



**SNPTEE  
SEMINÁRIO NACIONAL  
DE PRODUÇÃO E  
TRANSMISSÃO DE  
ENERGIA ELÉTRICA**

GPC - 15  
16 a 21 Outubro de 2005  
Curitiba - Paraná

**GRUPO V  
GRUPO DE ESTUDO DE PROTEÇÃO, MEDIÇÃO E CONTROLE EM SISTEMAS DE POTÊNCIA - GPC**

### **NORMA GLOBAL DE COMUNICAÇÃO EM SUBESTAÇÕES – IEC 61850**

**Licínio Ribeiro de Miranda**

**GENERAL ELECTRIC**

#### **RESUMO**

O termo “digitalização” tem sido comumente utilizado no Setor Elétrico durante a última década. Concessionárias de energia, indústrias e mesmo usuários residenciais estão transformando todos os aspectos de seus cotidianos para o domínio digital. É de se esperar que, no futuro próximo, equipamentos, chaves e até mesmo uma lâmpada, deverão processar algum tipo de ajuste, monitoração ou controle, para atender às necessidades do usuário. Para tornar possível manejar este grande número de equipamentos e possibilitar a comunicação entre eles, um novo modelo de comunicação se fez necessário. Este modelo tem sido desenvolvido e padronizado como IEC 61850 – Redes de Comunicação e Sistemas em Subestações. Este trabalho focaliza as necessidades da próxima geração de sistemas de comunicação e apresenta uma visão geral do protocolo IEC 61850 e como tais necessidades são atendidas.

#### **PALAVRAS-CHAVE**

Protocolo, Integração, IEC 61850, Comunicação, Interoperabilidade

#### **1.0 INTRODUÇÃO**

Os sistemas de comunicação sempre foram considerados fator crítico na operação em tempo-real dos sistemas de potência. Inicialmente, o telefone era utilizado para reportar condições de carga para os centros de controle e, reciprocamente, para passar aos operadores instruções de operações e despachos de carga. Controles remotos baseados em chaveamento-telefônico já eram utilizados na década de 1930 e eram capazes de proporcionar status e controle de alguns pontos. A comunicação digital se tornou uma opção viável somente nos anos 60. Os Sistemas de Aquisição de Dados (DAS) eram instalados para coletar, automaticamente, dados de medição das subestações. Limitados pela estreita largura de banda, os protocolos de DAS eram configurados para operar em banda estreita e, normalmente, o tempo necessário para configuração e mapeamento dos vários Data bits era bastante significativo.

Com a era digital, literalmente milhares de pontos digitais e analógicos se tornaram disponíveis em um simples Equipamento Eletrônico Inteligente (IED) e a banda de comunicação deixou de ser um fator limitante. Vias de comunicação operando a 64 kbps já se tornaram comuns e estão caminhando rapidamente para sistemas ainda mais velozes.

As necessidades da comunicação atual incluem:

- Comunicação de alta velocidade de IED para IED
- Comunicação entre redes do sistema
- Alta disponibilidade
- Tempos de envio garantidos
- Interoperabilidade entre diferentes fabricantes
- Auto-configuração
- Alta segurança
- Facilidades de transferência de arquivos
- Facilidade para manejar amostras de dados de tensão e corrente

O sistema de comunicação da “nova geração” começou com o desenvolvimento do protocolo “Utility Communication Architecture” (UCA) em 1988. Os conceitos e fundamentos obtidos por meio do desenvolvimento do UCA se tornaram a base para os Grupos de Trabalho 10, 11 e 12 do IEC TC57, que resultaram no Padrão Internacional – IEC 61850 – Redes de Comunicação e Sistemas em Subestações.

## 2.0 ESCOPO E CARACTERÍSTICAS DO IEC 61850

### Introdução e Definição da Norma

A estrutura do IEC 61850 utiliza o conceito de “definição abstrata” para definição de dados e serviços, isto é, objetos e serviços são criados independentemente de qualquer outro protocolo. A definição abstrata permite “mapear” os objetos e serviços para outros protocolos que atendam os dados e serviços requeridos. As seções 7.2 e 7.4 da Norma definem os serviços abstratos e os objetos de dados abstratos, respectivamente. Os objetos de dados são compostos de partes comuns, tais como: Status, Controle, Medições e Substituições. O conceito de “Common Data Classes”, ou “CDC”, foi desenvolvido utilizando-se blocos comuns para compor objetos de dados maiores. A seção 7.3 da Norma define os elementos “CDC”.

A seção 8.1 da Norma trata do “Manufacturing Messaging Specification”, ou MMS, que define o mapeamento dos objetos de dados e serviços.

As seções 9.1 e 9.2 da Norma definem o mapeamento de Valores Amostrados Medidos e o Process Bus, respectivamente.

A seção 6 da Norma define a linguagem de configuração dos elementos, conhecida como “Substation Configuration Language” ou SCL. Esta linguagem permite uma descrição formal das relações entre o sistema de automação da subestação e os equipamentos de pátio. Cada equipamento deve prover um arquivo SCL que descreve sua própria configuração.

Embora inicialmente o IEC 61850 tenha sido concebido apenas para uso interno às subestações, estudos estão sendo realizados para utilizá-lo também na comunicação entre subestações e subestação – centro de controle.

### Modelagem do IEC 61850

Protocolos normalmente definem como os bytes são transmitidos, entretanto, não definem como os dados devem ser organizados nos equipamentos, em termos de aplicação. Isto requer que os engenheiros de sistemas configurem e mapeiem os objetos manualmente, elemento por elemento, endereço por endereço. Adicionalmente às especificações do protocolo, o IEC 61850 proporciona um modelo amigável de como os equipamentos do sistema devem ser organizados de forma a garantir a consistência dos dados, independentemente da marca ou do fabricante. O fato de os equipamentos se configurarem elimina, em muito, horas e horas de trabalhos tediosos e improdutivos. Por exemplo, ao conectar um módulo de tensão/corrente em um relé provido do IEC 61850, a detecção do módulo é automática e o relé direciona aquela entrada para a unidade de medição, sem necessidade da interação do usuário.

Alguns equipamentos utilizam um arquivo SCL de configuração de objetos e, para configurá-los, o engenheiro de sistemas necessita apenas fazer a importação e carregamento do respectivo arquivo de configuração. O resultado é uma grande redução de tempo de implantação e de custos. Além disso, o fato de se utilizar soluções padronizadas diminui, em muito, os erros e necessidades de testes abrangentes.

O modelo de um equipamento IEC 61850 começa com um elemento físico. Um elemento físico é aquele que se conecta à rede de comunicação. Um elemento físico é tipicamente definido como um endereço na rede. Dentro de cada elemento físico há um ou mais elementos lógicos. O modelo de elemento lógico no IEC 61850 permite a um simples elemento físico funcionar como um proxy ou gateway para elementos múltiplos, atuando como um concentrador.

Cada elemento lógico contém um ou mais pontos (nós) lógicos. Um ponto lógico, ou nó, é um grupo de dados e serviços associados que, de forma lógica, se reportam à mesma função.

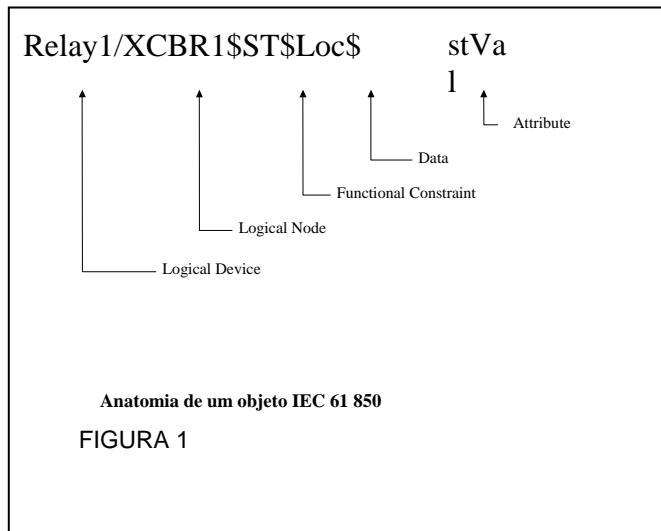
Há pontos lógicos para o controle automático de nomes que começam com “C” (Supervisory Control), “G” (Generic Functions), “I” (Interfacing/Archiving), “L” (System Logical Nodes), “P” (Protection), “R” (Protection Related), “S” (Sensors), “T” (Instrument Transformers), “X” (Switchgear), “Y” (Power Transformers) e “Z” (Other Equipments). Cada ponto lógico possui uma identificação (LN-Instance-ID) e um sufixo para o nome do ponto. Por exemplo, suponha que há duas entradas de medição em um equipamento para medir dois alimentadores trifásicos.

O nome padronizado para um ponto lógico de medição é MMXU. Para discernir entre as medições de cada um dos alimentadores, o IEC 61850 adiciona o sufixo 1 e 2 ao nome. Desta forma, as unidades de medição seriam batizadas de MMXU1 e MMXU2. Cada ponto lógico pode, opcionalmente, também fazer uso de prefixo para efeitos de melhor identificação na rede (LN-prefix).

Cada ponto lógico pode conter um ou mais elementos de dados. Cada elemento de dados tem um único nome. Esses nomes de elementos de dados são determinados pela Norma e são relacionados com sua funcionalidade no sistema de potência. Por exemplo, um disjuntor é designado como XCBR. Este equipamento possui uma variedade de dados como LOC (bloqueado), OpCnt (contador de operações), Pos (posição), BlkOpn (bloqueado para comando de abertura), BlkCls (bloqueado para comando de fechamento) e CBOpCap (disponibilidade de operação).

Cada elemento de dados pertencente àquele ponto lógico é definido de acordo com a especificação de um CDC (common data class). Cada CDC determina o tipo de estrutura dos dados dentro de um ponto lógico. Por exemplo, há CDCs para informação de status, informação de medição, informação de controle, status de ajuste etc.

Cada CDC tem um nome definido e uma série de atributos. Cada atributo de um CDC pertence a uma série de funcionalidades construtivas que agrupam os atributos em categorias.



#### Mapeamento do Protocolo

Dados abstratos e modelo de objetos do IEC 61850 definem um método padrão de descrever equipamentos que permite a todos os IEDs apresentarem dados utilizando estruturas idênticas, que são diretamente relacionadas com suas funcionalidades no sistema de potência. Os modelos de Interface de Serviços de Comunicação Abstrata (Abstract Communication Service Interface – ACSI) do IEC 61850 definem uma série de serviços e de respostas que fazem com que os IEDs apresentem um comportamento idêntico perante a perspectiva de rede. O IEC 61850 mapeia os objetos e serviços para os protocolos MMS (Manufacturing Messaging Specification) da ISO9506. O protocolo MMS foi escolhido por suportar nomes complexos de objetos e por possuir uma série de flexibilidades que se adequam perfeitamente à forma de mapeamento do IEC 61850.

Adicionalmente ao mapeamento para o nível de aplicação, a seção 8.1 da Norma define as características de comunicação para outras camadas.

Principais observações:

- Os Valores Amostrados (Sampled Values) e aplicações GOOSE são mapeados diretamente para a Ethernet, eliminando, desta forma, processos intermediários
- O MMS Connection Oriented pode operar sobre o TCP/IP ou ISO
- O GSSE (Generic Substation Status Event) possui a mesma implementação do UCA GOOSE e opera sobre os serviços ISO
- Todos os mapas de dados para a Ethernet usam, ou o datatype “Ehertype” para Valores Amostrados, GOOSE, TimeSync e TCP/IP, ou datatype “802.3” para mensagens ISO e GSSE.

#### Barramento de Processos

A figura 2 mostra o conceito básico do Barramento de Processos. Os sinais provenientes das fontes de tensão e corrente e as informações de status são conduzidas para a unidade de interface MU (Merging Unit). Esta unidade faz a amostragem dos sinais mediante uma taxa de amostragem pré-determinada. As unidades de interface (MU) disponibilizam os dados para outros IEDs. As taxas de amostragem convencionadas atualmente são de 80 amostras por ciclo, para monitoração e proteção, e de 256 amostras por ciclo, para qualidade de energia e oscilografias de alta resolução.

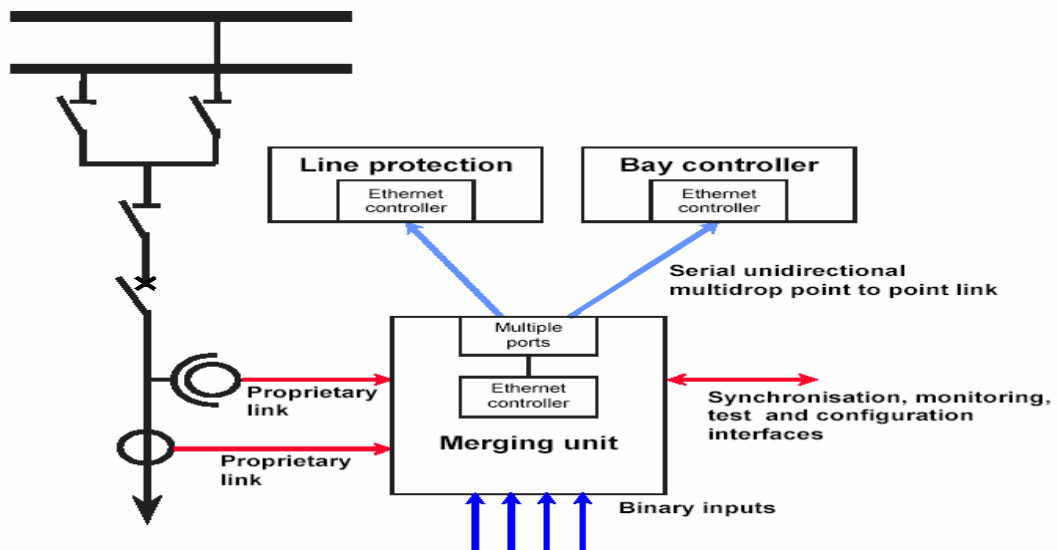


FIGURA 2  
**Conceito de Medição de Valores Amostrados**

#### Linguagem de Configuração de Subestações

A Linguagem de Configuração de Subestações (SCL) é especificada pelo IEC 61850 com base na eXtensible Markup Language (XML). A SCL possui uma hierarquia de arquivos de configuração que proporciona o uso de arquivos XML de forma ambígua e padronizada em vários níveis do sistema. Os arquivos SCL incluem especificações do sistema, tais como: descrição do sistema (SSD), descrição da capacidade do IED (ICD), configuração da subestação (SCD) e configuração do IED (CID). Todos estes arquivos são construídos mediante os mesmos métodos e formatos mas, dependendo da necessidade, possuem diferentes escopos.

Os principais benefícios do SCL são:

O SCL disponibiliza ferramentas de desenvolvimento off-line para gerar os arquivos necessários para a configuração automática dos IEDs, reduzindo, desta forma, custos e, senão todas, quase todas as tarefas de configuração manual.

O SCL possibilita que os arquivos de configuração sejam padronizados e utilizados por vários usuários e, assim, reduz inconsistências e equívocos na configuração do sistema. Os usuários podem fornecer seus próprios arquivos SCL para seus respectivos fornecedores e receberem seus IEDs já adequadamente configurados.

O SCL permite que as configurações sejam feitas off-line sem a necessidade de o IED estar conectado na rede.

#### Modelo de Subestação IEC

No nível de processo, os dados dos sensores ópticos/eletrônicos de corrente e tensão e informações de status são coletados e digitalizados pelas unidades de interface (MU). As MUs podem ser fisicamente instaladas no campo ou na casa de controle. As MUs são conectadas em redes Ethernet redundantes de 100 ou 1000 MB. Os pontos de coleta são conectados a switches com barramento interno de 1 GB. Os switches possuem Ethernet Priority e Ethernet Virtual LAN (VLAN). A VLAN permite que o switch Ethernet envie dados para somente determinadas portas/IEDs que foram designados para receber aqueles dados. O sistema conta ainda com um sistema redundante de clock para garantir

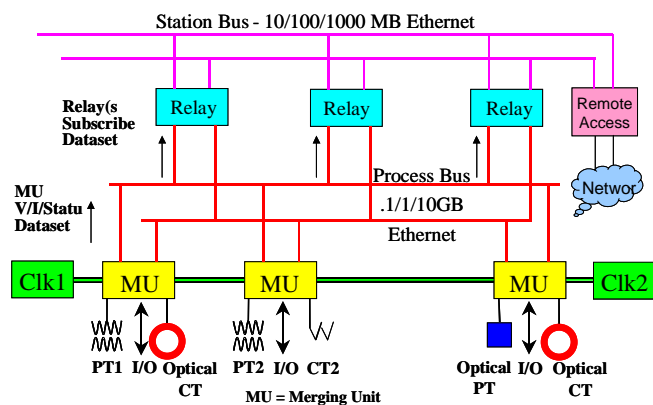
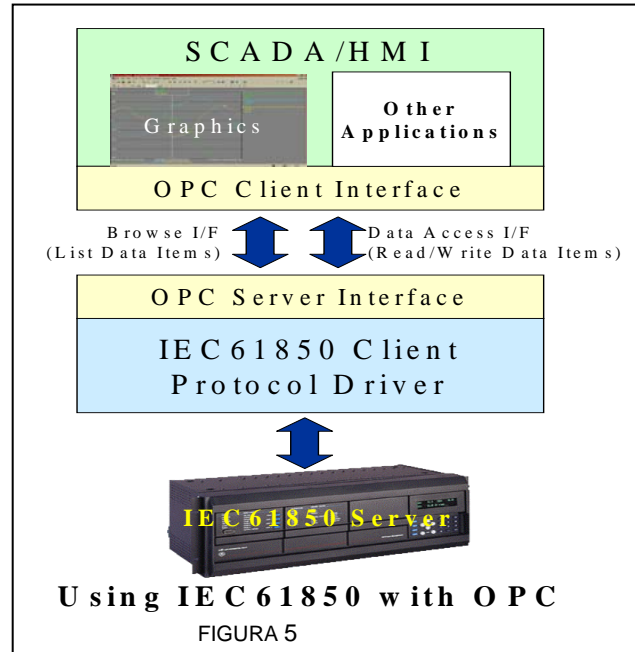
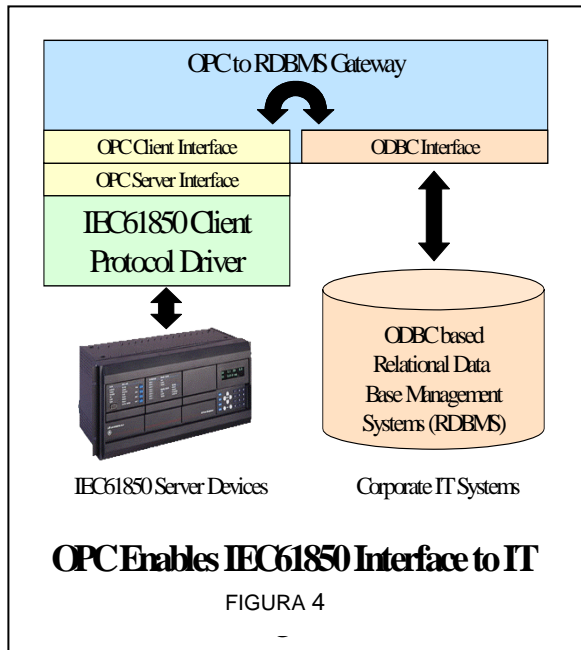


FIGURA 3  
**IEC 61850 Modelo de Subestação**

a sincronização de amostragem de dados. Quando da falha do Clock 1, o Clock 2 é automaticamente ativado.

### Software de Aplicação



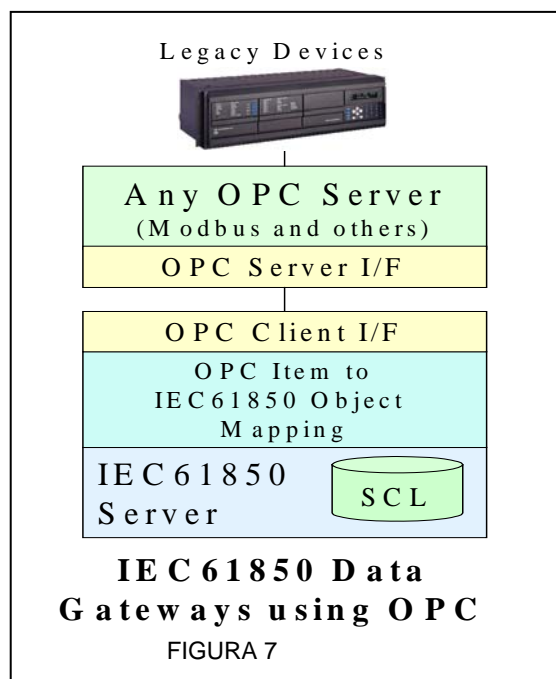
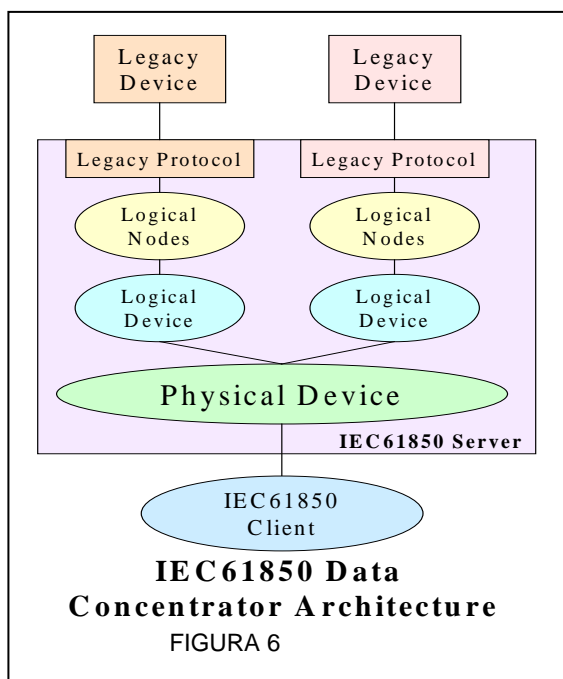
Já estão disponíveis no mercado vários produtos que suportam o IEC 61850 e vários outros estão em desenvolvimento com diversas inovações. Há também produtos que suportam tanto o IEC 61850 como o OLE para Controle de Processos (OPC). A combinação de protocolos padronizados e APIs (Application Program Interface) é uma ferramenta poderosa, que permite aos usuários reduzirem consideravelmente seus custos para construir seus sistemas de automação, devido à facilidade de se utilizar equipamentos de diversos fabricantes sem necessidade de conversão de protocolos ou qualquer outro artifício.

O OPC Data Access (DA) é uma interface de aplicação (API) que proporciona uma interface genérica a aplicações tipo SCADA ou HMI (Interface Homem Máquina), independentemente de qualquer protocolo específico. Há disponíveis vários fornecedores de OPC Servers para fazer a interface entre uma grande variedade de protocolos, incluindo o IEC 61850, MODBUS, DNP3 e muitos outros.

Além de proporcionar acesso aos dados dos IEDs, as interfaces OPC possuem um recurso chamado "browsing". O OPC browse permite ao usuário coletar listas de dados definidas em um servidor, ao invés de listas pré-configuradas. A combinação do OPC com o IEC 61850 proporciona redução muito significativa de horas de trabalho de configuração. Beneficia, ainda, os trabalhos de instalação e comissionamento, quanto à redução de tempo e redução de número de erros.

### Interface com Protocolos Proprietários (Legacy Protocols)

Adicionalmente aos concentradores de dados, a tecnologia OPC também oferece uma forma simples e eficiente de conectar IEDs com protocolos proprietários ao sistema SCADA (veja figuras 6 e 7). Neste caso, o OPC Client é mapeado para um OPC server que suporta os protocolos proprietários. Esta aplicação permite que dados de um IED com protocolo proprietário seja acessado dentro dos padrões do IEC 61850.



#### Comparação de custos - IEC 61850 e protocolos proprietários

Referências obtidas de aplicações piloto:

- Douglas Country Public Utility District  
Modernização de duas subestações utilizando-se o protocolo DNP 3.0 sobre o TCP / UDP e o IEC 61850.
- American Electric Power  
Coleta de dados de IEDs utilizando-se RTUs com seus respectivos protocolos proprietários e o IEC 61850.

As aplicações piloto acima consideradas proporcionaram os seguintes dados de custo decorrentes do uso do protocolo IEC 61850 comparativamente ao uso de protocolos proprietários:

TABELA 1 – Comparação de Custos – IEC 61850 e Protocolos Proprietários

Descrição (Custo)	Protocolo Proprietário	IEC 61850	Impacto (Relativo ao uso do IEC 61850)
Equipamento	\$	\$\$	Negativo
Instalação	\$\$	\$	Positivo
Configuração	\$	\$	Similar
Manutenção e Reconfiguração	\$\$\$	\$	Positivo
Flexibilidade	\$\$\$	\$	Positivo
Escalabilidade	\$\$\$	\$	Positivo

### 3.0 CONCLUSÕES

O IEC 61850 é o novo padrão de comunicação entre medição, proteção, controle e equipamentos de pátio de uma subestação. Esta Norma proporciona respostas padronizadas, tanto para operações em condições normais como para situações de falhas.

Entre muitos outros benefícios, a utilização da Norma IEC 61850 favorece ao usuário utilizar padrões e soluções de engenharia já depurados, independentemente do fabricante do produto, e favorece aos fabricantes/integradores, menor tempo de projeto, comissionamento, manutenção e grande escalabilidade de funções e facilidades de modernizações (retrofit).

O IEC 61850 é uma realidade e já está sendo disponibilizado para o mercado. A padronização de formato de dados, criação de serviços e ferramentas e definição da estrutura de processos já foram implementadas e testadas com sucesso. A interoperabilidade entre diferentes fabricantes já é possível de ser certificada por laboratórios independentes.

#### 4.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) IEC 61850 - Communication Networks and Systems in Substations;  
<http://domino.iec.ch/webstore/webstore.nsf/searchview/?SearchView=&SearchOrder=4&SearchWV=TRUE&SearchMax=1000&Query=61850&submit=OK>
- (2) Manufacturing Messaging Specification; ISO 9506-1&2:2003; Part 1 – Service Definition: Part 2 – Protocol Specification
- (3) IEC 61850 – Communication Networks and Systems In Substations – An Overview for Users by: Drew Baigent, GE Multilin; Mark Adamiak, GE Multilin and Ralph Mackiewicz, SISCO Inc.