XI SIMPASE

SIMPÓSIO DE AUTOMAÇÃO DE SISTEMAS ELÉTRICOS

A EVOLUÇÃO DOS ESQUEMAS DE PROTEÇÃO COM A ADOÇÃO DA NORMA IEC 61850 E O ADVENTO DA INTEROPERABILIDADE

Paulo Sergio Pereira Junior

XI SIMPASE

CONPROVE ENGENHARIA

Promoção: cigré-Brasil

Organização FURNAS

Objetivo

Realizar uma análise prática do uso de mensagens GOOSE (Generic Object Oriented Substation Event) na **troca de informações entre IEDs de diferentes fabricantes** e assim **evidenciar as vantagens dessa nova tecnologia** nos esquemas do PAC.

Histórico

- Primeiros relés **eletromecânicos**
- Relés de estado sólido / **estáticos**
- Relés digitais / **numéricos**
- **IEDs** (Intelligent Electronic Device)

Sistema de Proteção

Objetivo **minimizar**:

- A **extensão do defeito**;
- A **probabilidade** de que o **defeito** se **propague**;
- O **tempo de indisponibilidade**;
- **Custos financeiros** com a parada;
- **Insatisfação pública**;
- **Perda de vidas** humanas.

Esquemas de Proteção

Utilizados para **impedir que fenômenos** como faltas, curto-circuitos e manobras **prejudiquem a integridade / estabilidade do sistema elétrico**.

Exemplos:

- Falha do Disjuntor;
- Seletividade Lógica;
- Intertravamento da Seccionadora;
- Intertravamento Reverso;
- Lógica de Proteção de Barra;
- Lógica de Transferência de Carga;
- Restabelecimento de Subestação.

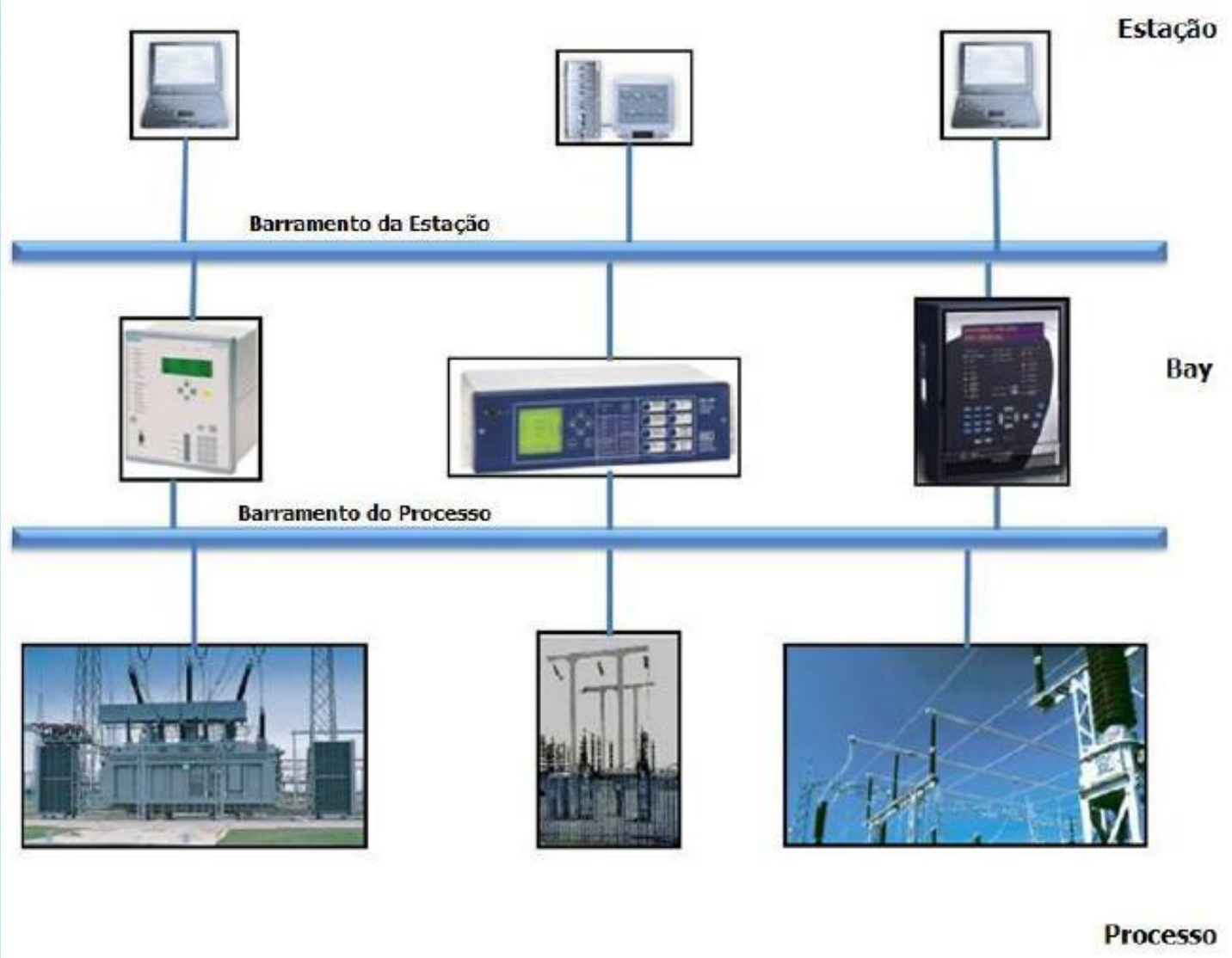
Norma IEC 61850

- **Padrão para comunicação**

- Destaque: **Interoperabilidade**

- **Modelagem de Dados**

- Aplica-se aos **três níveis do SAS**



Barramento de comunicação IEC 61850 e os Níveis do SAS

Norma IEC 61850

Três maneiras distintas para troca de dados:

1) Cliente – Servidor

2) GOOSE

3) Sampled Values

GOOSE

- **Repetição das mensagens GOOSE:**
  - **Monitoramento constante** da comunicação
  - **Aumentando da confiabilidade** do sistema

T inicial = 1ms

T final ou T max = 1s

Multiplicador = 2

Evento; Instantâneo; Instantâneo; Tini; (2 x Tanteior)+Tini; ....

0, <= 1ms, <=1ms, 1ms, 3ms, 7ms, 15ms, 31ms, 63ms, 127ms, 255ms, 511ms, 1000ms. [Em Regime 1s]

Exemplo de envio de mensagens GOOSE

GOOSE

- **Ganhos de confiabilidade e velocidade** nos esquemas de proteção;

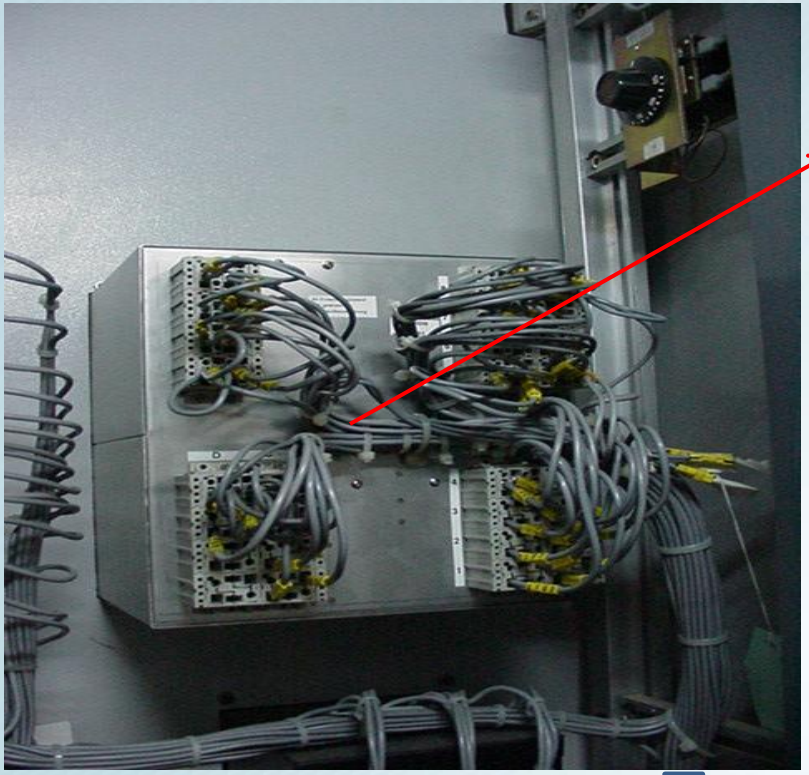
- **Aumento da capacidade de troca de informações** com **redução de custo** na implantação dos esquemas;

GOOSE

- **Aumento da confiabilidade** devido ao **monitoramento constante** de mensagens **GOOSE** e **redundância** dos canais de comunicação (RSTP, PRP, HSR);
- Troca de informação entre dispositivos de fabricantes diferentes (**interoperabilidade**);
- Possibilidade de **lógicas de proteção mais complexas e abrangentes;**

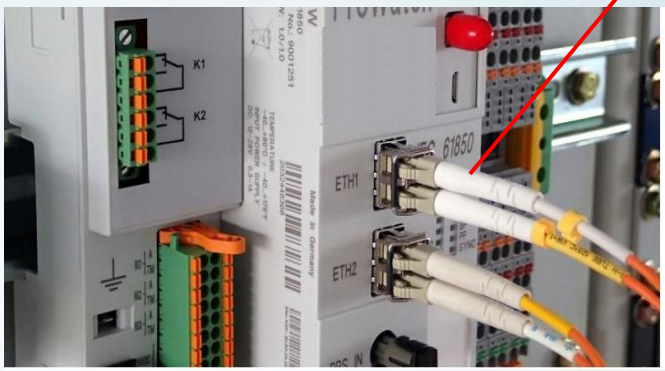
SAS

Convencional	IEC 61850
Conexões físicas (cabos de **cobre**)	Conexões virtuais (rede **ethernet**)
Muitos cabos (1 / sinal)	**Poucos cabos** (vários sinais em um único cabo de fibra óptica);
Numero de Sinais reduzidos (limitação física)	**Grande numero de sinais** (ampliação virtual)
Alto custo e manutenção complexa	**Redução no custo e simplificação da manutenção**
Limitação para Esquemas de proteção	**Esquemas de proteção mais completos e abrangentes**
Difícil detecção de **rompimentos** da comunicação	**Detecção de rompimento** da comunicação em tempo real (**TTL**)



- 1 cabo = 1 sinal
- .
- .
- .
- “n” cabos = “n” sinais

1 fibra óptica = “n” DataSets
1 DataSet = “n” sinais



EVOLUÇÂO

Comparação entre cabos de cobre e cabo ethernet

Implementação do Esquema de Proteção

- **Falha de disjuntor**;

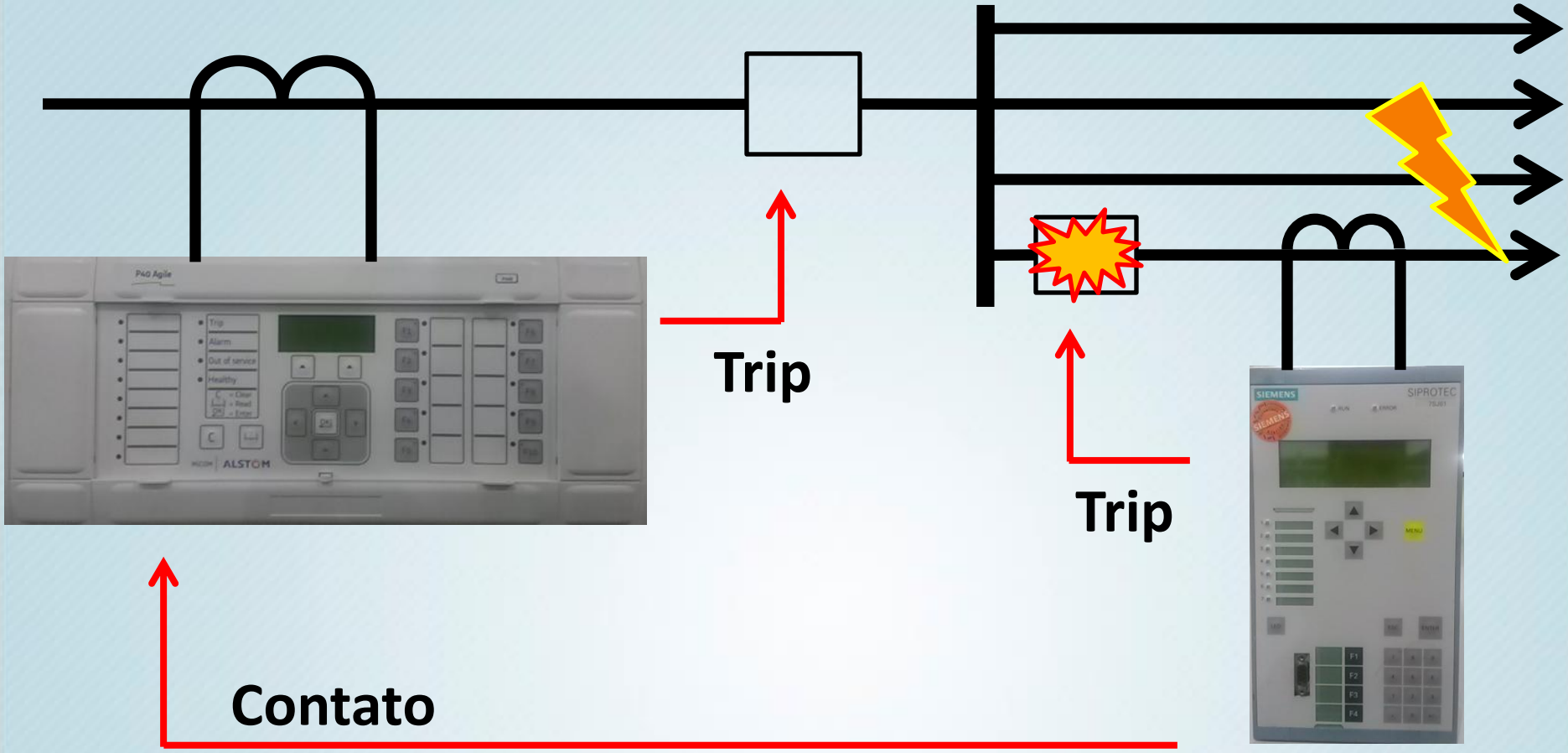
- **IEDs de fabricantes diferentes**;

- Simulação: sistema de **proteção** envolvendo uma **linha de transmissão e uma barra de derivação** com vários ramais de saída;

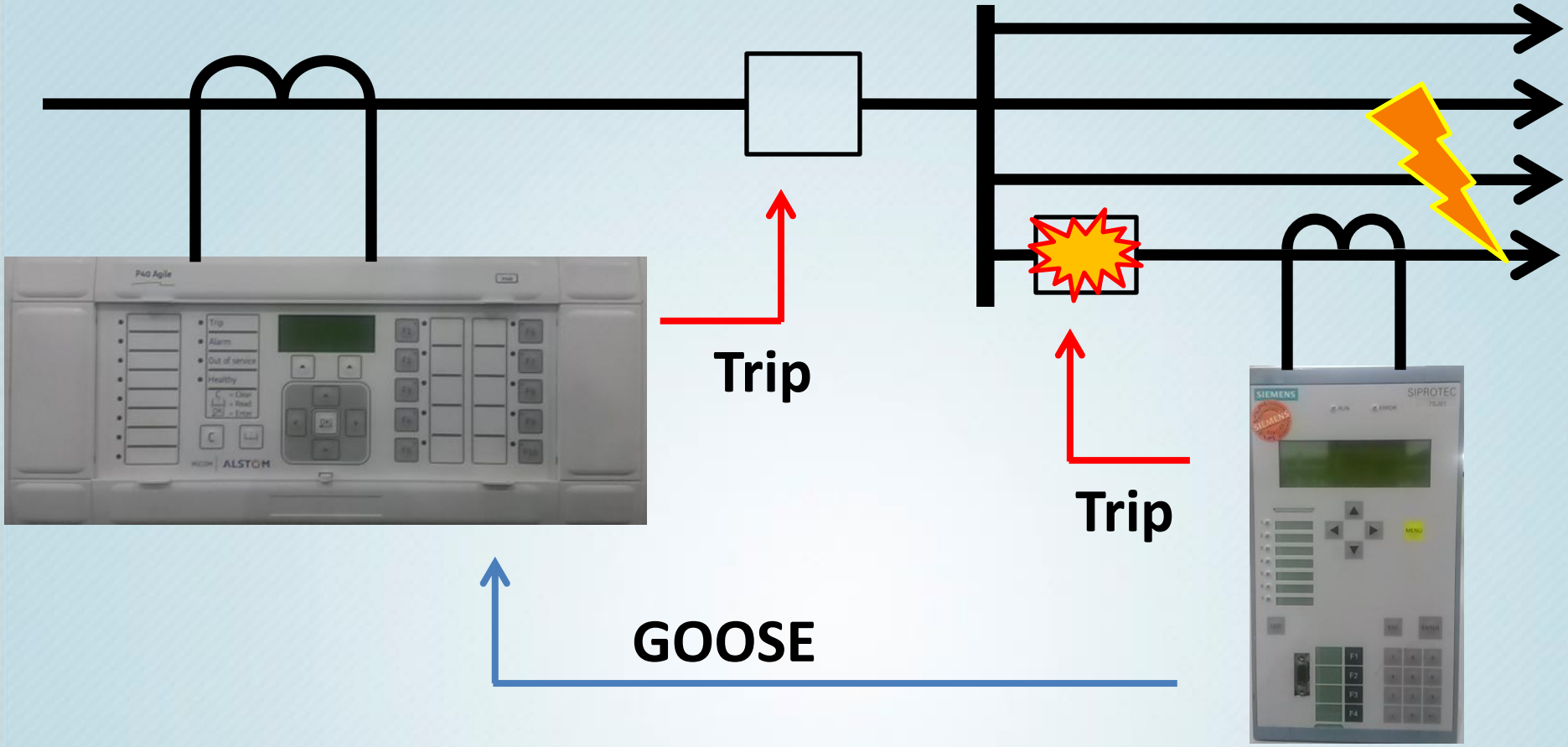
- Duas condições:

1º) Comunicação com **cabeamento de cobre**;

2º) Comunicação com rede ethernet (**GOOSE**).



Desenho do sistema, Alstom P446 e Siemens 7SJ



Desenho do sistema, Alstom P446 e Siemens 7SJ

Testes

- **Ajustes: 50: PK = 15A; Delay = 0s BF = 250ms**
- Injetado **16A por 1s**
- **Disjuntor** proximo **não abre**
- **Corrente** (Falta) **permanece** por mais de 250ms
- IED Siemens **envia informação** de **Falha** de Dj ao IED Alstom
- IED Alstom **recebe** a inf. e **emite Trip** ao seu Dj (**Cobre** e **GOOSE**)

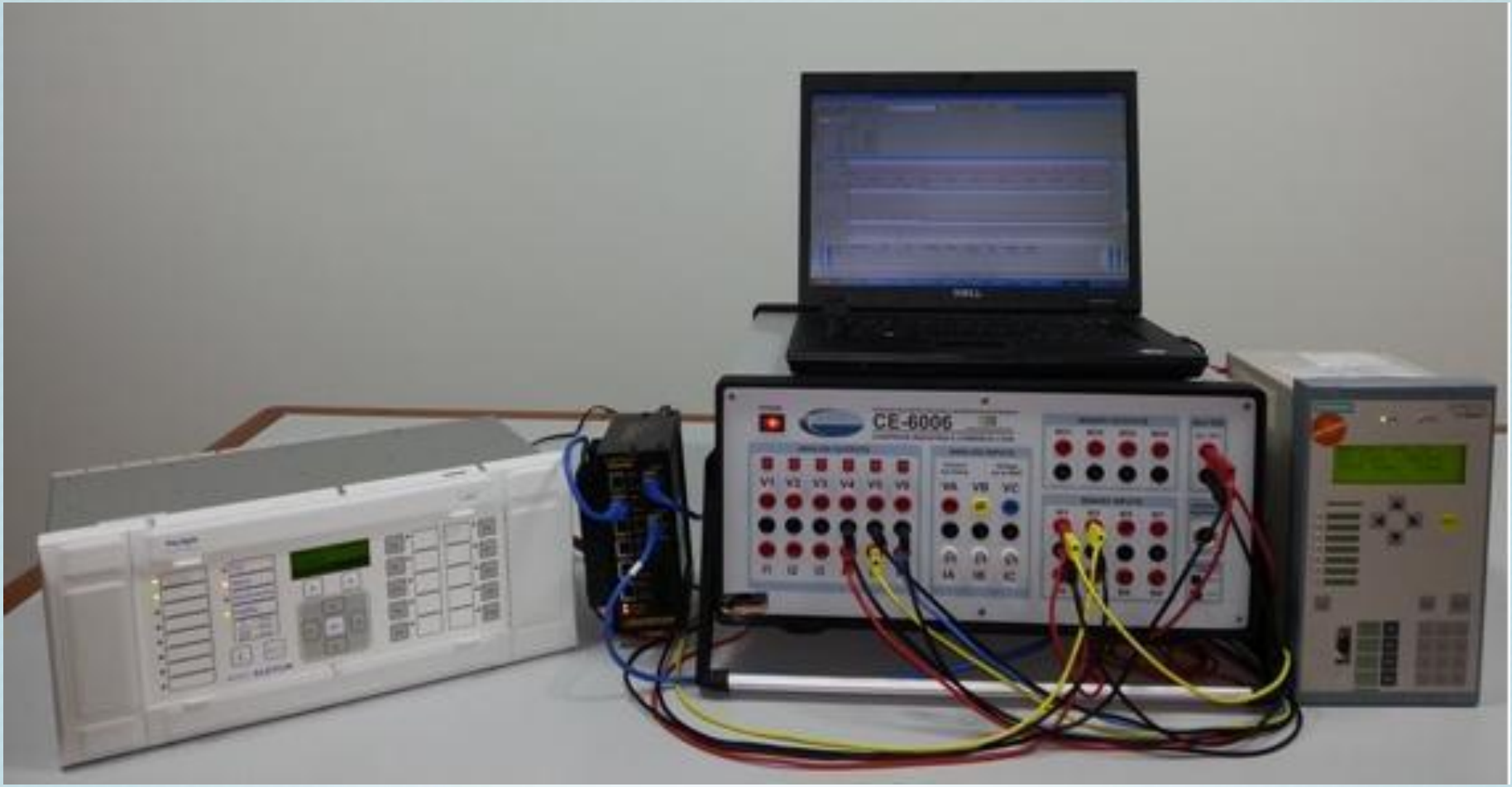
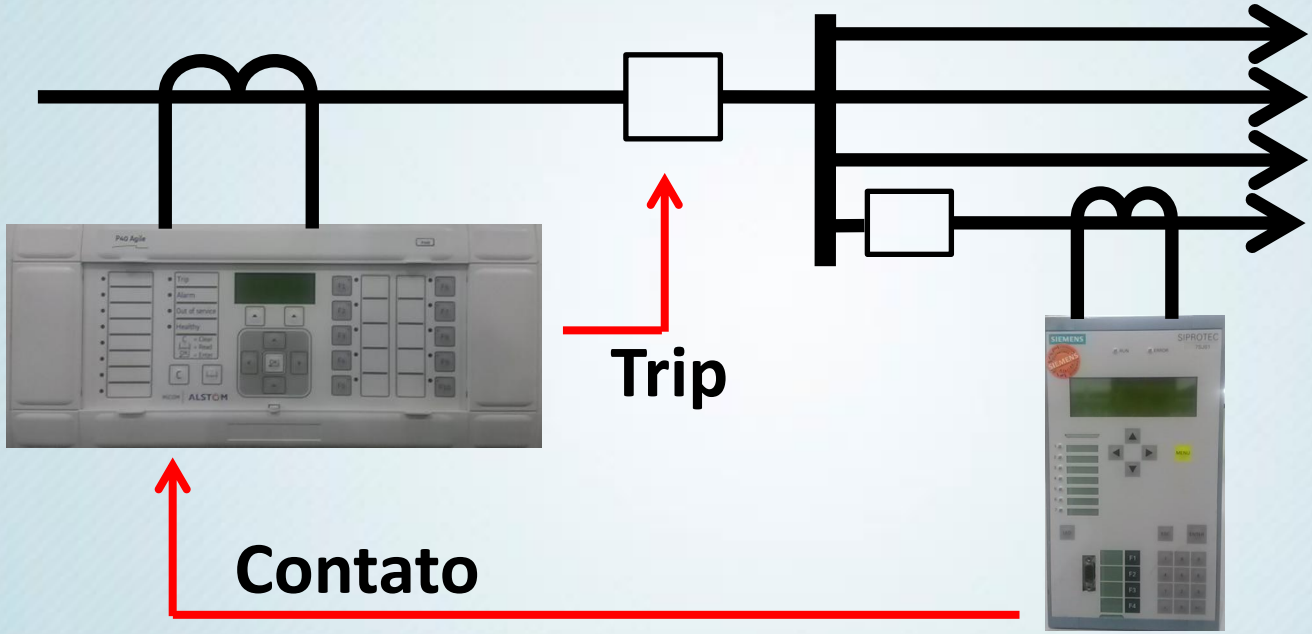


Foto do sistema em teste

IED Siemens 7SJ; IED Alstom P446; Switch RuggedCom; Mala de Testes Conprove – CE6006.

Testes

- **Primeiro Cenário - (Fiação de Cobre)**



Sequenc 1.2.1.8 - CE-6006 (0051009)

Arquivo Editar Exibir Opções Help

(Teste 001)

001 Seq. 001

V&I BO, GO e Avanço

Ajuste	Direto		
Modo	Trif. Eq. ABC		
I1	0 A	0 °	60,00 Hz
I2	0 A	0 °	60,00 Hz
I3	0 A	0 °	60,00 Hz
I4	16,00 A	0 °	60,00 Hz
I5	16,00 A	-120,0 °	60,00 Hz
I6	16,00 A	120,0 °	60,00 Hz

I4 I5 I6 20,00 0 -20,00 [A] x [s] 100,0m

BI1 BI2 BI3 BI4 BI5 BI6 BI7 BI8

52BF_7SJ (BI1)

TRIP_P446 (BI3)

0 0

Tempo

Nome	Ignorar antes	Início	Fim	Tnominal	T
Aval. 1		BI1 (_/‾)	BI3 (_/‾)	20,00 ms	

Comp. Oscilog.

Nível Calc.

Conectado / Ativo Alterado C:\Documents and Settings\Suporte\Desktop\Artigo_SENDI\Art An.

300,0m

esvio+	Treal	Tdesvio	Status
20,00 ms	14,78 ms	14,78 ms	Aprovado

Avaliação de t

XI SIMPASE

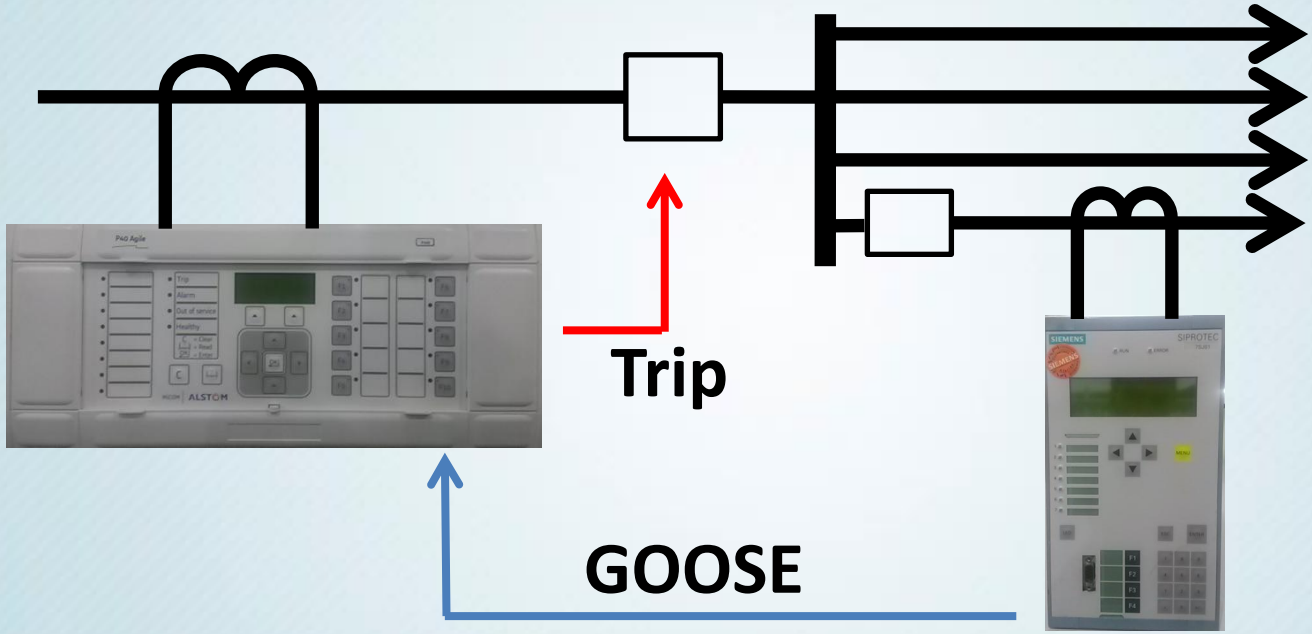
CONPROVE ENGENHARIA

cigré-Brasil

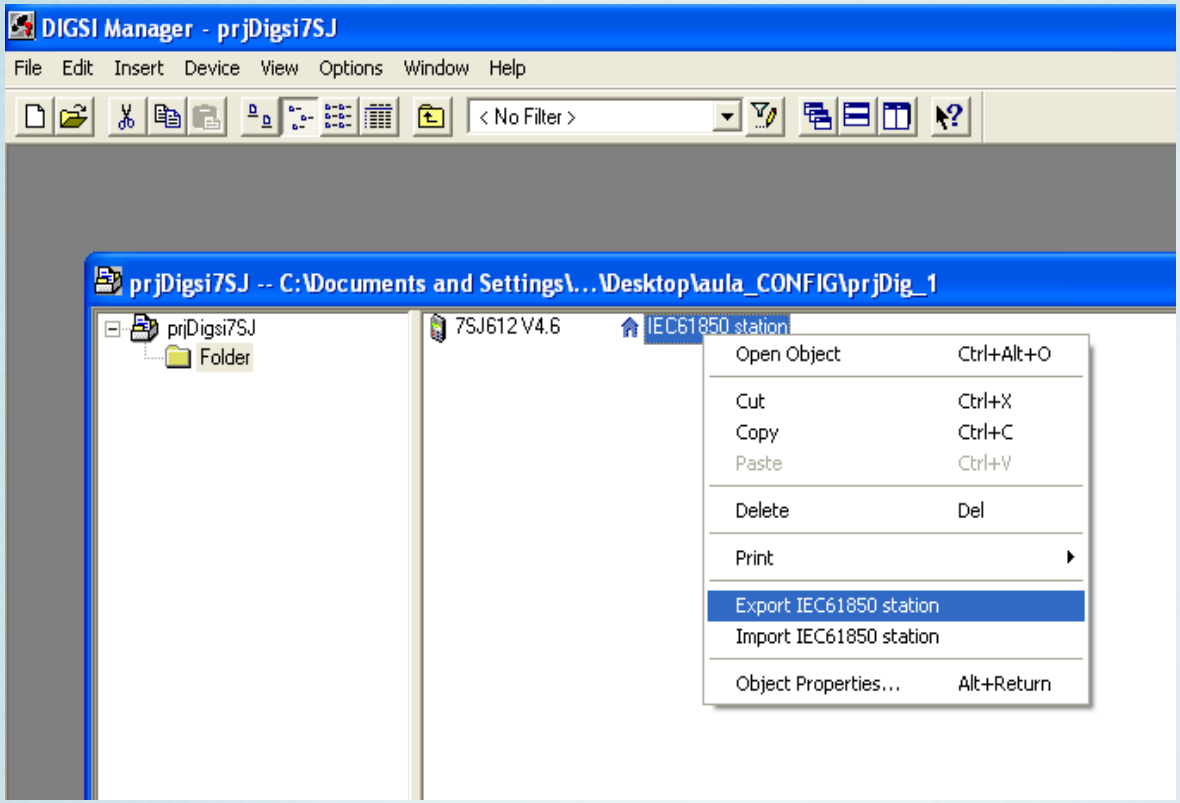
Organização FURNAS

Testes

- **Segundo Cenário – (Rede ethernet - GOOSE)**

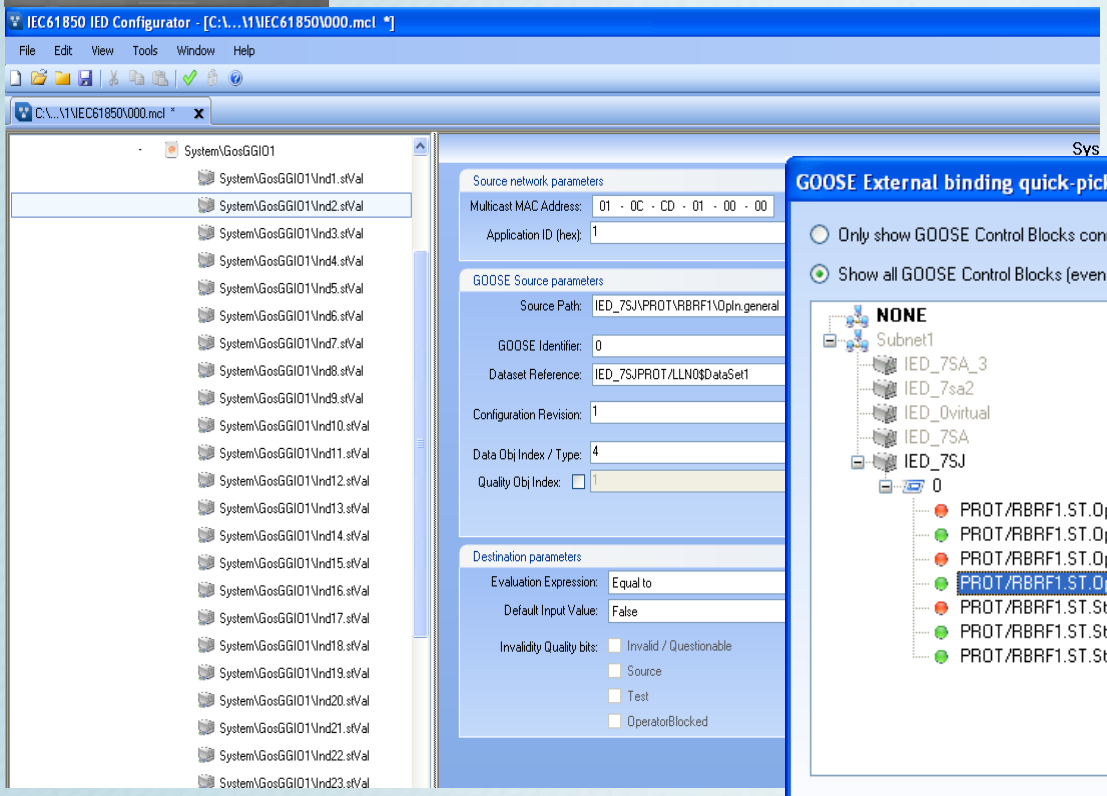


Configurando os IEDs



Configurando os IEDs

CONPROVE ENGENHARIA



Sequenc 1.2.1.B - CE-6006 (0051009)

Arquivo Editar Exibir Opções Help

(Teste 001)

001 Seq. 001

V&I BO, GO e Avanço

Ajuste	Direto		
Modo	Trif. Eq. ABC		
I1	0 A	0 °	60,00 Hz
I2	0 A	0 °	60,00 Hz
I3	0 A	0 °	60,00 Hz
I4	16,00 A	0 °	60,00 Hz
I5	16,00 A	-120,0 °	60,00 Hz
I6	16,00 A	120,0 °	60,00 Hz

300,0m 400,0m 500,0m 600

BI7 BI8

GI7 GI8

TRIP_P446 (BI3)

52BF_7SJ (GI1)

Nome	Ignorar antes	Início	
Aval. 1		GI1 (_/¯)	BI3 (_

im	Tnominal	Tdesvio-	Tdesvio+	Treal
)	0 s	0 s	20,00 ms	8,20 ms

Conectado / Ativo Salvo C:\Documents and Settings\Supor

Avali

XI SIMPASE

CONPROVE ENGENHARIA

Promoção: cigré-Brasil

Organização FURNAS

Comparativo entre testes

N° do caso	Tempo(ms) via Contato	Tempo(ms) via GOOSE	Diferença de Tempo(ms)
1	14,78	8,20	6,58
2	14,52	8,47	6,05
3	14,78	11,56	3,22
4	15,32	7,93	7,39
5	15,05	8,06	6,99
6	14,78	7,53	7,25
7	15,46	8,20	7,26
8	15,46	12,63	2,83
9	15,05	7,53	7,52
10	14,92	9,00	5,92
11	15,19	7,93	7,26
12	15,59	8,47	7,12
13	15,32	12,36	2,96
14	15,32	8,33	6,99
15	14,78	8,33	6,45
16	14,65	7,66	6,99
17	15,46	8,2	7,26
18	15,05	10,08	4,97
19	15,46	8,2	7,26
20	14,78	7,8	6,98
Média	15,09	8,82	6,27
Máximo	15,59	12,63	7,52
Mínimo	14,52	7,53	2,83
Desvio Padrão	0,324336	1,561272	1,531425

Conclusão

CONPROVE ENGENHARIA

- GOOSE **maior velocidade**
- BF tempo **reduzido** médio **6,27ms**
- **Maior vida útil** para os equipamentos
- Maior **Estabilidade**
- Ganhos replicados para **outros esquemas**
- **Facilidade** de **expansão / redução cabeamento**
- Deve-se fazer **uso da Interoperabilidade**
- **Ferramental** de **Testes apto** a **IEC 61850**

Obrigado!

Paulo Sérgio Pereira Junior

CONPROVE
ENGENHARIA

www.conprove.com.br