

WORKSHOP SUBESTAÇÕES DIGITAIS
ELETROSUL – Florianópolis – 09 e 10 de agosto 2023



Impacto das subestações digitais no SM2.11
→ Monitoramento das redes de comunicação utilizadas para os Sistemas de Proteção

SUBESTAÇÕES DIGITAIS

Já são uma realidade.

Redes de comunicação eliminando as interligações dedicadas com cabos de cobre.

Digitalização dos sinais medidos no pátio e envio por fibra óptica para os IEDs via rede de comunicação.

Uso de LPIT e Merging Units.

Tecnologia de barramento de processo.

Protocolos de comunicação (Sample Values, GOOSE e MMS) - Norma IEC 61850.



Projetos implementados ou em andamento

SE 230 kV Juazeiro (ATLAS)

Hitachi ABB - 2018

1ª SE digital da América Latina

Subestação de conexão do Complexo Solar Juazeiro (156 MW) operada pela Atlas Energia Renováveis.

SE 138 kV Betânia (CPFL)

SIEMENS - 2019

*LT's e transformadores
138/11,9 kV*

SE 500 kV São Gonçalo do Pará (ENEL GREEN POWER)

HITACHI/ABB - 2020

Subestação de conexão do Complexo Solar São Gonçalo (864 MW).

SE 500/230 kV Lorena (ISACTEEP)

GE – 2021

1ª subestação digital da REde Básica (≥ 230 kV)

SE 500/230 kV Medeiros Neto II (NEOENERGIA)

SIEMENS

Construção teve início em 2022

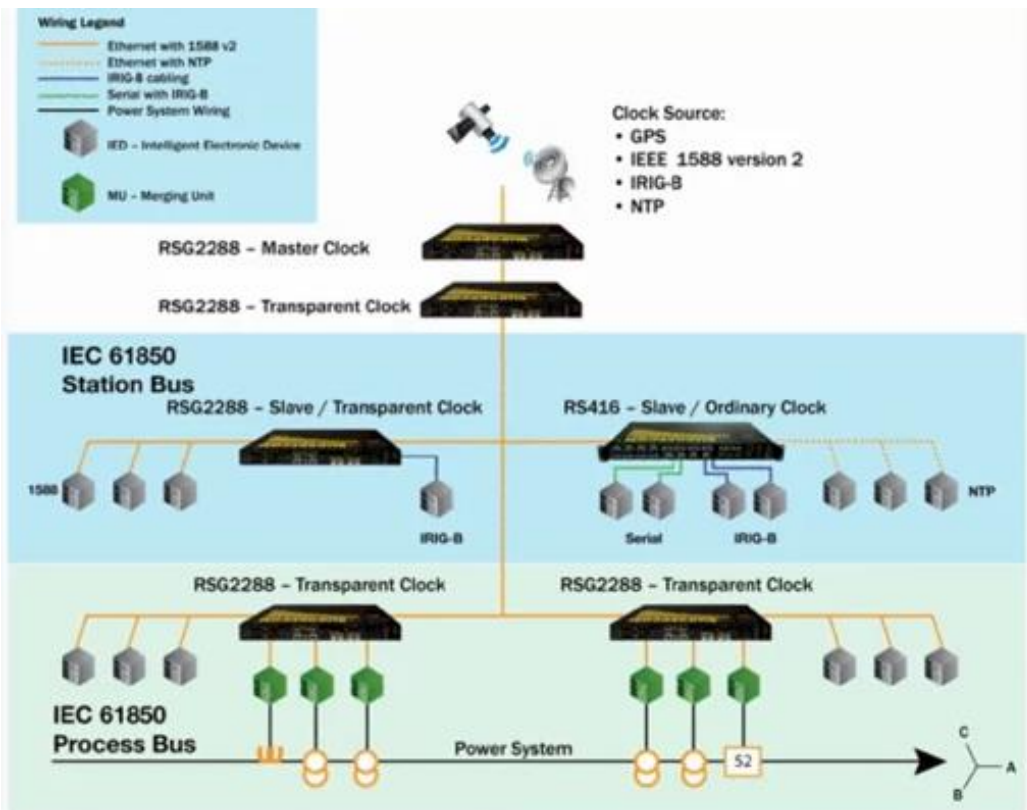
SE 138/115 kV Jaguariuna (ISACTEEP)

SE 4.0 – USP, Hitachi ABB

Construção teve início em 2021.

Sistema digital com uso de “big data” and proteções concentradas.

Redes de comunicação utilizadas pela proteção



Parte integrante do Sistema de Proteção.

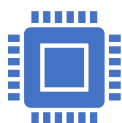
Redes independentes e redundantes para os sistemas de proteção principal e alternada.

Redes com protocolos de redundância com tempo de comutação nulo, duplicando os elementos da rede, as redes das proteções principal e alternada podem ser integradas nos equipamentos redundantes, sendo que cada proteção deverá ser conectada a 2 caminhos distintos, independentes e simultaneamente ativos.

Performance da Rede não pode interferir no desempenho da proteção.

MONITORAMENTO DA REDE

Por que monitorar????



Monitoramento de rede fornece informações em tempo real necessárias para operação e manutenção.



Falhas nos componentes da rede → detecção precoce e redução de indisponibilidade



Sinalização de anomalia (verificação de integridade) nas mensagens trocadas pelas proteções → desempenho da proteção.



Identificação antecipada de problemas, antes que seja prejudicado o desempenho e ocorram interrupções no funcionamento das proteções.



O desempenho das funções de proteção dependem da Rede → desempenho da rede.

AUMENTO DA SEGURANÇA E CONFIABILIDADE DO SISTEMA DE PROTEÇÃO

Importância para o Operador do Sistema

*Cadeia de proteção
inoperante ou degradada*

Falha de qualquer elemento da rede

Perda de integridade nas mensagens necessárias para atuação das proteções (ex: perda de pacotes, pacotes corrompidos, indicativo de um aumento da latência, e etc...)

Perda de sincronismo

Ausência de mensagens previstas ou presença de mensagens não previstas

Intervalos entre as mensagens ou tempo anormal de propagação das mensagens previstas

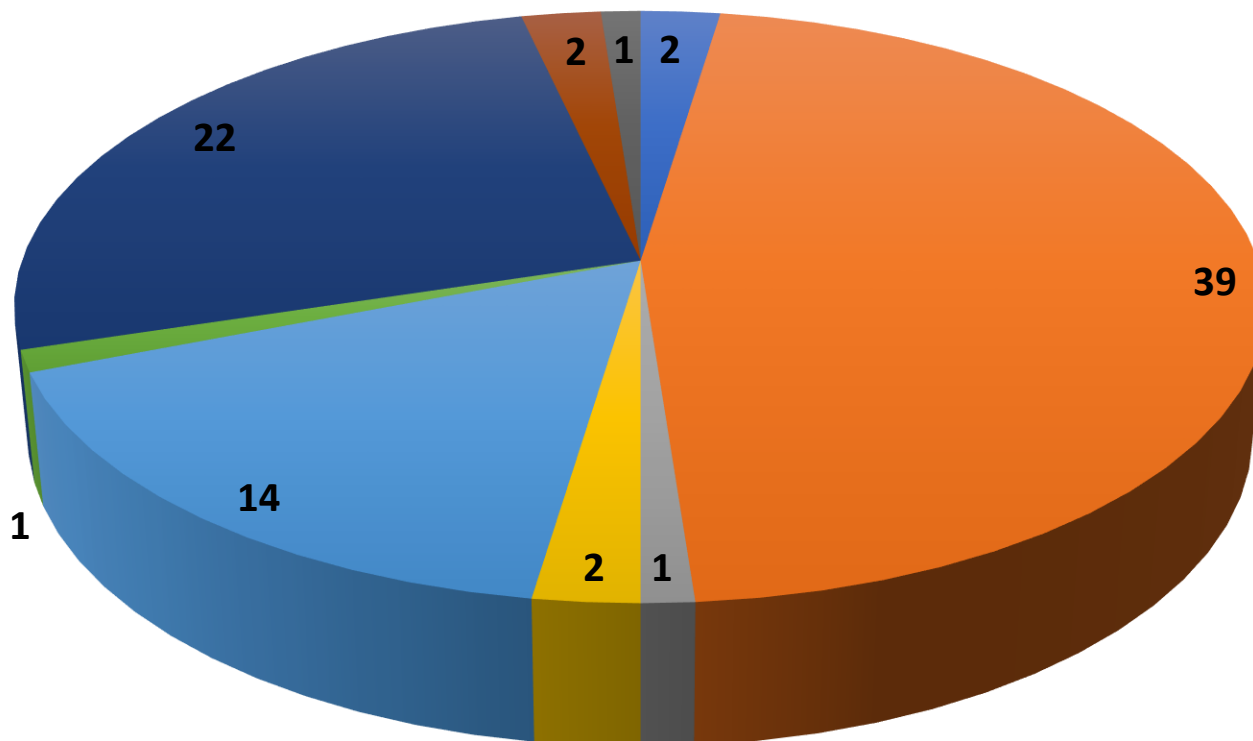
Sistema de monitoramento - Requisitos



- ☐ As funções de monitoramento das redes de comunicação utilizadas pelo sistema de proteção deverão ser concentradas em hardware e software independentes dos dispositivos de proteção.
- ☐ O sistema ou dispositivos de monitoramento poderá usar, as mensagens disponíveis na rede, e as informações de monitoramento e diagnóstico dos dispositivos finais (IEDs de proteção, switches, Merging Units, etc).
- ☐ Os registros de anomalia nas redes locais deverão ser sincronizados com o mesmo sinal de relógio utilizado pelos dispositivos da rede monitorada
- ☐ Os sistemas/dispositivos de monitoramento de rede deverão possuir recursos para armazenamento dos registros de eventos detectados.

Sistema de monitoramento => O que monitorar?

- a) Perda de integridade das mensagens.
- b) Ausência de mensagens previstas e presença de mensagens não previstas.
→ *Ex: sinalização de ausência de mensagens dentro de intervalos previstos ou presença de mensagens não incluída no projeto.*
- c) Ausência de sinais de sincronismo.
→ *Ex: ausência detectada por medição direta, ou por sinalização do IED.*
- d) Intervalos anormais entre mensagens previstas.
→ *Ex: sinalização de desvio no tempo especificado na norma correspondente.*
- e) tempo anormal de propagação (latência) para mensagens previstas com período fixo de publicação.
→ *Ex: mensagens com publicação baseada em eventos → verificar o instante de emissão da mensagem, contida na própria estrutura (dataset) do Goose, e comparar com o instante de recepção da mensagem no IED assinante ou switch de destino, sinalizando desvios acima do esperado para a classe de mensagem.*



- Envio de GOOSE de trip com IED em MODO TESTE
- Erro de configuração de GOOSE
- Envio acidental de GOOSE (TELEPROTEÇÃO)
- Falha na placa de comunicação do IED (GOOSE / BF)
- Erro de configuração GOOSE (reset RETRIP configurada como TRIP BF)
- Envio GOOSE na reinicialização do IED
- Falha de comunicação IED / UC
- Falha na placa de comunicação do IED
- Falha de rede/falha de switch

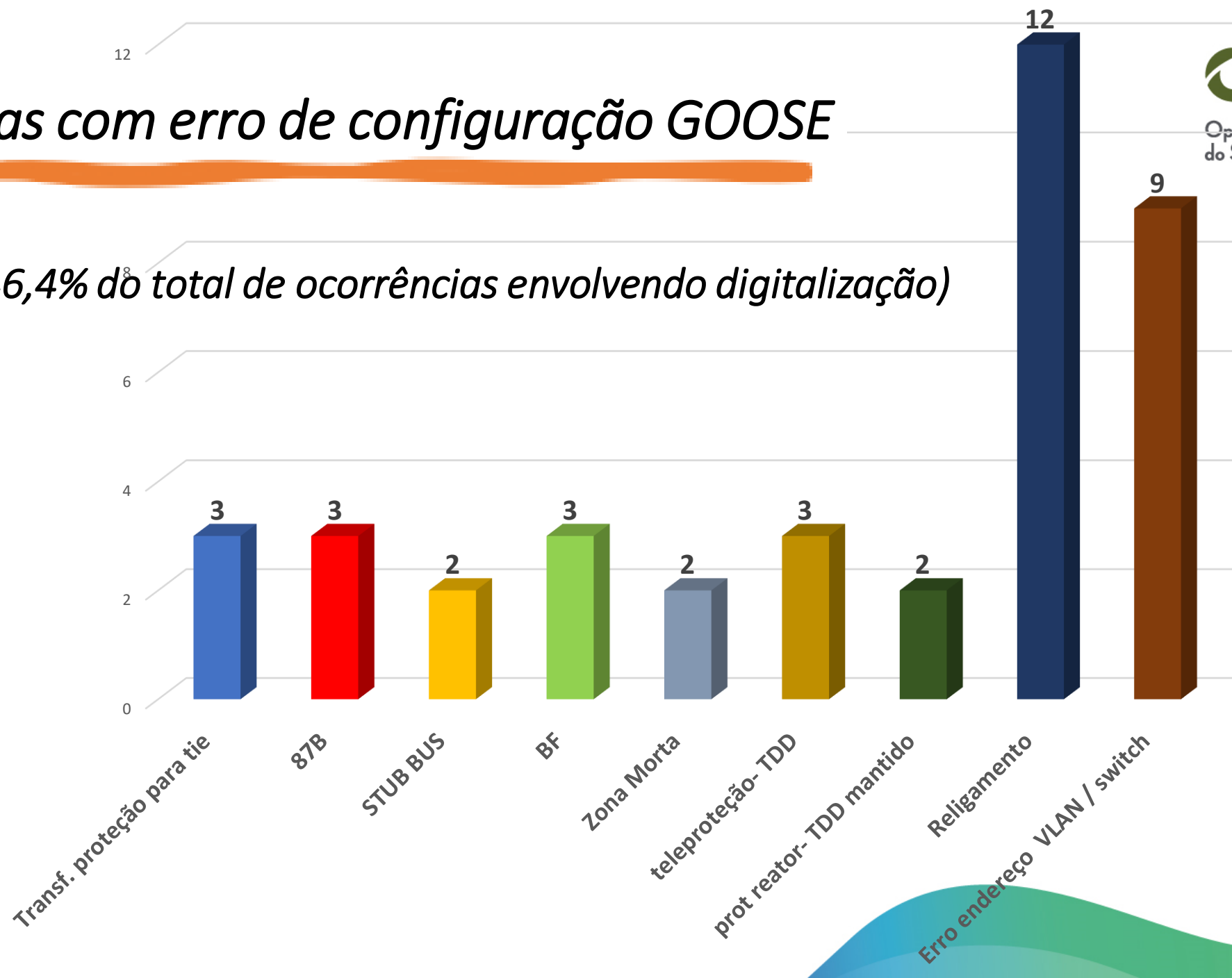
Ocorrências no SIN de 2014 a 2023

TOTAL : 84

2014 : 12 em 2985 (0,4%)
 2015 : 3 em 3290 (0,09%)
 2016: 6 em 3226 (0,18%)
 2017: 6 em 3213 (0,18%)
 2018 : 4 em 3095 (0,13%)
 2019 : 7 em 3276 (0,21%)
 2020 : 17 em 3384 (0,50%)
 2021 : 19 em 3371 (0,6%)
 2022 : 8 em 2984 (0,3%)
 2023 : 2 em 1381 (0,15%)

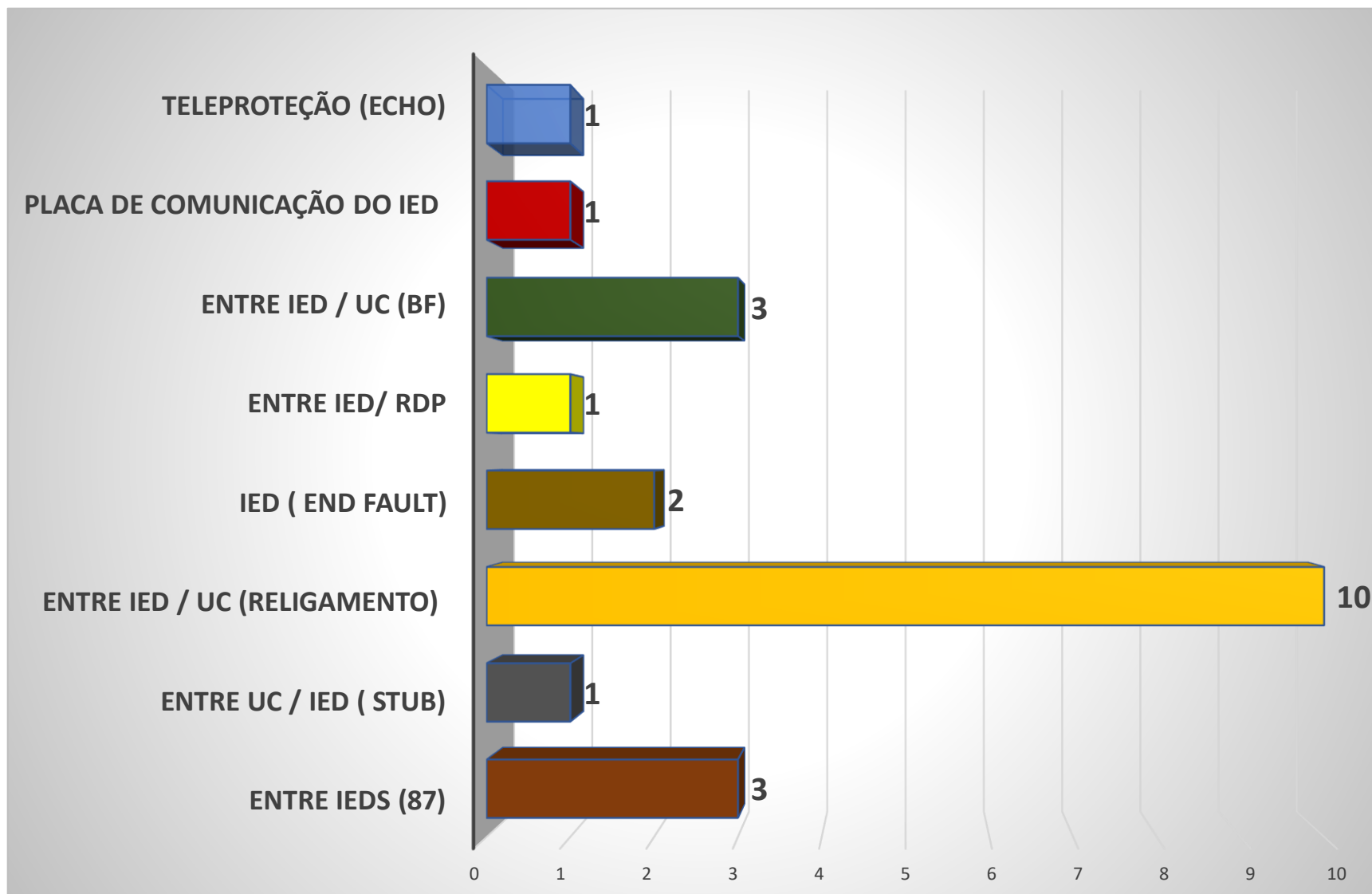
Ocorrências com erro de configuração GOOSE

TOTAL : 39 (46,4% do total de ocorrências envolvendo digitalização)



Ocorrências com falha de comunicação

TOTAL : 22 (26,2% do total de ocorrências envolvendo digitalização)

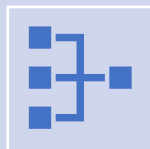


Necessidade de um Sistema de Monitoramento

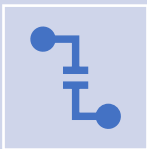
Caso 1



Desligamento automático de uma LT 500 kV por falta na fase V, causado por descarga atmosférica, eliminada em 56ms pela atuação da proteção.



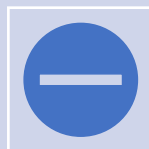
O religamento automático monopolar foi efetuado no terminal líder, porém no terminal seguidor, não ocorreu devido a uma falha de informação GOOSE nas unidades de proteção da LT, proveniente da unidade de controle do vão central da LT.



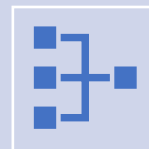
A falha GOOSE na unidade de controle ocorreu por uma falha momentânea no sistema de comunicação (possível perda de pacote de dados), no entanto, como esta não é uma situação corriqueira, a equipe de manutenção não verificou a falha quando esta ocorreu, a fim de saná-la, o que teria evitado o bloqueio do esquema de religamento automático.

Necessidade de um Sistema de Monitoramento

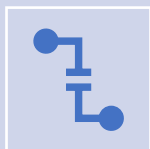
Caso 2



A perturbação consistiu no desligamento automático dos disjuntores conectados ao barramento 230 kV, por atuação da proteção diferencial de barras 87B.



Foi identificado falha de comunicação de mensagens Goose entre relés digitais da barra e das LTs, ocasionando , durante o comissionamento de nova LT no barramento , o acionamento de entrada lógica na unidade de proteção barras 230kV.



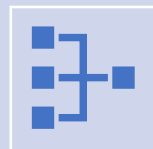
O mapa de Goose da subestação foi revisto e compatibilizado com o de todos os projetos de acessantes daquela instalação. Foi revisado o procedimento de checagem de mapa de Goose para testes de comissionamento e foi adquirido Software analisador de redes

Necessidade de um Sistema de Monitoramento

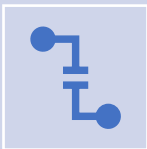
Caso 3



Desligamento automático de LT 230 kV devido a trip acidental pela função 59 durante serviço programado na proteção. Durante reinicialização do relé PA houve o trip 59, que enviou o TDD para o terminal remoto.



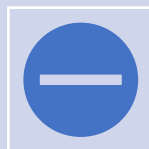
O envio de TDD para o terminal remoto ocorreu enquanto o relé se encontrava em modo Test Blocked.



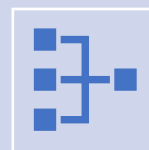
O agente informou que está em contato com a fabricante do relé para identificar a causa do envio dos trips, mesmo com o relé estando em modo Test Blocked.

Necessidade de um Sistema de Monitoramento

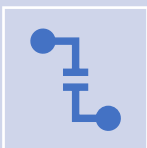
Caso 4



Desligamento automático de um transformador 230/69/13,8 kV - 150 MVA, provocado acidentalmente durante a normalização da proteção alternada que se encontrava desligada.



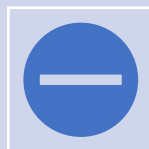
A reinicialização do IED originava disparos indevidos e intermitentes, com atuação de função diferencial e partida de BF.



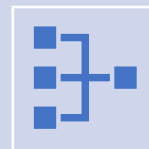
O problema foi levado ao fabricante e como solução o link de comunicação foi modificado para fiação elétrica.

Necessidade de um Sistema de Monitoramento

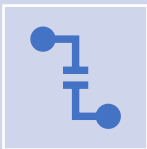
Caso 5



Desligamento automático de linha de 230 kV, devido à recepção intermitente de trip indevido da função de falha de disjuntor proveniente do IED de proteção de barras.

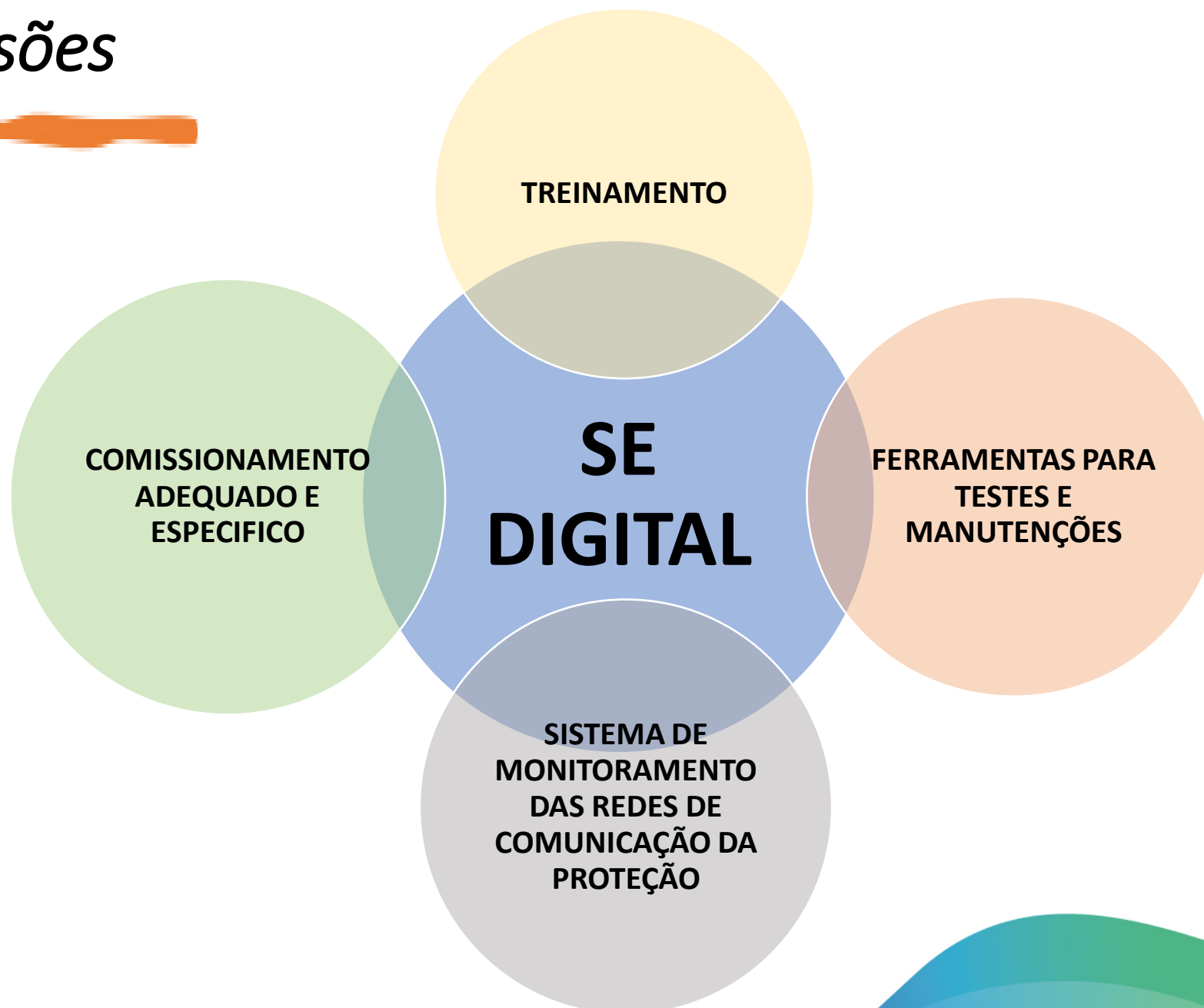


Ocorreu a atuação acidental da binária de saída correspondente ao trip de falha de disjuntor devido à falha de Goose provocada por defeito na fibra. Foi verificado que quando ocorria uma falha de Goose, devido a defeito na fibra de conexão do relé 87B-B com o 87B-C, a saída binária que correspondia ao trip pelo BF, mudava para o nível lógico 1.



Foram realizadas alterações nas posições das fibras, corrigindo o problema. Após monitoramento e verificação de que o problema não se repetiu, a proteção foi colocada novamente em operação.

Conclusões



Obrigada pela atenção !

Denise B. Oliveira – doliveira@ons.org.br

Tatiana Maria T. de Sousa Alves – tatianamaria@ons.org.br