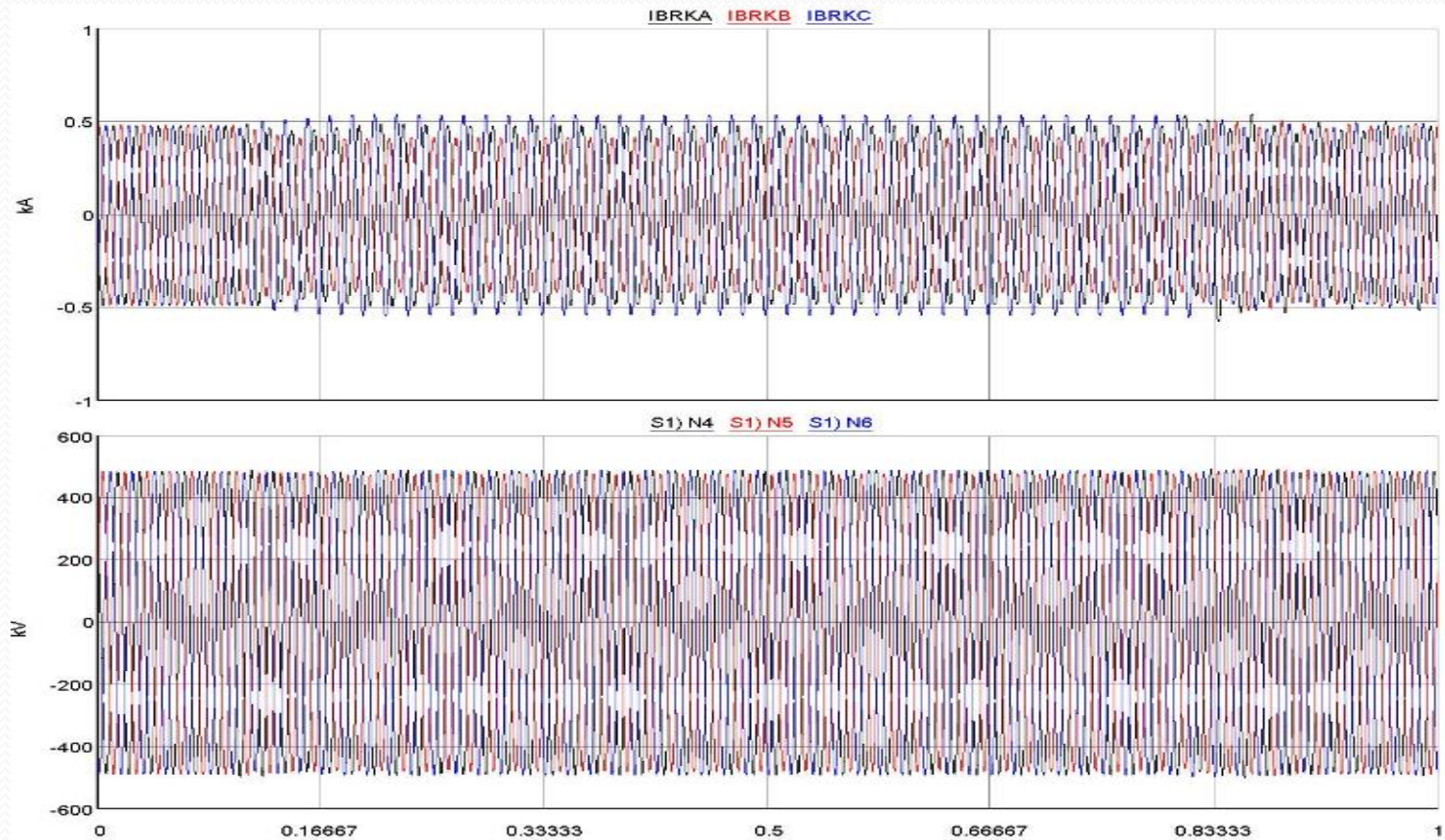
Energização Sob Falta

- Corrente e Tensão de fase na SE de Serra da Mesa:



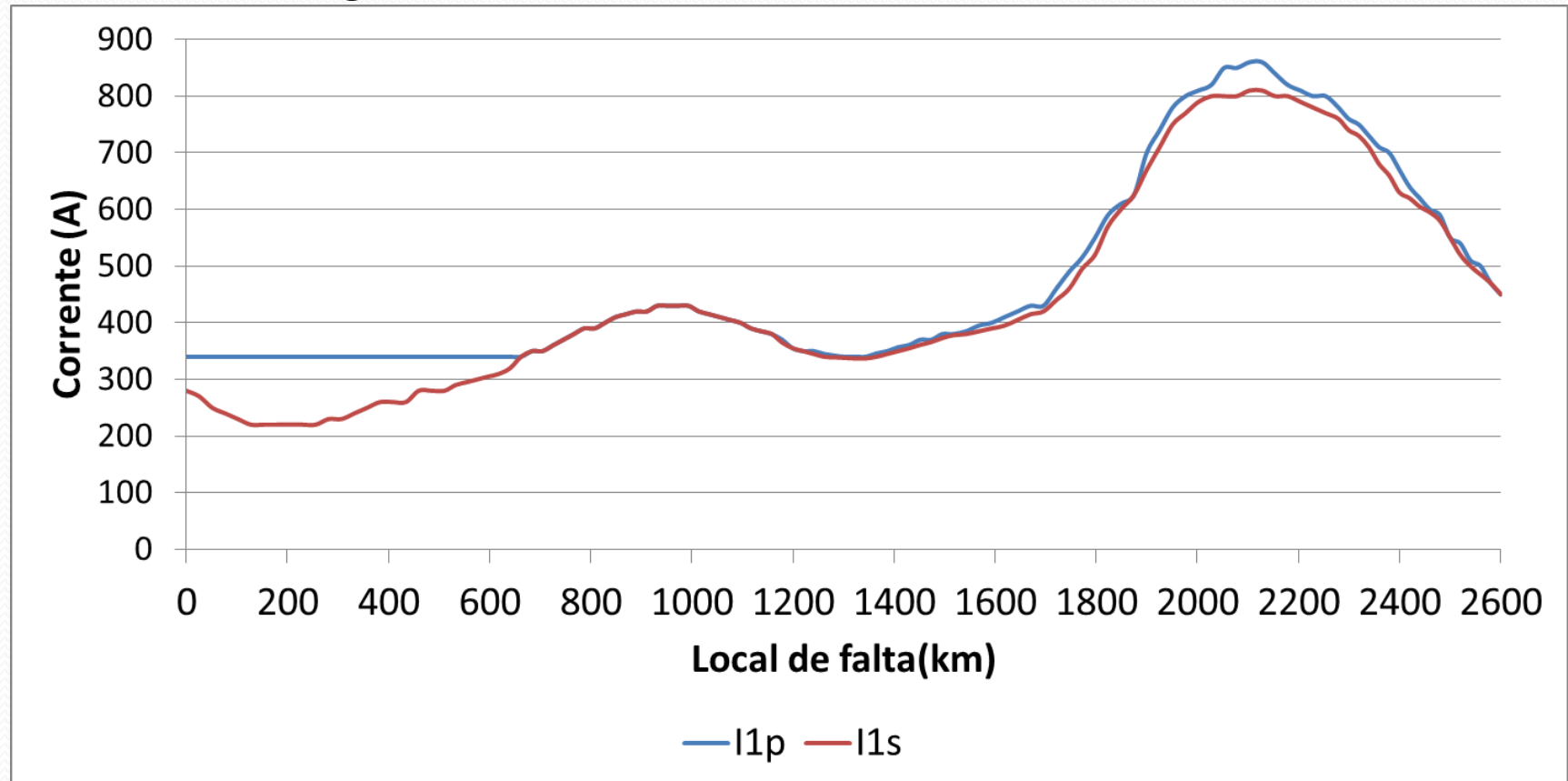
Energização Sob Falta

- Corrente e Tensão de fase na SE de Serra da Mesa para falta no km 1344 (trecho central da linha):



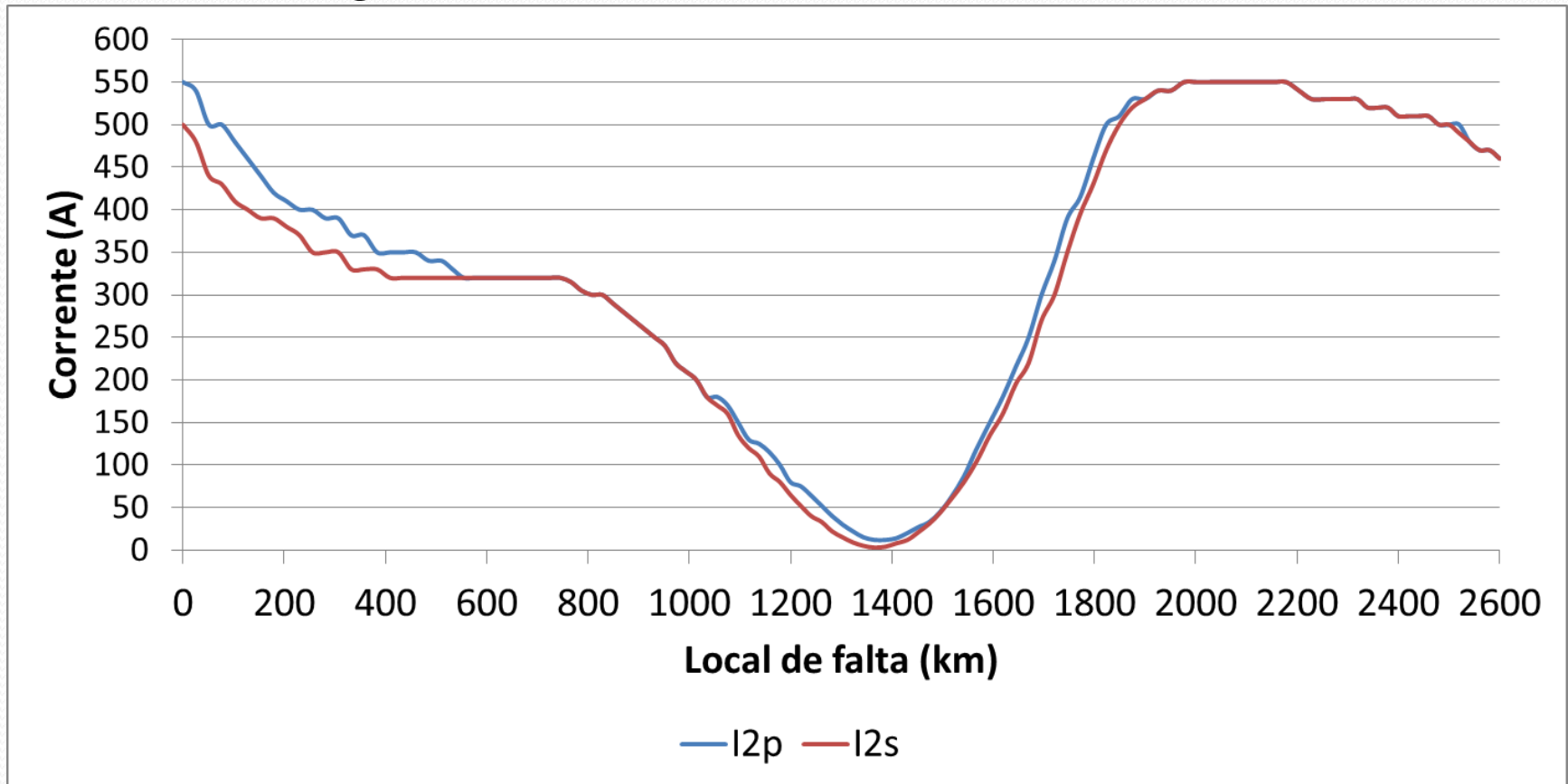
Energização Sob Falta

- Correntes de sequência positiva na SE de Serra da Mesa para faltas ao longo da linha:



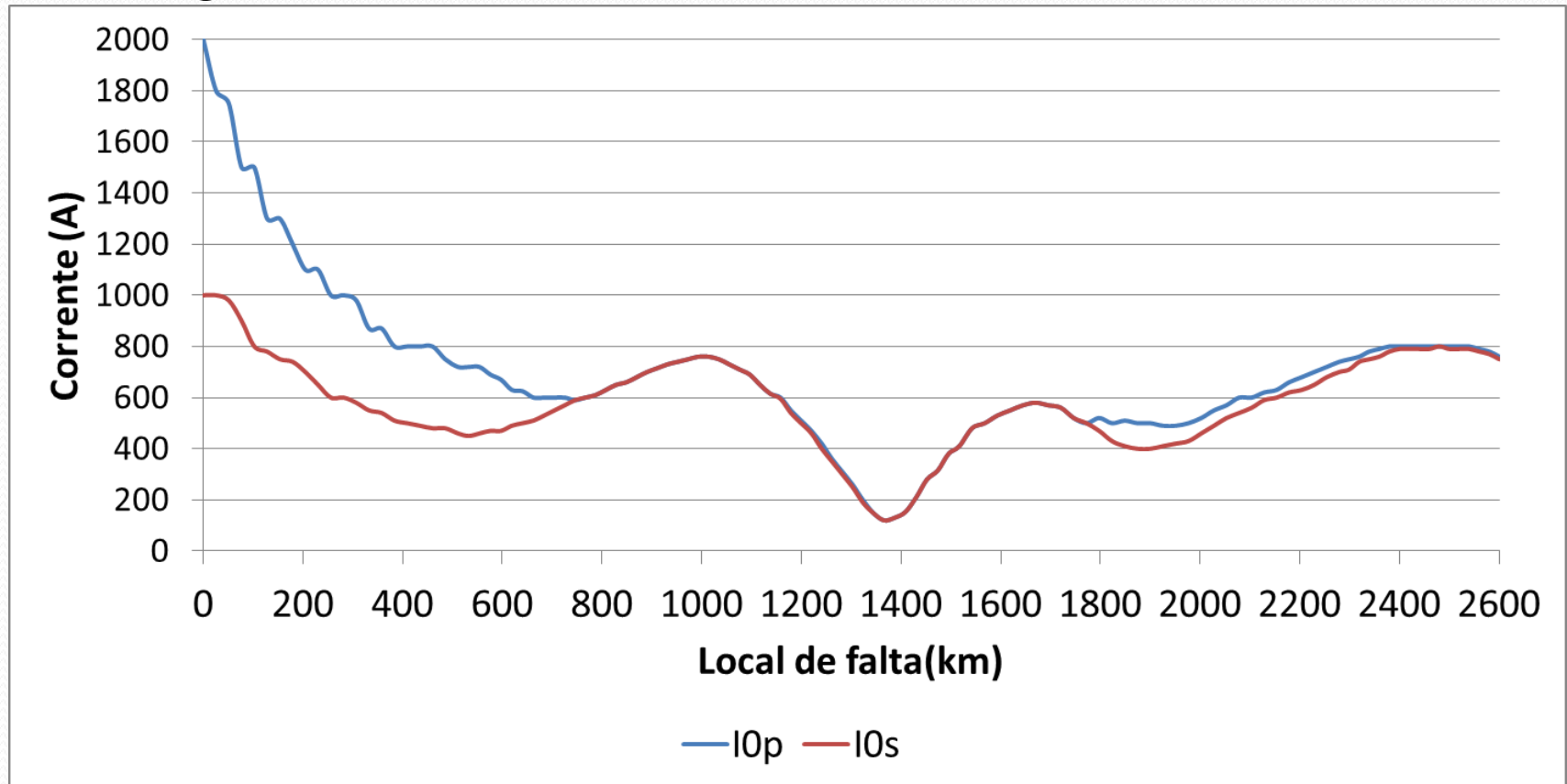
Energização Sob Falta

- Correntes de sequência negativa na SE de Serra da Mesa para faltas ao longo da linha:



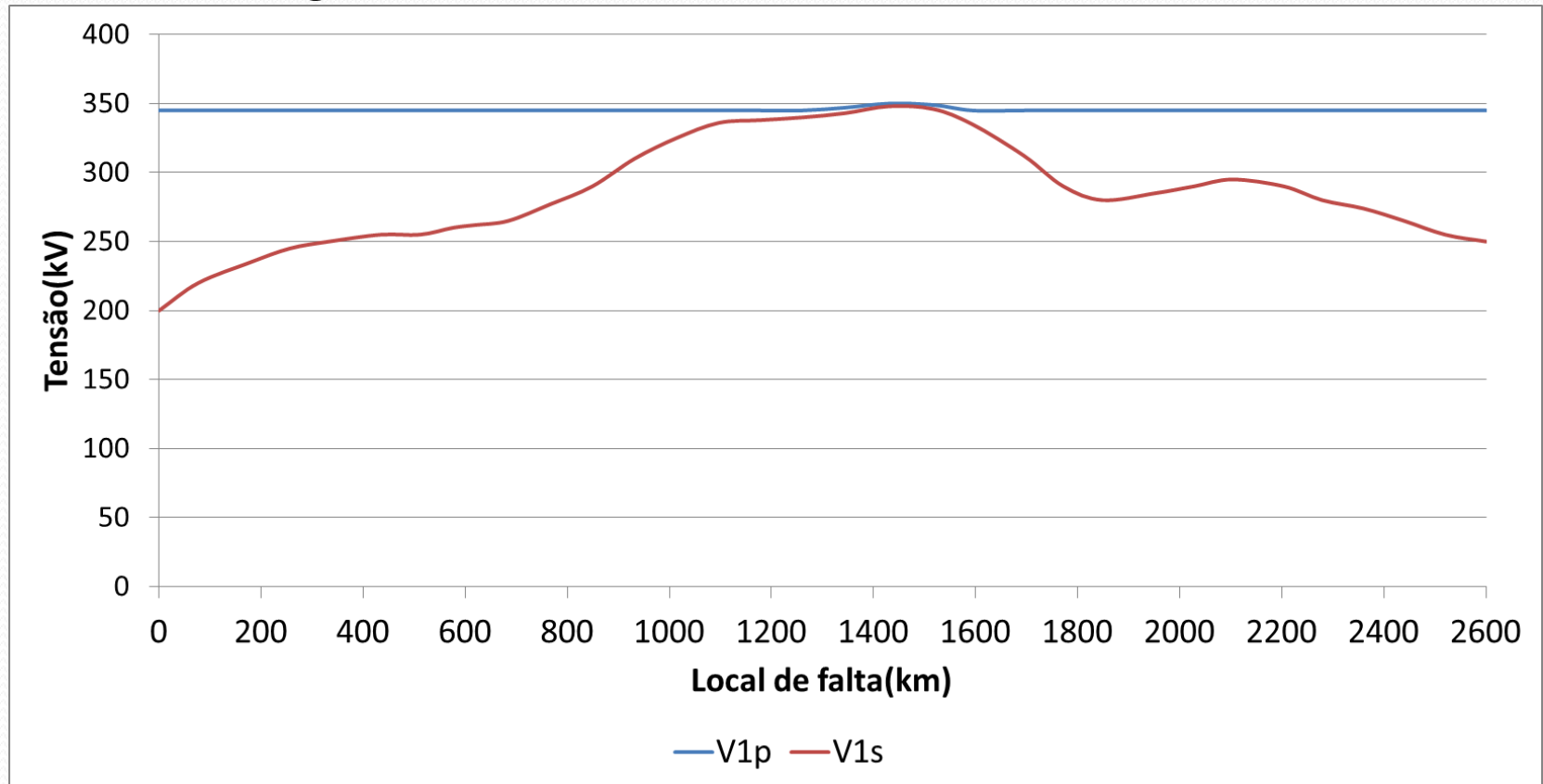
Energização Sob Falta

- Correntes de sequência zero na SE de Serra da Mesa para faltas ao longo da linha:



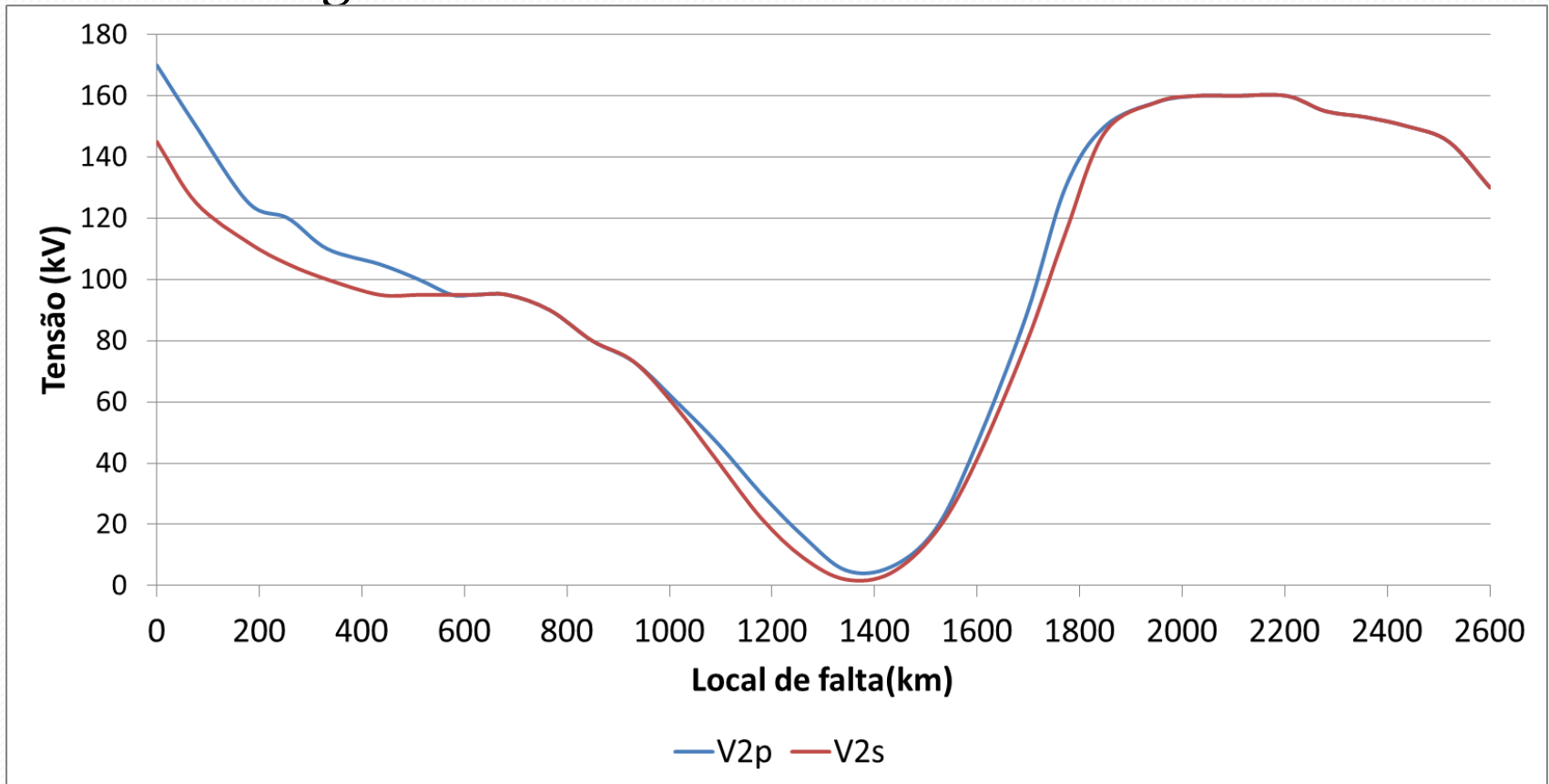
Energização Sob Falta

- Tensões de sequência positiva na SE de Serra da Mesa para faltas ao longo da linha:



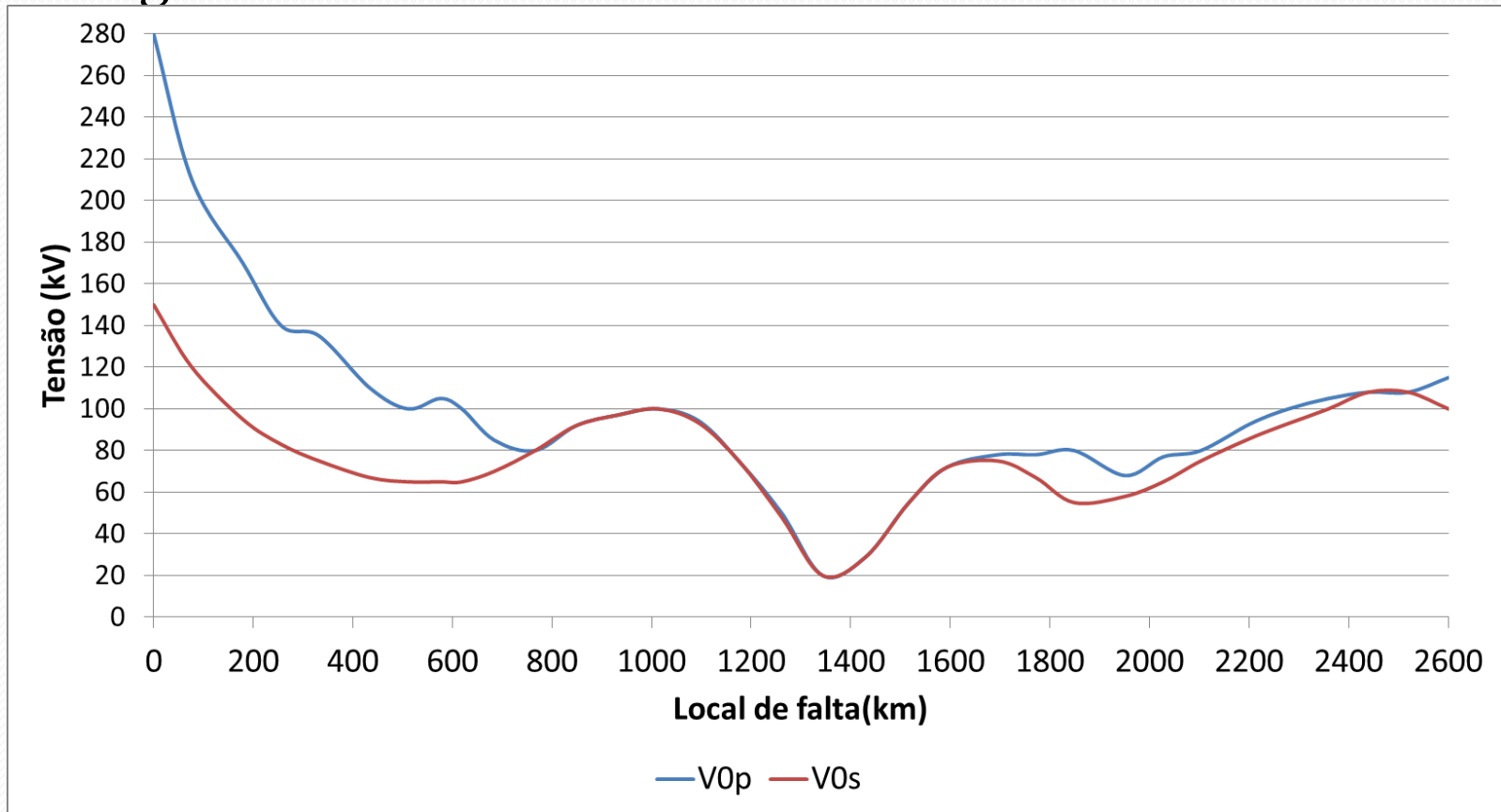
Energização Sob Falta

- Tensões de sequência negativa na SE de Serra da Mesa para faltas ao longo da linha:



Energização Sob Falta

- Tensões de sequência zero na SE de Serra da Mesa para faltas ao longo da linha:



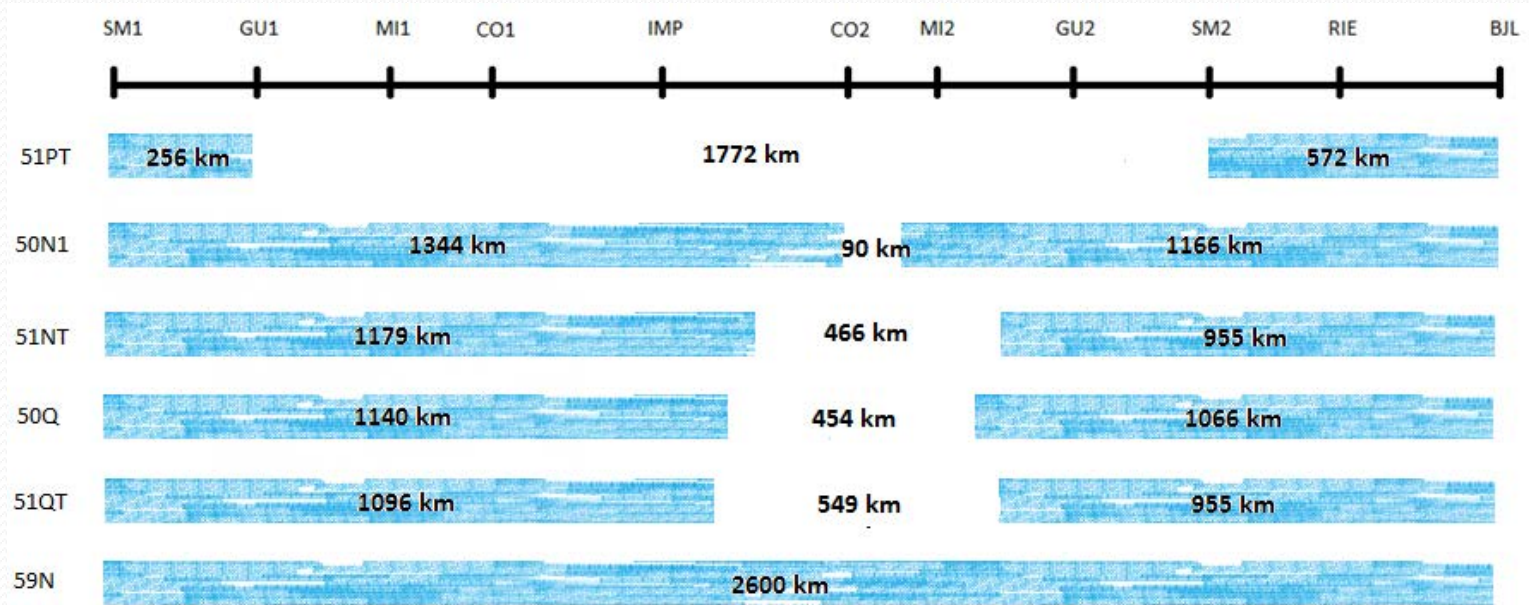
Ajuste do relé

- A partir dos estudos foram obtidos os seguintes ajustes:

	Instantâneo	Temporizado	Valor no relé (Instantâneo)	Valor no relé (Temporizado)
V_{fase}	> 495 kV	> 345 kV	> 110 V	> 76,67 V
V_1	> 480 kV	> 345 kV	> 106,67 V	> 76,67 V
V_2	> 28 kV	> 0 kV	> 6,22 V	> 0 V
V_0	> 10 kV	> 0 kV	> 2,22 V	> 0 V
I_{fase}	> 1130 A	> 343 A	> 0,377 A	> 0,114 A
I_1	> 875 A	> 343 A	> 0,292 A	> 0,114 A
I_2	> 120 A	> 0 A	> 0,04 A	> 0 A
I_0	> 12 A	> 0 A	> 0,004 A	> 0 A

Operação do relé

- Entre as funções habilitadas, as que obtiveram melhor resultado:

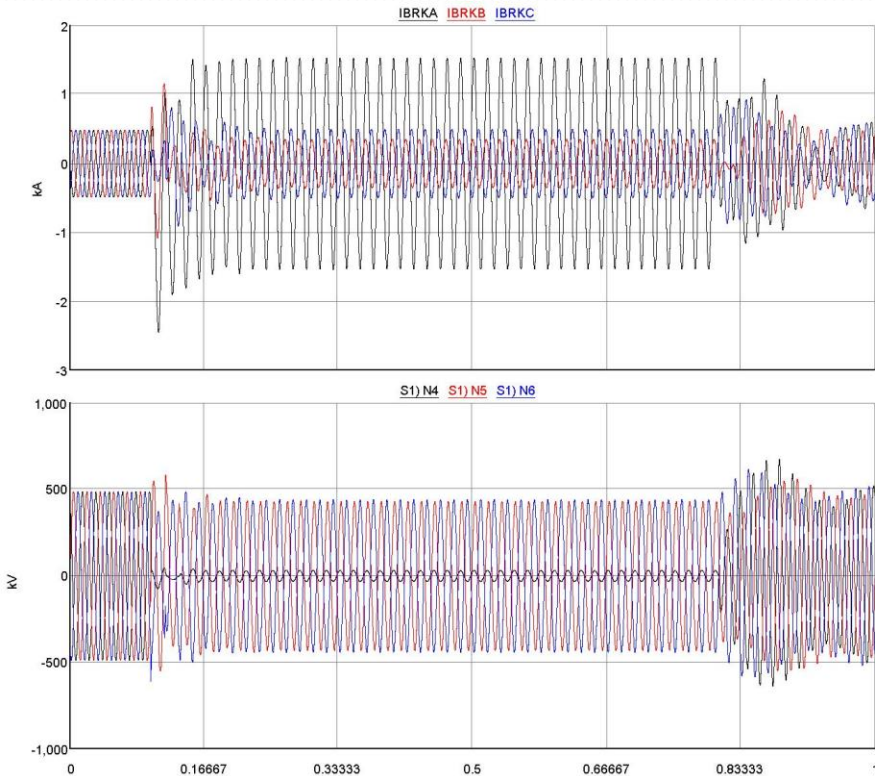


- A função 59N (Sobretensão de Sequência Zero) foi a única que identificou correntemente as faltas ao longo de toda a linha.

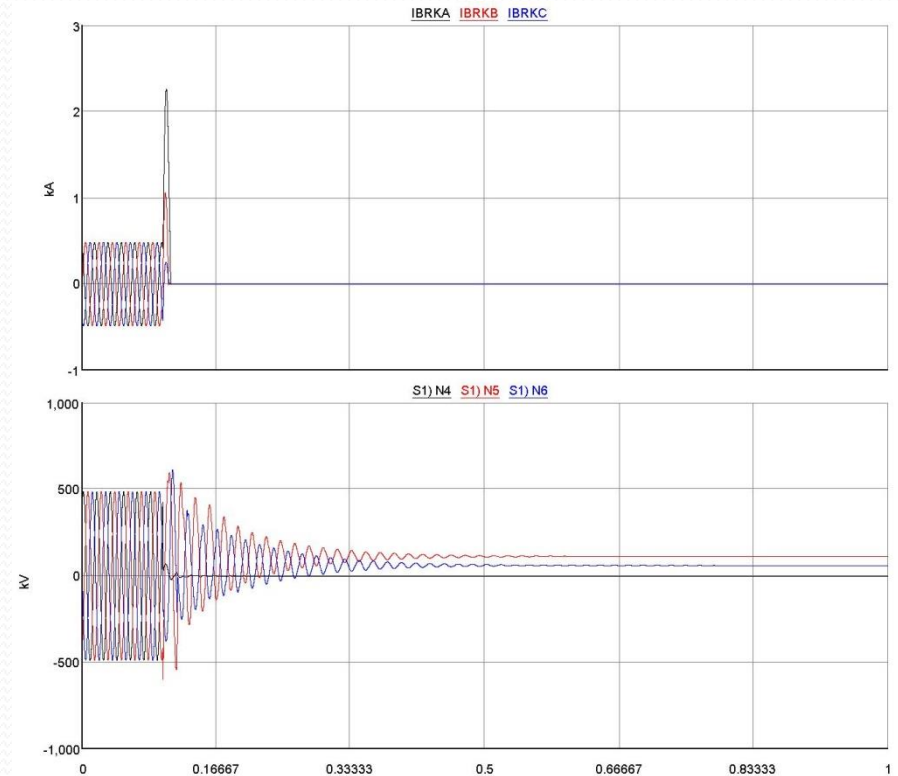
Operação do relé

- Falta aplicada no km 0 da linha:

Regime de falta



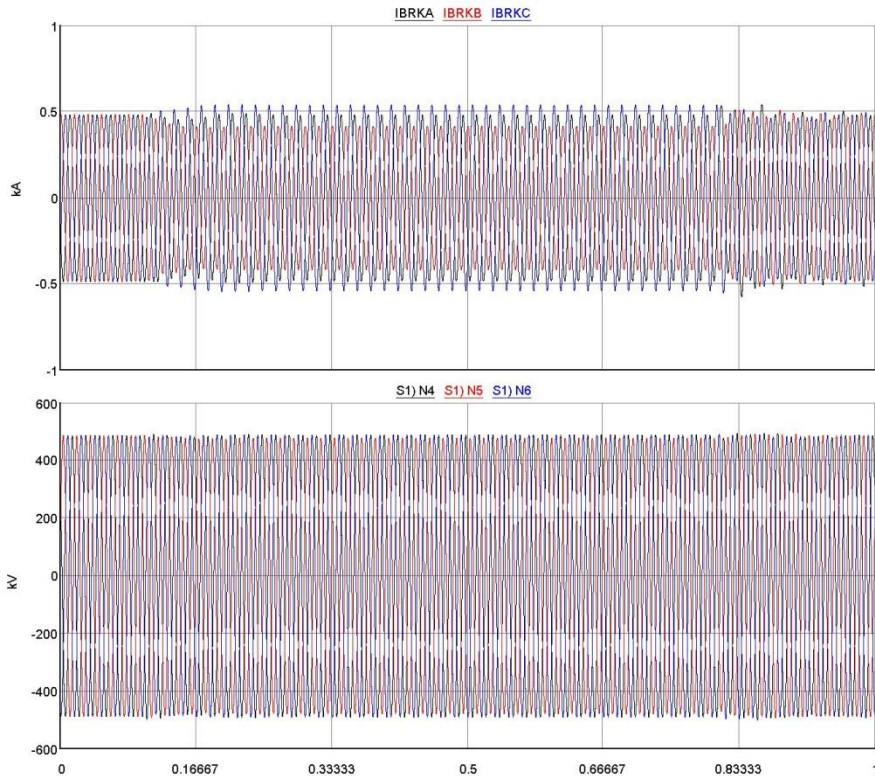
Atuação do relé



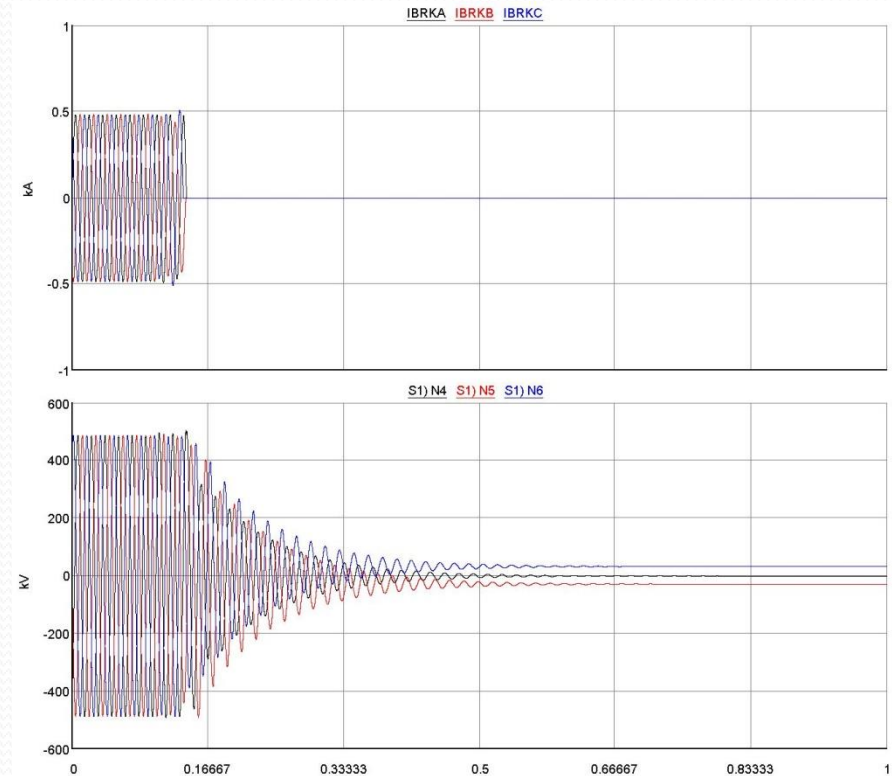
Operação do relé

- Falta aplicada no km 1344 da linha:

Regime de falta



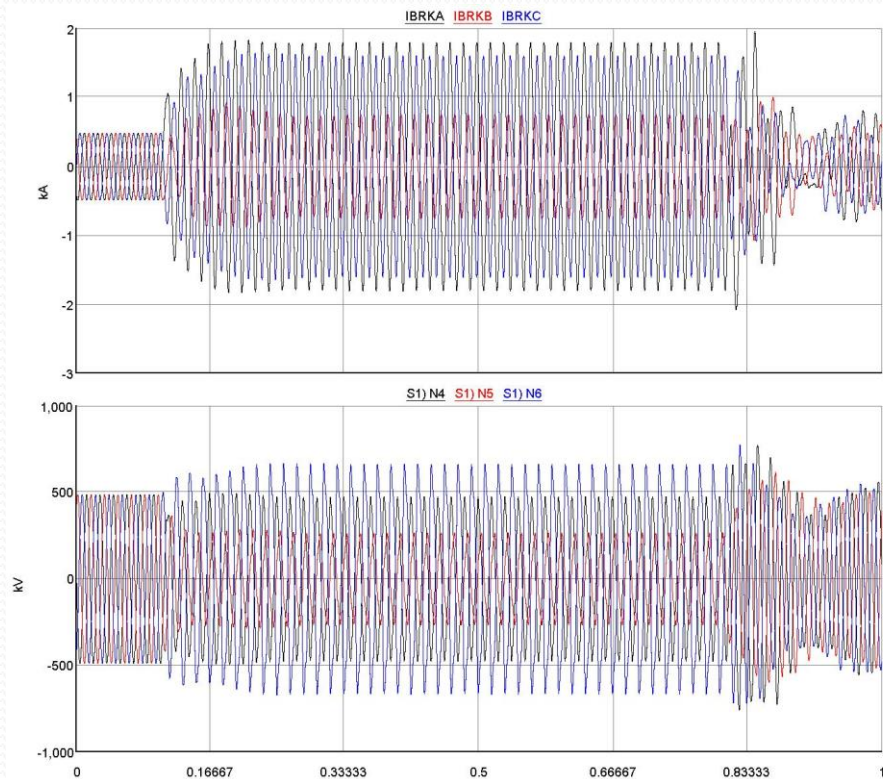
Atuação do relé



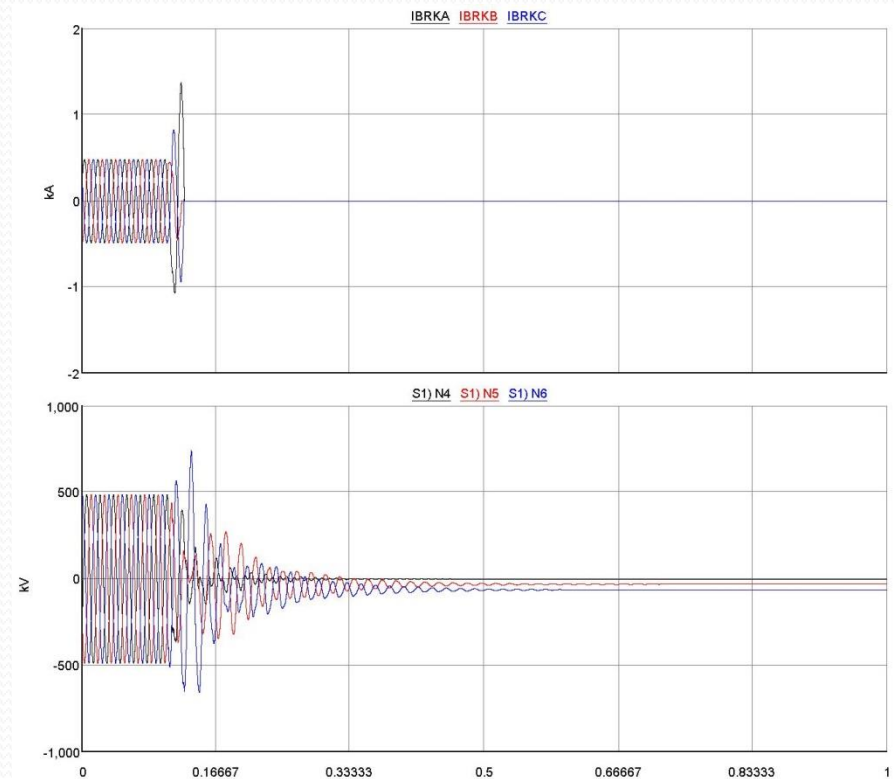
Operação do relé

- Falta aplicada no km 2028 da linha:

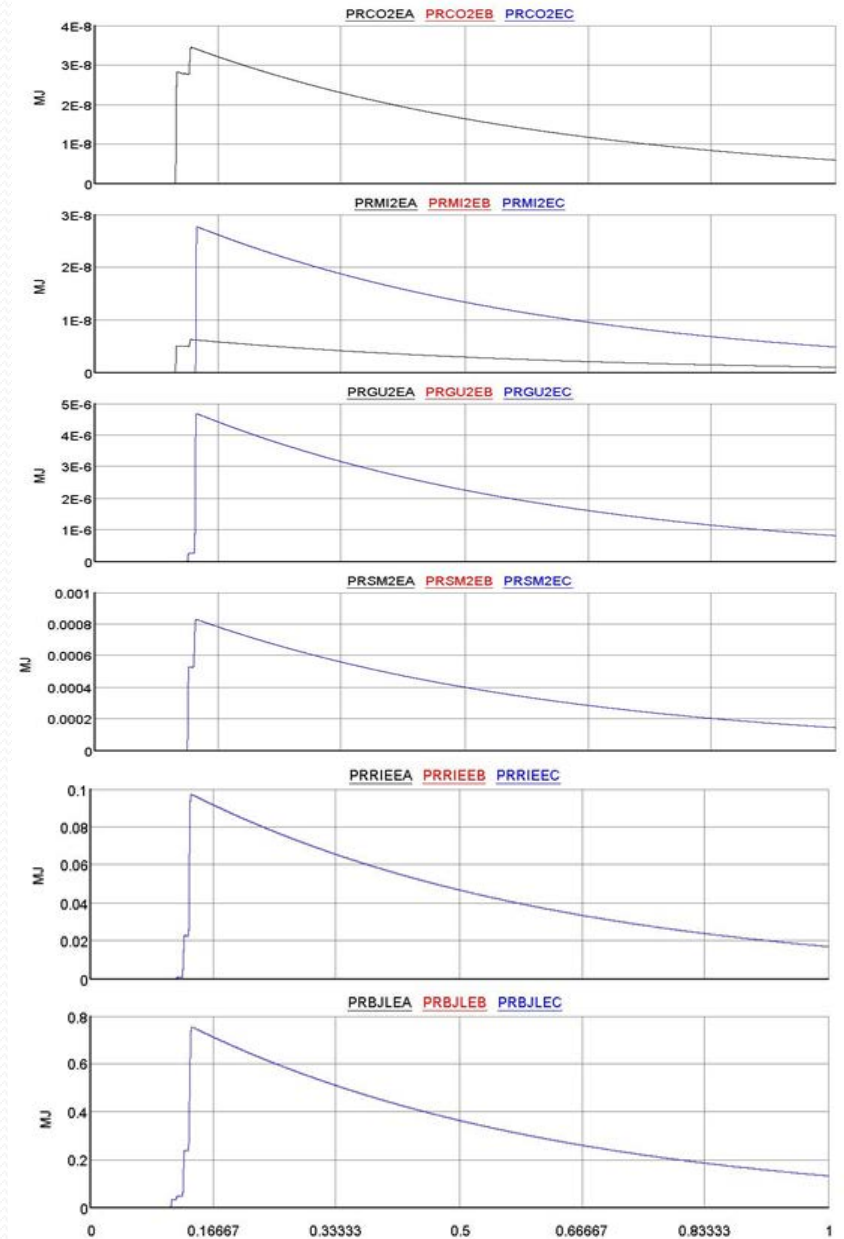
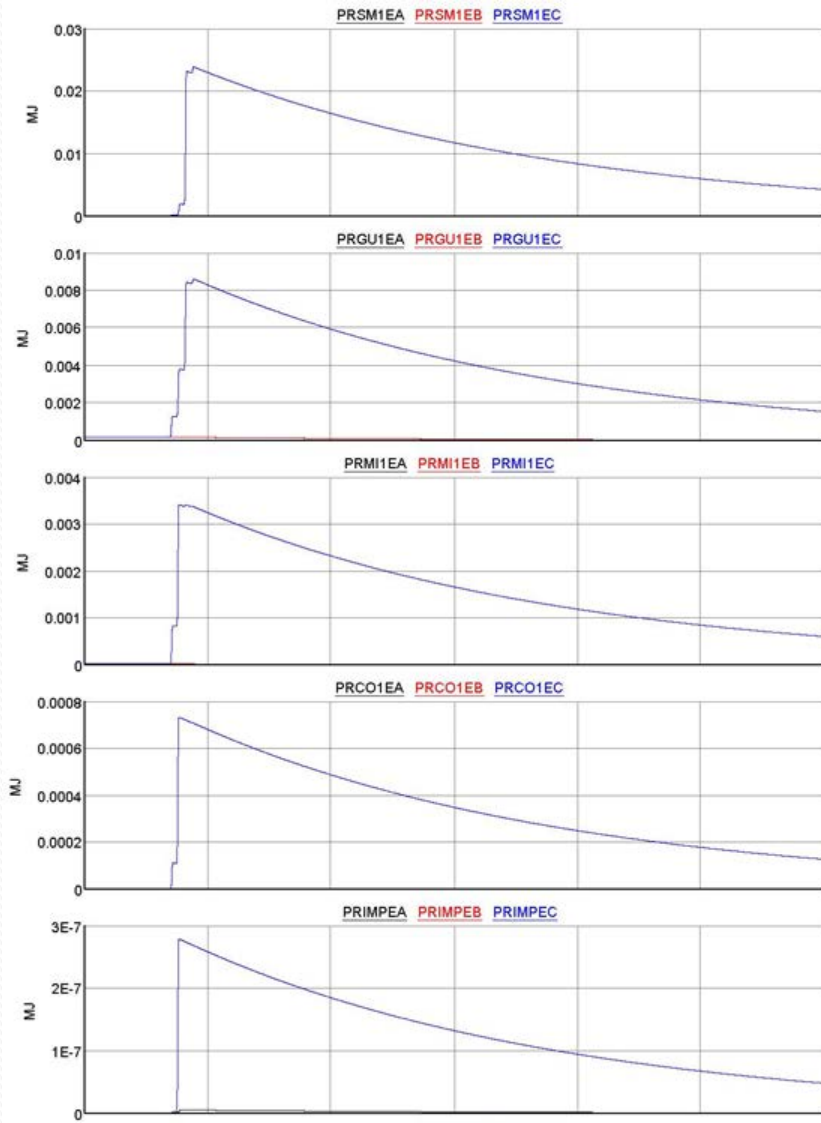
Regime de falta



Atuação do relé



Para-raios



Conclusões

- Um relé convencional localizado no terminal emissor do Elo CA Teste (SE Serra da Mesa) é capaz de identificar faltas monofásicas ocorrendo ao longo de todo o comprimento da Linha;
- A rápida atuação do relé protege além dos geradores, transformadores e linha, os para-raios conectados ao longo do Elo CA Teste, nas subestações envolvidas no ensaio;
- Essa proteção atende as finalidades do ensaio, no entanto, para a operação da linha de pouco mais de meio comprimento de onda, diferentes alternativas devem ser utilizadas.