



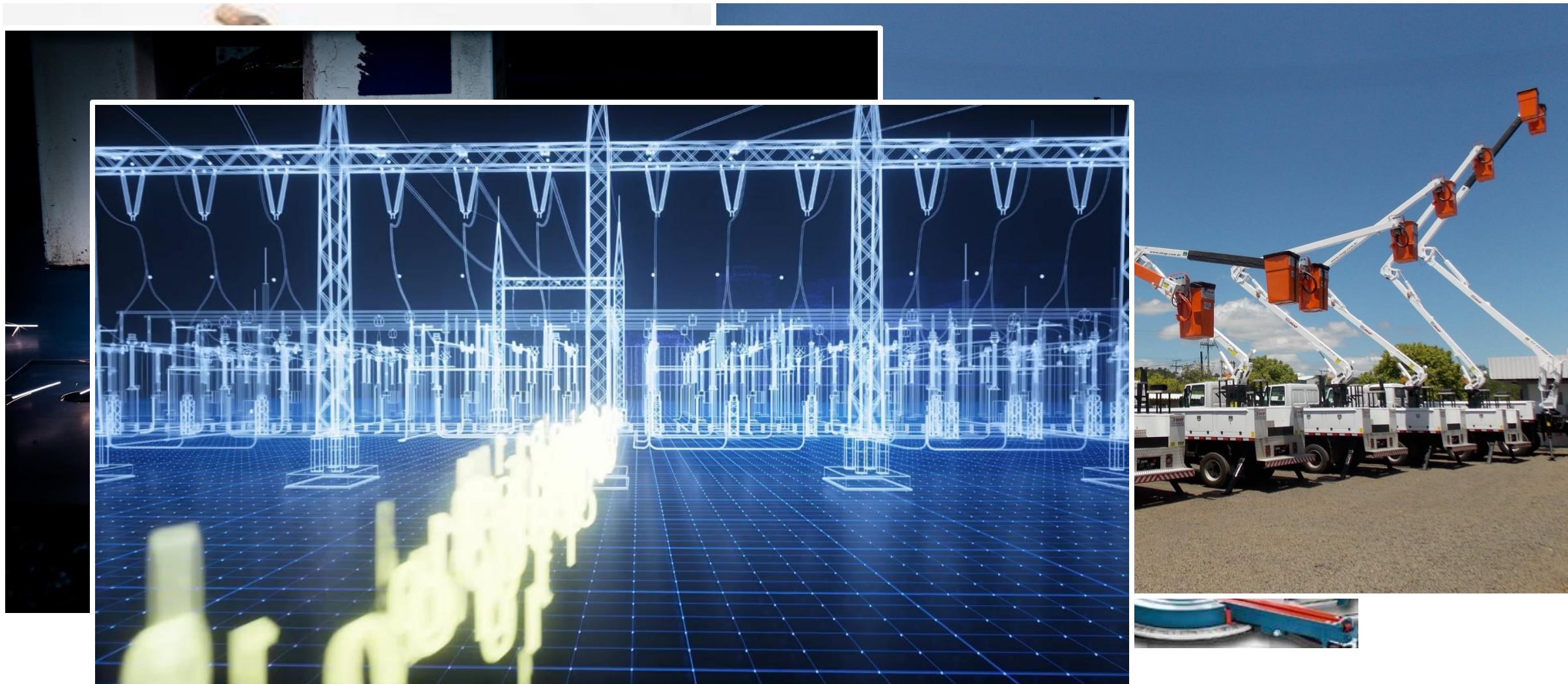
FERRAMENTAS INTELIGENTES PARA COMISSIONAMENTO E MONITORAMENTO DAS REDES IEC 61850

Paulo Sergio Pereira Jr

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

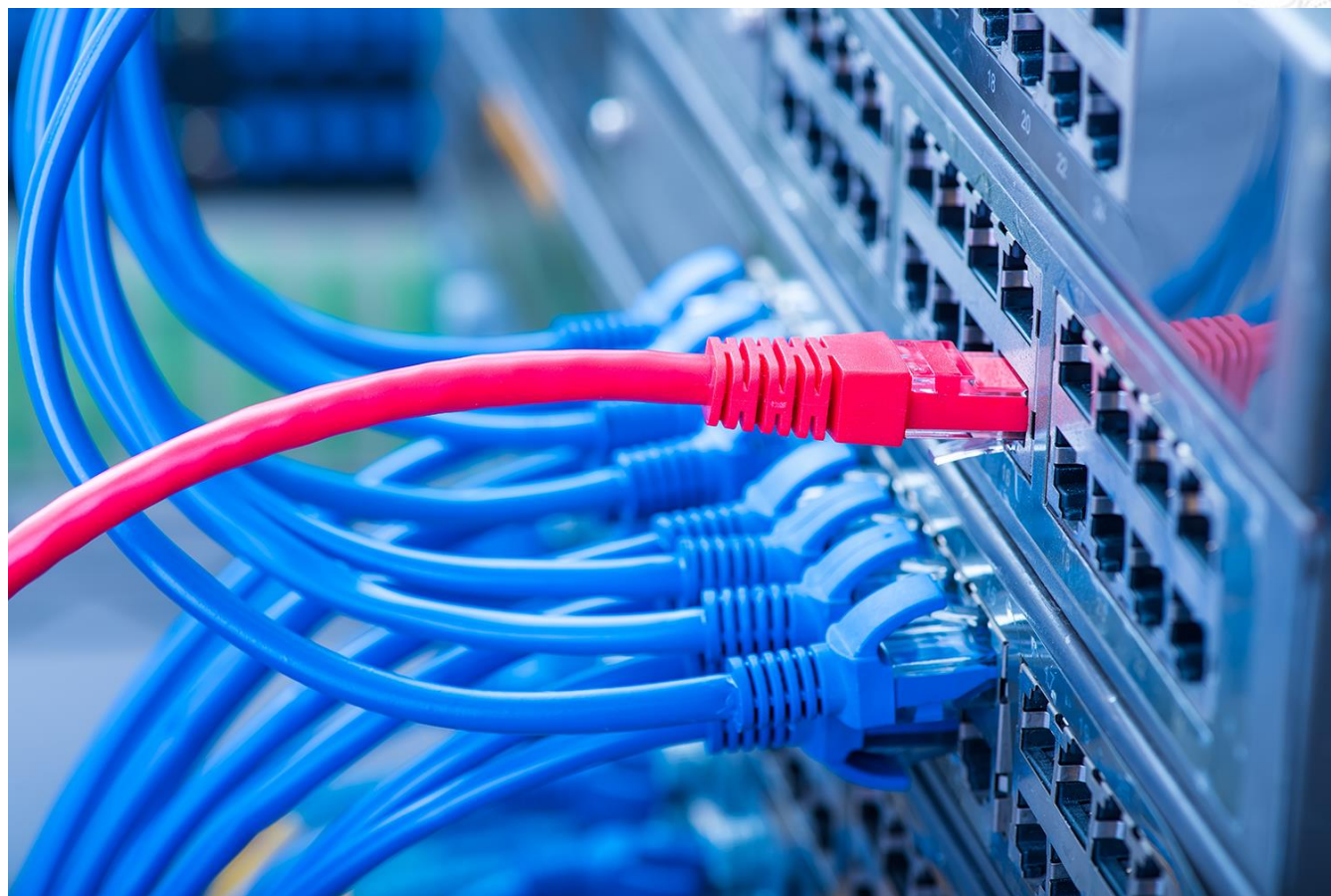
A importância das ferramentas na evolução humana

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

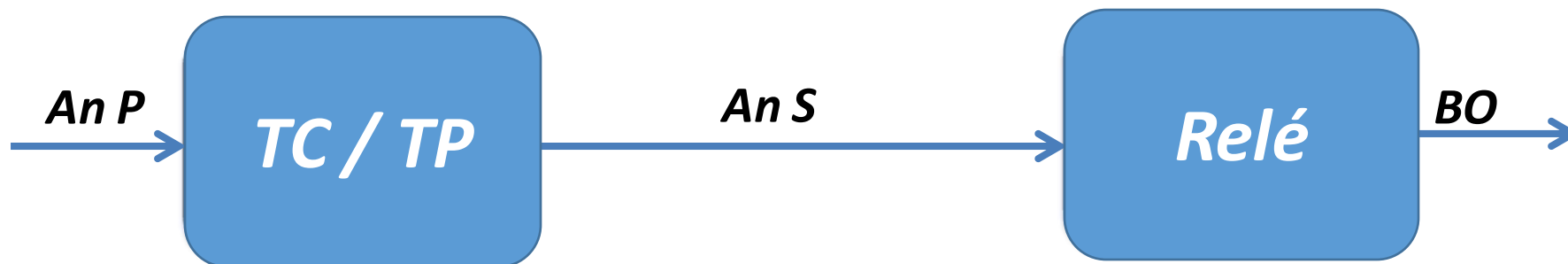
➤ Encontrar uma falha de configuração ou de firmware após a ocorrência do evento é sempre a pior alternativa

➤ 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

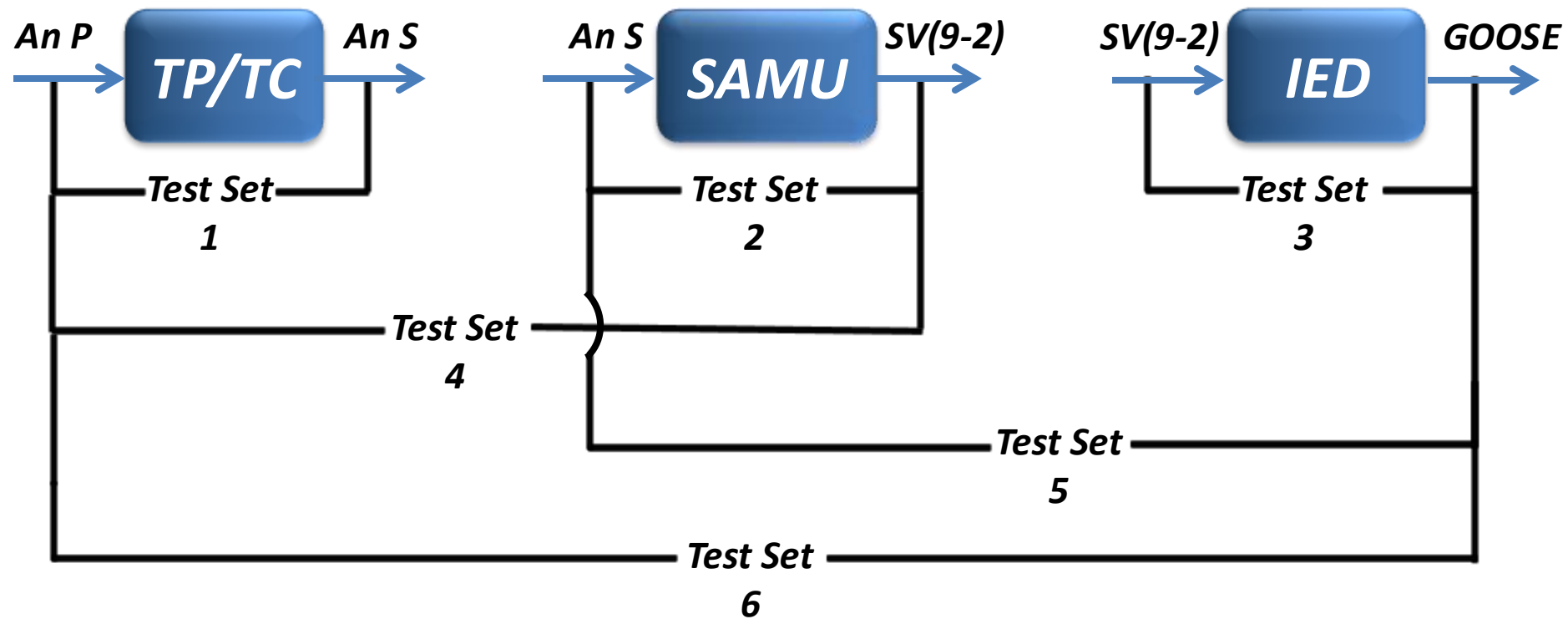
Testes Clássicos x Testes IEC 61850



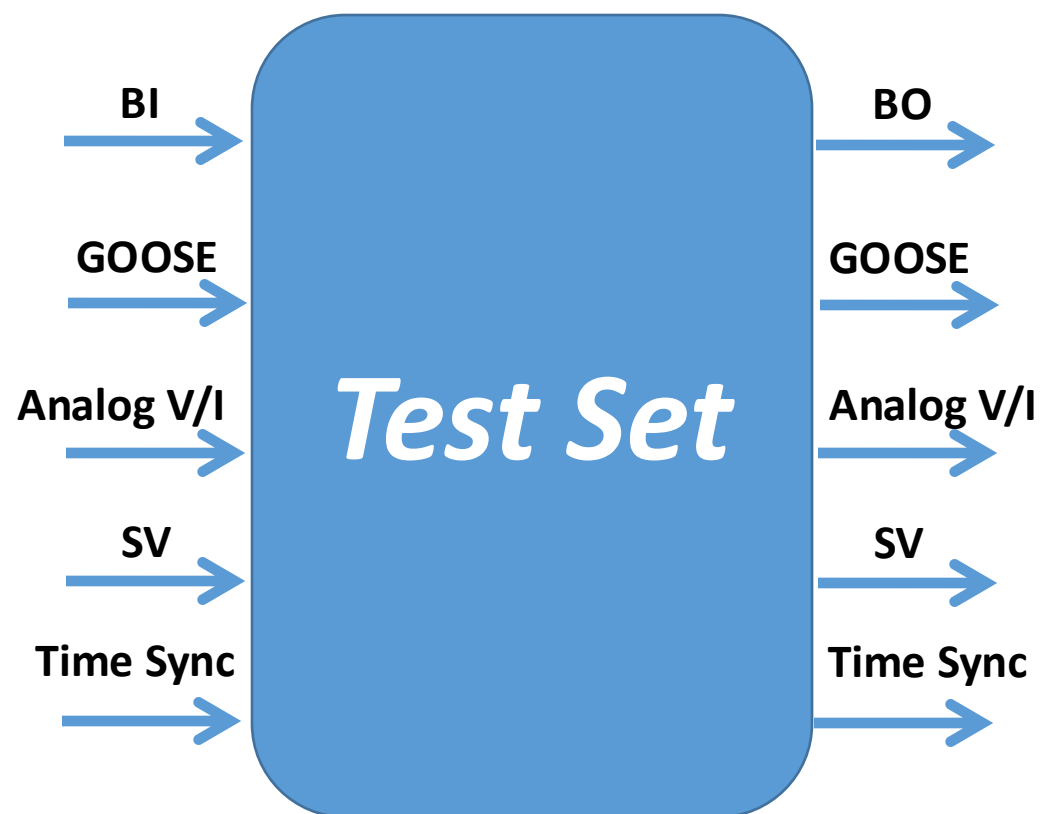
VS



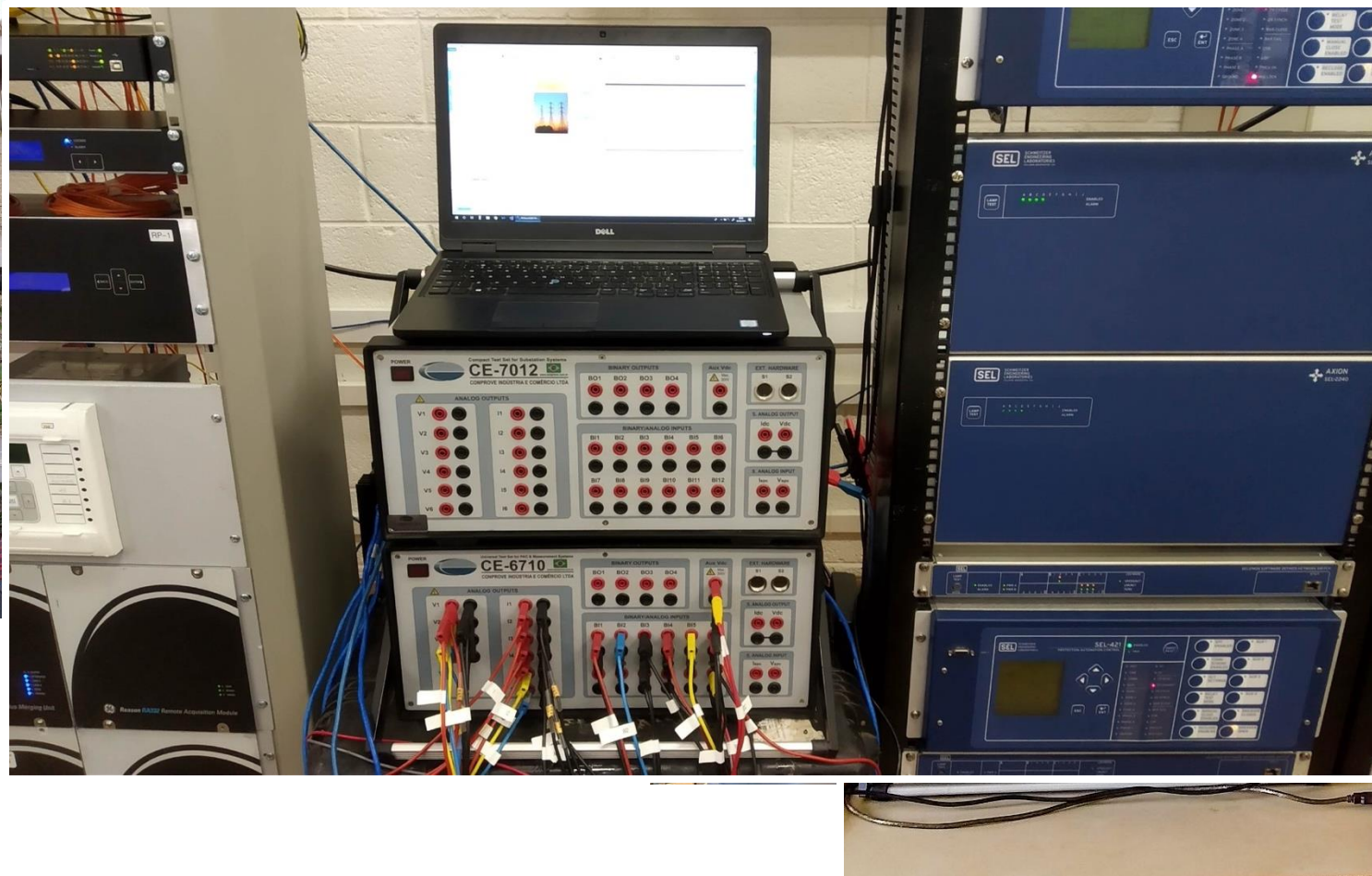
Vários cenários de testes



Estrutura básica de um testador IEC 61850

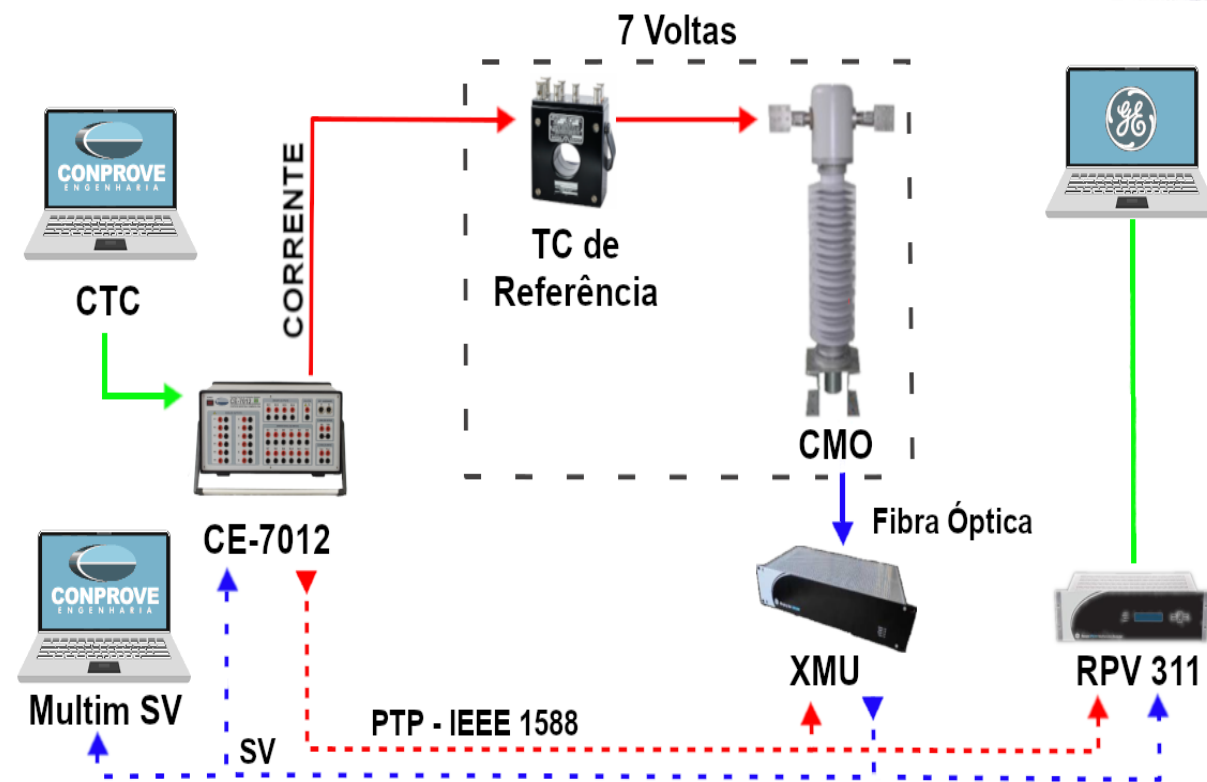


Ferramentas Conprove



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

Configura Simulação de Erro

Selecione para configurar:

GOOSE_Msg_1

Configuração

Tipo de Simulação:

Perda de Pacote

Config. Perda de Pa

Nº Pacotes:

Posições:

Ind	Seq. Number
1	3
2	6
3	15
4	21
5	22
6	23
7	24

OK

15 Cancelar

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

Configura Simulação de Erro

Selecione para configurar:

SMV_Msg_1

Configuração

Tipo de Simulação: Perda de Pacote

Config. Perda de Pacote

Nº Pacotes Perdidos

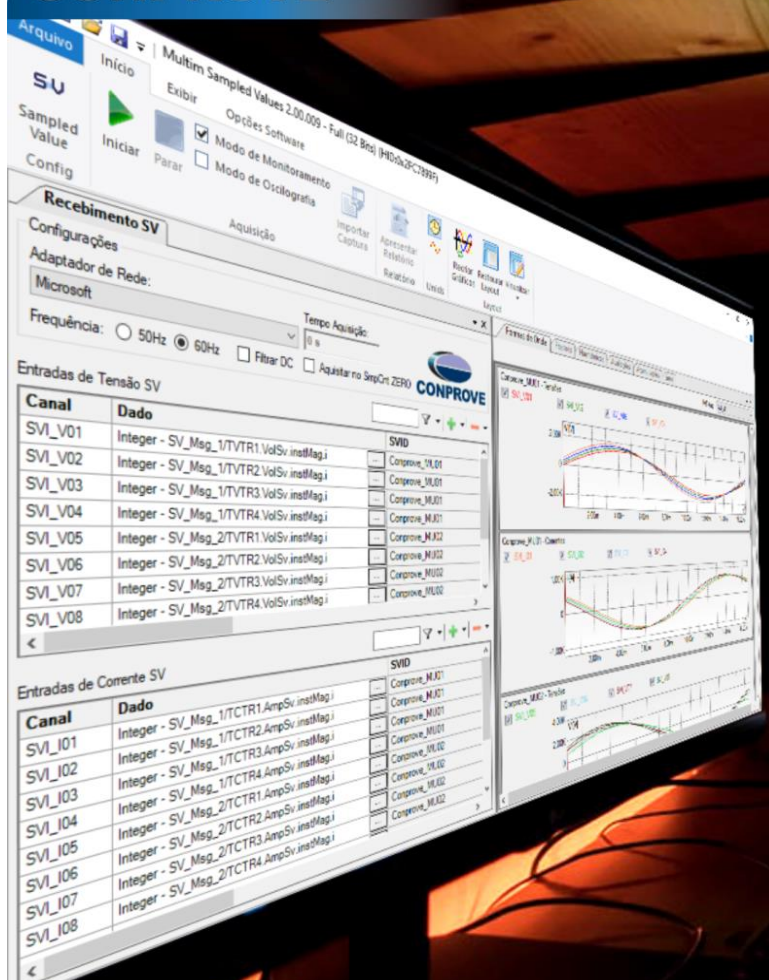
Posições de Perda

Ind	Sample
1	80
2	96
3	200
4	296
5	400
6	496
7	600
8	696
9	800
10	896

☐ Simular Perda de Sincronismo Real (P/ Todas as MUs)

OK Cancelar

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 | Avaliação

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

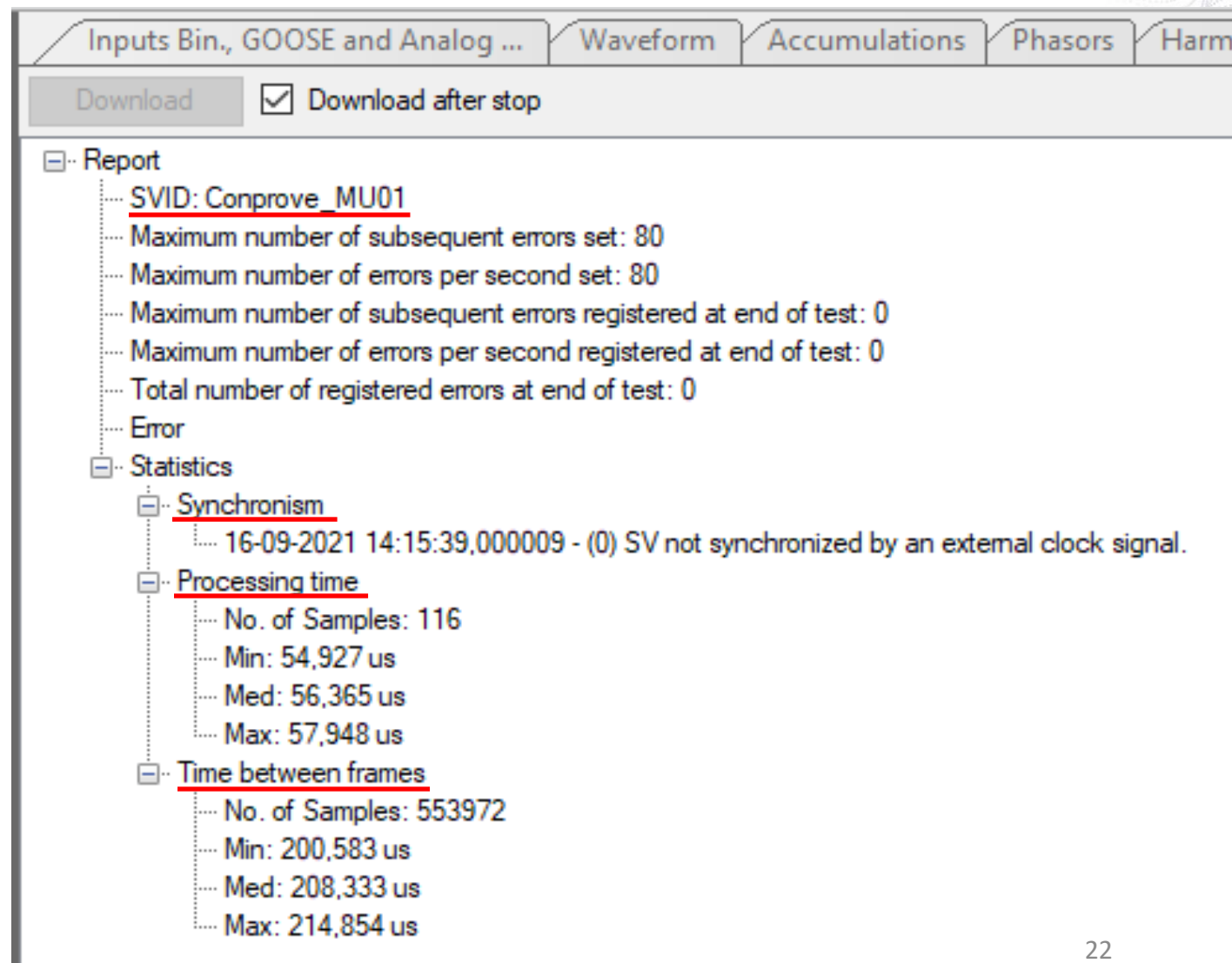
... Tempo: 0,646 s SmpCnt Esperado: 896 SmpCnt Recebido: 904
... Tempo: 1,48 s SmpCnt Esperado: 80 SmpCnt Recebido: 88
... Tempo: 1,48 s SmpCnt Esperado: 96 SmpCnt Recebido: 104
... Tempo: 1,50 s SmpCnt Esperado: 200 SmpCnt Recebido: 208
... Tempo: 1,52 s SmpCnt Esperado: 296 SmpCnt Recebido: 304
... 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: 904

Monitoramento de erros no recebimento das mensagens SV

➤ Permite avaliar o comportamento da MU e/ou da rede utilizada diante de vários cenários;

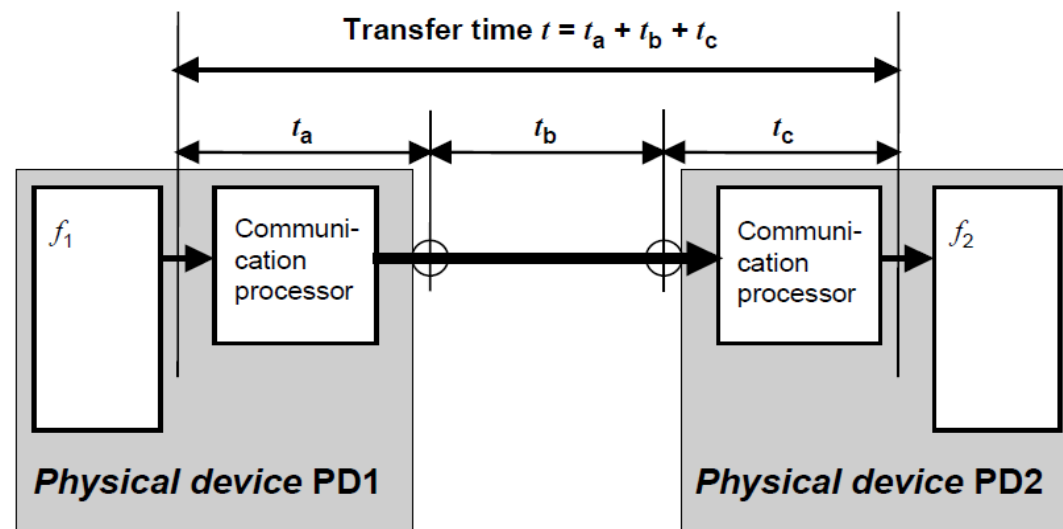
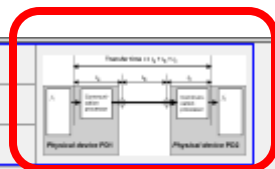
➤ Além de avaliar a perda de frames também monitora diversos outros parâmetros das mensagens:

- Condição de sincronismo
- Tempo de processamento
- Tempo entre frames



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

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



PATROCÍNIO PRATA



PATROCÍNIO BRONZE

