UMA SOLUÇÃO PARA DOMINAR E INTERAGIR COM SISTEMAS DE PROTEÇÃO, AUTOMAÇÃO E CONTROLE CONFORMES COM A NORMA IEC 61850

Paulo Sergio Pereira Junior, Cristiano Martins Moreira- Conprove Tecnologia e Pesquisa Ltda

Gustavo espinha Lourenço e Paulo Sergio Pereira - Conprove Engenharia Ltda

Felipe dos Santos, Wagner Rodrigues de Lima Moreira - Termopernambuco SA

psjunior@conprove.com.br

Brasil

PALAVRAS-CHAVE

IEC 61850; GOOSE; Testes; Proteção; Automação, Controle

RESUMO

Os profissionais que trabalham em integração, comissionamento e manutenção de sistemas de automação, proteção e controle estão convivendo com um novo requisito, que é o de verificar o encaminhamento das mensagens na rede que indicam se um contato esta ou não fechando. A tradicional forma de conferir se o contato esta ou não fechado com o uso de um multímetro precisa ser adaptada para a nova realidade das informações que trafegam pela rede e uma nova ferramenta torna-se necessária. A utilização de notebooks com software de redes para verificar as mensagens não tem sido recomendada por questões de segurança da rede, visto que o notebook poderá possuir vírus o que afetará o funcionamento do sistema de automação das subestações. As malas de testes de relés que permitem o monitoramento de mensagens GOOSE é uma ferramenta mais sofisticada e que contem muitos outros softwares e recursos de testes e por isso o custo inibe a sua generalização. Por outro lado verificou-se que os usuários clamam por uma ferramenta de baixo custo e que não afete a confiabilidade da rede. Este trabalho descreve as necessidades que foram identificadas nos trabalhos de comissionamento, integração e manutenção de sistemas automáticos de subestações e apresenta uma ferramenta de baixo custo que foi especialmente desenvolvida para auxiliar as equipes que trabalham no campo.

1 - INTRODUÇÃO

Com a evolução constante da tecnologia de comunicação aplicada à proteção e controle, destaca-se a Norma IEC 61850 (1), e os usuários cada vez mais discutem sobre suas vantagens, possibilidades e técnicas relacionadas.

Para os profissionais e estudiosos da área possuir uma estrutura de proteção confiável, seletiva, eficaz e estável é o constante desafio. A utilização dos modernos IED´s (Inteligent Eletronic Device) que incorporam inúmeras funções de proteção em uma única unidade, e a possibilidade de promover a troca de informações via rede para realizar lógicas têm sido muito utilizadas, pois reduzem custos e simplificam os esquemas de proteção. Como exemplo pode-se mencionar o uso do protocolo 61850 para a troca de informações via rede em substituição às lógicas que tradicionalmente são feitas por contatos e fiação de cobre. Estes ganhos são incorporados com a migração dos fundamentos e

técnicas já consagradas pelos departamentos de engenharia das empresas, vindo de encontro aos requisitos de confiabilidade dos sistemas de proteção.

Há três grandes formas de troca de informações estabelecida pela IEC 61850: O Cliente-Servidor, GOOSE e SMV. A primeira forma não possui tempo critico, não garantindo velocidade; já segunda e a terceira são baseadas na troca de informações com tempos críticos.

Um dos temas mais interessantes da norma se dá no âmbito da troca de informações em alta velocidade entre IED´s através das mensagens GOOSE (Generic Object Oriented Substation Events). Muitos trabalhos tem sido feito (2),(3),(4) e muitos são seus empregos na forma de comunicação, lógica, trips e etc., substituindo o cabeamento rígido utilizado nas lógicas de proteção e controle. Várias são as vantagens da rede tais como: supervisão em tempo real da conexão, menor custo de implantação, e menos manutenção.

A mensagem GOOSE é multicast e trabalha diretamente na segunda camada OSI, sendo muito utilizada na função de carregar as informações dos eventos. Este é um dos principais diferenciais entre a Norma IEC 61850 e protocolos anteriores.

2 – NECESSIDADES DEFINIDAS PELAS EQUIPES DE TRABALHO EM CAMPO

Hoje em dia praticamente todos os IED´s ofertados no mercado incorporam a troca de informações via mensagens GOOSE. No entanto, a grande maioria das instalações existentes possui tecnologia convencional. A implantação da tecnologia IEC 61850 vem acontecendo em instalações antigas, que estão passando por ampliação e recebendo IED´s com tecnologia IEC 61850.

Com todas as inovações tecnológicas decorrentes da norma, é natural que os engenheiros e técnicos de proteção com experiência na tecnologia tradicional sintam-se um pouco desconfortáveis quando se trata do comissionamento e da manutenção de sistemas que utilizam tecnologia de transmissão de dados em rede.

Existem basicamente duas formas de convivência entre as duas tecnologias: a primeira integrando-se novos IED´s conformes com a IEC 61850 e mantendo-se o sistema de automação e controle já instalado na forma convencional e a segunda aproveitando-se o avanço da tecnologia e atualizando-se o sistema de automação para trabalhar com recursos da tecnologia IEC 61850.

Em ambos os casos acima as equipes de campo registram que seria desejável um instrumento para identificar o fechamento ou abertura de um contato que trafega na rede dentro de uma mensagem GOOSE de forma tão simples quanto o uso de um multímetro conectado através dos terminais de um contato.

Este trabalho propõe um instrumento que se conecta na rede e permite que usuário capte e identifique o conteúdo das mensagens GOOSE que trafegam, e de forma análoga o instrumento também permite o envio de mensagens GOOSE correspondente a sinais binários. O instrumento é basicamente um CONVERSOR BINÁRIO/GOOSE ou GOOSE/BINÁRIO que com essa propriedade torna o trabalho mais “palpável”; permitindo até que o usuário identifique os status que trafegam na rede com um multímetro após a sua transformação em binário.

O conversor transforma um sinal binário seco ou molhado em uma mensagem GOOSE ou transforma uma mensagem GOOSE em um Sinal Binário, conforme sugere a figura 1, o que viabiliza a identificação do status de uma mensagem GOOSE medindo-se no lado do contato correspondente.

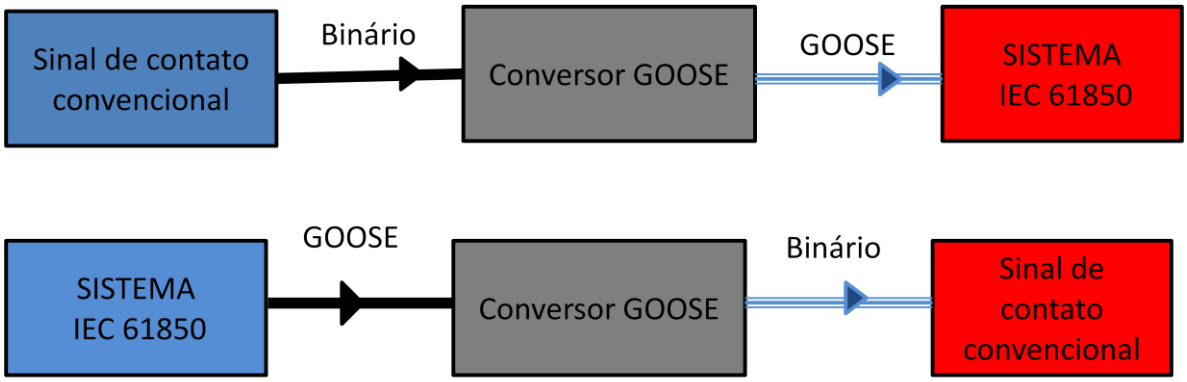

Figura 1. Contextualizando a Função do Instrumento

3- SITUAÇÕES PRÁTICAS DE CONVIVÊNCIA DAS TECNOLOGIAS CONVENCIONAIS E DIGITAIS IEC 61850

3.1- Expansão de instalações antigas, incorporando mensagens GOOSE e levando-se o sistema de automação e controle a operar no padrão IEC 61850.

Nas instalações onde os sistemas de automação e controle são digitais e operam de acordo com a norma, tem-se a necessidade de transformar as informações de status originadas nos sistemas convencionais, que são da forma de contatos seco ou molhado , em mensagens GOOSE para poder trafegar na rede até o SAS (Substation Automation Systems). Essas transformações têm sido realizadas utilizando-se IED´s operando como simples interfaces transformando o sinal binário em mensagem GOOSE.

Durante os trabalhos de comissionamento, integração e manutenção, os profissionais se deparam com a necessidade de verificar se a operação de um relé de proteção convencional está sendo transformada para mensagem GOOSE, encaminhada e recebida corretamente no SAS. A figura 2 ilustra esta configuração de sistemas.

No trabalho de campo verifica-se a necessidade de confirmar todo o funcionamento dos itens contidos no sistema iniciando com a operação do relé de proteção convencional até a chegada da mensagem GOOSE correspondente no SAS (IEC 61850 conforme). Se o sinal não estiver chegando ao SAS, pode-se resumir o processo de teste em 03 passos:

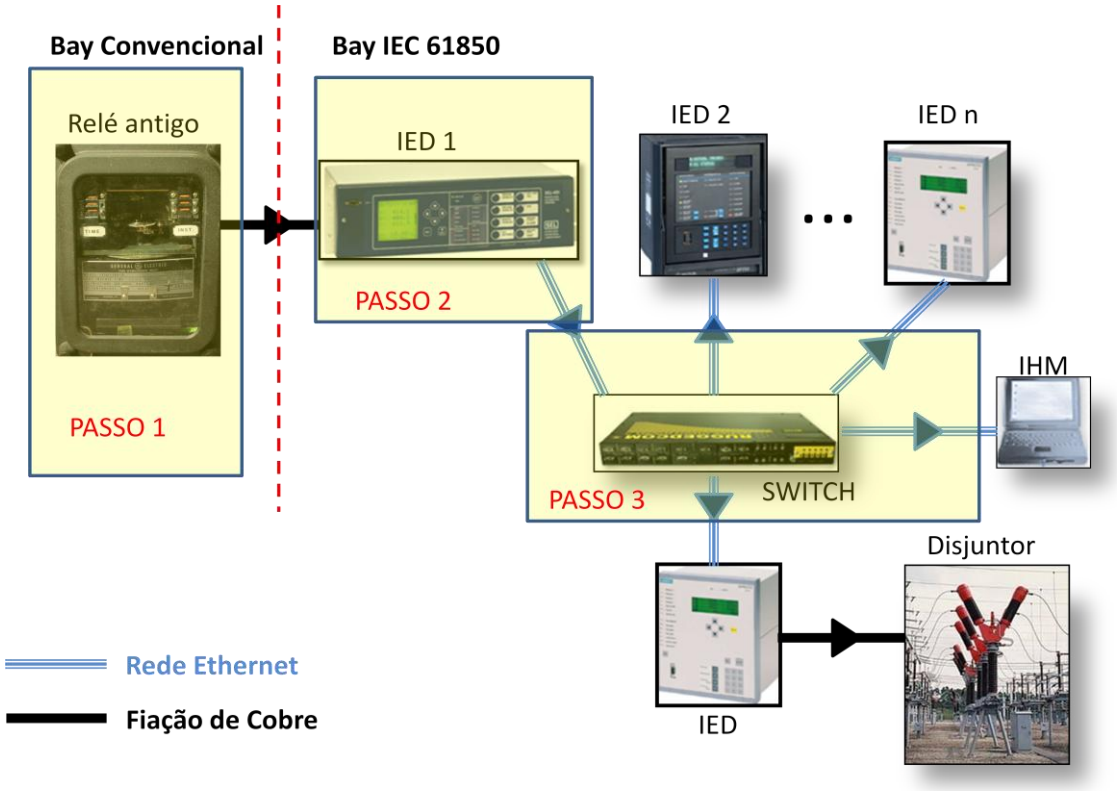

Figura 2-Sistema convencional enviando informação via rede a um sistema automático de controle IEC 61850.

Passo1: A operação do relé convencional poderá ser simulada injetando corrente e tensão com uma mala de testes convencional (sem funcionalidades de IEC 61850).Identificado o correto funcionamento do relé de proteção, deve-se então verificar se a o sinal de operação do relé convencional esta sendo transferido corretamente na forma de mensagem GOOSE ao SAS . Esta tarefa poderá ser constatada dividindo-se em duas partes, a primeira analisando-se o funcionamento do IED de interface e a segunda analisando-se o trafego da mensagem pela rede até o SAS.

Passo2: A verificação de que o IED de interface funcionou corretamente pode ser feita com um instrumento que permita “medir” se esta saindo o sinal GOOSE do IED e se ele esta transformando a informação do contato corretamente. Para tal, o instrumento deve ter a capacidade de ser conectado ao IED conversor(via cabo de rede) e “ler” a mensagem GOOSE de sua saída de forma que o usuário possa atestar se o IED esta trabalhando na forma prevista. Lembramos aqui que erros podem acontecer na parametrização do IED e mesmo que ele não apresente defeito físico, ele poderá ter sido parametrizado de forma errônea.

Passo3: A confirmação de que a mensagem que sai do IED esta trafegando pela rede e chegando ao SAS é o ultimo passo do teste. Erros de conexão no switch e defeitos na rede são típicos problemas a serem identificados. Para realizar este teste, torna-se necessário um instrumento que possa ser conectado à rede para confirmar se a mensagem GOOSE esta efetivamente chegando ao computador da estação no SAS. Isto deve ser feito com um instrumento dedicado que somente possa ler e enviar mensagens GOOSE, restrito em recursos de memória e drivers para assegurar a não introdução de vírus que podem prejudicar o funcionamento do sistema. Este é o motivo pelo qual a utilização de um notebook operando com software de rede foi descartado para esta tarefa..

Nesse procedimento o instrumento será conectado a rede e terá recursos através da conversão GOOSE para BINÁRIO para que o usuário possa conferir a chegada da mensagem GOOSE, pelo fechamento de um contato com um simples multímetro.

3.2) Expansão de instalações antigas, incorporando novos Bays que enviam mensagens GOOSE porém mantendo o sistema de automação e controle convencional.

Nesta aplicação, utiliza-se um IED´s de interface para realizar a transformação das informações GOOSE dos novos Bays em sinais binários na forma de contatos para serem utilizados no sistema de automação e controle convencional. A figura 3 abaixo ilustra o diagrama de blocos deste tipo de aplicação.

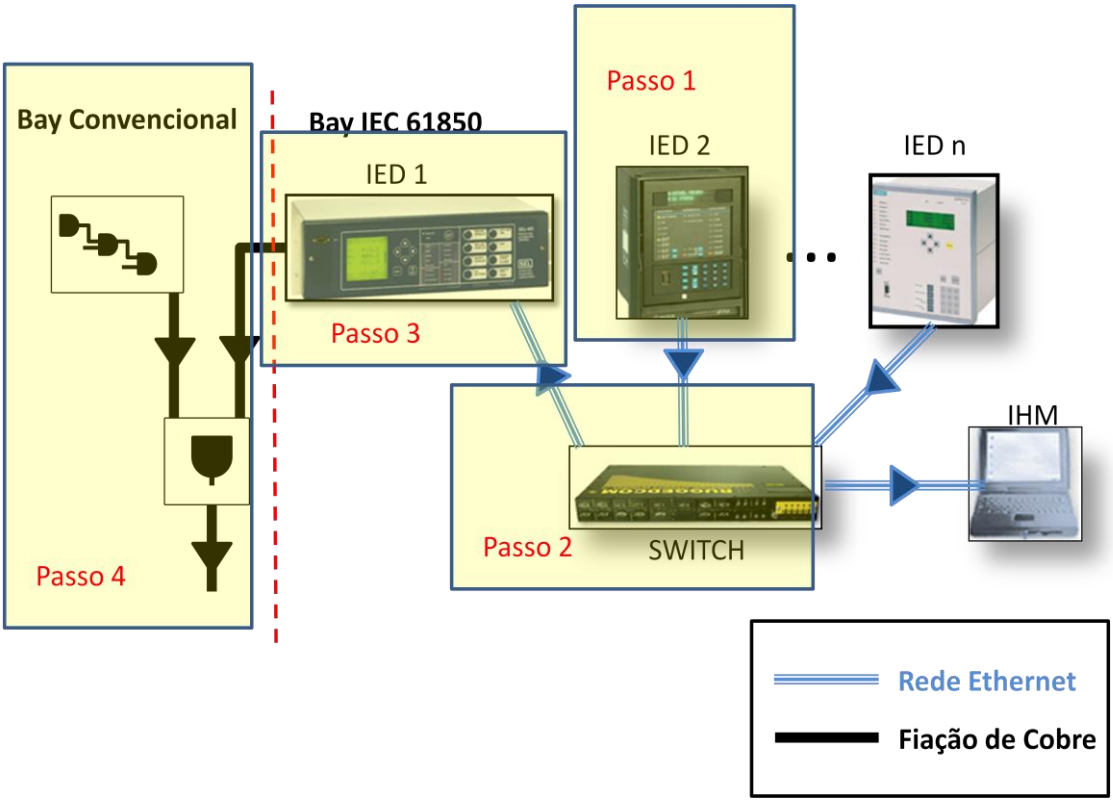

Figura 3-Relé IEC 61850 enviando mensagem para ser transformada em contato e utilizada em um sistema de automação e controle convencional.

Durante os testes surge a necessidade de verificar se os sinais de mensagens GOOSE de um ou mais IED´s que serão transformados em sinais binários (ex. contatos secos ou molhados) para serem utilizados em uma lógica de comando no sistema de automação convencional, estão chegando corretamente. O procedimento de testes pode ser resumindo nos seguintes passos:

Passo1: O primeiro passo consiste em conferir se o IED de proteção esta funcionado corretamente. Se uma mala de testes convencional estive sendo utilizada, o instrumento aqui proposto será um complemento a ela, permitindo a transformação do sinal GOOSE em BINÁRIO e assim permitindo que a entrada binária da mala possa ser utilizada para atestar o funcionamento correto do IED.

Passo 2: Identificado que o IED de proteção esta funcionado corretamente, tona-se necessário conferir se o sinal enviado por ele esta trafegando pela rede, passando pelos switchs que estão envolvidos no processo e chegando ao IED de INTERFACE. Para realizar este teste o instrumento

deve ser conectado ao ponto da rede onde esta ligado o IED de INTERFACE e com ele verificar se a mensagem esta chegando corretamente.

Passo3: Realizadas as tarefas anteriores deve agora verificar se o IED de INTERFACE que transforma a informação GOOSE em sinais binários para serem utilizados no sistema convencional de automação está trabalhando corretamente. Para realizar este teste o usuário deverá desconectar o IED do sistema e acoplar o instrumento por onde serão enviadas as mensagens GOOSE. Com um multímetro ele detectará se as saídas binárias correspondentes as mensagens, estão ocorrendo corretamente.

Passo4: Trata-se da confirmação de que o sinal binário esta sendo levado corretamente à lógica de controle prevista usando fiação de cobre. Este é um procedimento clássico que é feito com o uso de um multímetro e as equipes já estão acostumadas.

4- RECURSOS INCORPORADOS AO INSTRUMENTO CONVERSOR

Para atender às necessidades acima descritas, e viabilizar que o instrumento trabalhe em conjunto com uma mala de testes convencional, definiu-se os seguintes requisitos:

a) Converter 06 entradas binárias em 06 saídas GOOSE e converter 08 entradas GOOSE em 08 saídas binárias.

b) Instrumento compacto, leve e de fácil transporte para ir ao campo.

c) Contenha isolamento entre bornes e a rede e trabalhe com sinais de entrada oriundos de contatos secos e molhados.

d) Possua um conector Ethernet para conectar-se à rede das SE´s no formato IEC61850.

e) Possua um software de gerenciamento e trabalho amigável ao usuário.

A figura 4 abaixo ilustra o potencial do instrumento que permite a conversão de 6 sinais binários em mensagens GOOSE e a conversão de 8 sinais GOOSE em sinais Binários.

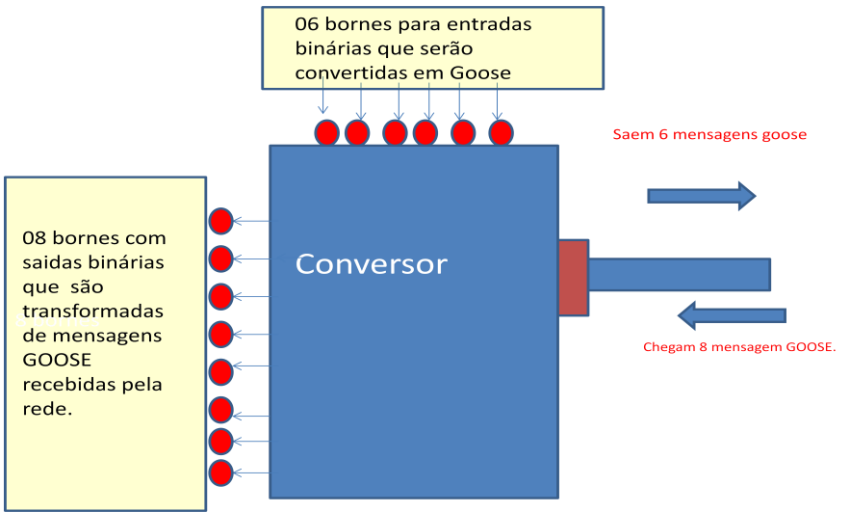

Figura 4- Estrutura de conversão do instrumento.

5- A ESTRUTURA DO INSTRUMENTO CONVERSOR

O Equipamento é composto por hardware e software. O hardware ,contem placas que realizam a interface das entradas binárias, a interface das saídas binárias, um bloco onde se processa toda a conversão de mensagens GOOSE, uma placa fonte onde são gerados os diferentes níveis de tensão para atender as necessidades do instrumento e uma placa de conexão do equipamento à rede. O instrumento foi montado em uma maleta, que permite facilidade de transporte e trabalho em campo.

Figura 5- Foto do Instrumento Conversor em Operação

Já o software possui uma tela de configuração principal, onde estão disponíveis os recursos de interface de trabalho. Conforme mostrado na figura 6.

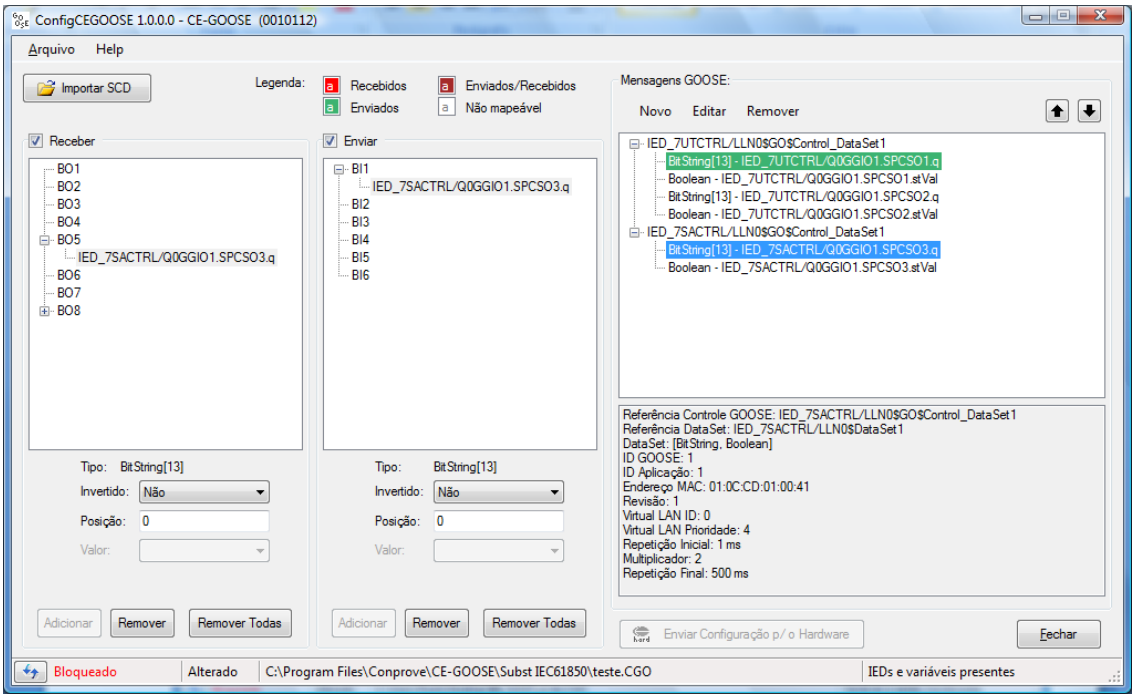

Figura 6- Tela de trabalho do software do instrumento.

Na barra de ferramentas, o usuário encontra os tradicionais recursos que são: Abrir, Novo, Salvar, Salvar Como e Sair, conforme indicado na figura 7.

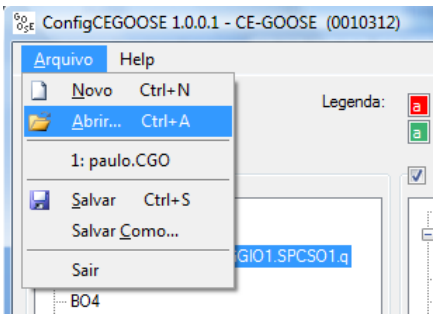

Figura 7-Recursos do Menu arquivo.

O equipamento permite ao usuário importar arquivos no formato SCL, que contenham as informações de um ou mais IED´s de uma Subestação. Através deste comando o usuário pode abrir o arquivo e mapear as mensagens GOOSE que deverão ser controladas pelo equipamento quer seja na forma de transformação de GOOSE a sinal BINÁRIO ou de um sinal BINÁRIO que deve se apresentar na rede como um sinal GOOSE.

Para exemplificarmos, percebe-se na parte lateral direita da tela (figura 6), que temos a informação de dois IED´s que foram obtidos de um arquivo SCD. Os sinais lá contidos podem ser variáveis Booleanas ou Bit String.

Na parte superior usou-se uma legenda de cores para que o usuário possa identificar a ação que está sendo executada por cada mensagem GOOSE. A notação inclui se ela será enviada, recebida ou se ela está sendo recebida e enviada ao mesmo tempo, além de indicar se ela é considerada não mapeável (figura 8).

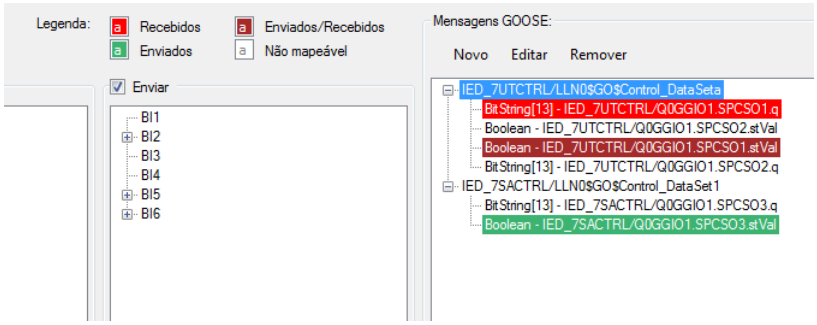

Figura- 8- Legenda de cores e as indicações nas mensagens.

A associação é feita abrindo-se o arquivo SCL, clicando-se na mensagem GOOSE e selecionando-se na parte de enviar, receber ou em ambos e finalizando-se com a ação nos botões de controle (adicionar/remover) na parte inferior da tela. A figura 9 abaixo ilustra as ações que podem se feitas, que são adicionar, remover e remover todas.

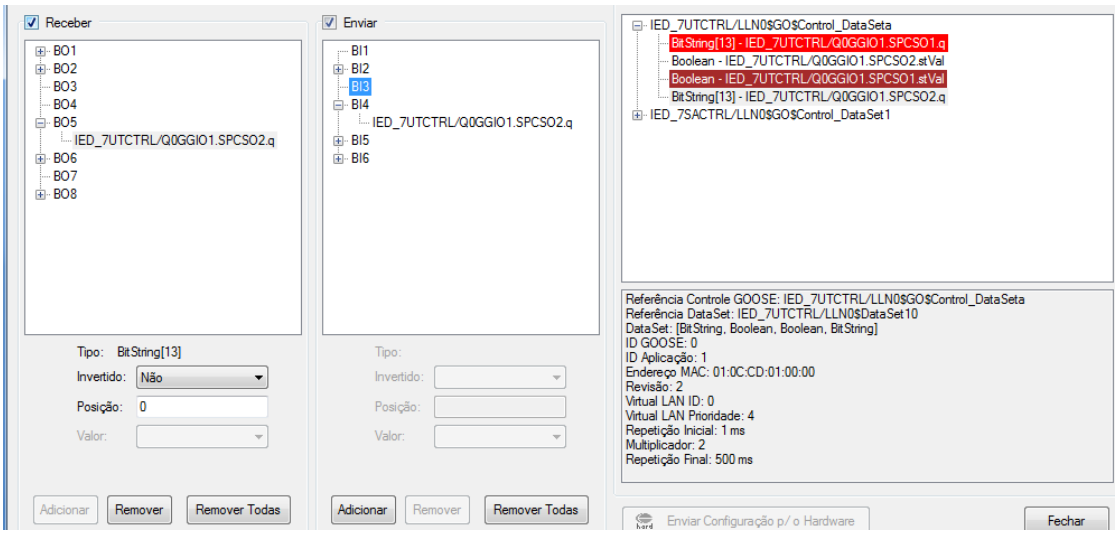

Figura 9 – Ações a serem feitas sobre as mensagens GOOSE.

Definida a configuração através do software, um botão denominado “Enviar Configuração para o Hardware” na parte inferior deve ser pressionado para que as definições possam ser transferidas para o hardware. Esta configuração é transferida ao hardware através de um cabo USB, sem envolver a rede da subestação.

6- RESULTADOS DE TESTES

A fim de ilustrar o funcionamento do instrumento, incluímos abaixo testes realizados onde foi realizada a conversão de sinais binários em GOOSE e vice versa.

6.1-Teste do sistema transformando sinais BINÁRIOS em GOOSE:

Observa-se na figura 10 que existem dois dados atrelados ao DataSet GOOSE_Msg_TESTE, sendo um Booleano e outro Bit String.

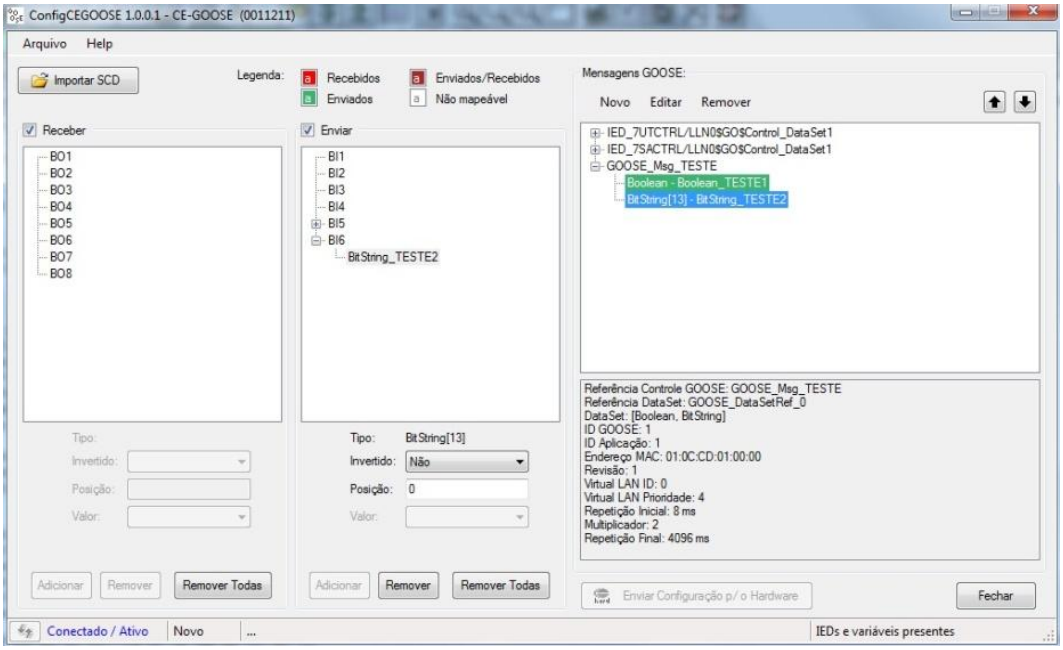

Figura 10- Configuração do sistema para transformar sinais binários em GOOSE

O booleano foi indexado à entrada Binária BI5, e o Bit String à entrada Binária BI6. Desta forma, quando as entradas binárias mudam de estado, ocorre a atualização dos atributos correspondentes na mensagem GOOSE. As figuras 11 e 12 ilustram o monitoramento da rede, sendo que a figura 11 ilustra antes de ocorrer as mudanças nas entradas binárias e a figura 12 após ocorrer tal mudanças.

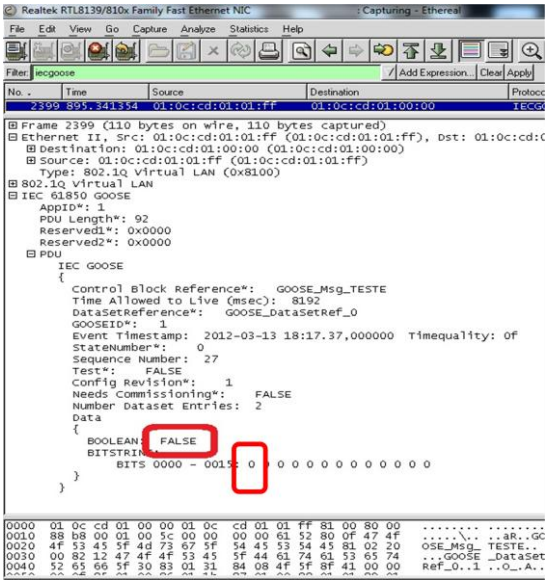

Figura 11- Monitoramento da rede antes de ocorrer a entrada binária

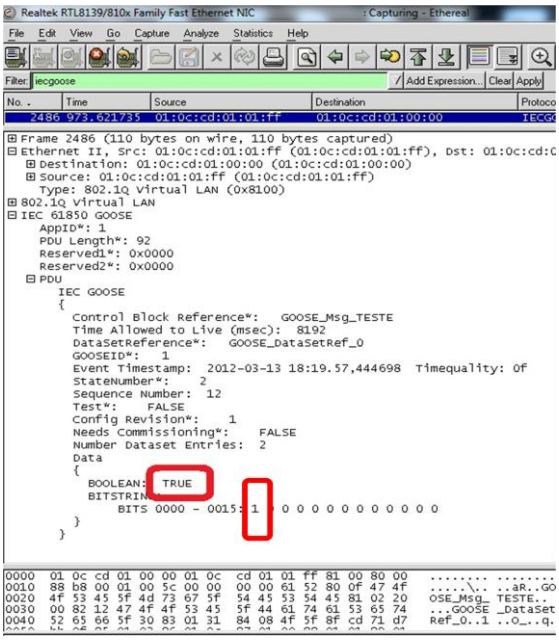

Figura 12 - Monitoramento da rede após ocorrer a entrada binária

Na figura 13, a seguir, é ilustrado o caso onde o instrumento foi parametrizado para receber 03 mensagens GOOSE através de eventos nas entradas binárias BI4, BI5 e BI6. No momento que o instrumento detectar a presença das mensagens GOOSE na rede ele realizará o fechamento dos contatos indicados nas saídas binárias BO4, BO5 e BO6.

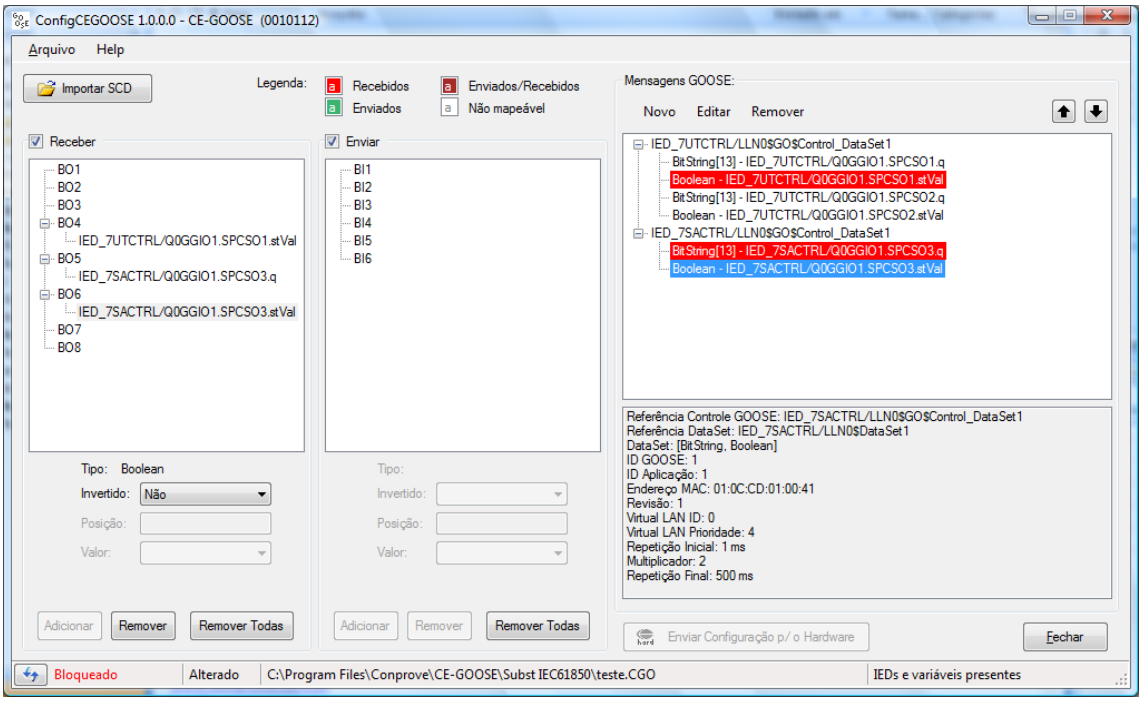

Figura 13- Exemplo Parametrização

7-EXTENSÃO DA VIDA ÚTIL DAS MALAS CONVENCIONAIS E CAPACITAÇÃO DE PESSOAL.

Estima-se que hoje no Brasil existam milhares de malas de testes de relés e que em sua maior parte não possuam troca de informações de acordo com a norma IEC61850. Ocorre que os profissionais que operam essas malas precisam trabalhar em instalações que contemplam mensagens GOOSE e os seus instrumentos não estão preparadas para tal.

Para usuários que no momento não podem fazer novos investimentos em malas que trabalhem com mensagens GOOSE, o instrumento aqui proposto permite o alongamento da vida das malas convencionais. Sendo um instrumento de baixo custo ele poderá ser adquirido por todas as equipes, viabilizando os trabalhos e auxiliando na capacitação de pessoal.

Sendo uma ferramenta de fácil uso, os profissionais experientes e que ainda não dominam as ferramentas de rede poderão interagir com o conversor ganhando experiência e aprimorando a forma de trabalho, integrando-os e capacitando-os para trabalhar com os SAS conformes com IEC 61850.

8-CONCLUSÃO

A norma IEC 61850 já é uma realidade e se torna cada dia mais presente na vida dos profissionais de Proteção, Controle e Automação. Os trabalhos de integração, comissionamento, e manutenção exigem que os profissionais disponham de ferramentas conformes com a norma IEC 61850, para efetuar o envio e o recebimento de mensagens GOOSE.

Este trabalho apresentou um instrumento desenvolvido para que profissionais que possuam malas de testes convencionais possam trabalhar em sistemas IEC 61850. Os resultados dos testes demonstraram a potencialidade do instrumento, tanto na conversão de sinais GOOSE em BINÁRIOS como na conversão de sinais BINÁRIOS em GOOSE.

Uma vez que a aquisição de uma nova mala de teste com os recursos de IEC61850 pode ser adiada, as empresas alongam a utilização dos ativos de testes existentes. O instrumento apresenta-se

como uma ferramenta complementar aos instrumentos que já estão sendo utilizados pelas equipes. Como é de fácil manuseio ele permite que usuários sem experiência em rede possam ser rapidamente integrados aos trabalhos nos SAS que utilizam IEC 61850.

Resumindo o instrumento se apresenta como uma opção para que os profissionais possam dominar a tecnologia IEC61850, pois ele realiza a interface entre o novo universo das mensagens GOOSE e o universo já conhecido dos sinais binários, e vice versa.

9-REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(1) Norma IEC 61850– Communication networks and systems in substation – Todas as Partes - Primeira Edição.

(2) Experimento de Sobre Carga com 15.000 Mensagens GOOSE por Segundo em uma Rede IEC 61850, e a Investigação de suas Conseqüências – Pereira Junior, P. S,; Martins, C. M.; Pereira, P. S.; Lourenço, G. E. – Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica, XX SNPTEE de 2009.

(3) Testes de Performance em IED's Através de Ensaios Utilizando Mensagens GOOSE (IEC 61850) – Pereira Junior, P. S,; Martins, C. M.; Pereira, P. S.; Lourenço, G. E. – Seminário Técnico de Proteção e Controle, IX STPC de 2008.

(4) Um instrumento para facilitar os trabalhos de Comissionamento e Integração dos Sistemas de Proteção e Automação Conformes e não Conformes com a Norma IEC 61850- Pereira Junior, P. S; Martins, C. M.; Pereira, P. S.; Lourenço, G. E.; Moreira Felipe - XX Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica –SENDI 2012-Rio de Janeiro