

Capítulo VII

Redes de comunicação em subestações de energia elétrica – Norma IEC 61850

Equipe de engenharia da Schweitzer Engineering Laboratories (SEL)

A construção de subestações é uma atividade que vem se desenvolvendo desde o final do século XIX, ou seja, há mais de 100 anos. E a automação de uma subestação de energia elétrica significa, de uma forma geral, monitorar e controlar as grandezas elétricas envolvidas no processo de transmissão e distribuição de energia: tensões, correntes, potências ativas, reativas e posições aberta/fechada de seccionadoras e disjuntores.

Várias gerações de tecnologias convivem hoje em dia dentro das subestações. Estas vêm sendo ampliadas à medida que a demanda cresce. Cada geração de tecnologia resolve uma determinada necessidade e foram agregadas às instalações, criando o que se convencionou chamar de “ilhas de dados” dentro da subestação. Veja Figura 1.

- ◆ Medidor digital de faturamento
- ◆ Relés de Proteção
- ◆ Controle de Bays
- ◆ Oscilografia
- ◆ Monitoração para otimização do uso dos ativos
- ◆ Monitoração de qualidade de energia
- ◆ UTR - Unidade Terminal Remota - Supervisão SSC
- ◆ Imagens - Informações para operação, manutenção e segurança empresarial
- ◆ Monitoração de equipamentos auxiliares (no-breaks e telecomunicações).
- ◆ Anunciadores de Alarme
- ◆ Registro de Eventos - Data Logger

Figura 1 – Ilhas de dados em subestações.

Cada “ilha de dados” tem seu formato próprio, proprietário do desenvolvedor da tecnologia e dos equipamentos. Existia – e ainda existe – uma clara separação entre as soluções de proteção totalmente independente de todas as demais pela sua própria característica envolvendo segurança operacional da instalação.

Nas áreas de supervisão, controle e monitoramento surgiram vários protocolos de comunicação. Os mais conhecidos, por serem protocolos abertos, são Modbus, DNP3 e IEC 60870-5-101.

Esta “Torre de Babel” dificulta e encarece os projetos de novas subestações e, principalmente, as ampliações, pois os equipamentos dos vários fabricantes não operam entre si (interoperabilidade) e mesmo duas gerações de equipamentos de um mesmo fabricante apresentam dificuldades de integração.

É neste cenário que se encaixa a norma IEC 61850. Ela propõe uma arquitetura de comunicação única entre todos os dispositivos, independente da função que este exerce na subestação ou de seu fabricante.

Esta norma foi publicada em 2004, mas vem sendo desenvolvida desde a década de 1990 envolvendo grandes entidades de pesquisas mundiais, como o *Electric Power Research Institute* (EPRI), *Engineering Elethroecnical Comitê* (IEC), Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (Cepel), só para citar alguns. A norma tem grande aceitação nas Américas, Europa e Ásia e já esta se firmando como um padrão mundial, o que justifica uma real avaliação pelas empresas sobre a pertinência da sua utilização.

A norma IEC 61850

Com os avanços da eletrônica e das redes de computadores, verificou-se que haveria um grande ganho na automação de subestações se estas tecnologias fossem a ela incorporadas.

Já foi adotada a tecnologia TCP/IP. Portanto, todos

os conceitos oriundos das redes de computadores comerciais, como endereços IP, endereços MAC, LAN, WAN, roteamento, frames, datagramas, etc. vêm para o mundo da automação e proteção de subestações, de forma total e completa. O transporte das informações entre dois dispositivos é encapsulada em TCP/IP, padrão da internet mundial, confiável e já testado em todo mundo há mais de 20 anos. Não seria necessário reinventar nada.

Se a norma IEC 61850 adotou a tecnologia TCP/IP, consagrada, já desenvolvida e madura, o que exatamente ela fez?

A norma IEC 61850 focou na modelagem dos dispositivos de automação da subestação. Esta tarefa foi executada com a tecnologia de orientação a objetos da engenharia de software e se desenvolve na camada de aplicação do modelo OSI. Ela é muito mais que um protocolo de comunicações, é uma arquitetura de automação de subestações.

Esta modelagem pode ser resumida em dispositivo lógico/nó lógico/objeto de dados.

Descreveremos esta modelagem e os mecanismos de comunicação mais adiante.

Modelagem dos dispositivos de automação da subestação

Qual é o melhor modelo? É aquele que mais se aproxima da realidade. Esta máxima, que se aplica à engenharia de uma forma geral, também se aplica à engenharia de software e automação.

Modelar um disjuntor, nos seus aspectos relacionados com automação, significa registrar e controlar as suas operações. O que faz um disjuntor? Abre e fecha, mas faz mais que isso. Quando abre, interrompe uma corrente elétrica (potência ativa – MW). A intensidade da corrente elétrica interrompida determina a degradação dos contatos elétricos do disjuntor, afetando sua vida útil. Registrar e acumular as correntes interrompidas também é fundamental. O disjuntor pode estar bloqueado para abrir ou fechar, em manual ou telecomando. Todas estas informações devem ser coletadas e armazenadas.

No modelo IEC 61850, esta “inteligência” está distribuída nos dispositivos, ou seja, disjuntor, seccionadora, TPs, TCs, com CPUs e placas de rede internet. Relés de proteção, pela sua característica microprocessada, foram os primeiros e já existem os “controladores de disjuntores”, equipamentos que incorporam a “inteligência” aos equipamentos antigos quando for necessária uma modernização. Grandes transformadores já vêm, há vários anos, com sua automação embarcada.

Uma consequência imediata para os novos projetos é a substituição dos cabos de controle fabricados em cobre por uma rede de fibras óticas. Vemos aquelas canaletas enormes, com aquela quantidade imensa de cabos, sendo substituídas por algumas fibras óticas. É uma inegável redução de custos.



Figura 2 – Substituição dos cabos de controle por fibras ópticas e consequente redução de custos.

Outro efeito colateral muito bem-vindo é a automatização dos painéis de controle. Veja na Figura 3. Os intertravamentos entre comandos, efetuado no painel convencional por fiação entre as chaves, é substituído por “circuitos lógicos e álgebra de boole”.



Figura 3 – Painel de controle convencional e com IEDs.

Para se reproduzir um painel de comando com IED (relé de proteção), basicamente seria “copiar e colar” o projeto dentro do IED, ao passo que, no painel convencional, toda a fiação necessita ser reproduzida. Observamos novamente um ganho importante com redução de custos.

No modelo da informação, foram padronizados os itens a seguir:

• Dispositivo lógico/nó lógico/objeto de dados

– Objeto de dados: São as informações que desejamos: posição aberta ou fechada de disjuntor, valor da medição de tensão, corrente, megawatt, megaVAr, etc. simples e intuitivo. Já estão definidos todos os objetos de dados na norma IEC 61850. Todas as grandezas da eletricidade trifásica já estão modeladas e são aproximados 350 objetos de dados.

– Nó lógico: É a essência da norma IEC 61850. 80% do esforço de elaboração da norma foram concentrados na definição dos nós lógicos. Já foram definidos aproximadamente 90 nós lógicos.

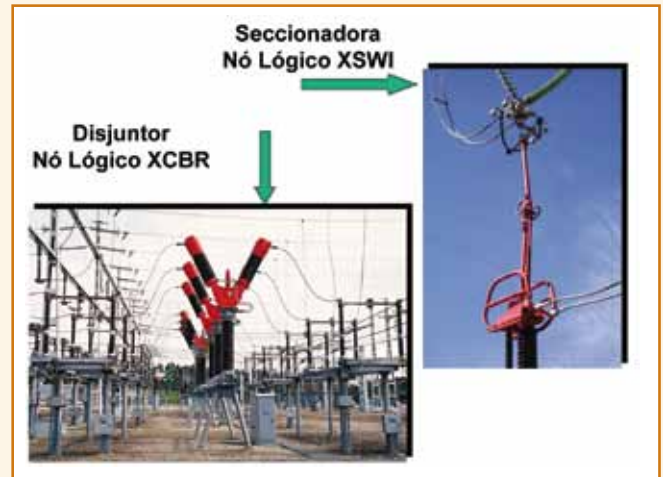


Figura 4 – Nós lógicos XSWI e XCBR.



Figura 5 – Nós lógicos TCTR e TVTR

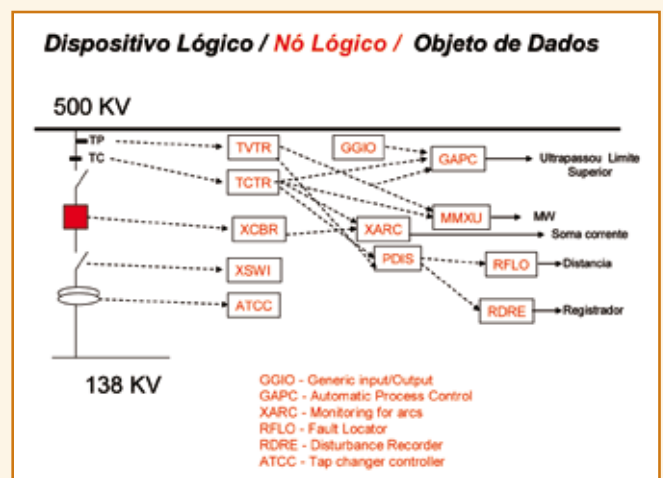


Figura 6 – Modelo IEC 61850 – dispositivo lógico/nó lógico/objeto de dados.

Nas Figuras 4, 5 e 6, são explicitadas as ideias de norma IEC 61850, dos dispositivos lógicos, nós lógicos e objeto de dados.

Finalizando esta visão panorâmica do modelo, nos softwares que o implementam utiliza-se a estrutura de árvore (a mesma que utilizamos no Windows para diretórios e subdiretórios) para descrever as informações.

A orientação da norma IEC 61850 é descrever a informação

iniciando pela sua característica mais ampla (nome da subestação, nível de tensão, bay), que generalizamos por dispositivo lógico, passando pela característica intermediária que é o nó lógico, e chegando à informação propriamente dita, que é o objeto de dados.

Um desafio importante para implementação da norma IEC 61850 nas empresas é esta adaptação do modelo da informação à cultura vigente. Todas as empresas sabem como denominar suas informações, e cada uma tem uma cultura diferente. Muito parecidas, mas com suas próprias peculiaridades.

Na Figura 7, temos um exemplo de modelagem.

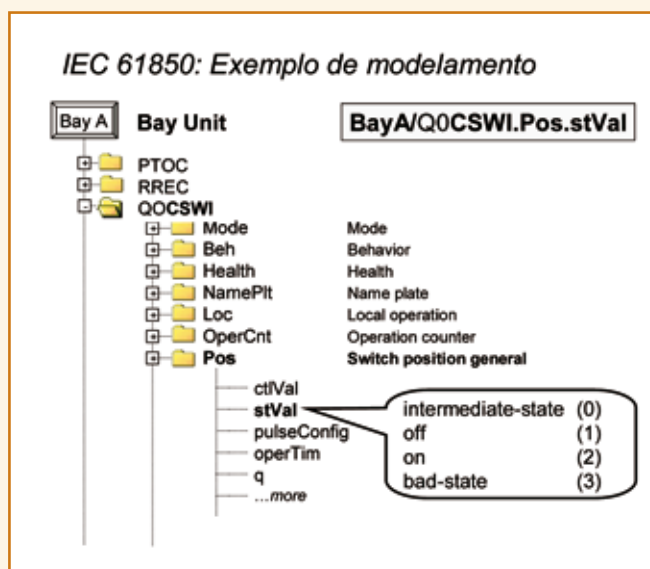


Figura 7 – Estrutura da informação: dispositivo lógico – BAY A, nó lógico – Q0 CSWI, objeto de dados – POS.

Mecanismos de comunicação

A norma IEC 61850 modelou também os mecanismos de comunicação:

Generic Object Oriented Substation Event (Goose) – para mensagens com requisitos rígidos de tempo, como os trips da proteção, da ordem de quatro milissegundos. Estas mensagens só trafegam dentro da LAN e possuem apenas endereços MAC. Não possuem endereços IPs, nem são roteáveis.

Utiliza o mecanismo de rede conhecido como publicadora/assinante.

Um IED é definido como publicador e todos os outros IEDs, que necessitam das informações geradas por ele, são configurados como assinantes. Assim, em um único ciclo de comunicação na rede, todos os assinantes são atualizados, permitindo atingir os requisitos de tempo de quatro milissegundos.

Para assegurar o recebimento no destino, a mesma mensagem Goose é repetida várias vezes, dispensando a necessidade de reconhecimentos (acknowledge), contribuindo também para velocidade.

Nas Figuras 8 e 9, estão resumidos estes mecanismos.

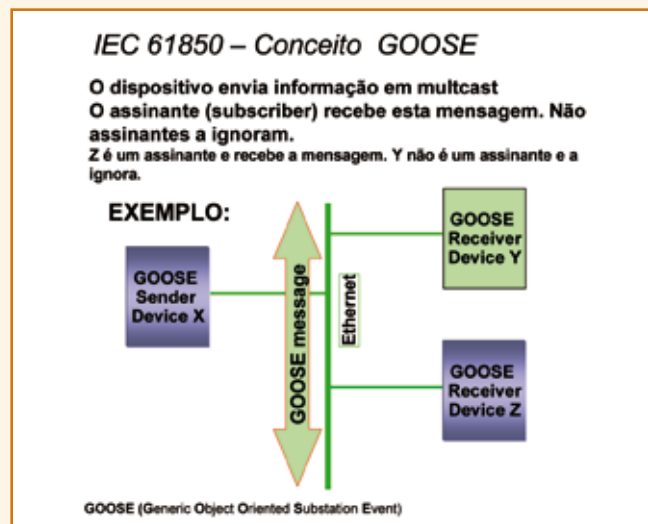


Figura 8 – Conceito de publicador/assinante.

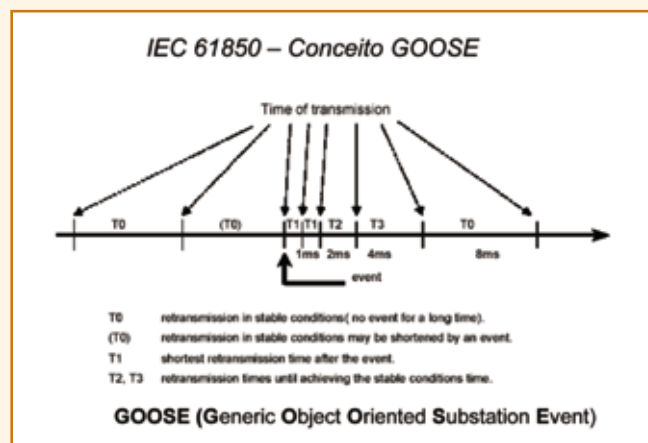


Figura 9 – Goose – repetições da mensagem.

Manufacturing Message Specification (MMS) – Para mensagens de supervisão e controle, em que os tempos de transmissão podem ser da ordem de segundos. Neste tipo de mensagem, são utilizados os mecanismos normais do TCP/IP.

Sampled Values (SV) – Valores amostrados para serem utilizados nas conversões das medições analógicas. Tempos de transmissão necessitam ser da ordem de microssegundos, pois envolvem a

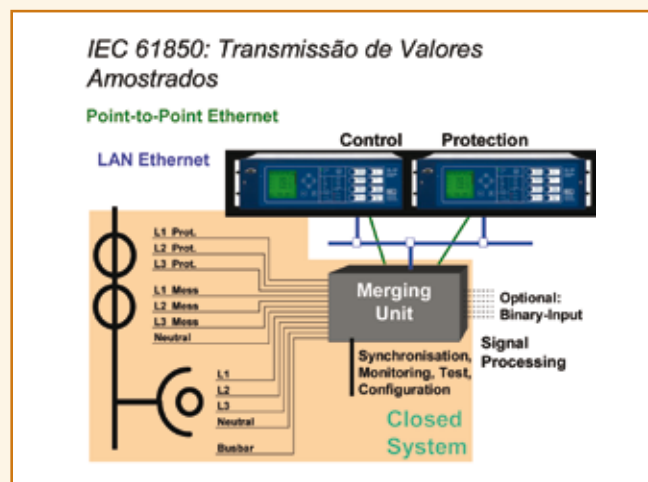


Figura 10 – Merging Unit.

digitalização de sinais nas frequências de 60 Hz de transmissão da energia elétrica, e também das oscilografias, que necessitam analisar muitas harmônicas superiores da onda de 60 Hz.

Para os valores amostrados, temos mais um conceito importante que é a Merging Unit, mostrado na Figura 10.

Este equipamento, definido no Capítulo 9 da norma IEC 61850, ainda não foi disponibilizado comercialmente.

Resumo dos valores amostrados – amostras de valores de TP e TC sobre Ethernet – Sampled Values. Publicador/assinante, proteção – 80 amostras/ciclo em 80 mensagens/ciclo. Cada Frame Ethernet tem uma amostra de tensão (V) e corrente (I). Registrador gráfico –

- ◆ 1. Princípios Básicos
- ◆ 2. Glossário
- ◆ 3. Requisitos Gerais
- ◆ 4. Gerenciamento do Sistema e do Projeto
- ◆ 5. Requisitos de Comunicação
- ◆ 6. Linguagem de Configuração do Sistema de Automação de Subestação - SCL
 - ◆ 7.1. Estrutura básica de comunicação para equipamentos de Subestações e Alimentadores - Princípios e modelos
 - ◆ 7.2. Interface de serviço de comunicação abstrata - ACS/
 - ◆ 7.3. Classes de dados comuns - CDC
 - ◆ 7.4. Classes de dados e classes de nós lógicos compatíveis
 - ◆ 8.1. Mapeamento do serviço de comunicação específico (SCSM) - Mapeamento para o MMS.

Figura 11 – Capítulos da norma IEC 61850.

256 amostras/ciclo são enviadas em grupos de oito amostras por Frame Ethernet, enviados 32 vezes/s.

Ressaltamos também a definição de dois barramentos: de processo e de estação. Nas Figuras 11 e 12, estão os resumos da norma.

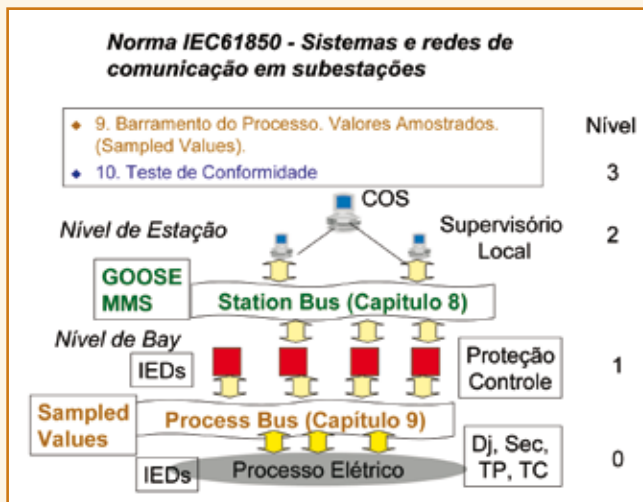


Figura 12 – Barramento de estação e barramento de processo.

*Equipe de engenharia da Schweitzer Engineering Laboratories (SEL)

CONTINUA NA PRÓXIMA EDIÇÃO

Confira todos os artigos deste fascículo em www.osetoreletrico.com.br
Dúvidas, sugestões e comentários podem ser encaminhados para o e-mail redacao@atitudeditorial.com.br