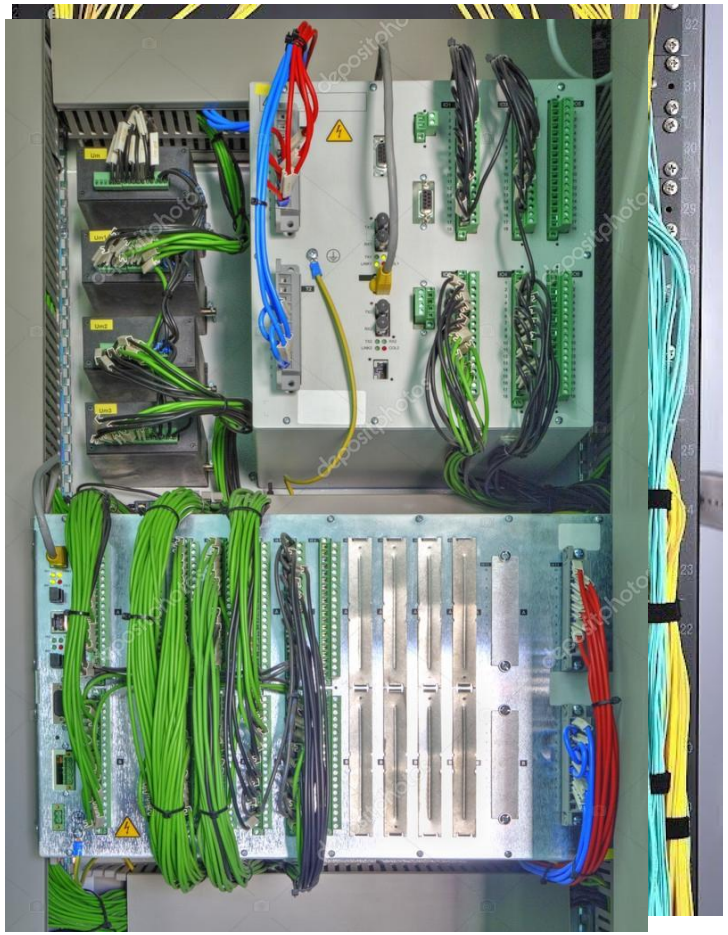
XIV STPC
SEMINÁRIO TÉCNICO DE PROTEÇÃO E CONTROLE
29 DE OUTUBRO A 1º DE NOVEMBRO DE 2018
FOZ DO IGUAÇU | PARANÁ | BRASIL
PROMOÇÃO cigré-Brasil
COORDENAÇÃO ITAIPU BINACIONAL
CONPROVE ENGENHARIA

AVALIAÇÃO DA PERFORMANCE DE UMA PROTEÇÃO DE LINHA IMPLEMENTADA COM BARRAMENTO DE PROCESSO (IEC 61850-9-2) ATRAVÉS DE ENSAIOS EM MALHA FECHADA

Paulo Sergio Pereira Jr – Conprove
Gustavo Silva Salge – Conprove
Rodolfo Cabral Bernardino - Conprove
Cristiano Moreira Martins – Conprove
Moisés Junior B. B. Davi – Conprove
Paulo Sergio Pereira – Conprove
Gustavo Espinha L. – Conprove

Est

Rede?
Ethernet?
Fibra
Optica?



Resumo

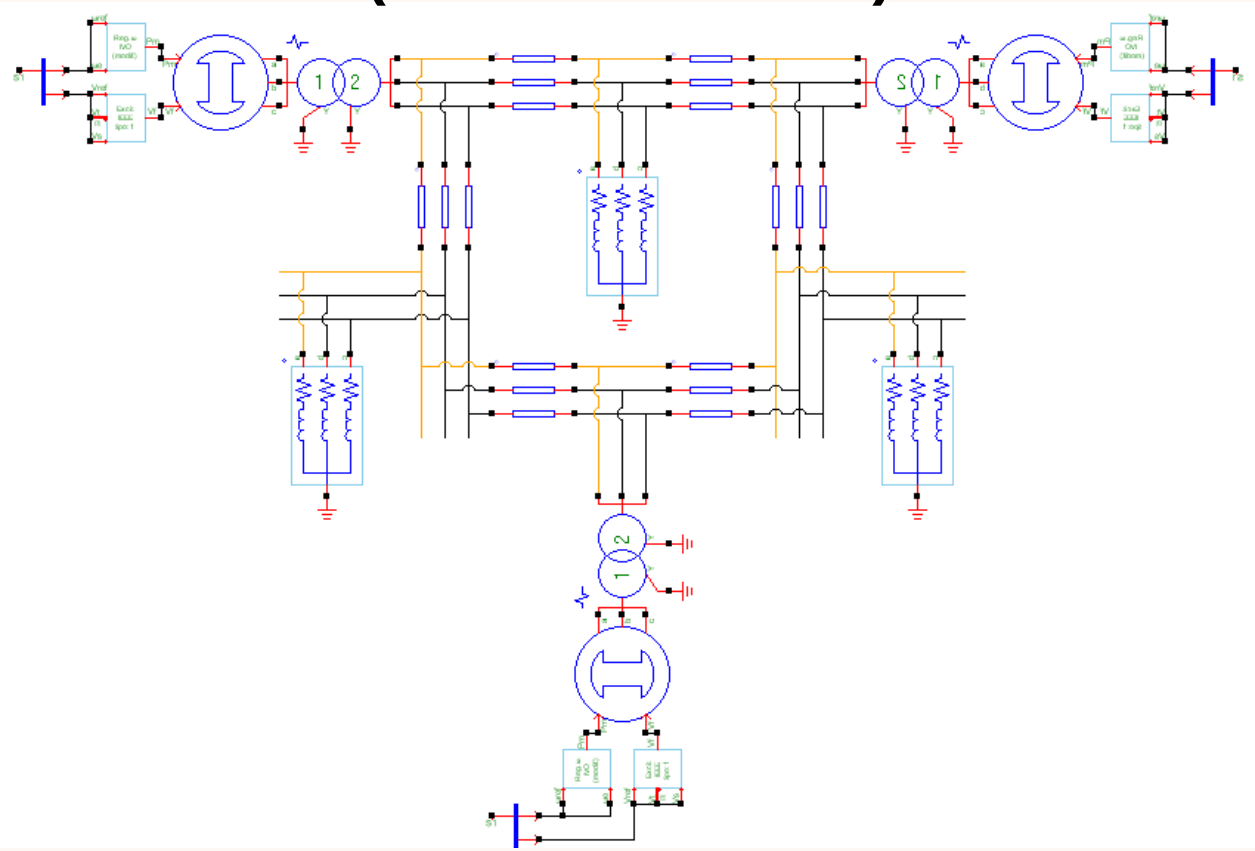
- Este objetiva apresentar uma **experiência do barramento de processo** na implementação da função **87L**.
- Ensaios foram realizados em **malha fechada** através de uma ferramenta nacional com características operativas **equivalentes aos simuladores em tempo real**, possibilitando a **avaliação dinâmica** da proteção.
- Foram **comparadas as performances** do sistema **tradicional** de cabeamento rígido com o ambiente da **IEC 61850**, **centenas** de casos foram injetados.

Introdução

- IEC 61850 já é uma **realidade**
- **Cliente-Servidor** (MMS) e **GOOSE** já **consagrados**
- **Process Bus** é o **próximo desafio**
- **Padronização**, **Segurança**, **Economia** e **Simplicidade**
- Modernos **IEDs** -> Comunicação + **Novos Algoritmos Proteção**
- **Avaliação** -> Testes **Dinâmicos**
- **Malha Aberta** / Malha **Fechada**
- Método **Iterativo**

Malha Fechada x Tempo Real

Modelagem do Sistema (Ambiente Virtual)



SAÍDAS ANALÓGICAS

[V[tV leel]ω]

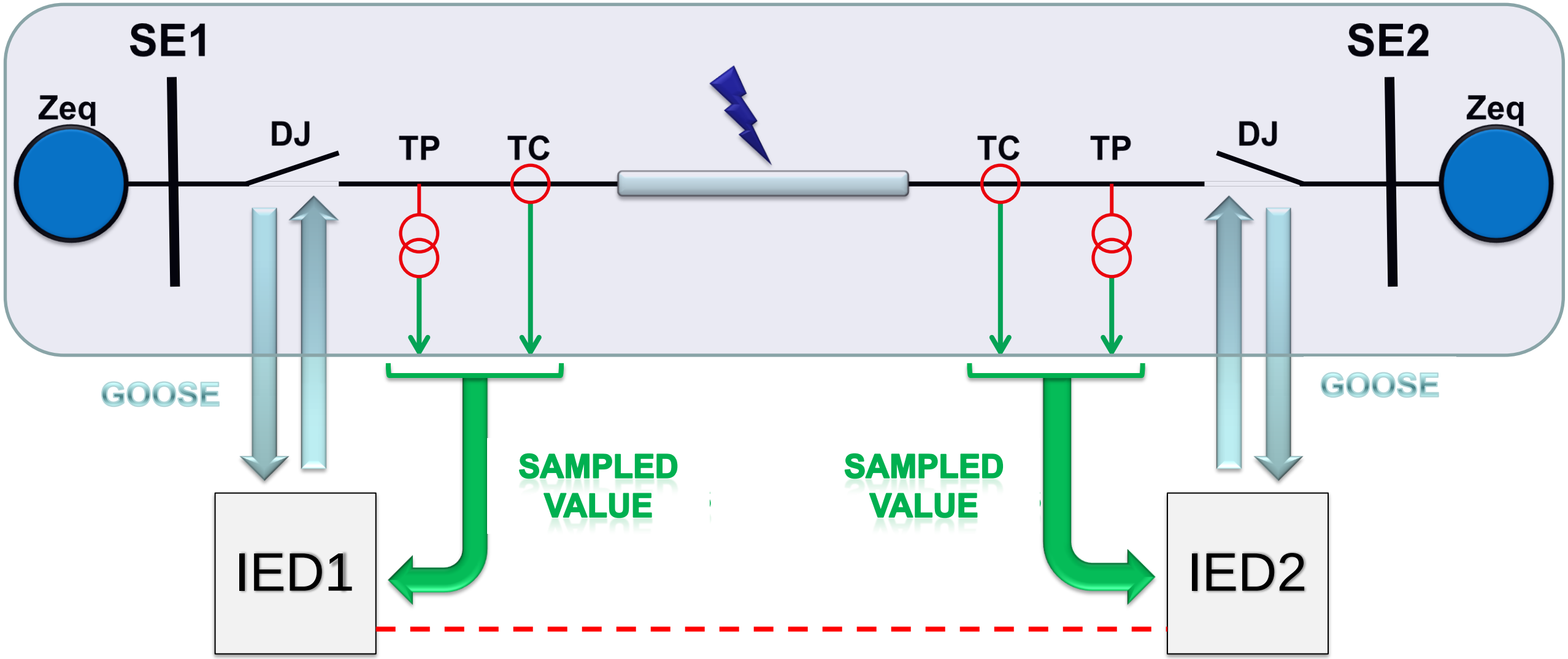
ENTRADAS ANALÓGICAS

[TRIP]

Dispositivos sob Testes (Ambiente Real)

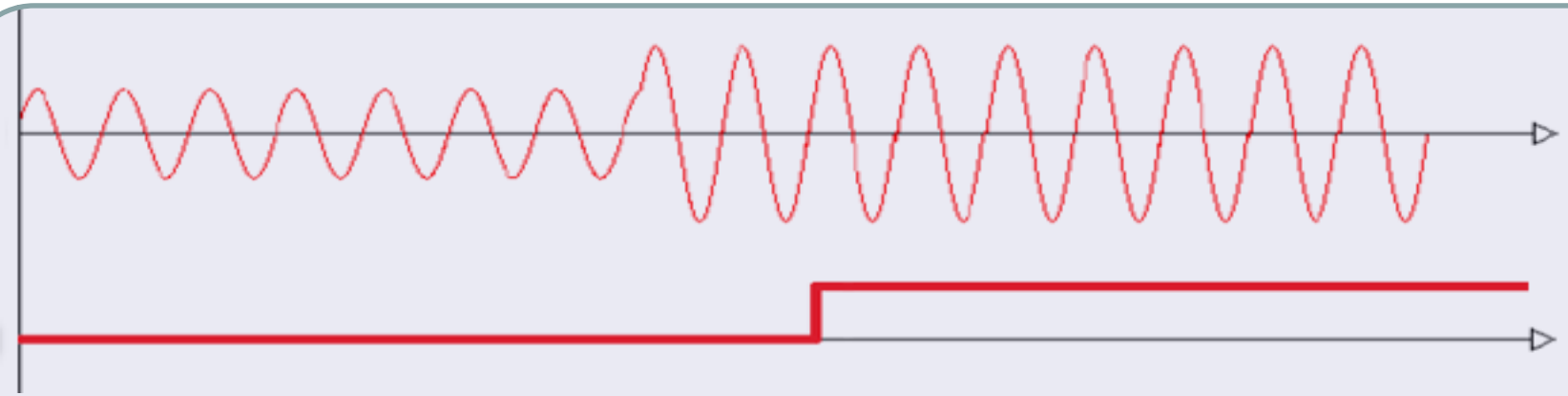
IED's de Proteção

Ferramenta de Teste



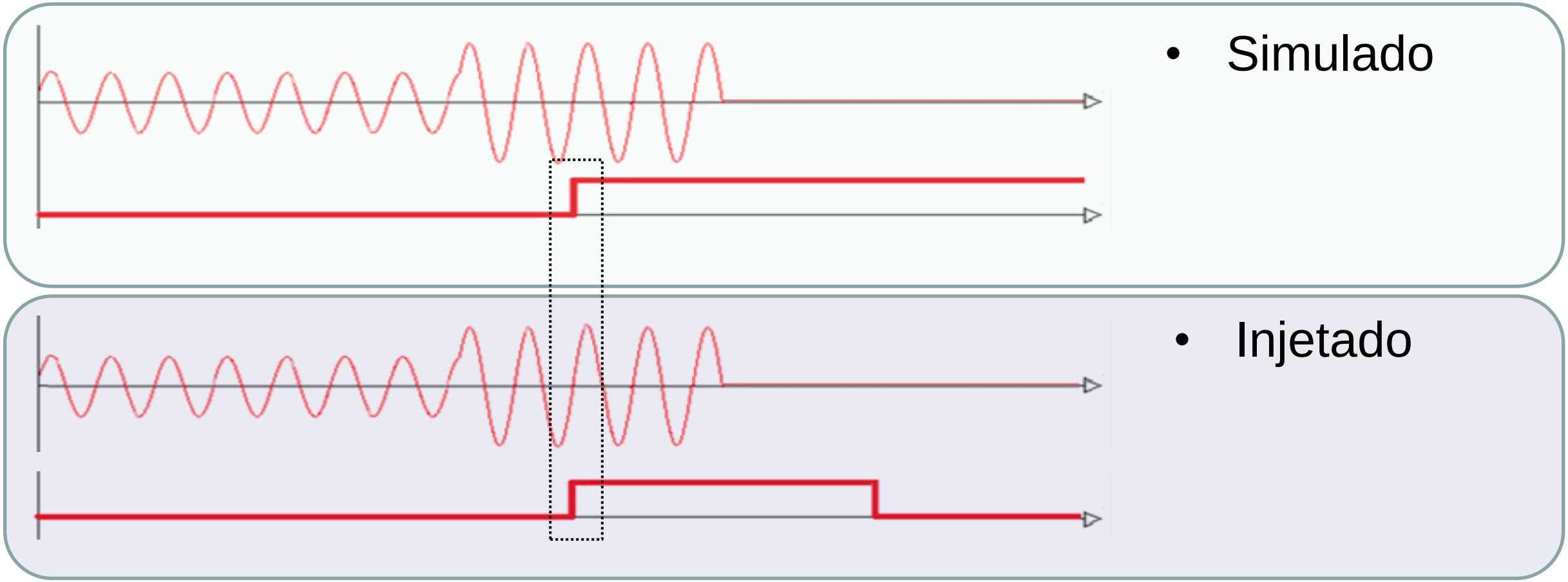
Processo Iterativo

- Simulado



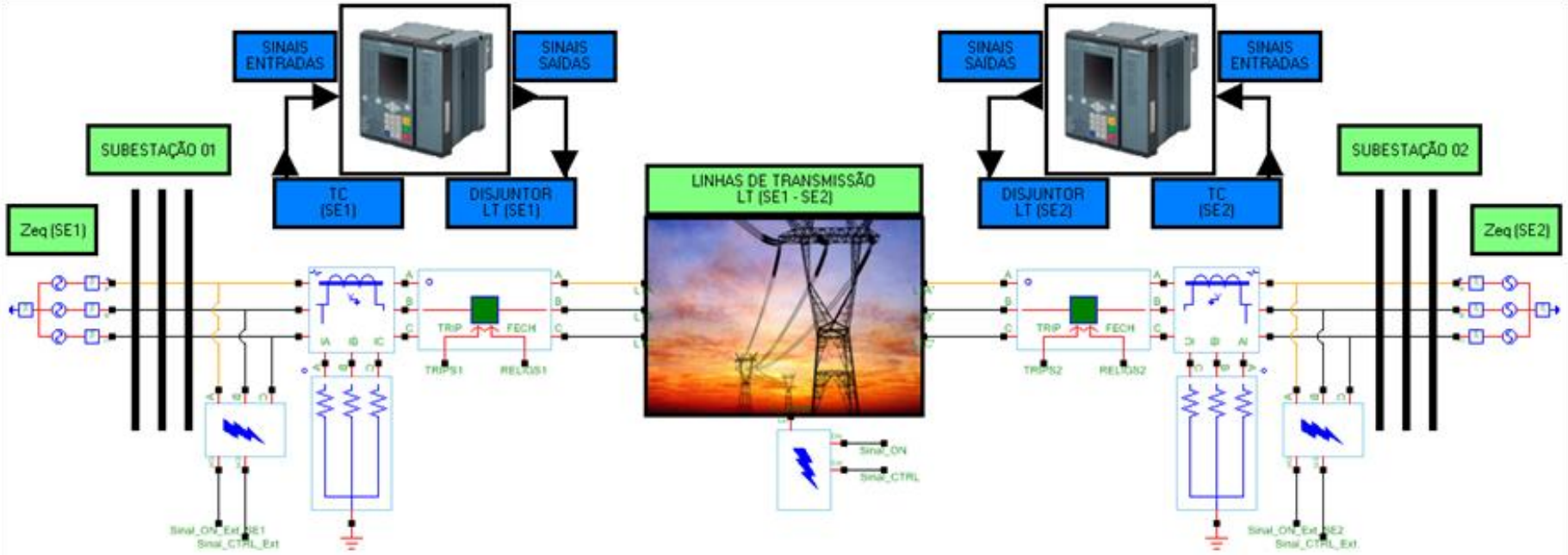
- Injetado
- Resposta

Processo Iterativo

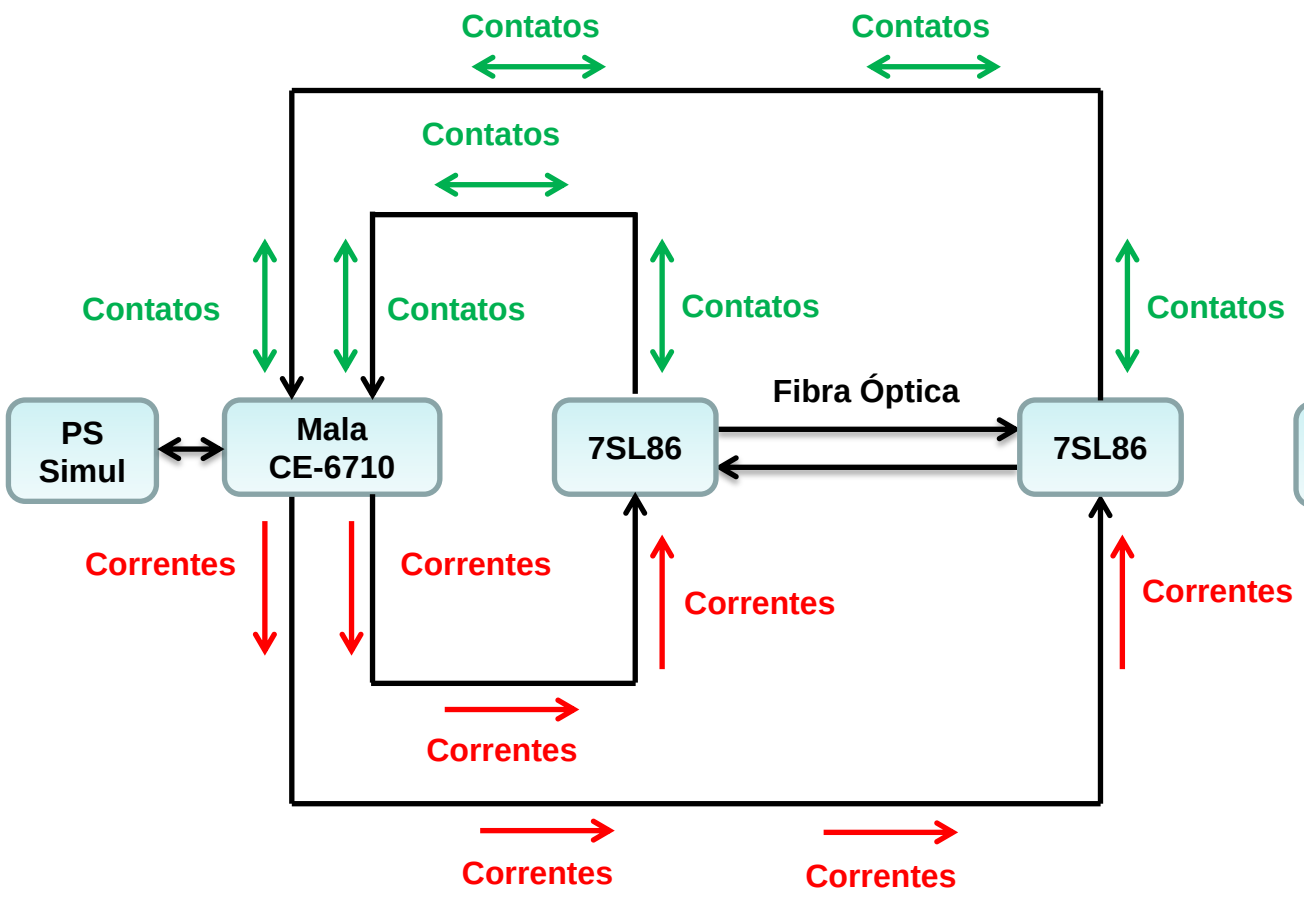


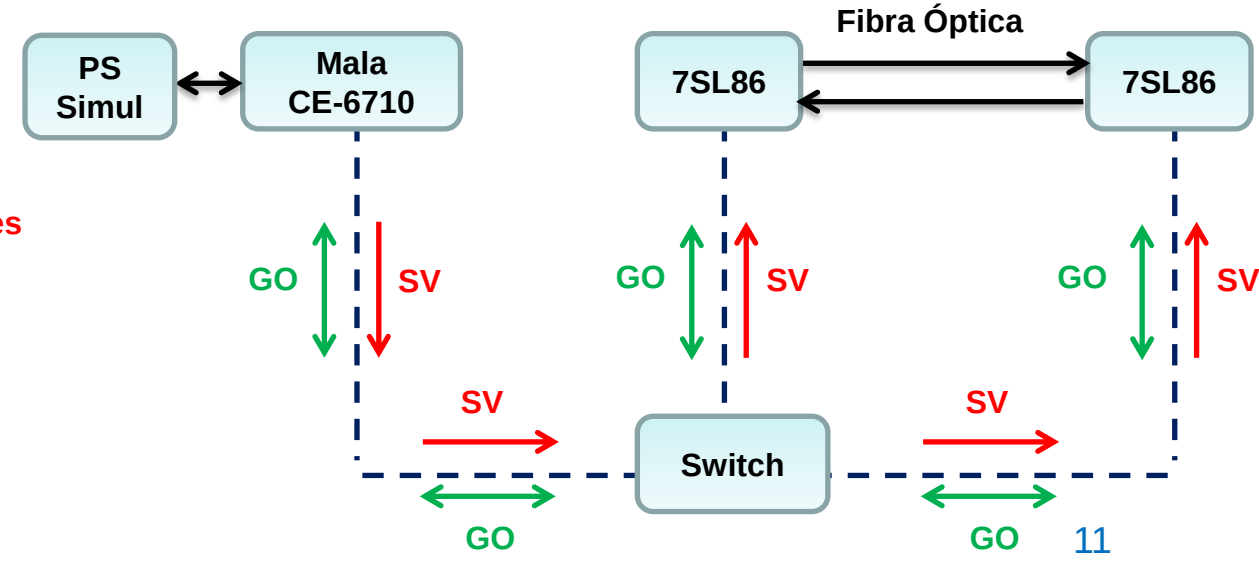
Estudo de Casos

- Ambiente (Convencional e IEC 61850)
- 500 KV, Rede Básica, Proteção de Linha 87L
- 260 casos divididos em 10 Grupos Tradicionais



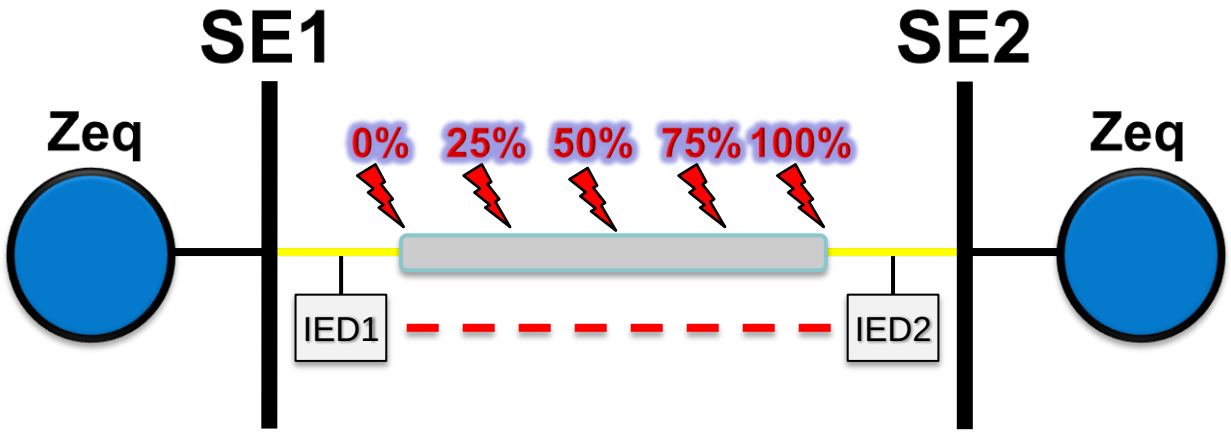
Estudo de Casos





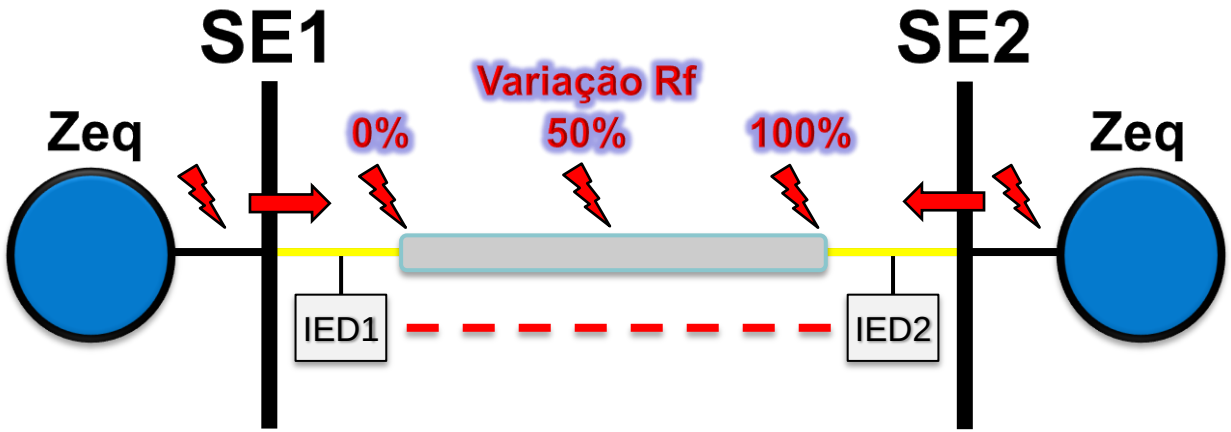
Estudo de Caso

50	Faltas **internas** com ângulo de incidência de 0° e 90° e **religamento tripolar com e sem sucesso.** Faltas FT, FF, FFT, FFF e FFFT a 0%, 25%, 50%, 75% e 100% de SE1-SE2.
50	Faltas **internas evolutivas (após 1 ciclo)** com ângulo de incidência de 0° e 90° e **religamento tripolar com e sem sucesso.** Faltas a 0%, 25%, 50%, 75% e 100% de SE1-SE2. **FT (500ms) e FFT (516ms).**



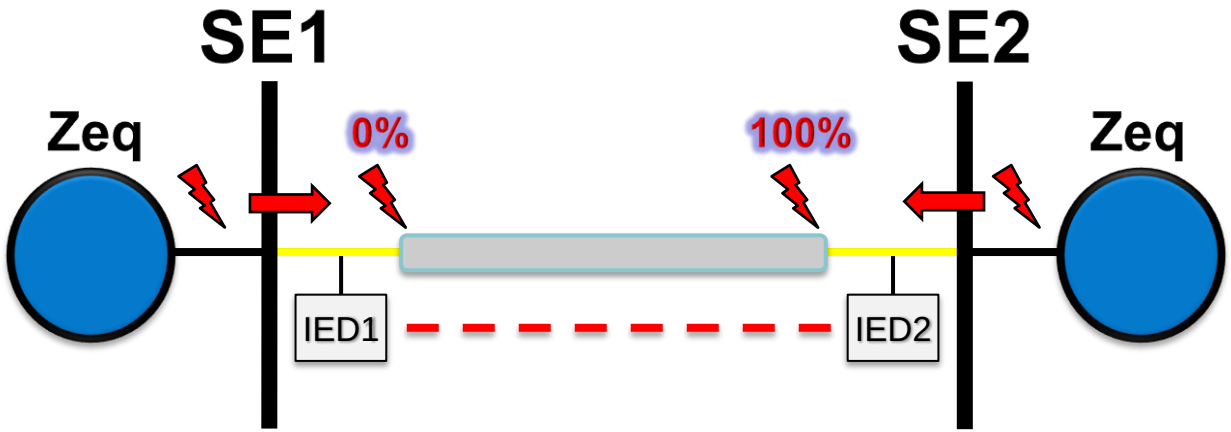
Estudo de Caso

30	Faltas **internas com variação da resistência de falta**, a **50%**, para verificar a **influência na atuação** da proteção. Faltas **FT, FFT e FFFT** com ângulos de 0° e 90°, variando a resistência de falta de **5 Ω a 200 Ω**. Religamento com sucesso.
10	Faltas **externas FT e FFT em SE1 e SE2**, com ângulos de 0° e 90°, verificando a **não atuação** da proteção.
10	Faltas **externas FT e FFT em SE1 e SE2** , seguidas de **faltas internas (após 6 ciclos)**, com ângulos de 0° e 90°, verificando **religamento com sucesso**. Faltas **FT, FF, FFT, FFF e FFFT**.



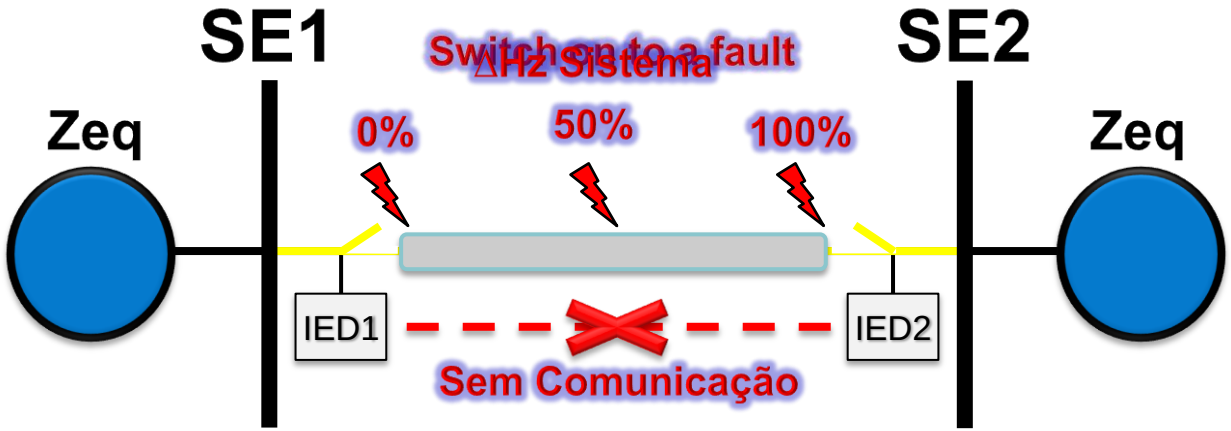
Estudo de Caso

40	Faltas **externas FT e FFT com saturação em SE1 e SE2**, com ângulos de 0° e 90°, verificando a **não atuação** da proteção. Fora utilizados diferentes valores de **resistência de burden** visando provocar saturações leves e pesadas.
40	Faltas **externas FT e FFT com saturação em SE1 e SE2** , seguidas de **faltas internas (após 6 ciclos)**, com ângulos de 0° e 90°. Verificar o **religamento tripolar sem sucesso.** Faltas internas **FT, FF, FFT, FFF e FFFT** com diferentes valores da **resistência de burden.**



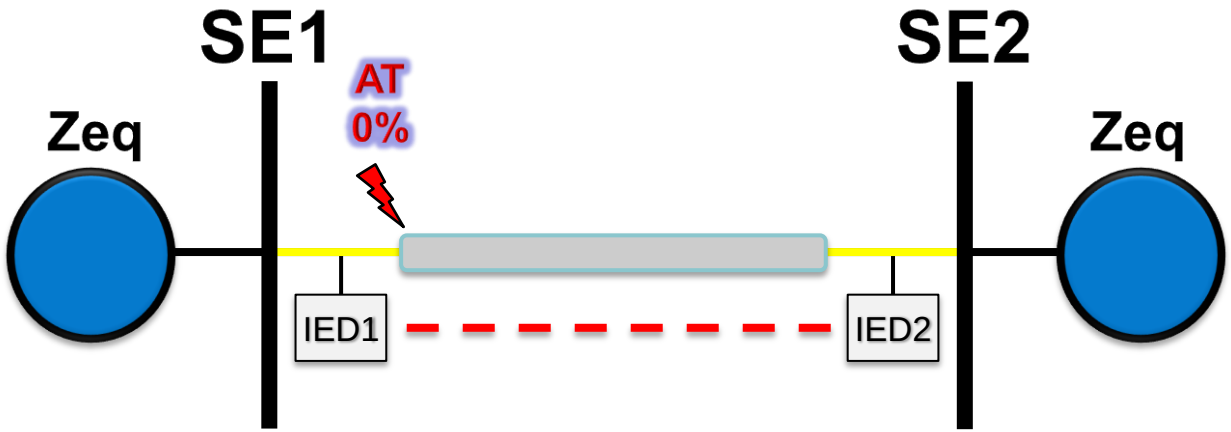
Estudo de Caso

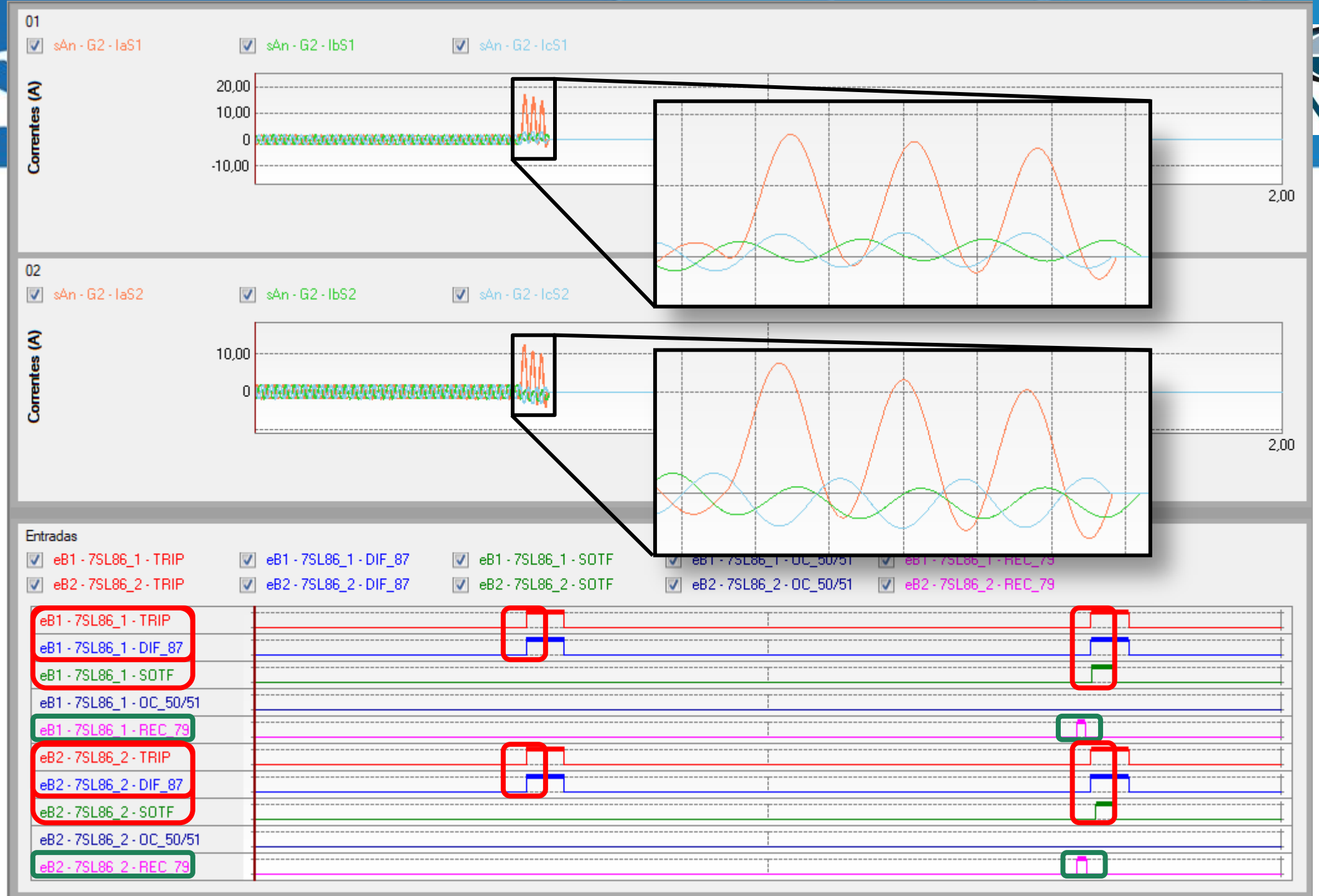
12	Faltas internas na condição **"switch on to fault"**, com ângulos de 0° e 90°. • SOTF **terminal** da **SE1**: 0% e 100% de SE1 (FT, FFF e FFFT). • SOTF **terminal** da **SE2**: 0% e 100% de SE1 (FT, FFF e FFFT).
10	Verificar a resposta do relé para **sub e sobrefrequências (57 Hz e 72 Hz).** Faltas **FT, FF, FFT, FFF e FFFT** internas a **50%** com ângulo de 0° e 90°. **Religamento sem sucesso.**
8	Faltas **sem comunicação (falha de comunicação) FFFT**, externas SE1 e SE2 e internas nas posições 0% e 100%, com ângulo de 0° e 90°. **Religamento sem sucesso.**



Comparações

- Comportamento **OK**
- Repetibilidade = **20x**
  - Detalhamento do Caso:
    - **AT** a **0%**, Ang Incidência **0º**, Religamento **sem sucesso**




01
sAn - G2 - IaS1
sAn - G2 - IbS1
sAn - G2 - IcS1
Correntes (A)
20,00
10,00
0
-10,00
2,00
02
sAn - G2 - IaS2
sAn - G2 - IbS2
sAn - G2 - IcS2
Correntes (A)
10,00
0
2,00
Entradas
eB1 - 7SL86_1 - TRIP
eB1 - 7SL86_1 - DIF_87
eB1 - 7SL86_1 - SOTF
eB1 - 7SL86_1 - OC_50/51
eB1 - 7SL86_1 - REC_79
eB2 - 7SL86_2 - TRIP
eB2 - 7SL86_2 - DIF_87
eB2 - 7SL86_2 - SOTF
eB2 - 7SL86_2 - OC_50/51
eB2 - 7SL86_2 - REC_79

Comparação de Tempo

SINAL \ SISTEMA		ANALÓGICO				PROCESS BUS				Δ TMéd.
		Tmín.	*TMéd.*	*Tmáx.*	*σ*	*Tmín.*	*TMéd.*	*Tmáx.*	*σ*	
TRIP (7SL86_1)	AR	11,800	**14,182**	17,250	1,59	11,350	**13,707**	15,450	1,36	**0,475**
	DR	12,450	**16,480**	20,800	2,64	11,400	**14,885**	19,900	2,61	**1,595**
REC_79 (7SL86_1)	-	1032,4	**1035,6**	1039,9	2,25	1027,6	**1033,1**	1043,9	6,04	2,500
SOTF (7SL86_1)	AR	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	DR	14,200	**20,100**	26,200	2,88	11,650	**17,310**	27,950	3,66	2,790
TRIP (7SL86_2)	AR	12,600	**14,540**	17,600	1,54	10,900	**13,707**	16,000	1,49	**0,833**
	DR	13,100	**17,157**	23,150	3,38	11,800	**15,960**	22,250	2,92	**1,197**
REC_79 (7SL86_2)	-	1031,3	**1033,1**	1035,2	1,16	1028,1	**1031,7**	1040,6	3,33	1,400
SOTF (7SL86_2)	AR	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	DR	15,750	**22,950**	29,950	4,19	14,400	**20,605**	29,350	4,46	2,345

Comparações

Sistema **Convencional: Analógico** e **Binárias**

Sistema **IEC 61850: SV** e **GOOSE**

Conclusão

- Testados **520 Cenários** de Contingencia:
  - **260** com **Cabeamento Rígido**
  - **260** com **Barramento** de **Processo**
- **Variações Mínimas** do Ttrip entre as metodologias
  - SV **ligeiramente** mais rápido
- Demonstrado a **ferramenta** de **testes**
  - **Malha Fechada**
  - **Portátil**
  - **Econômica** comparada com tempo real

Quem quiser pode vir ver …

“Quem sabe faz ao vivo … “

MUITO OBRIGADO!!!

Paulo Junior

(34) 3218-6800

suporte@conprove.com.br

www.conprove.com

CONPROVE
ENGENHARIA