



CONPROVE

FERRAMENTAS INTELIGENTES PARA MONITORAMENTO DAS REDES IEC 61850 EM SUBESTAÇÕES DIGITAIS

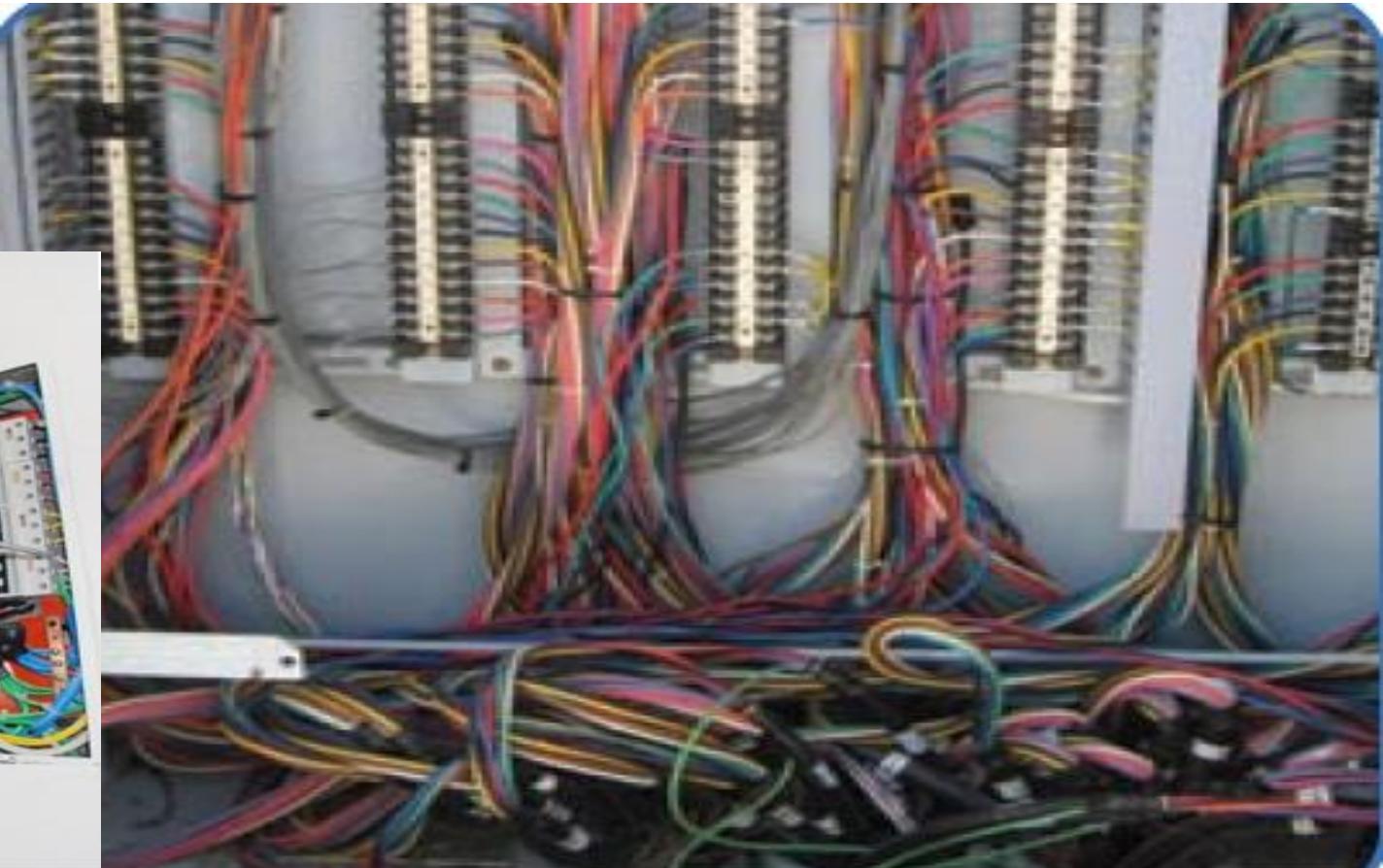
Paulo Sergio Pereira Jr

Gustavo S Salge, Cristiano M Martins, Paulo Sergio Pereira,
Gustavo E Lourenço, Rodolfo C Bernardino

SISTEMA CONVENCIONAL

Este é Zezão

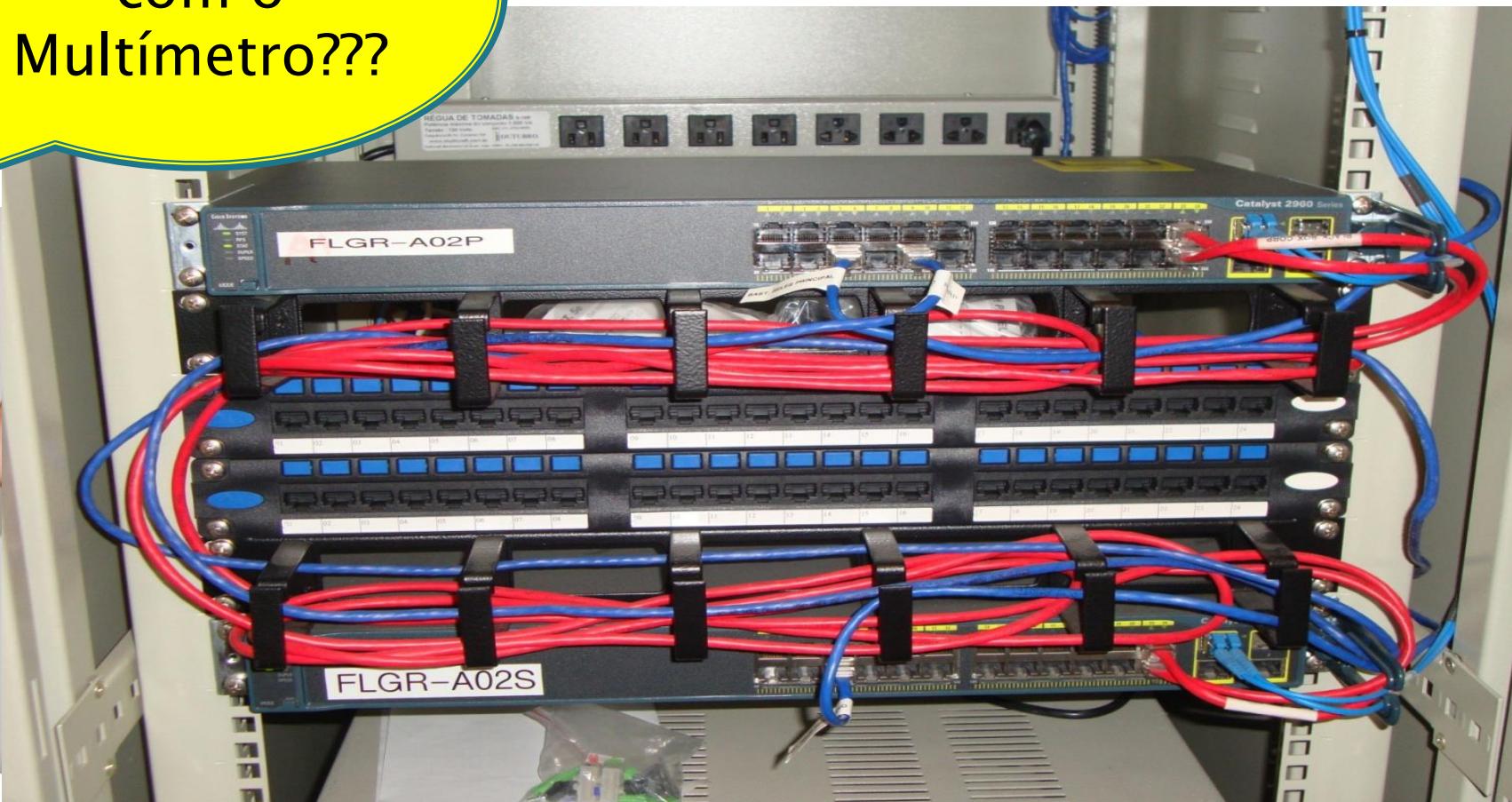
Vou Conferir
lamento
ato!



SISTEMA EM REDE IEC 61850

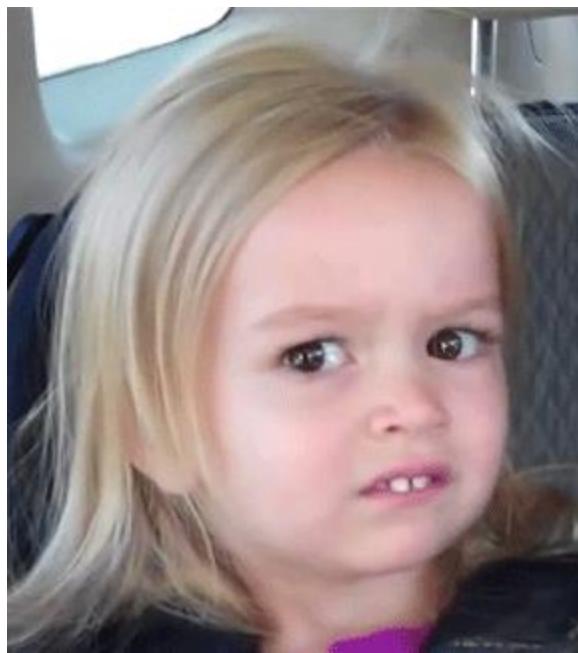
Onde esta o contato???

Como meço com o Multímetro???



► Quebra de Paradigma:

- Manutenção



Novas Ferramentas



Simul GOOSE



Multim SV



Comissionamento / Monitoramento



Monitoramento Permanente



CONPROVE

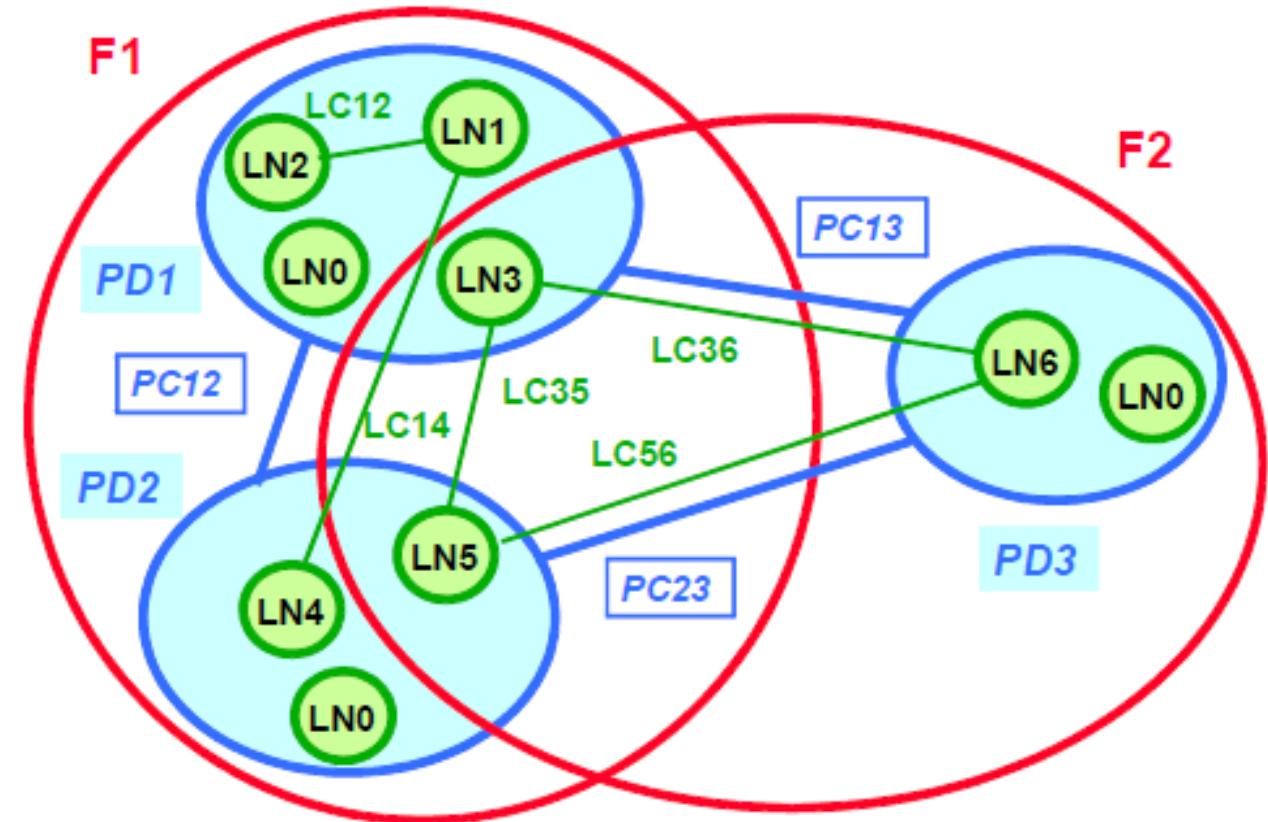


Sendo Assim ...

- **Novos dispositivos** repletos de novidades
 - **Novas tecnologias** (IEC 61850, PTP 1588, segurança cibernética, etc)
 - **Novos algoritmos** (domínio da frequência x domínio do tempo)
- Mudança de paradigma: **analógico x digital**
- **Necessidade de aprendizado** de novas tecnologias e ferramentas
- **Integração** entre as áreas: **PACS + (TO / TI)**
- Constante **aperfeiçoamento**: cursos, treinamentos, estudos, ensaios de bancada e laboratório

INTRODUÇÃO: Funções Distribuídas

- Item 8.4.2 da IEC 61850-2 Ed.2
- Aplicações utilizando **funções distribuídas** através da alocação de **LNs** em diferentes **PDs**: troca de informações através da rede
- **Performance** da função a ser executada depende da performance rede de comunicação:
 - A rede de comunicação e sua disponibilidade são parte dessas funções: **monitoramento é vital**



CONPROVE



Por quê monitorar?

- **Detecção precoce** de falhas;
- **Acompanhamento** das condições operacionais da rede;
- **Redução do tempo** de indisponibilidade através do rastreamento de elementos defeituosos na rede;
- **Ferramentas especializadas**;
- **Registro de todos os eventos** da rede;
- **Segurança e estabilidade** do sistema elétrico;



Procedimentos de Rede - ONS



Subsistema de monitoramento e controle da rede
Requisitos mínimos para operação, proteção, de registo e de teleproteção

- Detecção e registro de anomalias, perda de sinal ou ausência de mensagens

Em suma, um
“oscilógrafo” de rede

eventos

capacidade de armazenamento para registros de

 CONPROVE



Sincronização de tempo

- Importância da sincronização temporal nas redes IEC 61850: sistemas distribuídos;
- PTP IEEE 1588;
- Performance das funções de proteção depende do sincronismo:
 - Proteção diferencial – diferentes MUs;
 - Funções distribuídas;
- Para medir e calcular as rotinas que demandam precisão temporal é necessário hardware adequado;
- Resolução da Ferramenta deve ser adequada



Soluções para Monitoramento

A CONPROVE tem trabalhado ativamente no desenvolvimento de ferramentas híbridas **hardware/software** capazes de prover o monitoramento das redes nas subestações:

- **Comparação das mensagens** em trânsito com os arquivos .scl
 - Mensagens **não previstas ou ausência** de mensagens
 - Mensagens com **parâmetros divergentes** ou com **perda de integridade**
- **Perda de pacotes, pacotes duplicados ou corrompidos**
- Pacotes **fora de ordem**



Soluções para Monitoramento

- **Condição do clock de sincronismo** (GrandMaster mode, BMCA, holdover)
- **Falha na sincronização** dos dispositivos
- **Funções estatísticas:**
 - Tempo entre frames, tempo de processamento, transfer time
 - Jitter e latência das mensagens
- Gravação de **logs**
- Gravação de “oscilografias” .pcap
- **LGOS** e **LSVS**



Ferramentas CONPROVE

▶ Sampled Values:

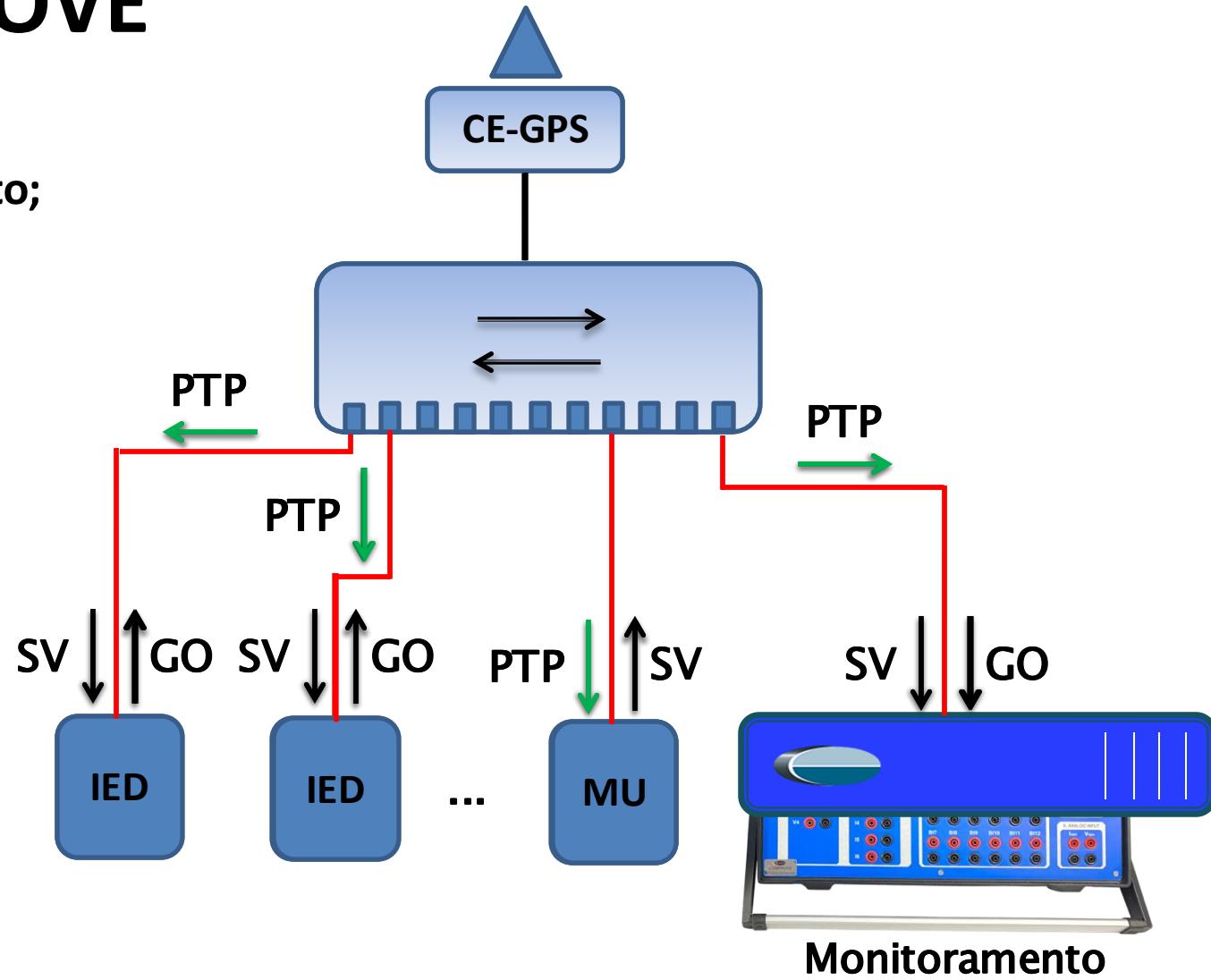
- Tempo de propagação e processamento;
- Tempo entre frames;
- Perdas e erros;
- Flag de sincronismo.

▶ GOOSE:

- Ausência de mensagens;
- Tempo de retransmissão;
- Ordenação de SqNum e StNum;
- Transfer Time.

▶ PTP:

- Announce/Sync frames;
- Erros e jitter.



CONPROVE



Log de eventos

- Lista todos os eventos por ordem de ocorrência;
- Permite uso de filtros por categoria, gravidade ou por interface de rede;
- “Oscilografia” de tráfego da rede em formato .pcap
- Sincronização PTP

Filtros

Gravidade	Categoria
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Data Dispositivo Categoria Tipo Descrição

16/08/2022 16:43:38	CE-8000 (0010522)	Dispositivo	Gravação	Em processo...
16/08/2022 16:41:28	CE-8000 (0010522)	Dispositivo	Gravação	Completa
16/08/2022 16:40:05	CE-8000 (0010522)	GOOSE	Validity Bits diferente d	IED_7UMCTRL/LLN0\$DataSet1; Validity: Invalid
16/08/2022 16:37:41	CE-8000 (0010522)	SV	Tempo Expirado	Conprove_MU05
16/08/2022 16:35:52	CE-8000 (0010522)	SV	Fora de Sequência	Conprove_MU01; SmpCount: 3789 (3788)
16/08/2022 16:32:11	CE-8000 (0020722)	Dispositivo	Porta conectada	Porta: B
16/08/2022 16:31:15	CE-8000 (0020722)	Dispositivo	Porta desconectada	Porta: B
16/08/2022 16:23:44	CE-8000 (0020722)	GOOSE	Fora de Sequência	IED_7SACTRL/LLN0\$DataSet1; Sequência: 67 (66)
16/08/2022 16:22:30	CE-8000 (0010522)	GOOSE	Validity Bits diferente d	IED_7UTCTRL/LLN0\$DataSet1; Validity: Questionable
16/08/2022 16:20:02	CE-8000 (0010522)	GOOSE	Nunca Recebido	IED_7UTCTRL/LLN0\$DataSet1
16/08/2022 16:18:19	CE-8000 (0010522)	PTP	Mudança de precisão d	Grandmaster ID: 00259e1000000002

Gravidade: Crítico
Categoria: GOOSE
Tipo: Fora de Sequência
Dispositivo: CE-8000 (0020722)
Interface: B
Criado: 16/08/2022 16:23:44
Atualizado: 16/08/2022 16:23:44
Tráfego da rede: Download PCAP

Origem: IED_7SACTRL
MAC address: F0:4D:A2:87:A4:5B

Destino: Multicast
MAC address: 01:0C:CD:01:00:02

Monitoramento de erros no recebimento das mensagens SV

- Permite **avaliar** o comportamento da **MU** e/ou da **rede** utilizada diante de vários cenários;
 - Análise de **perda** de frames;
 - Análise de **ordenação** de frames;
 - Frames **duplicados, corrompidos**
 - Condição de **sincronismo**;
 - Tempo de **processamento**;
 - Tempo **entre frames**;

Inputs Bin., GOOSE and Analog ... Waveform Accumulations Phasors Harm

Download Download after stop

Report

- SVID: Conprove_MU01
- Maximum number of subsequent errors set: 80
- Maximum number of errors per second set: 80
- Maximum number of subsequent errors registered at end of test: 0
- Maximum number of errors per second registered at end of test: 0
- Total number of registered errors at end of test: 0

Error

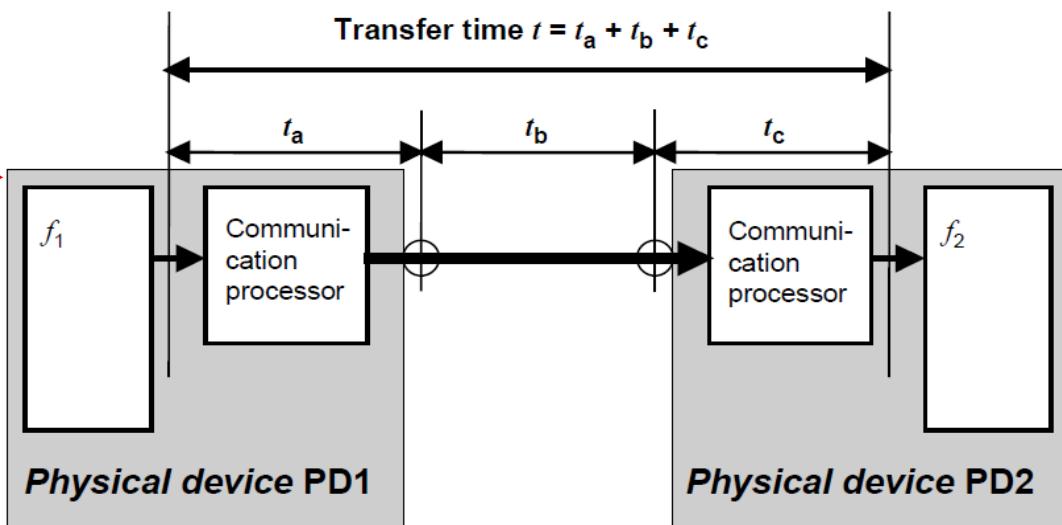
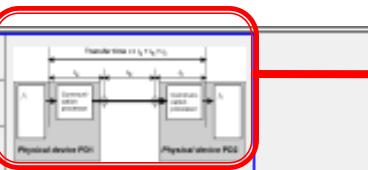
Statistics

- Synchronism
 - 16-09-2021 14:15:39,000009 - (0) SV not synchronized by an external clock signal.
- Processing time
 - No. of Samples: 116
 - Min: 54,927 us
 - Med: 56,365 us
 - Max: 57,948 us
- Time between frames
 - No. of Samples: 553972
 - Min: 200,583 us
 - Med: 208,333 us
 - Max: 214,854 us

Tempo: 1,65 s SmpCnt Esperado: 896 SmpCnt Recebido: 904

Medição do GOOSE Transfer Time

Avaliação do tempo de transferência				
Classe	Teórico	Critério	Límite	
TT6 ▾	3,00 ms	<	3,00 ms	
Nº	TimeStamp GOOSE	Tempo de Transf.	Tempo Total	Status
GO01 (5)				
1	0,699282 ms	0,515996 ms	1,215278 ms	Aprovado
2	495,910600 µs	0,632562 ms	1,128472 ms	Aprovado
3	0,596046 ms	0,619231 ms	1,215278 ms	Aprovado
4	0,698805 ms	203,972900 µs	0,902778 ms	Aprovado
5	0,598669 ms	0,599248 ms	1,197917 ms	Aprovado
Estatísticas do tempo de transferência				
Total	Mínimo	Médio	Máximo	Desvio Padrão
5	203,972922 µs	0,514202 ms	0,632562 ms	160,3 µ
GO16 (5)				
1	0,999212 ms	216,065500 µs	1,215278 ms	Aprovado
2	0,695944 ms	432,528400 µs	1,128472 ms	Aprovado
3	0,796080 ms	419,198100 µs	1,215278 ms	Aprovado
4	0,898600 ms	368,761500 µs	1,267361 ms	Aprovado
5	0,898838 ms	299,078600 µs	1,197917 ms	Aprovado
Estatísticas do tempo de transferência				
Total	Mínimo	Médio	Máximo	Desvio Padrão
5	216,065513 µs	347,126431 µs	432,528390 µs	80,55 µ



Transfer time class	Transfer time [ms]	Application examples: Transfer of
TT0	>1 000	Files, events, log contents
TT1	1 000	Events, alarms
TT2	500	Operator commands
TT3	100	Slow automatic interactions
TT4	20	Fast automatic interactions
TT5	10	Releases, status changes
TT6	3	Trips, blockings



CONPROVE





MULTIMSV

RECEBIMENTO DE MENSAGENS
SAMPLED VALUES

SIMULGOOSE

ENVIO E RECEBIMENTO DE
MENSAGENS GOOSE

OSCILOGRAFIA DAS FORMAS
DE ONDAS
E SUPERVISÃO
DO TRÁFEGO
E SINAIS

MANIPULAÇÃO DO CONTEÚDO,
TEMPO
DE REPETIÇÃO, PRIORIDADE
E OUTROS ATRIBUTOS



CONPROVE



Conclusões

- **Redução do tempo de manutenção / indisponibilidade:** o monitoramento identifica qual o dispositivo está causando problemas na rede
- “**Oscilografar**” todo o tráfego e analisar **todas as mensagens** da rede:
 - **Log de eventos;**
 - “**Oscilografia de tráfego**” por arquivos .pcap
- Revisão dos submódulos **ONS**
- Medição e cálculo corretos dos tempos de rede: **necessita de hardware adequado** e softwares especializados;
- **Segurança operacional e para o sistema elétrico**
- **Soluções CONPROVE para o setor elétrico**





CONPROVE



Paulo Sérgio Pereira Júnior

MUITO OBRIGADO!!!

www.CONPROVE.com