



## XVIII Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica

SENDI 2008 - 06 a 10 de outubro

Olinda - Pernambuco - Brasil

### Experiência da Elektro na digitalização de subestações com a utilização do protocolo de comunicação IEC 61850

<b>Sérgio Kimura</b>	<b>Sidnei Leocadio Franson</b>	<b>Sérgio H.Fantinati Carnietto</b>
<b>Elektro</b>	<b>Elektro</b>	<b>Elektro</b>
Sergio.kimura@elektro.com.br	Sidnei.franson@elektro.com.br	Sergio.carnietto@elektro.com.br

#### Palavras-chave

IEC61850

IED (Intelligent Electronic Device)

Protocolo de comunicação

Controle

Supervisão

#### Resumo

O trabalho tem a finalidade de compartilhar a experiência da ELEKTRO com a utilização do protocolo IEC61850 implantada em 7(sete) subestações, com projeto previsto para a implantação em 30 (trinta) subestações até o ano de 2010, com os respectivos ganhos e cuidados que devem ser adotados nas principais etapas do processo de digitalização de subestação que são: definição da arquitetura, confiabilidade do sistema, alteração significativa no projeto elétrico, custo x benefício, implantação e manutenção do sistema.

Com a implantação do IEC61850 obtivemos novas facilidades operativas do sistema de supervisão, controle e proteção, tendo como principais:

- a) Interoperabilidade entre os IEDs de fabricantes distintos;
- b) Troca de mensagens rápidas (4ms) entre os IEDs;
- c) Aumento da confiabilidade do sistema com a diminuição significativa do uso de fiação elétrica para a troca de informações entre IEDs, com a supervisão em tempo real do link de comunicação;
- d) Projetos elétricos simplificados em cerca de 40%;
- e) Melhoria no processo de manutenção do sistema, com redução de 30% dos custos envolvidos;
- f) Maior quantidade de pontos supervisionados e com controle;
- g) Maior assertividade no direcionamento da equipe de manutenção;
- h) Facilidade na implantação do projeto com ganhos de cerca de 30%.

#### 1. Introdução

Com o amadurecimento dos protocolos regidos pela norma IEC61850 e por sua aplicabilidade prática, a Elektro decidiu pela sua utilização no processo de digitalização de 30 subestações a ser realizada no período de 2007/2010. No ano de 2007 foram digitalizadas com o protocolo IEC61850 sete

subestações nos níveis de tensão de 34,5kV, 69kV, 88kV e 138 kV, cuja experiência dos ganhos e cuidados é o objeto desse trabalho.

### **1.1. Análises para tomada de decisão pela escolha da utilização do protocolo IEC61850**

Com o avanço da aplicabilidade do protocolo IEC61850, principalmente com a comunicação entre IEDs, através do protocolo GOOSE - Generic Object Oriented Substation Event, e pela necessidade contratual do processo de digitalização de subestação ter um horizonte de 4 anos, a Elektro optou pelo protocolo IEC61850 devido o mesmo estar em foco com às necessidades levantadas pelas diversas áreas da Elektro (Operação, Projeto e Obras, Proteção, Planejamento e Manutenção).

Além da melhoria contínua no processo de digitalização de subestação para atender as novas necessidades, houve também a preocupação das implicâncias que causaria a implantação do protocolo IEC61850, conforme mencionado a seguir:

- Operação: (a) necessidade de mudança cultural, devido à nova forma de operar as subestações; (b) treinamento específico para as tomadas de decisões, com conhecimento mais detalhado do sistema de supervisão, controle e proteção; (c) facilidade na implantação de novos automatismos e intertravamentos, alterando sensivelmente a operação da subestação; (d) aumento da quantidade de informações, tornando as ações e decisões com maior assertividade.
- Projetos e Obras: (a) simplificação na elaboração e execução dos projetos elétricos; (b) especificar os novos equipamentos com a nova filosofia do sistema de supervisão, controle e proteção; (c) rever os custos para a terceirização da elaboração do projeto elétrico e para a implantação do sistema na subestação.
- Proteção: (a) possibilidade de implantar novas necessidades de proteção, tal como, a seletividade lógica, 50 BF e transferência da proteção de neutro, com maior confiabilidade; (b) implantar a filosofia de trip individualizado (o trip do bay é realizado pelo relé de proteção do próprio bay), ou seja, sem a necessidade de utilizar trip cruzado (trip de um bay realizado pelo relé de proteção de outro bay); (c) acesso remoto aos relés de proteção com maior facilidade, obtendo as informações de oscilografia para análises mais apuradas; (d) necessidade de processo de controle dos arquivos de configuração dos relés.
- Planejamento: (a) maior quantidade de informações para análise, com necessidade de rever alguns procedimentos de planejamento; (b) rever o banco de dados para armazenar as novas informações.
- Manutenção: (a) o foco de análise do problema muda do nível de fiação elétrica para o nível de sistema; (b) mais informações dos equipamentos possibilitando uma maior assertividade da equipe de manutenção em detectar o problema, diminuindo o tempo de indisponibilidade do sistema; (c) necessidade de treinamento específico para adequação a nova filosofia de manutenção, com foco no sistema de supervisão, controle e proteção; (d) alteração no plano global de manutenção da empresa.

### **1.2. Ganhos obtidos com a implantação do protocolo IEC61850**

Com a implantação do sistema de supervisão, controle e proteção integrado, utilizando o protocolo IEC61850, obtivemos ganhos mensuráveis e imensuráveis, conforme descrito a seguir:

- Simplificação do projeto elétrico – 40%
- Facilidade na implantação do sistema em campo – 40%
- Economia de cabos utilizados – 30%
- Diminuição dos acessórios/equipamentos envolvidos para a integração com o sistema de supervisão, controle e proteção (relés auxiliares, contadores, painéis de alarme, painéis de comando, etc) – 40%
- Custos de manutenção do sistema – 30%
- Facilidade na implantação de novos automatismos
- Redução dos custos quando da necessidade de expansão da subestação

- Maior disponibilidade de pontos de supervisão e comando
- Facilidades operativas, tais como, acesso remoto aos relés de proteção, possibilitando alterações de parametrização de proteção e/ou de lógicas de automação
- Obtenção remota dos dados de oscilografia dos relés de proteção
- Maior confiabilidade do sistema com as redundâncias de comunicação

### **1.3. Cuidados com a implantação do protocolo IEC61850**

Alguns cuidados devem ser tomados com a implantação do protocolo IEC61850, pois há a necessidade de conhecimentos mais específicos no nível de sistema devido à substituição da fiação elétrica física por mensagens enviadas pelo protocolo de comunicação. Abaixo descrevemos os principais pontos de atenção:

- Documentação detalhada de todo o sistema
- Confiabilidade do link de comunicação
- Arquitetura do sistema com redundância
- Mudança cultural nas áreas de operação e manutenção
- Treinamento específico do sistema e não somente das funcionalidades de proteção

Com as constantes inovações no setor de automação de subestações os protocolos regidos pela norma IEC61850 é a melhor opção custo x benefício devido à possibilidade de interoperabilidade entre IEDs de fabricantes distintos e as facilidades operativas com o protocolo GOOSE - Generic Object Oriented Substation Event, proporcionando os ganhos mencionados anteriormente.

## **2. Desenvolvimento**

A Elektro começou seu plano de digitalização de subestações no ano de 2002 já utilizando a arquitetura de sistema de supervisão, controle e proteção integrado, ou seja, o relé de proteção é o IED mais importante do sistema, pois é nesse equipamento que se concentra a supervisão, controle e proteção da subestação. Inicialmente foi adotado o protocolo de comunicação IEC103 pela sua confiabilidade, facilidade de configuração e pela padronização entre os fabricantes de relés de proteção. Essa configuração foi mantida até o ano de 2006, quando a Elektro por estratégia comercial, decidiu estabelecer um contrato único para a digitalização de 30 subestações, que abrange o período de 2007/2010.

Tendo conhecimento das constantes inovações tecnológicas que ocorrem no setor de automação de subestações, e para que não ocorresse uma desatualização tecnológica até o final do contrato, a Elektro optou pelo protocolo de comunicação IEC61850 porque os grandes fabricantes de relés de proteção já o disponibilizavam em seus produtos, além das facilidades operativas que ele proporciona. O protocolo de comunicação IEC61850 obedece à configuração ethernet, ou seja, todos os IEDs pertencem a uma rede de comunicação facilitando o acesso remoto com os IEDs.

A norma IEC61850 define novos padrões de comunicação entre os IEDs dentre as quais possibilita uma maior interoperabilidade entre IEDs de fabricantes distintos, proporcionando uma maior flexibilidade do sistema integrado de supervisão, controle e proteção, pois facilita e diminui os custos quando da necessidade de expansão da subestação (ex. entrada de um novo bay de alimentador). Essa flexibilidade proporciona também a diminuição do tempo de indisponibilidade do sistema e/ou de um determinado equipamento quando da queima do relé de proteção.

Outro ponto relevante definido na norma IEC61850 é a utilização do protocolo GOOSE – Generic Object Oriented Substation Event, que possibilita disponibilizar automaticamente mensagens, com alta velocidade (aproximadamente 4ms), contendo status, controle e valores analógicos para a rede de comunicação da subestação. As mensagens podem ser compartilhadas por outros IEDs que pertençam à mesma rede de comunicação, com isso, as mensagens GOOSE podem ser utilizadas por vários IEDs. Os IEDs podem utilizar essa informação para executar funções de proteção, controle, supervisão e

automação, facilitando sensivelmente a operação do sistema, pois as trocas de informações são realizadas pelo protocolo de comunicação e não mais por fiação, com aumento da confiabilidade do sistema, devido o link de comunicação possuir supervisão on-line.

Ressaltamos que com a troca direta de informações entre os IEDs, com alta velocidade (4ms), foi possível implantar o trip individualizado, com aumento significativo da confiabilidade da subestação contra trip indevido nas ocorrências de manutenção programada.

Outro ponto relevante é a facilidade do acesso remoto aos relés de proteção, no qual a Elektro compartilha o mesmo link de comunicação (via satélite) do sistema de supervisão e controle com o tráfego dos dados de oscilografia. Com essa facilidade a área de Proteção realiza análises mais detalhadas de ocorrências no sistema elétrico da subestação, com ações imediatas para diminuir os desligamentos indevidos das nossas subestações por falhas na proteção, aumentando a confiabilidade e a seguridade do sistema elétrico da subestação, gerando a satisfação de nossos clientes e diminuindo as perdas no faturamento da empresa, além da melhora nos nossos indicadores de qualidade (DEC e FEC) refletindo diretamente nas metas estabelecidas pela Elektro.

### **2.1. Arquitetura do sistema**

A definição da arquitetura do sistema é primordial quando se utiliza o protocolo IEC61850, pois com a facilidade do GOOSE que permite a troca de informações entre IEDs, muitas funcionalidades que eram executadas através de fiação elétrica, agora passam a ser realizada pelo protocolo de comunicação, com isso o modelo do link de comunicação adotado deve possuir grande confiabilidade, tanto em sua arquitetura com redundância como nos equipamentos envolvidos com a comunicação.

A Elektro optou por uma arquitetura em estrela de fibra óptica redundante, onde os relés possuem duas portas de fibra óptica para comunicação, onde trafegarão os dados para o sistema de supervisão e controle, as mensagens entre os IEDs e, quando necessário, as informações de oscilografia que serão acessados remotamente pela equipe de proteção em Campinas. As portas de comunicação dos relés gerenciam o link de fibra de óptica, e quando da ocorrência de falha detectada por uma das portas (rompimento da fibra óptica, falha do hardware, falha do switch de comunicação, etc), automaticamente ocorre à transmutação para a segunda porta, sem prejuízo para o sistema de supervisão e controle.

O switch de comunicação representa um papel importante no sistema, pois por eles circulam todas as informações compartilhadas entre os IEDs, com o software SCADA local, com o software SCADA do Centro de Operação em Campinas e do acesso remoto aos relés de proteção. O switch deve obedecer às funcionalidades específicas para o IEC61850, e a escolha do fabricante desse equipamento é de suma importância devido a sua homologação para a utilização do protocolo.

Como a troca de informação entre os IEDs é muito rápida (4ms), o switch tem que ser do tipo gerenciável para manter um melhor fluxo no tráfego das informações, sem a ocorrência de colisão dos dados.

Com a arquitetura adotada aumentamos a confiabilidade do sistema devido à redundância total do link de comunicação, além de possuir supervisão on-line, o que não ocorre quando a troca de informações entre IEDs é realizada através de fiação elétrica, e em caso de falha, o problema será detectado quando da necessidade de sua utilização, podendo gerar desligamento indevido da subestação.

Na figura 1 mostramos a arquitetura adotada pela Elektro para o sistema de supervisão, controle e proteção com o uso do protocolo IEC61850.

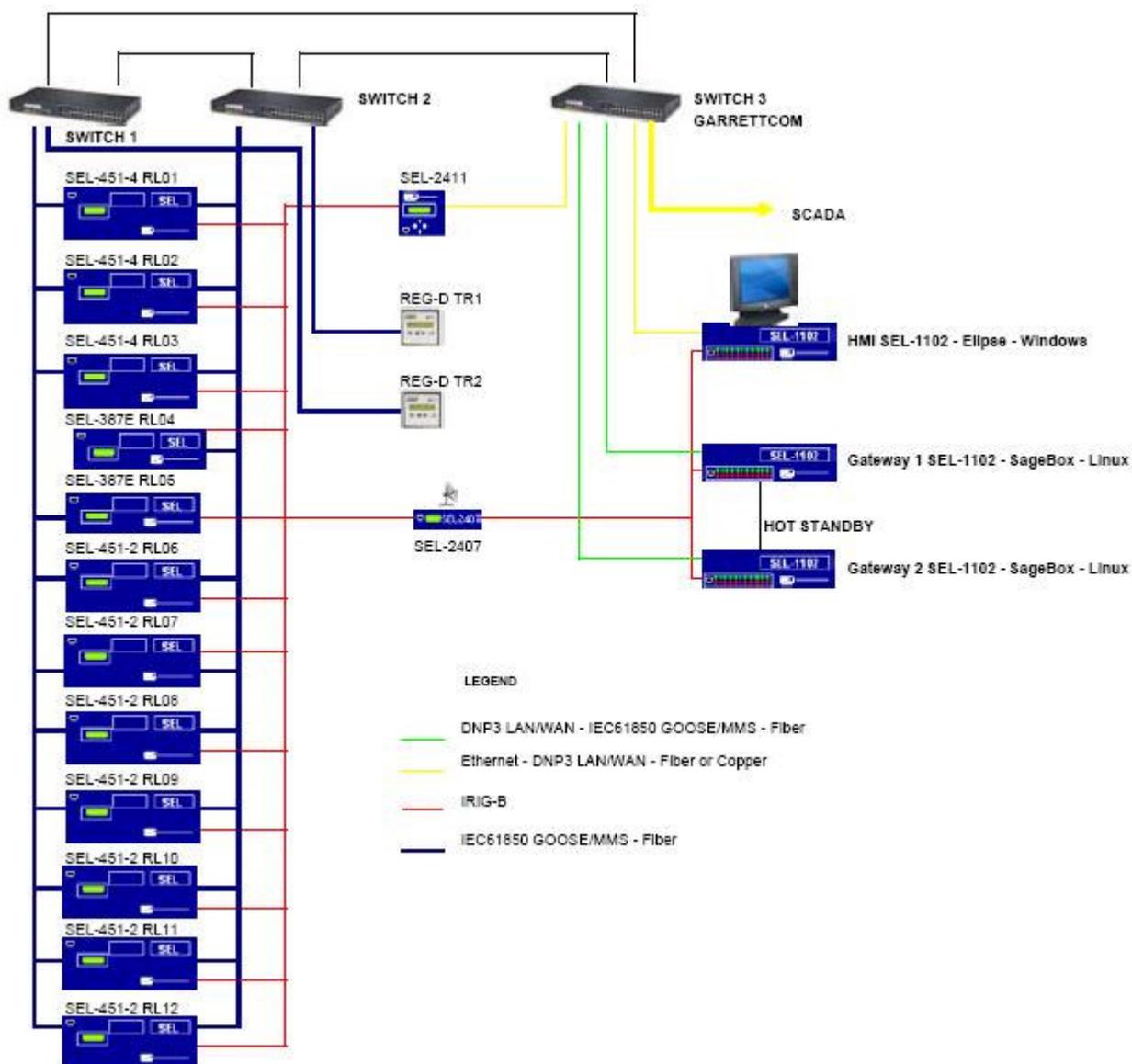


Figura 1 – Arquitetura do Sistema

## 2.2. Simplificação do projeto elétrico

Na figura 2 apresentamos a lógica de transferência de proteção de neutro realizada por fiação elétrica entre os IEDs envolvidos. Essas lógicas dependem diretamente da configuração da subestação, pois nos casos onde temos o disjuntor de barra 13,8kV instalado, teremos o problema do trip cruzado, onde o relé de um bay executa o trip de outro bay.

Quando da necessidade da liberação de um bay de alimentador para manutenção, temos o risco de trip indevido no disjuntor geral BT, com isso há a necessidade de abertura de cavilhas para garantir a segurança operativa. Mas mesmo assim o risco é alto devido à proximidade das fiações envolvidas.



Com troca de mensagens entre os IEDs realizada através do protocolo GOOSE essa mesma lógica pode ser executada sem a necessidade de nenhuma fiação elétrica e nem a montagem de circuito lógico com uso de relés auxiliares. Como podemos disponibilizar todas as informações disponíveis nos IEDs na rede de comunicação, qualquer IED pode receber essa informação e executar as lógicas necessárias.

Outro ponto importante é que com a troca de mensagens GOOSE pode-se eliminar o trip cruzado, pois com as informações obtidas o relé do próprio bay pode realizar o trip desejado. O trip cruzado causa grande risco de desligamento indevido quando da execução de manutenção no sistema de proteção.

Quando da necessidade de realizar manutenção em um bay de alimentador, podemos excluir da lógica o relé responsável por esse bay, através de comandos lógicos do próprio relé, e essa informação será transmitido para todos os relés envolvidos, com isso retiramos o risco de desligamento indevido devido à proximidade de fiação elétrica.

É importante ressaltar que com a implantação do protocolo GOOSE foram eliminados a montagem de circuito lógico que utilizava contatos de seccionadoras na linha de trip, quando da necessidade de liberação de bay, outro fator de grande risco operativo.

Em comparação aos sistemas de digitalização implantados anteriormente tivemos uma simplificação de 40% do projeto elétrico, com isso obtivemos redução de:

- 30% dos cabos utilizados;
- 40% dos acessórios e equipamentos necessários (relés auxiliares, contadores, painéis de comando, painéis de alarme, etc) para a implantação do sistema de supervisão, controle e proteção;
- 40% dos serviços de instalação em campo.

### **2.3. Redução dos custos de manutenção**

Os custos de manutenção foram reduzidos em cerca de 30%, devido aos fatores relacionados:

- Menor quantidade de periféricos ao sistema (relés auxiliares, contadores, régua bornes, painéis de comando, painéis de alarme, etc);
- Diminuição na quantidade de cabos;
- Melhor diagnóstico com o aumento da quantidade dos pontos de supervisão e controle, que possibilita uma melhora na assertividade do problema, diminuindo o tempo de indisponibilidade do sistema;
- Plano de manutenção direcionado;
- Projeto elétrico simplificado.

É importante ressaltar que com a implantação do protocolo IEC61850 ocorreu uma mudança cultural na forma de dar manutenção no sistema, pois diminui as lógicas feitas por fiação, relés auxiliares, contadores, etc e surgem as mensagens GOOSE trocadas entre os IEDs.

Necessidade de treinamento específico para as equipes de manutenção, o treinamento deve contemplar todo o processo de comunicação do relé de proteção, inclusive os periféricos do link de comunicação (fibra óptica, switch óptico, placa de comunicação dos relés, etc).

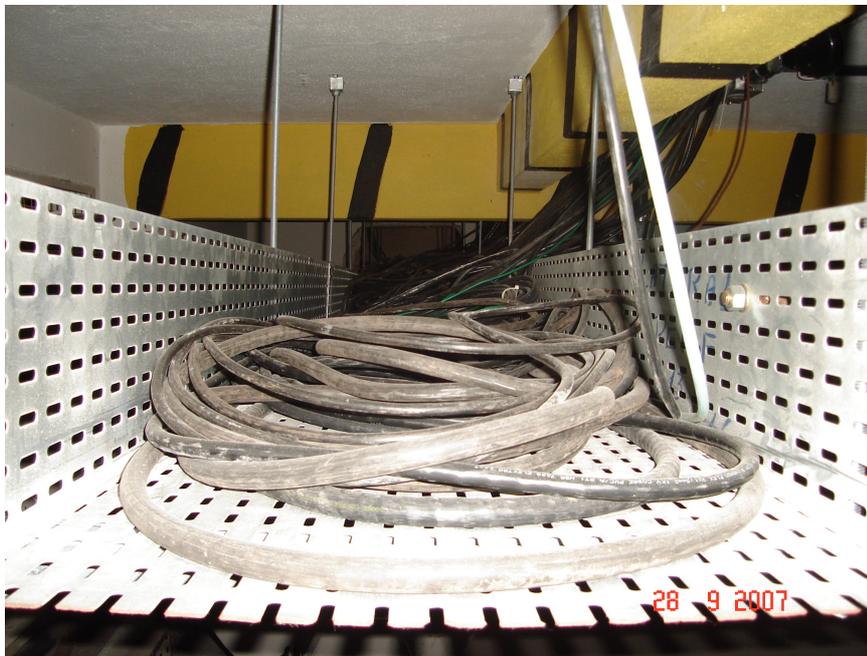


Figura 3 – Cabos retirados e como está a bandeja de cabos após a digitalização.

#### **2.4. Facilidade operativa**

O protocolo de comunicação IEC61850 facilita a implantação de automatismos que diminui a indisponibilidade da subestação em caso de desligamentos indevidos, pois o restabelecimento será realizado de forma mais rápida.

Atualmente implantamos os automatismos de RASE - T – Restabelecimento Automático da SE, TAL – Transferência Automática de Linha, TCT – Transferência de Carga entre Transformadores, TCD – Transferência de Carga entre Disjuntores, RASE – D – Restabelecimento Automático de Disjuntor, Paralelismo, TSP – Transferência Automática de Linha sem Pique. Além desses automatismos temos as lógicas de transferência de proteção de neutro, seletividade lógica da proteção e falha de disjuntor (50BF).

Os automatismos e as lógicas são descentralizados, ou seja, cada relé de proteção irá executar os passos da manobra sob a sua responsabilidade, com a informação obtida de outro IED através da rede

de comunicação. Com os automatismos e as lógicas implantadas as manobras são executadas de forma mais segura e rápida, com menor possibilidade de ocorrência de erro durante a manobra.

Com o aumento dos pontos de supervisão e controle a área de operação terá maiores subsídios para decisões mais rápidas e eficientes.

### **3. Conclusões**

Com os ganhos obtidos com a implantação do protocolo IEC61850 no processo de digitalização de subestação teremos um aumento significativo da confiabilidade da SE, devido:

- Com os automatismos e com a maior assertividade da equipe de manutenção, haverá uma diminuição do tempo de indisponibilidade da subestação em caso de desligamento.
- Menores riscos de desligamentos indevidos nas ocorrências de manutenção programada.
- Maior poder de análise em ocorrências de proteção, com ações mais rápidas para melhorar o sistema de proteção.
- Facilidades de melhorias no processo de automatismos da subestação.
- Diminuição dos custos em casos de expansão da subestação, devido à interoperabilidade entre relés de fabricantes distintos.
- Maior quantidade de informações disponível para a área de Operação quando de ocorrências relevantes, com ações mais assertivas.
- Plano de manutenção com maior eficiência, com ganhos no desempenho dos equipamentos envolvidos.

O aumento da confiabilidade do sistema elétrico da subestação ocasiona uma maior satisfação de nossos clientes, melhora dos indicadores de desempenho (DEC e FEC), diminuição da perda no faturamento na ocorrência de desligamentos indevidos e aumento da segurança operativa da subestação, vindo de encontro com as metas estabelecidas pela Elektro.

Apesar dos ganhos obtidos, os cuidados com o protocolo IEC61850 devem ser avaliados dentro do contexto de melhoria contínua dos vários processos existentes na empresa que envolva as diversas áreas que participam diretamente do processo de digitalização de subestação.

A área de Manutenção é a que sofrerá as maiores mudanças com a implantação do protocolo IEC61850, com a necessidade de quebra de paradigmas, mudança cultural, treinamentos específicos, portanto haverá necessidade de estabelecer um plano bem definido no processo de manutenção dentro das regras estabelecidas por cada empresa, para que as mudanças ocorram de forma gradual e segura.

Ressaltamos a necessidade da modelagem das necessidades X implicâncias com a utilização do protocolo IEC61850, pois ocorrerão mudanças significativas nos vários processos que regem as subestações (operação, projeto, manutenção, engenharia, etc).

Atualmente os custos para a aquisição do sistema com o protocolo IEC61850 é 15% a 20% superior ao sistema com que utilizam protocolos convencionais (DNP3.0, IEC103, etc), mas a Elektro considera como melhor opção custo x benefício o uso do protocolo IEC61850 devido os ganhos mencionados nesse trabalho.

### **4. Referências bibliográficas e/ou bibliografia**

- SEL-451 Relay, Protection, Automation and Control System – Section 8 – IEC61850 Communications;
- Site da IEC – International Electrotechnical Commission ([WWW.iec.ch](http://WWW.iec.ch))