

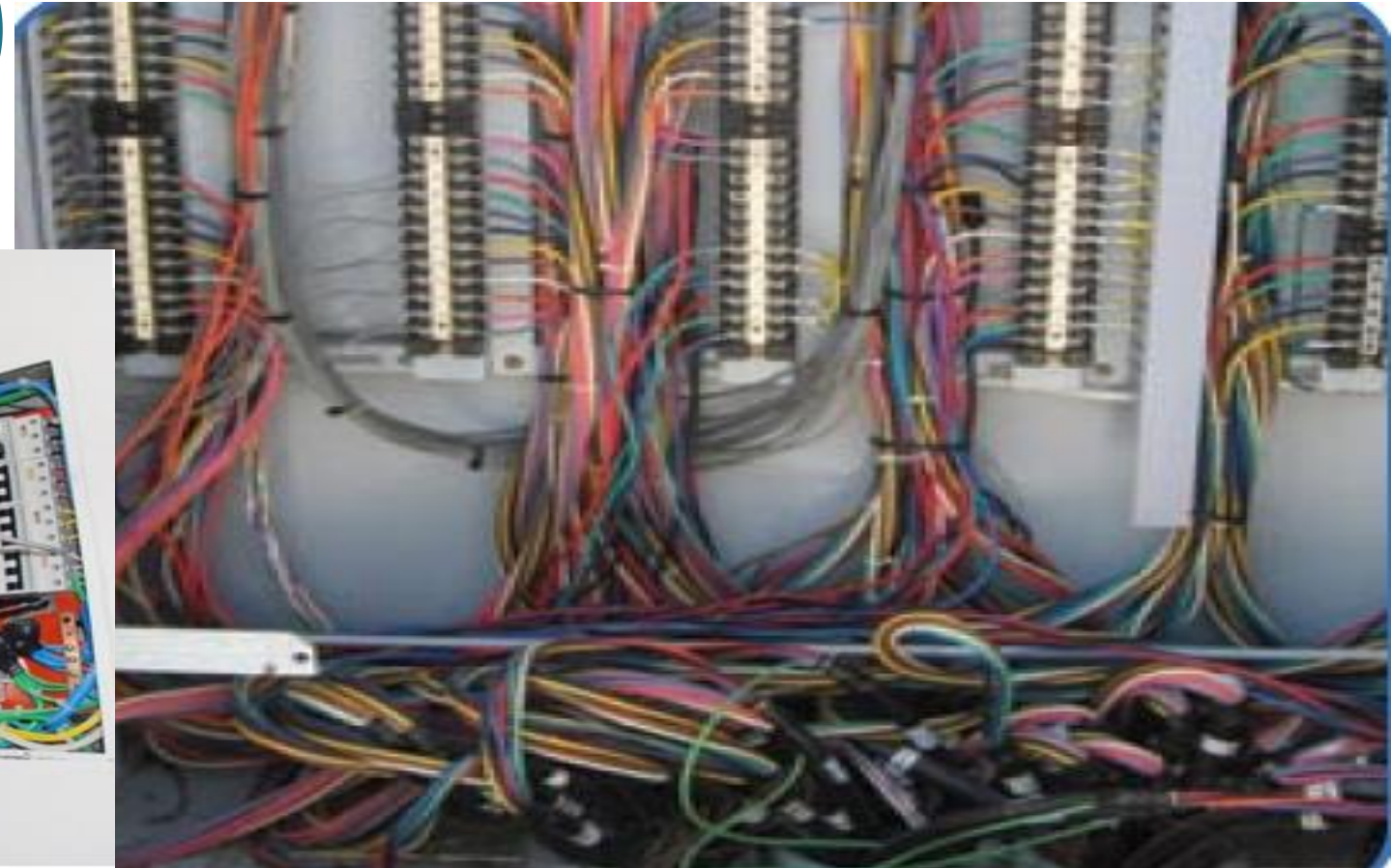


FERRAMENTAS INTELIGENTES PARA MONITORAMENTO DAS REDES IEC 61850 EM SUBESTAÇÕES DIGITAIS

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

SISTEMA CONVENCIONAL

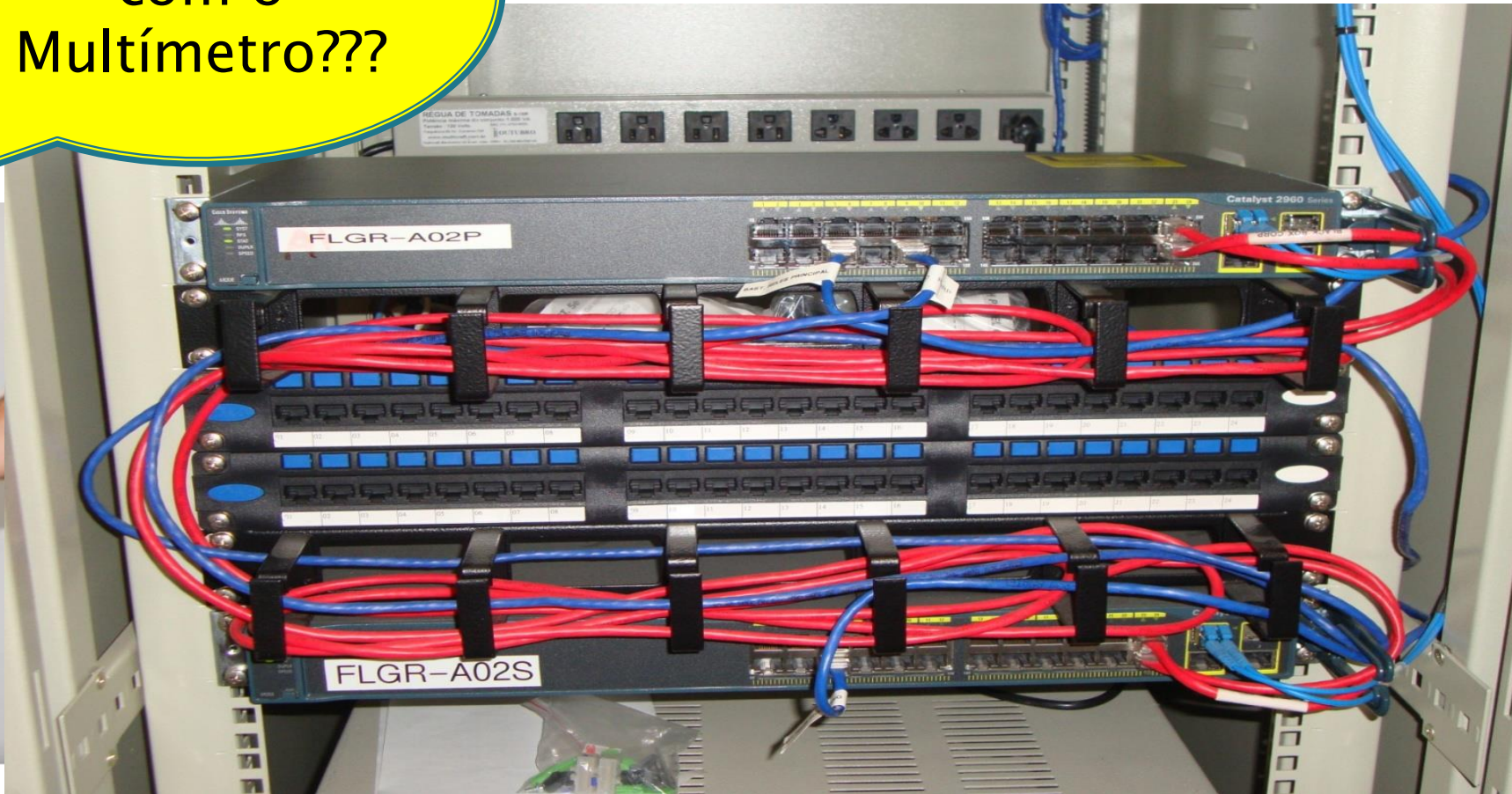
Vou Conferir
o Documento
Este é Zezão
ato!



SISTEMA EM REDE IEC 61850

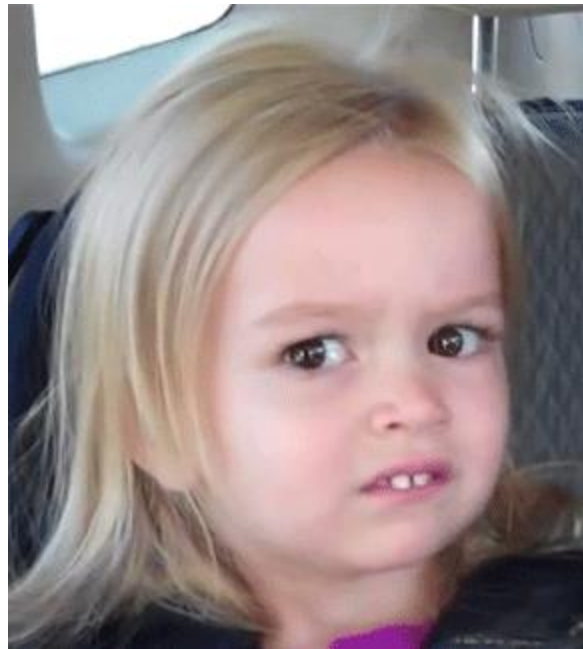
Onde está o contato???

Como meço com o Multímetro???



► Quebra de Paradigma:

- Manutenção



Novas Ferramentas



Simul GOOSE



Multim SV



Comissionamento / Monitoramento



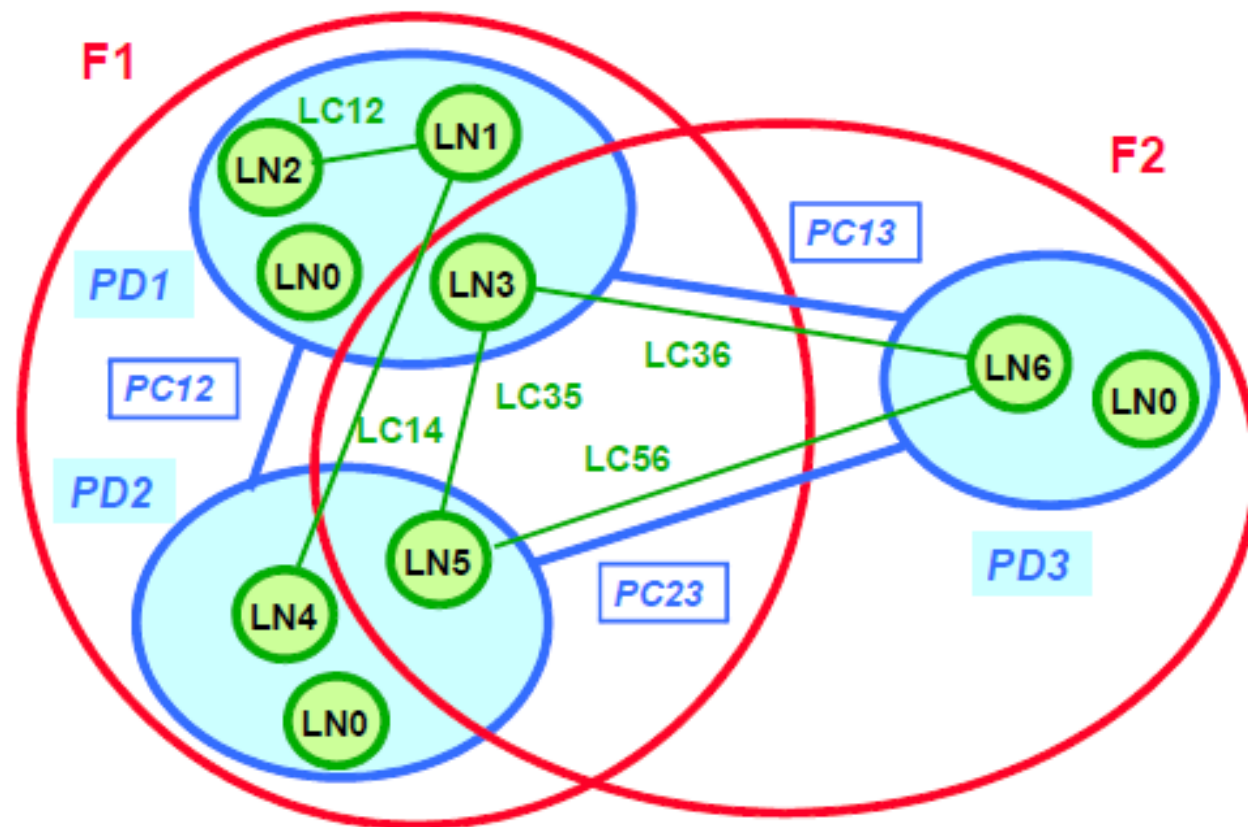
Monitoramento Permanente

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**



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



Operador Nacional
do Sistema Elétrico

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

perda do sinal de

tempos anormais de

dispositivos independentes

de detecção

capacidade de armazenamento para registros de eventos

Em suma, um
“oscilógrafo” de rede

Subsistema
Requisitos mínimos
proteção, de registro
de teleproteção

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:

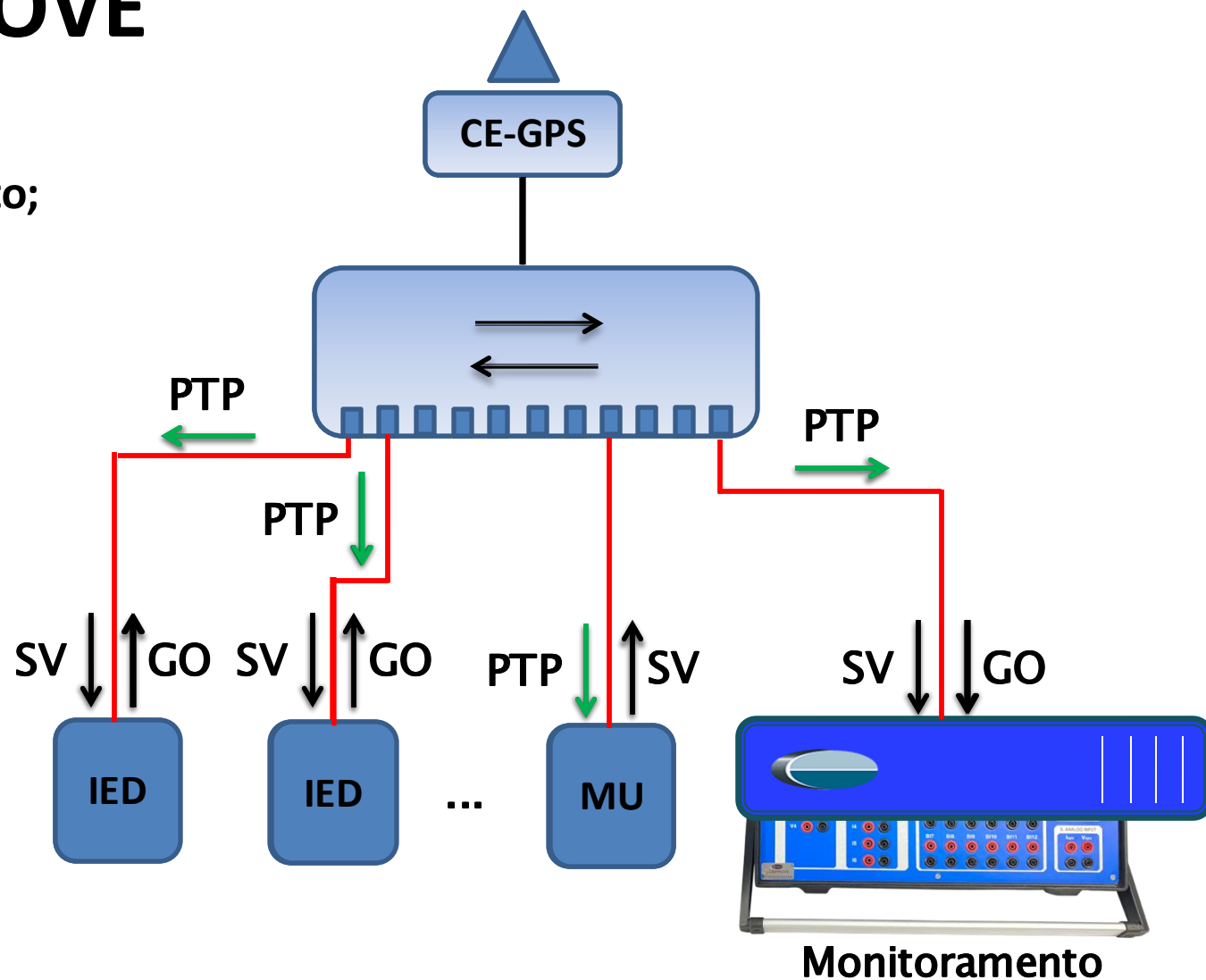
- Tempo de propagação e processamento;
- Tempo entre frames;
- Perdas e erros;
- Flag de sincronismo.

▶ GOOSE:

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

▶ PTP:

- Announce/Sync frames;
- Erros e jitter.







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

☒ ☒ ☒ 

☒ ☒ 



	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

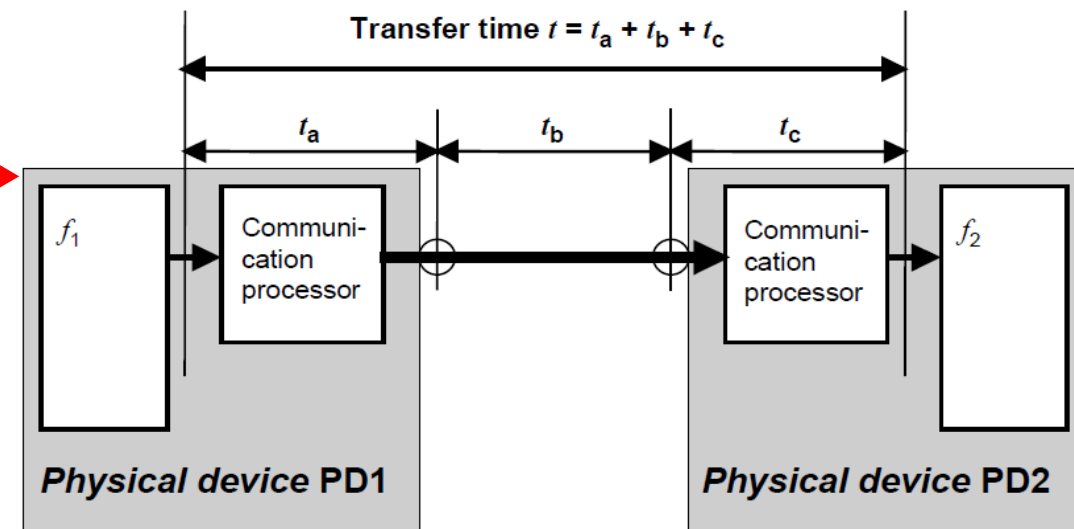
Report

- ... 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	Limite	
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



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**



Paulo Sérgio Pereira Júnior

MUITO OBRIGADO!!!

www.CONPROVE.com