

XVI STPC

SEMINÁRIO TÉCNICO DE PROTEÇÃO E CONTROLE

24 A 27 | OUTUBRO | 2022

PROMOÇÃO



REALIZAÇÃO



FERRAMENTAS INTELIGENTES PARA COMISSIONAMENTO E MONITORAMENTO DAS REDES IEC 61850

Paulo Sergio Pereira Jr

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

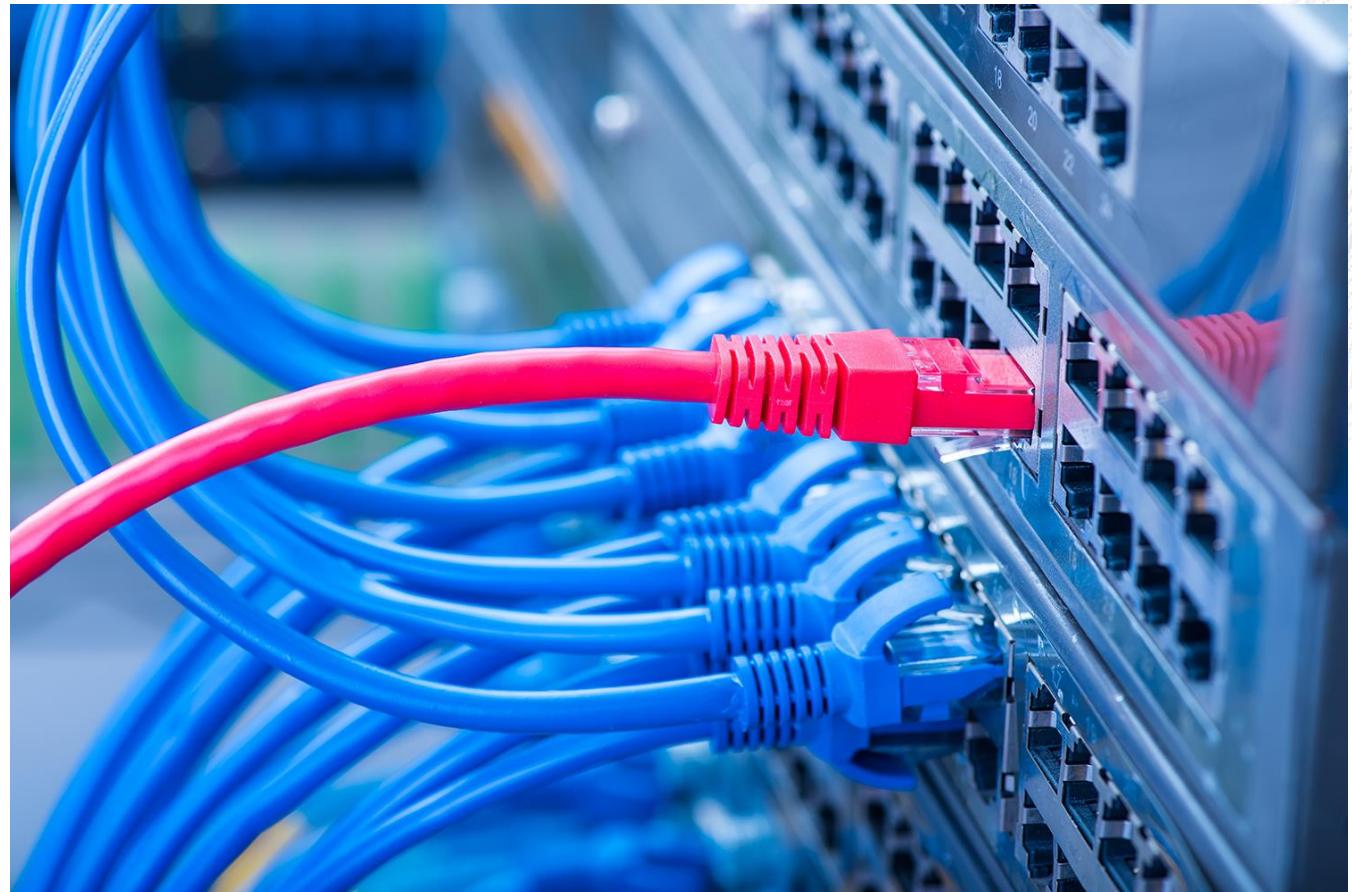
A importância das ferramentas na evolução humana

Historicamente podemos afirmar que a ferramenta, ou a capacidade de desenvolvê-la, é uma das características mais importantes para a evolução da espécie humana. Por isso, a história das ferramentas é também a nossa história enquanto humanidade.



O papel das ferramentas na evolução tecnológica

A evolução tecnológica que temos experimentado diariamente só é possível porque nos apoiamos em ferramentas e técnicas previamente desenvolvidas e constantemente aprimoradas, nos impulsionando para um futuro cada vez mais digital e convergente.



As ferramentas no ambiente PACS

Grande parte das ferramentas de testes atuais utilizadas no comissionamento dos sistemas de Proteção, Automação, Controle e Supervisão são **analógicas**, gerando tensão e corrente, e estão em consonância com a grande maioria das subestações construídas no passado.

Entretanto, nos últimos anos temos acompanhado a evolução tecnológica das subestações, migrando para o uso de **IEDs** e **redes digitais**, trazendo a necessidade de ferramentas de testes que estejam de acordo com essa nova realidade.

Desafios no comissionamento das subestações digitais

- Novos dispositivos repletos de novidades
 - Novas tecnologias (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

A importância de testar

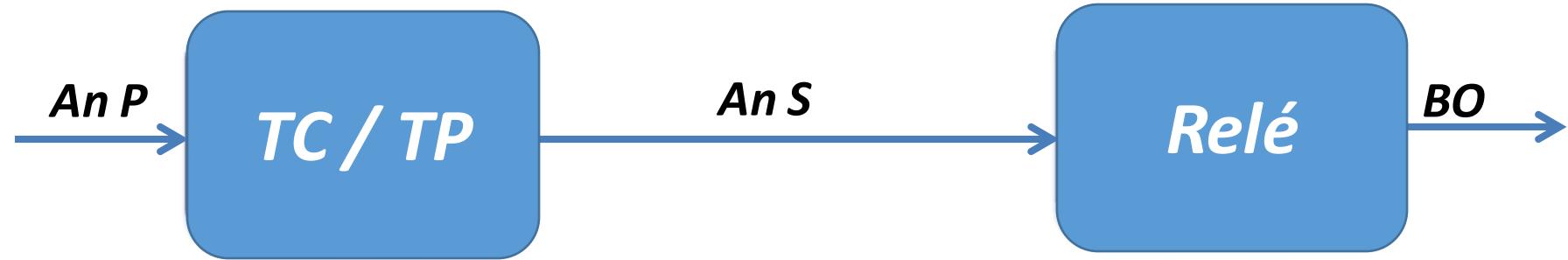
- Update de firmware em IEDs Microprocessados:
 - novo firmware = novo IED sem histórico de testes
- Cautela ao aceitar testes que estejam longe das situações reais de uso
 - Apenas testes pré-definidos
 - Bypassar algum circuito para a realização dos testes

} Superficiais, não testam em profundidade os IEDs
- Encontrar uma falha de configuração ou de firmware após a ocorrência do evento é sempre a pior alternativa
- Testes de novas tecnologias: subestações digitais baseadas em IEC 61850

Ferramentas de teste no contexto da IEC 61850

- Novas condições de operação demandam que novas condições de funcionamento sejam analisadas: **novos testes, estáticos, dinâmicos e sistêmicos**
- **Novos IEDs:** malas de testes devem migrar a geração de tensão e corrente analógica para a geração de **Sampled Values** e migrar a geração / medição de sinais binários para **GOOSE**
- Transformadores de Instrumentos Não Convencionais (**NCIT**) e Stand Alone Merging Units (**SAMU**) -> testadores devem gerar tensão e corrente analógica e medir **SV** e **GOOSE**
- **Sincronização temporal:** malas de testes devem sincronizar com os dispositivos durante os ensaios para que exista alinhamento temporal entre os mesmos

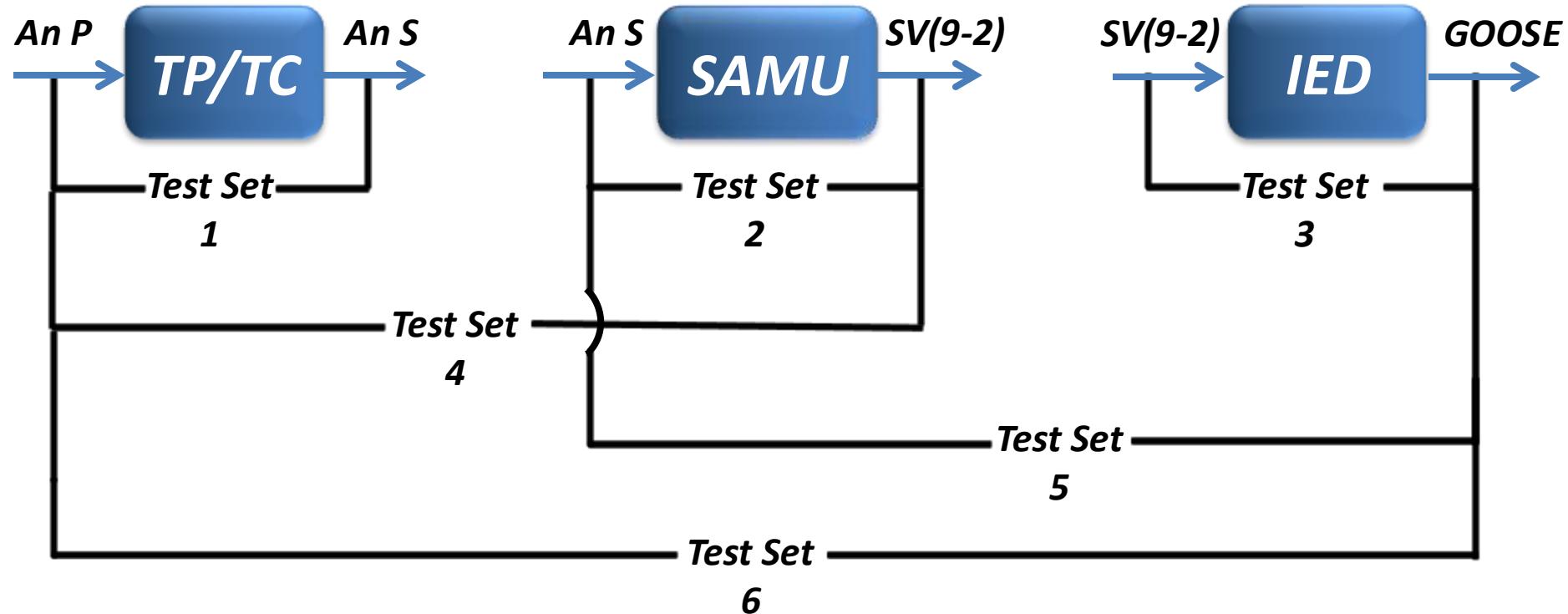
Testes Clássicos x Testes IEC 61850



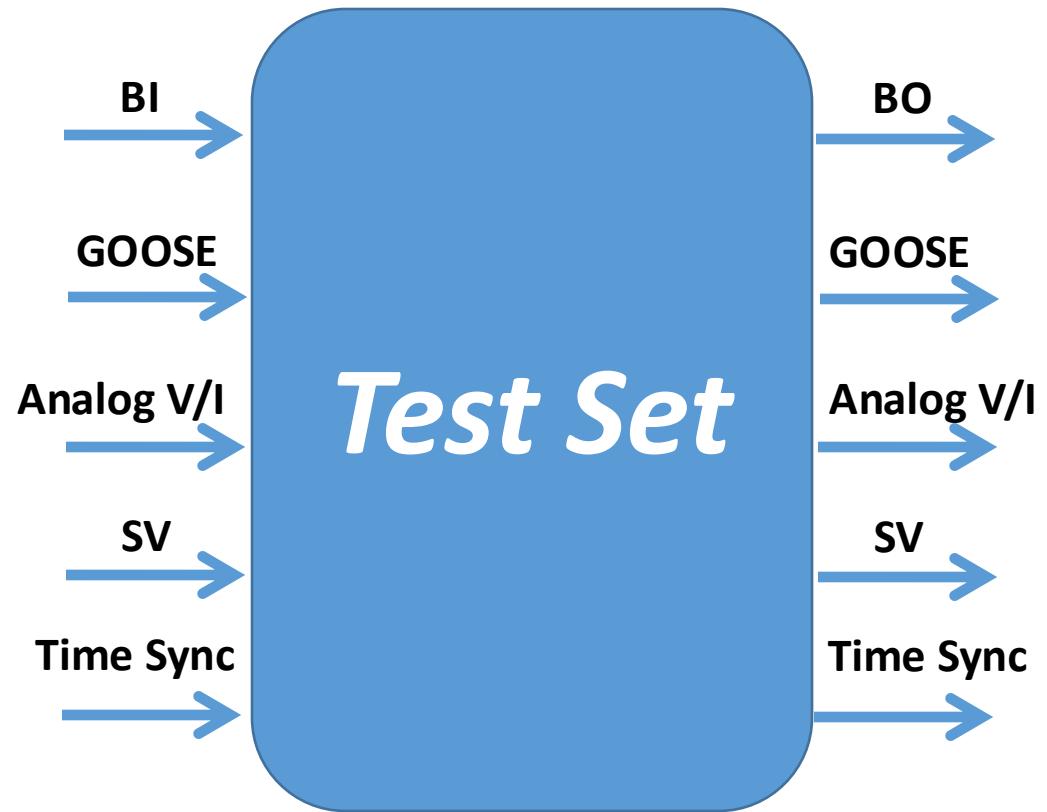
VS



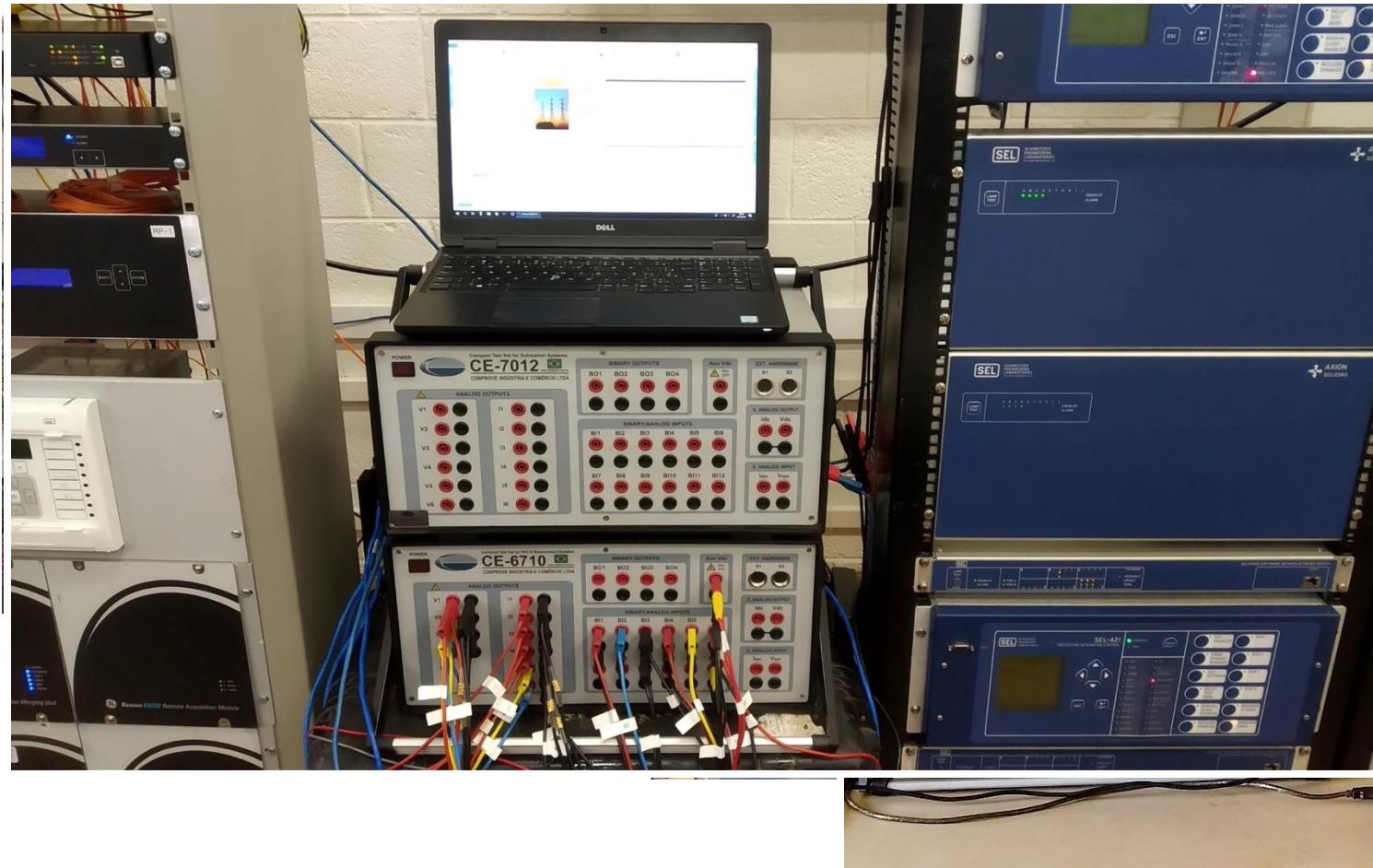
Vários cenários de testes



Estrutura básica de um testador IEC 61850

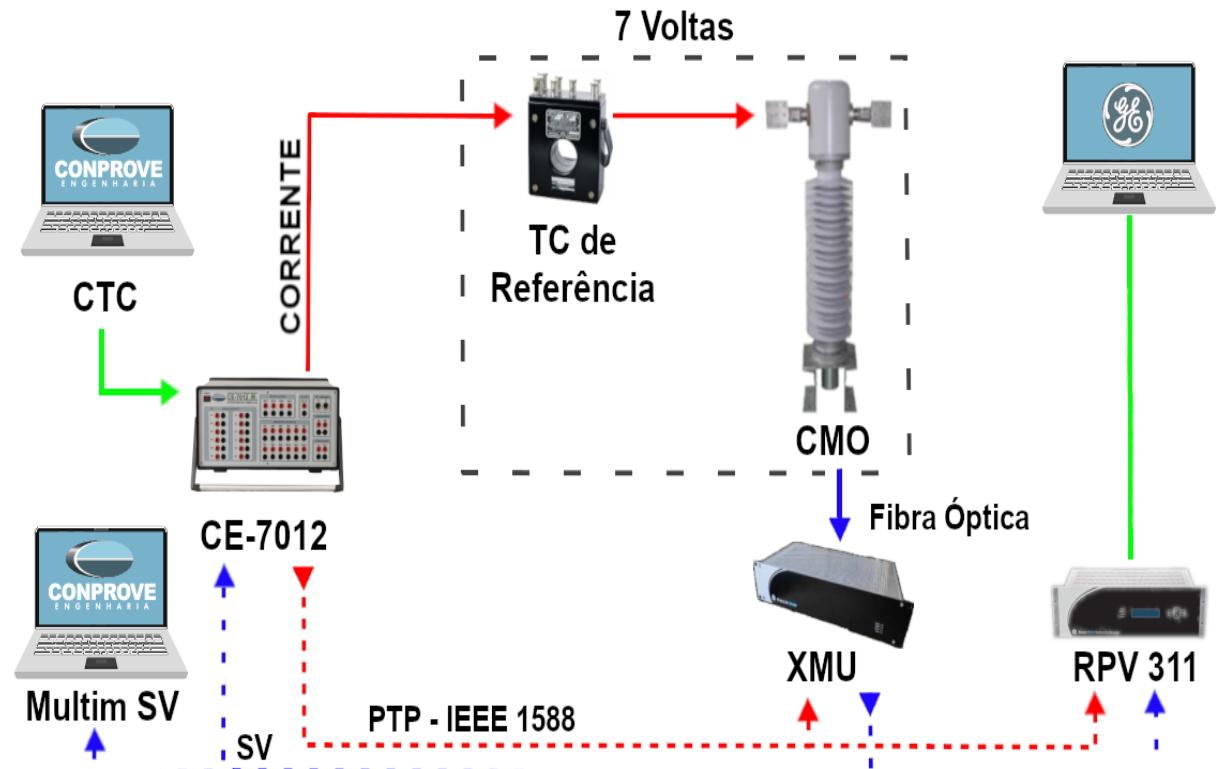


Ferramentas Conprove



Testes em Subestações Digitais

- ✓ Perda de sincronismo
- ✓ Perda de mensagens SV
- ✓ Resposta em frequência
- ✓ Tempo de atraso da digitalização
- ✓ Precisão
- ✓ Conformidade da formatação da informação
- ✓ Teste de integração (Interoperabilidade)
- ✓ Teste de NCIT/MU e SAMU
- ✓ Testes funcionais
- ✓ Teste de comunicação (link, sobrecarga)



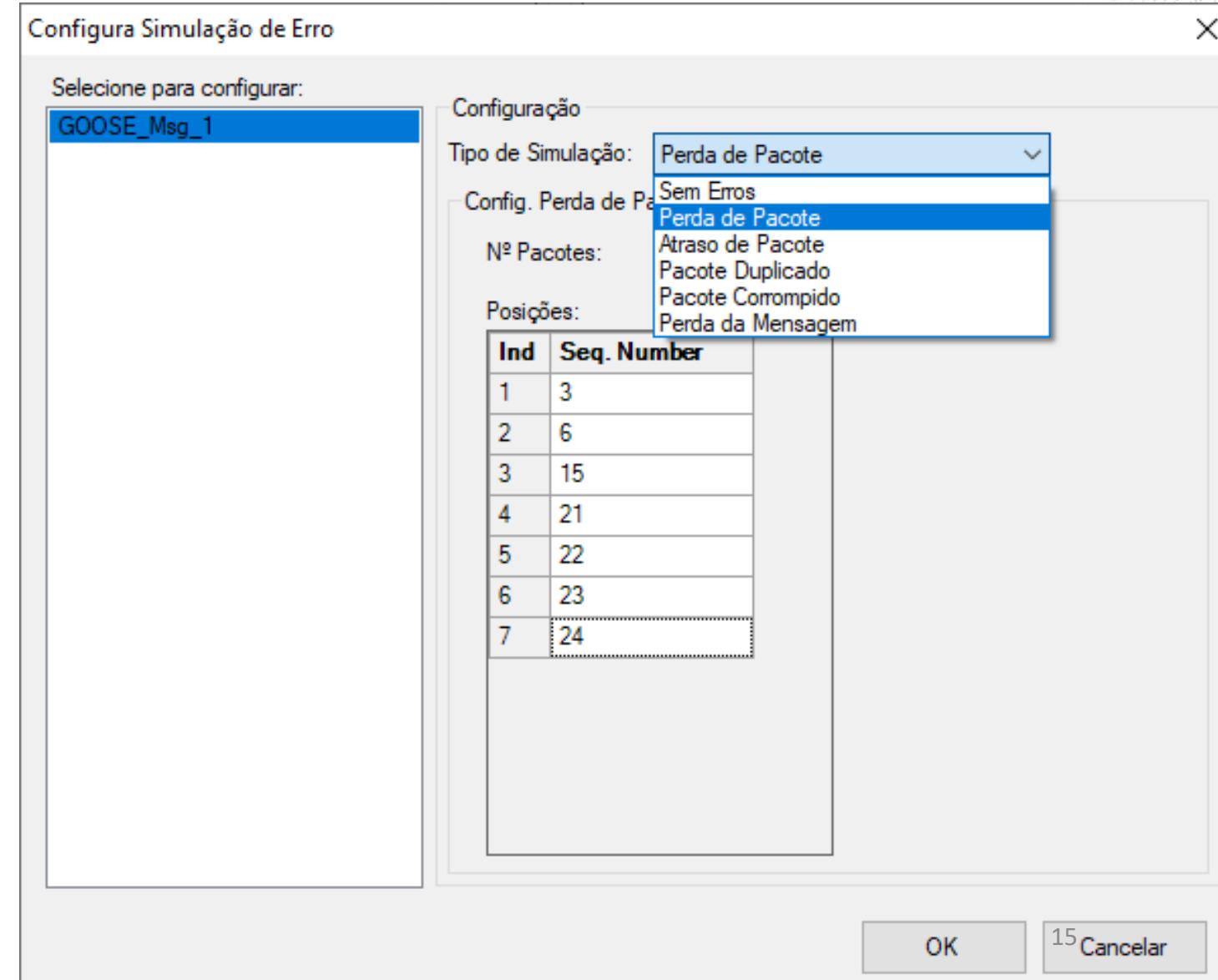
Testes em Subestações Digitais

- ✓ Sincronismo de tempo (mesma fonte de sincronismo para a mala de teste e o objeto de teste): IRIG-B, PTP IEEE-1588, GPS
- ✓ Capacidade de simulação: Simulation bit, Test bit
- ✓ Configuração do teste via arquivos SCL
- ✓ Injeção de sinais analógicos de primário e secundário (CE-7012) e secundário (CE-67xx)
- ✓ Envio e recebimento de mensagens SV
- ✓ Sinais binários (entrada/saída);
- ✓ Envio e recebimento de mensagens GOOSE
- ✓ Sniffer GOOSE e SV



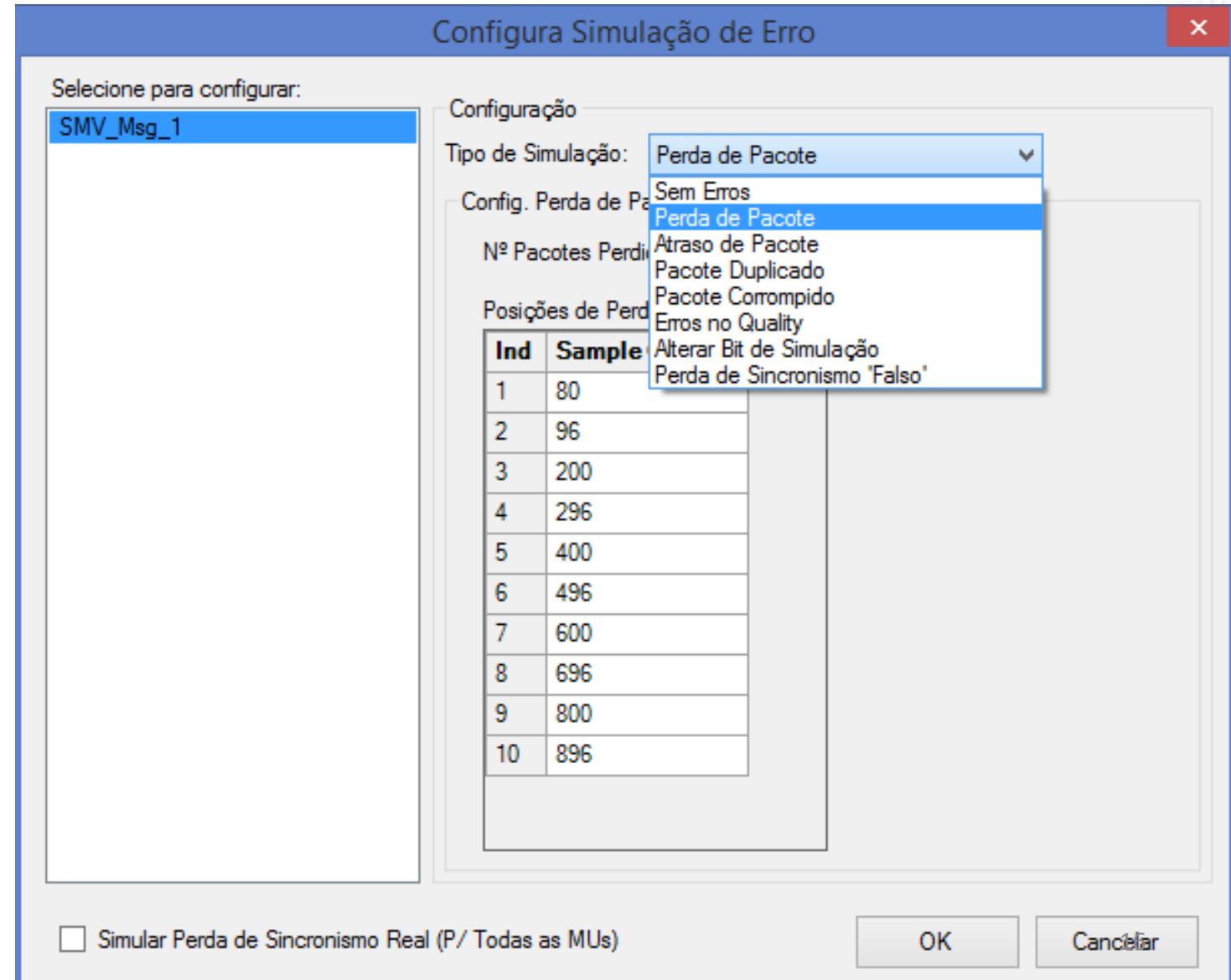
Simulação de erros no envio das mensagens GOOSE

- Permite avaliar o comportamento do IED em cada condição de erro definida
- Permite avaliar o esquema de proteção em situações de contingência
 - Mudanças de grupo de ajuste, bloqueios de funções, envio de alarmes, etc



Simulação de erros no envio das mensagens SV

- Permite avaliar o comportamento do IED em cada condição de erro
- Permite avaliar o esquema de proteção em situações de contingência
 - Mudanças de grupo de ajuste, bloqueios de funções, envio de alarmes, etc



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

Monitoramento

Assim como utilizamos os oscilógrafos para termos os registros dos sinais elétricos da subestação no caso da ocorrência de eventos, com a escalada tecnológica das subestações, se tornando cada vez mais digitais e baseadas em redes de comunicação, é condição essencial que essa rede seja monitorada e que sejam gerados logs com as informações da rede nas situações de eventos.

Dessa forma, ferramentas especializadas devem ser utilizadas para realizar esta importante tarefa, suportando a operação das subestações e contribuindo para a segurança e estabilidade do sistema elétrico de forma geral.

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

Monitoramento

- Mudança da condição do clock de sincronismo (GrandMaster changes, BMCA)
- 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

Monitoramento de erros no recebimento das mensagens SV

- Permite avaliar o comportamento da MU e/ou da rede utilizada diante de vários cenários;
- Além de avaliar a perda de frames também monitora diversos outros parâmetros das mensagens, auxiliando nas tarefas de comissionamento

Acumulações Fasores Harmônicas Proteção Avaliaçõe

Baixar Relat. Baixar ao Parar

Relatório

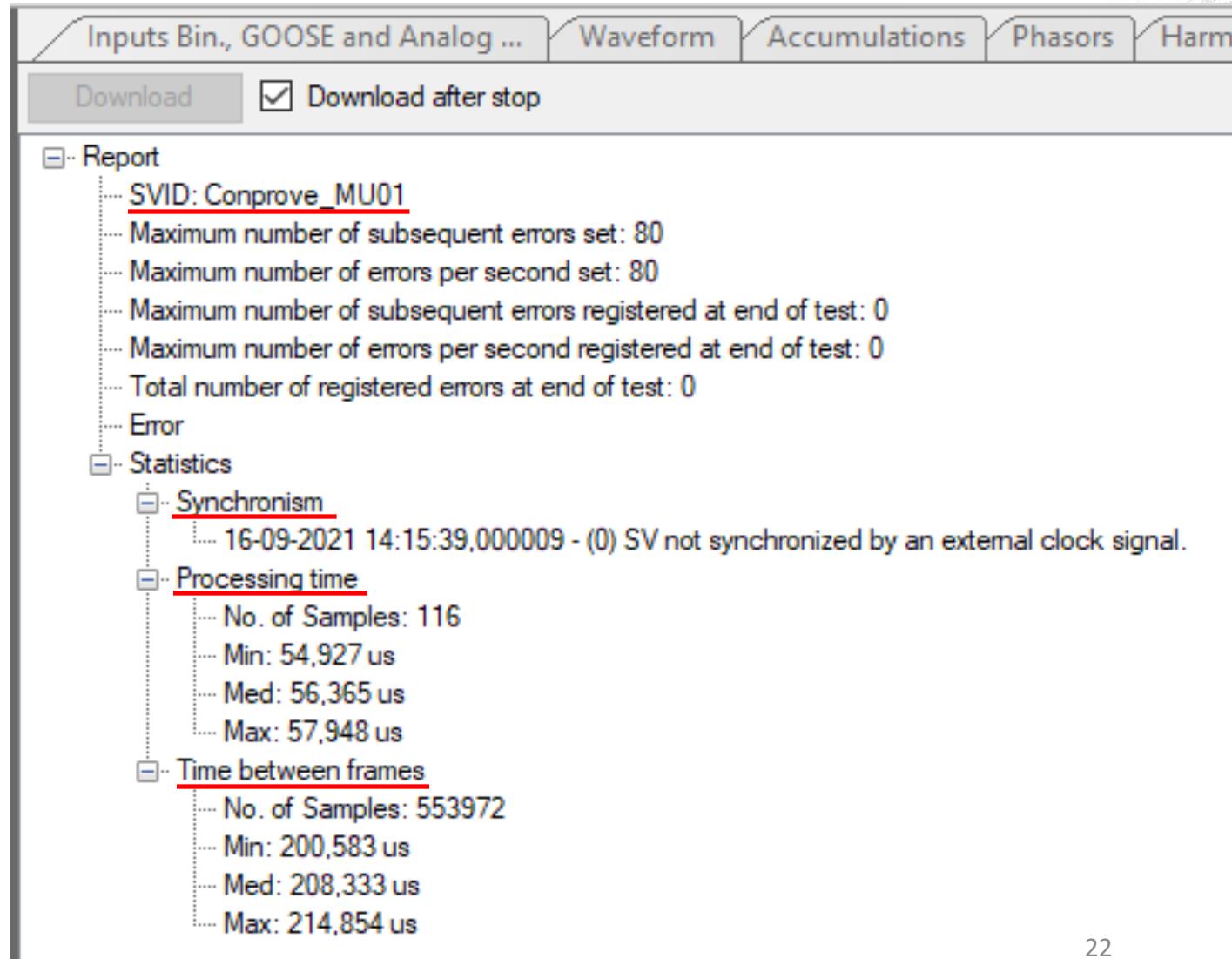
- SVID: Conprove_MU01
 - Número máximo de erros seguidos configurados: 80
 - Número máximo de erros por segundo configurados: 80
 - Número máximo de erros seguidos registrados no fim do teste: 0
 - Número máximo de erros por segundo registrados no fim do teste: 80
 - Número total de erros registrados no fim do teste: 88

Erros

- Tempo: 0,646 s SmpCnt Esperado: 896 SmpCnt Recebido: 904
- Tempo: 1,48 s SmpCnt Esperado: 80 SmpCnt Recebido: 88
- Tempo: 1,48 s SmpCnt Esperado: 96 SmpCnt Recebido: 104
- Tempo: 1,50 s SmpCnt Esperado: 200 SmpCnt Recebido: 208
- Tempo: 1,52 s SmpCnt Esperado: 296 SmpCnt Recebido: 304
- Tempo: 1,54 s SmpCnt Esperado: 400 SmpCnt Recebido: 408
- Tempo: 1,56 s SmpCnt Esperado: 496 SmpCnt Recebido: 504
- Tempo: 1,58 s SmpCnt Esperado: 600 SmpCnt Recebido: 608
- Tempo: 1,60 s SmpCnt Esperado: 696 SmpCnt Recebido: 704
- Tempo: 1,63 s SmpCnt Esperado: 800 SmpCnt Recebido: 808
- Tempo: 1,65 s SmpCnt Esperado: 896 SmpCnt Recebido: 1904

Monitoramento de erros no recebimento das mensagens SV

- Permite avaliar o comportamento da MU e/ou da rede utilizada diante de vários cenários;
- Além de avaliar a perda de frames também monitora diversos outros parâmetros das mensagens:
 - Condição de sincronismo
 - Tempo de processamento
 - Tempo entre frames



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

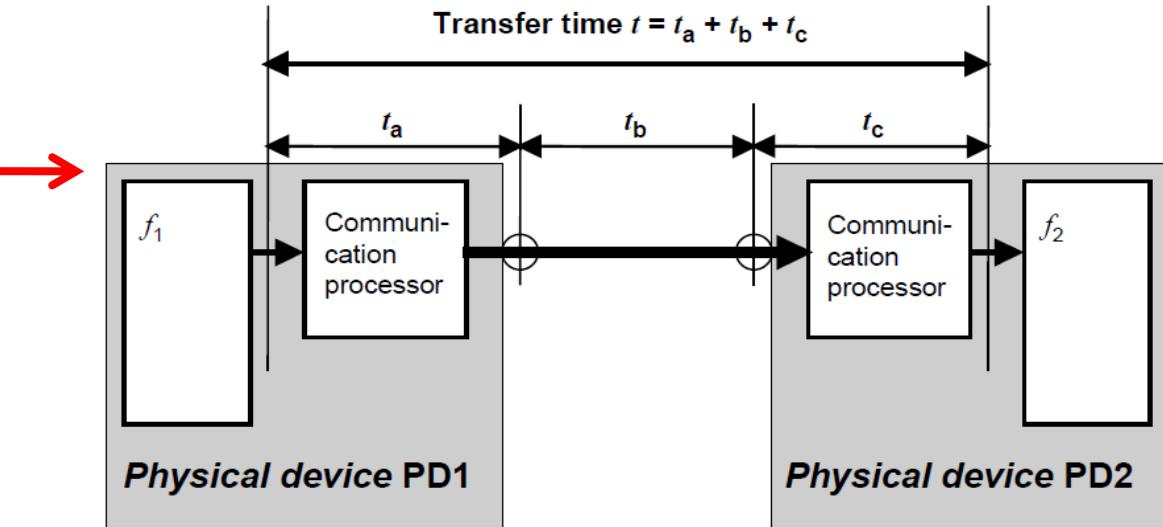
Download Download after stop

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

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

Conclusões

O desenvolvimento tecnológico constante dos dispositivos e esquemas utilizados nas subestações trazem inúmeros benefícios, dentre eles:

- menor custo
- maior segurança
- simplificação do cabeamento e estruturas

Nesse contexto as ferramentas de teste são de extrema importância para comprovar o correto funcionamento de todos esses novos recursos e técnicas no momento do comissionamento e manutenção, assim como o emprego de ferramentas de monitoramento que auxiliam no cotidiano da operação do sistema elétrico.

*O único caminho para desvendar os limites do possível é
aventurar-se um pouco além dele, adentrando o impossível.*

Arthur C. Clark

Muito Obrigado!



CONPROVE



www.CONPROVE.com



XVI STPC

SEMINÁRIO TÉCNICO DE PROTEÇÃO E CONTROLE

PROMOÇÃO



REALIZAÇÃO



ORGANIZAÇÃO



PATROCÍNIO OURO



Operador Nacional
do Sistema Elétrico



STATE GRID
BRAZIL HOLDING S.A.
国家电网巴西控股公司

PATROCÍNIO PRATA



PATROCÍNIO BRONZE



AMC
SOLUÇÕES EM ENERGIA



ARGO

RELAYABLE POWER

HITACHI

Inspire the Next

Hitachi Energy



COPEL
Apara Energia

Hitachi Energy



SEL
SCHWEITZER
ENGINEERING
LABORATORIES

