



UMA ABORDAGEM PRÁTICA DO IEC61850 PARA AUTOMAÇÃO, PROTEÇÃO E CONTROLE DE SUBESTAÇÕES

LUIS FABIANO DOS SANTOS*

ABB LTDA.

MAURÍCIO PEREIRA

ABB LTDA.

BRASIL

RESUMO

Este artigo aborda a nova Norma IEC61850 para automação de subestações, contemplando suas funcionalidades, requisitos e definições. Em particular, trata de demonstrar as aplicações já disponíveis através dos recursos que as novas ferramentas e IEDs (Intelligent Electronic Devices) permitem. Assim, o trabalho destaca a importância dos modernos dispositivos eletrônicos inteligentes, ressaltando as principais características que estes componentes devem possuir para atender com eficácia os requisitos da Norma IEC61850. Baseando-se nas novas possibilidades que o desenvolvimento da norma trouxe, o trabalho apresenta as funcionalidades potenciais discutidas em recentes artigos nos principais eventos da comunidade, porém ressalta como realizar estas tarefas e utilizar os recursos agora disponíveis. Através da implementação dos LNs (Logical Nodes), mensagens GOOSE (Generic Object Oriented Substation Event) e outros ferramentais, são abordados os esquemas lógicos de intertravamentos, transferências de disparos, bloqueios, etc.

Todos os recursos, funcionalidades e dados apresentados no artigo são baseados em resultados obtidos através de implementação e ensaios em laboratório. Desta forma, adicionalmente aos recursos de softwares, é apresentada a interação dos LNs através da rede de comunicação. O artigo aborda ainda a capacidade de tráfego de mensagens, bem como seu aspecto de velocidade, sendo demonstrados resultados obtidos com ensaios de avalanche de eventos. Em particular, são apresentados alguns dos resultados já obtidos dos ensaios realizados entre alguns IEDs e o sistema SAGE do CEPTEL através do IEC61850.

PALAVRAS-CHAVE

Automação de subestações, Proteção, Controle, IEC61850

* Av. Monteiro Lobato, 3411 – Guarulhos – SP CEP 07190-904

1.0 INTRODUÇÃO

A introdução da Norma IEC61850 no setor elétrico tem possibilitado o desenvolvimento de novos conceitos e filosofias de aplicação no ambiente de sistemas de automação de subestações. Particularmente, os recursos de comunicação atualmente disponíveis oferecem novas soluções na integração de sistemas de proteção, controle, medição, monitoramento e supervisão de sistemas elétricos.

Diversos artigos publicados até o momento mencionam as potencialidades dos recursos disponibilizados pela Norma IEC61850, tratando de balizar o conhecimento e difundir os conceitos trazidos por este novo padrão. Assim, inúmeras publicações apresentam os principais fundamentos da nova norma, e tratam de explicar como seu surgimento poderá influenciar os processos de engenharia de automação ao redor do mundo. Tratam ainda de demonstrar casos possíveis de aplicação, vislumbrando novas soluções para conhecidos problemas.

Por outro lado, mais recentemente começam a surgir retratos de aplicações mais práticas, com informações sobre as facilidades, e eventuais dificuldades, na implementação de lógicas, intertravamentos e outras funcionalidades de proteção e controle, tendo em vista o desenvolvimento atual de projetos reais no mercado. As experiências e resultados recentemente adquiridos na configuração de alguns projetos comprovam toda a capacidade explorada nos artigos anteriores.

No entanto, a introdução da Norma IEC61850 ainda passa por um processo de experimentação, principalmente pelo fato de enfrentar diversos paradigmas, que impedem muitas vezes um avanço mais aprofundado nos resultados. Como parte estratégica na tentativa evolutiva de uma ruptura cultural é de fundamental importância a capacitação de pessoal e a realização de experimentos práticos que comprovem a eficiência das novas soluções trazidas por esta norma, ressaltando-se também as dificuldades que são encontradas e como estas dificuldades são superadas.

Neste contexto, este trabalho apresenta alguns dos resultados obtidos em ensaios realizados em laboratório, bem como outros resultados relacionados a montagem de plataforma em fábrica para concepção de projetos reais atualmente em desenvolvimento, e a testes de aceitação em fábrica realizados por ocasião destes projetos. São abordados, desta forma, os seguintes aspectos e funcionalidades:

- Configuração e ajustes dos IEDs através do IEC61850
- Manuseio dos arquivos .scl (.icd, .scd)
- Falha de disjuntor e seletividade lógica através de mensagens GOOSE
- Transferência automática de linhas através de mensagens GOOSE
- Manuseio de Eventos e Oscilografia

2.0 NORMA IEC61850

Um dos principais objetivos da nova norma internacional IEC61850 é o de garantir a interoperabilidade entre IEDs de diferentes fabricantes, permitindo o uso e a troca irrestrita de dados a fim de que sejam realizadas suas funcionalidades dedicadas individuais. Assim, por interoperabilidade entende-se a habilidade de dois ou mais IEDs de um mesmo fabricante, ou de fabricantes diferentes, de trocar informações e usar estas informações para uma correta cooperação.

Esta necessidade surge basicamente da dificuldade encontrada nos processos de integração de informações durante as diferentes etapas de implementação na automação de subestações, principalmente quando distintos objetos, frequentemente de diferentes fornecedores, devem ser integrados. A Norma IEC61850 surge então como um requisito de mercado, e é baseada em fortes argumentos de funcionalidades comprovadas, evolução tecnológica, especificações de clientes e de métodos de engenharia disponibilizados pelos fabricantes.

Os sistemas de automação de subestações com IEDs e comunicação serial têm sido muito bem aceitos no mercado, tendo em vista o grande número de sistemas já implantados ao redor do mundo e de seus benefícios comprovadamente verificados. No entanto, dispositivos numéricos com comunicação serial de diferentes fabricantes possuem dificuldade em ser combinados em um sistema como em arranjos antigos (eletromecânicos) devido a falta de um padrão, o que pode ser conseguido apenas com um esforço não econômico. A Figura 1 ilustra diversos tipos de protocolos de comunicação existentes no mercado e suas complicações inerentes.

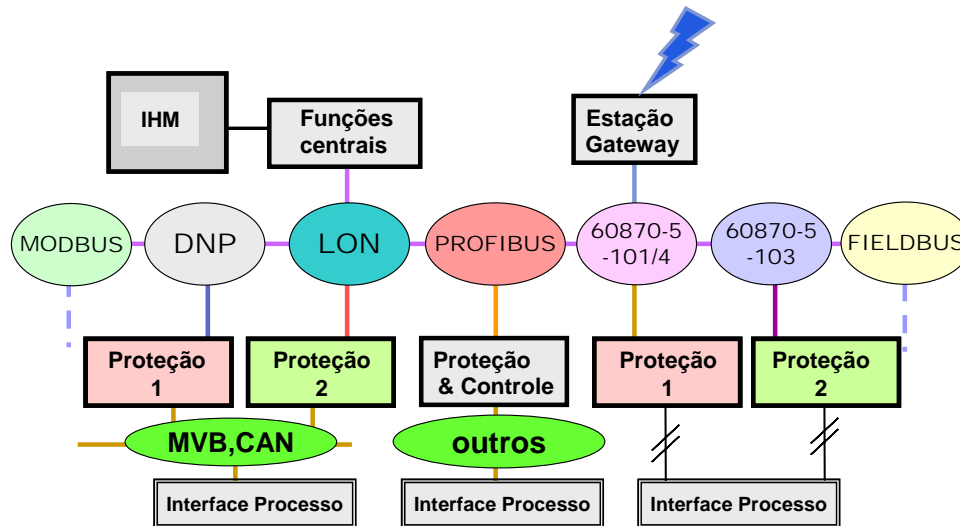


Figura 1: Exemplos de protocolos de comunicação

Por sua vez, o mercado altamente competitivo, global, exige uma norma que permita um desempenho otimizado, aliada à possibilidade de redução de custo, que deve ocorrer principalmente pela competição e por funções mais inteligentes. A redução de custos deve estar atrelada tanto aos investimentos quanto na operação e manutenção destes sistemas. Atualmente, tanto fornecedores quanto concessionárias são empresas globais e exigem integração. O mercado global necessita de uma norma também global e de um padrão que suporte todas as filosofias de operação e concepção de subestações, com uma combinação de dispositivos sendo feita pelo menos da maneira como são feitos com os cabos de cobre.

A Norma IEC61850 estabelece um padrão aberto, à prova de futuro, permitindo salvaguardar os investimentos com relação ao fornecedores e acompanhar a tecnologia para futuras extensões de “bays” ou funções. Particularmente, esta norma não apenas estabelece o mais avançado e universal padrão para comunicação, mas também um padrão orientado a sistemas para automação de subestações e seus aspectos, tais como:

- Recomendações para gerenciamento de sistemas e projetos
- Modelo de dados de domínio específico, incluindo regras para extensão funcional
- Serviços do sistema de domínio específico
- Linguagem de configuração da subestação
- Testes de conformidade

Para isso, é estruturada em diversas partes, cada uma tratando de um tópico específico e que permite uma abordagem praticamente completa no que se refere aos sistemas de automação de subestações. Assim, os principais subsídios para estes sistemas são analisados, cobrindo desta forma os aspectos de abordagem de comunicação, de modelo e de engenharia. A Figura 2 ilustra as divisões da norma.

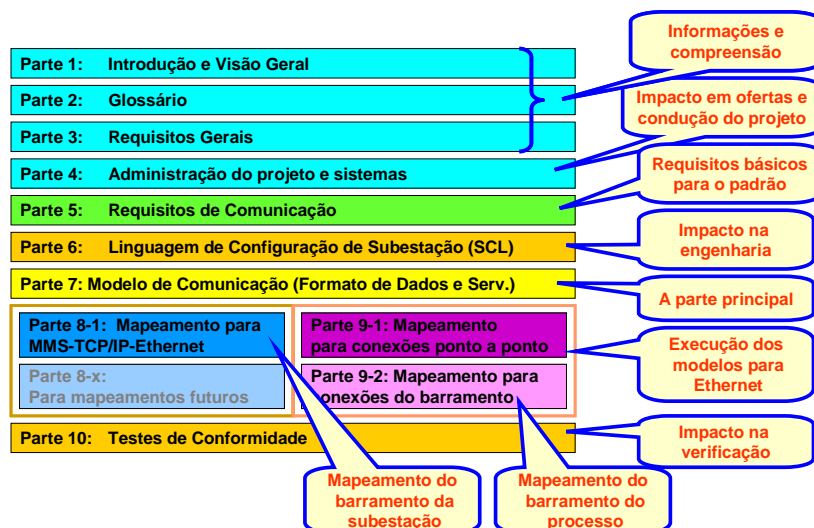


Figura 2: Divisões da Norma IEC61850

Na abordagem de comunicação o principal aspecto está relacionado com o fato de que a norma não se prende à rápida mudança da tecnologia de comunicação, mas sim no modelo de dados de objetos, ou seja, em partes de funções que são comuns em subestações tais como disjuntores, controladores e proteção, e que podem trocar dados entre si. Estes dados, por sua vez, possuem atributos como estampas de tempo ou validade, que devem ser conhecidos ou ajustados para a correta operação do sistema de automação. O acesso ou troca de dados é então definido pela padronização de serviços. Isto garante a Estabilidade de Longo Prazo: a norma deve ser à prova de futuro, isto é, deve estar apta a seguir o progresso na tecnologia de comunicação, assim como a evolução das exigências do sistema.

Na abordagem de modelo o fator fundamental é a identificação das exigências de comunicação e da modelagem de dados. Para isso, todas as funções na subestação foram divididas em objetos menores denominados Nós Lógicos ou LN, do inglês Logical Node, que comunicam entre si e possuem todas as informações a serem transmitidas. Os Nós Lógicos podem estar alocados em múltiplos dispositivos e níveis de controle, permitindo por parte do usuário a utilização de qualquer filosofia de sistema. Isto garante a Livre Alocação de Funções: a norma deve suportar diferentes filosofias e permitir uma livre alocação de funções, isto é, deve trabalhar igualmente para conceito centralizado ou descentralizado.

Finalmente a abordagem de engenharia estabelece a linguagem de configuração da subestação, ou SCL do inglês Substation Configuration Language, que descreve o modelo de dados com todas as suas opções, a alocação dos LNs aos diferentes dispositivos, todos os canais de comunicação, e a alocação de funções aos equipamentos de manobras de acordo com o diagrama unifilar. Esta linguagem é usada para garantir a troca de dados entre as ferramentas de configuração de sistemas de diferentes fabricantes durante o processo de engenharia. Isto garante a Interoperabilidade: habilidade dos IEDs de um ou diversos fabricantes em trocar informações e utilizar as informações para suas próprias funções.

2.1 Aspectos práticos

O conjunto de protocolos TCP/IP foi projetado especialmente para ser o protocolo utilizado na Internet. Sua característica principal é o suporte direto a comunicação entre redes de diversos tipos. A arquitetura TCP/IP, assim como OSI, realiza a divisão de funções do sistema de comunicação em estruturas de camadas. Em um ambiente Ethernet TCP/IP, um dispositivo físico, ou IED, pode ser pensado como um Servidor e apresentar uma interface de comunicação que possui um endereço IP, acessível através de uma rede por um Cliente externo. O servidor pode então aceitar uma conexão de

* Av. Monteiro Lobato, 3411 – Guarulhos – SP CEP 07190-904

um ou mais clientes externos, autenticar esta conexão, sincronizar seu relógio com o cliente, e transferir arquivos de/para o cliente. Seguindo a estrutura da Norma IEC61850, o servidor pode conter um ou mais dispositivos lógicos (LDs), que por sua vez podem conter vários nós lógicos (LNs) que representam os objetos básicos das diversas funcionalidades do dispositivo lógico.

Os nós lógicos possuem dados que podem ser lidos ou escritos individualmente ou em grupos (Data Sets), responder a entradas de controle, fornecer relatórios solicitados e não solicitados, etc. Tal representação é genérica, porém bastante poderosa no que se refere aos serviços, e pode ser utilizada para representar qualquer dispositivo físico real com interface de comunicação. Estes serviços, por sua vez, são disponibilizados para a leitura e escrita de dados nos LNs. Como exemplo, dados de medição e de estados são tipicamente de leitura apenas. Informações de configuração e controle são geralmente de leitura e escrita.

O rompimento de objetos reais, tais como equipamentos primários e secundários, em objetos lógicos resulta na produção de modelos que necessitam de identificação de todos os seus atributos e funcionalidades. Cada atributo deve possuir um nome e ser do tipo simples ou complexo (classe), representando dados nos dispositivos que podem ser lidos ou atualizados. No entanto, esta concepção se torna mais flexível do que listas de pontos numeradas, lineares, de memória mapeada, etc, que habitualmente são utilizadas nas primeiras gerações dos sistemas de comunicação em automação elétrica. Esta modelagem orientada a objetos permite que nomes padronizados sejam definidos para dispositivos padronizados, independente do fabricante destes dispositivos.

3.0 IED – DISPOSITIVO ELETRÔNICO INTELIGENTE

Como parte integrante das novas soluções que a Norma IEC61850 apresenta, os IEDs representam uma esfera de importância substancial para a realização de automação de subestações de forma distribuída. Advindos basicamente dos conhecidos relés de proteção, são unidades multifuncionais para a proteção, controle, medição e monitoramento de sistemas elétricos, permitindo ainda a concepção de lógicas de bloqueio e de intertravamentos, tanto de maneira integrada, ou seja, todas as funcionalidades em uma mesma caixa, quanto distribuída, ou seja, diferentes funcionalidades realizadas em diferentes IEDs. A Figura 3 apresenta uma representação esquemática de um dispositivo eletrônico inteligente e suas interfaces.

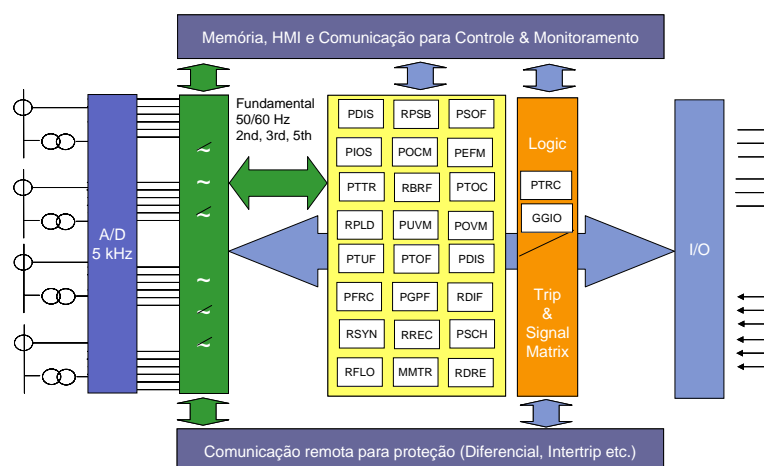


Figura 3: Diagrama esquemático de um Dispositivo Eletrônico Inteligente

Neste contexto, a Norma IEC61850 prevê a livre alocação de funções, em que as funcionalidades necessárias para o correto funcionamento de uma planta podem estar alocadas em um ou diversos IEDs. A Figura 4 apresenta exemplos de soluções utilizando os benefícios da nova norma, sendo

* Av. Monteiro Lobato, 3411 – Guarulhos – SP CEP 07190-904

apresentada a possibilidade de comunicação do elemento diferencial de linha no IED de transformador e um IED protegendo mais de um transformador.

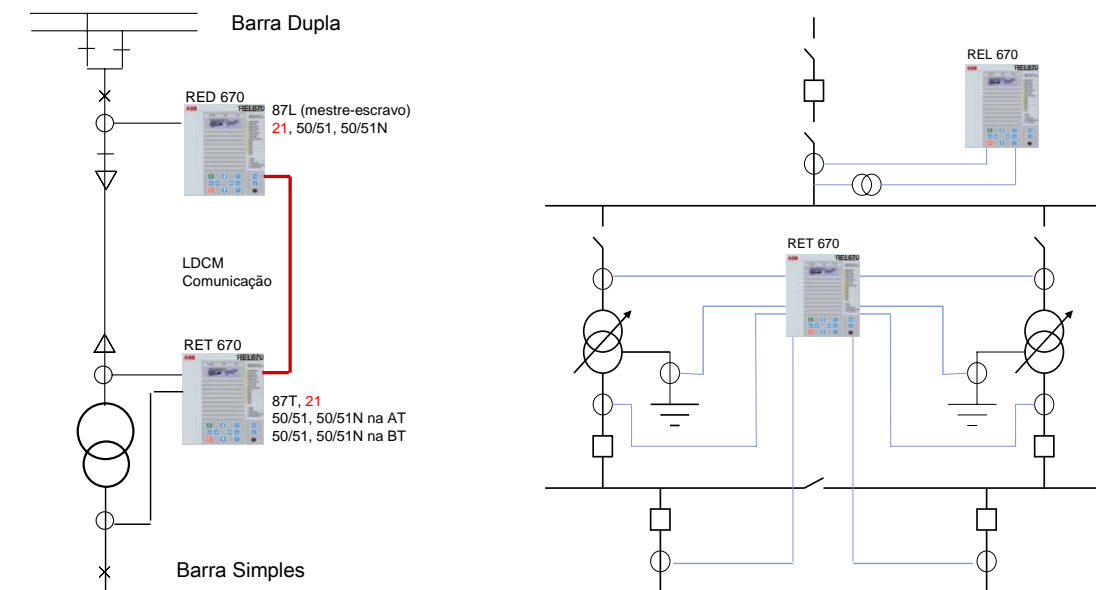


Figura 4: Exemplos de aplicação com IED moderno

Estes dispositivos de tecnologia microprocessada possibilitam diferentes tipos de interface com o usuário, sendo a comunicação remota a mais importante delas. Particularmente no caso da aplicação da Norma IEC61850 a interface atual de comunicação é apresentada através de portas de comunicação em TCP/IP, permitindo que os IEDs possam usufruir de todos os benefícios que esta tecnologia possui. Neste caso, cada IED, ou porta de comunicação deste IED, apresenta um endereçamento IP que possibilita que este equipamento possa trocar informações em um ambiente de rede Ethernet. Cabe ressaltar, neste momento, que a Norma não especifica o tipo de interface física (Link Layer) que deve ser usado, mas sim do ambiente da aplicação.

A possibilidade de comunicação dos IEDs vem do próprio advento da tecnologia microprocessada, que permite que os dados sejam convertidos e tratados de maneira digital. Uma vez que os dados estejam na forma digital eles podem ser trocados entre diferentes dispositivos através de comunicação serial, tipicamente fibra óptica, que reduz substancialmente a quantidade de cabos no ambiente de subestações. Ainda, com o aumento da capacidade de processamento e memória, os IEDs podem cada vez mais realizar funções mais inteligentes, melhorar sua auto-diagnose, e aumentar o processamento múltiplo, ou seja, um mesmo conjunto de dados pode ser processado por diferentes funções de maneira simultânea, aumentando a segurança e disponibilidade do sistema.

3.1 Configuração dos IEDs

Tendo em vista que os modernos IEDs apresentam características cada vez mais superiores, integrando diferentes funcionalidades, sua engenharia de configuração exige distintos passos até que o dispositivo esteja pronto para entrar em operação. Assim, o engenheiro de proteção agora enfrenta o desafio de trabalhar com outros parâmetros e ferramentas antes não dedicadas às suas funções. Além da parametrização das funções de proteção, ou seja, a definição dos ajustes dos elementos de proteção, é necessário configurar o IED para as suas outras finalidades. A Figura 5 apresenta exemplos de ferramentas para configuração dos IEDs.

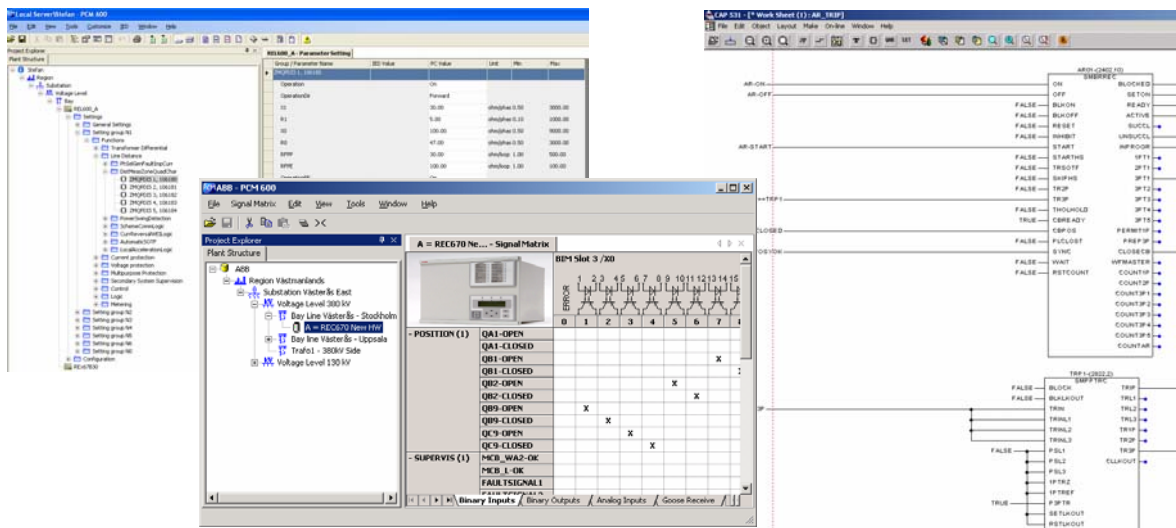


Figura 5: Ferramentas de configuração de IEDs

Adicionalmente à configuração de lógicas, ajustes de proteção, ajustes e manuseio de oscilografias, os IEDs apresentam a necessidade de configuração da comunicação remota. Diferentes protocolos de comunicação exigem, no entanto, diferentes conhecimentos, ferramentas e arranjos físicos. A Norma IEC61850 traz o benefício de padronizar a interface de comunicação, ou seja, o modelo de dados de objetos, facilitando a interação entre a configuração dos IEDs e o processo de automação propriamente dito. Além disso, procura atender os requisitos da tecnologia Ethernet, de maneira que as soluções caminhem também para um tipo de arranjo único conhecido por diferentes segmentos de mercado. Porém, o usuário ainda necessita realizar configurações de base de dados, mensagens GOOSE e outras atribuições relacionadas com protocolos de comunicação. Para isso, ferramentas apropriadas surgem no mercado, com a vantagem de que a linguagem de configuração é também padronizada, ou seja, arquivos do tipo SCL, mas que ainda necessita de intervenção para que seja configurada apropriadamente de acordo com as funcionalidades desejadas.

4.0 ENGENHARIA DE CONFIGURAÇÃO

A Norma IEC61850 traz a definição da linguagem de configuração da subestação, estabelecendo para isso um arquivo padrão de configuração denominado arquivo SCL. Este arquivo apresenta a característica de padronizar as informações relativas aos diferentes IEDs, ou seja, o modelo de dados, e agrupar as informações que estabelecem a alocação dos diferentes Logical Nodes nos respectivos IEDs. Adicionalmente, traz as informações dos canais de comunicação e das funcionalidades específicas de cada equipamento de manobra, estabelecidos através da representação em diagrama unifilar.

As ferramentas de configuração passam então a apresentar papel significativo nos atuais desenvolvimentos de sistemas de automação de subestações, uma vez que devem tratar corretamente a formatação prevista pela linguagem de configuração da subestação através do arquivo SCL. A definição da linguagem SCL pode ser vista com uma das grandes vantagens da Norma IEC61850, pois permite a concepção de ferramentas de geração automática de bases de dados em todos os níveis de trabalho. A estruturação dos dados em Logical Nodes, Data Objects e Data Attributes com semântica bem definida permite que a maioria das informações a serem configuradas nos IEDs possa ser importada diretamente, sem a necessidade de tabelas de conversão e endereçamentos especiais, fato este bastante comum em outros protocolos.

* Av. Monteiro Lobato, 3411 – Guarulhos – SP CEP 07190-904

4.1 Mensagens GOOSE

Como parte integrante da configuração de uma automação de subestações é prevista pela Norma IEC61850 a comunicação horizontal. Neste tipo de comunicação é possível que os IEDs troquem informações entre si, garantindo a funcionalidade específica de cada um, que pode depender de informações provenientes de outros IEDs. Assim, é possível realizar esquemas mais inteligentes para garantir a operacionalidade de determinadas lógicas de proteção e controle. Neste contexto, a comunicação horizontal prevista na Norma IEC61850 é realizada através das denominadas mensagens GOOSE. Estes tipos de mensagens são realizadas através do tráfego de informações do tipo multicast, ou seja, neste tipo de mensagem as informações são lançadas na camada OSI mais inferior e atingem de maneira rápida todos os componentes conectados a esta rede. Apenas os dispositivos interessados na mensagem que trafega irá absorver a informação relevante que lhe é necessária. Desta forma, as informações trafegam de maneira eficiente, garantindo intertravamento e lógicas especiais em intervalos curtos de tempo.

Embora sabendo-se que o conceito de comunicação horizontal não é novo, isto é, alguns fabricantes já utilizam a comunicação entre IEDs há mais de 10 anos, a Norma IEC61850 traz o benefício de permitir que estas informações sejam trocadas entre IEDs de diferentes fabricantes, fato este não permitido até o momento. Particularmente, os fabricantes desenvolveram a capacidade de IEDs trocarem informação entre si, mas com protocolos dedicados a uma linha de produtos específica deste fabricante. No entanto, o benefício imediato deste conhecimento prévio reside na capacidade comprovada de que as soluções que utilizam a comunicação horizontal devem apenas ser adaptadas ao novo padrão.

A Figura 6 apresenta uma representação simplificada de arquitetura de comunicação. Nesta representação podem ser identificados, principalmente, os IEDs de proteção e controle, a estação de controle incluindo IHM e um gateway para acesso de outras redes. Na rede IEC61850 podem então trafegar as mensagens GOOSE (comunicação horizontal) entre os diferentes IEDs, que podem ser de diferentes fabricantes. Nesta mesma rede, podem trafegar as mensagens verticais, ou seja, as mensagens que partem dos IEDs e seguem em direção à estação de controle. Neste caso, a principal finalidade é a supervisão e controle da subestação através do IHM disponibilizado ao operador.

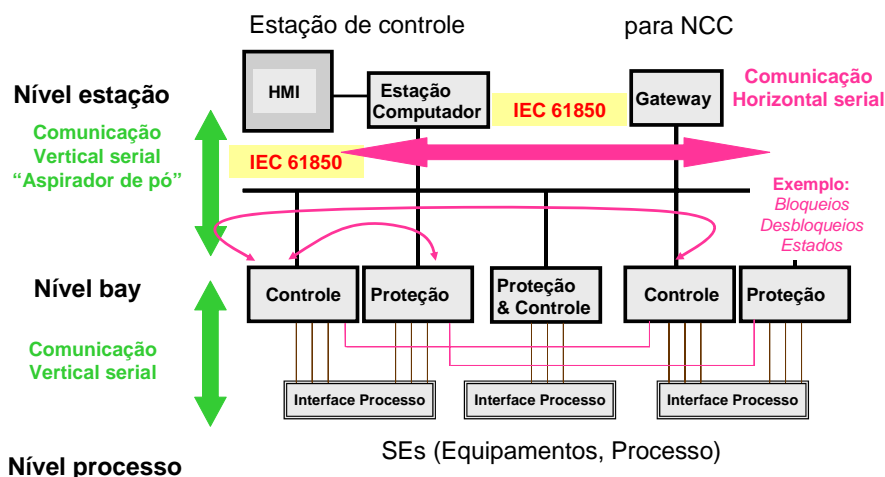


Figura 6: Arquitetura de rede de comunicação

5.0 IMPLEMENTAÇÃO DE FUNCIONALIDADES

Conforme destacado no item 4.1 a funcionalidade e implementação da comunicação horizontal não é de todo nova. Inúmeras soluções utilizando a comunicação direta entre os IEDs foram concebidas nos últimos anos, permitindo esquemas de transferência automática de linhas, esquemas de controle de

emergência, comutação de posição de tapas de transformadores, entre outros, de maneira mais inteligente. Dentro deste contexto, uma maneira bastante simplificada de se obter um estudo de desempenho deste tipo de implementação é a realização de experimentos práticos, concomitantes à realização de testes de homologação de IEDs e sistemas de automação. A seguir são apresentados alguns resultados obtidos em testes de bancada, permitindo uma melhor visualização da interação entre os diferentes LNs. A configuração dos IEDs é realizada através de ferramenta desenvolvida apropriadamente para trabalhar com o formato de arquivo SCL, permitindo o manuseio dos Data Sets, Report Control Blocks e definição das mensagens GOOSE.

5.1 Falha de disjuntor

Neste teste a funcionalidade de falha de disjuntor foi implementada nos IEDs conforme representação da Figura 7, de maneira que um dos IEDs representando o disjuntor à jusante envia um sinal de falha de disjuntor via GOOSE para o IED representando o disjuntor à montante. A Figura 7 apresenta o detalhe da interação entre os diferentes LNs para a lógica de falha de disjuntor. Neste caso, um dos IEDs detecta a falha de disjuntor e o LN RBRF envia o sinal via GOOSE para o outro IED que recebe esta mensagem e a associa ao LN PTRC de trip local.

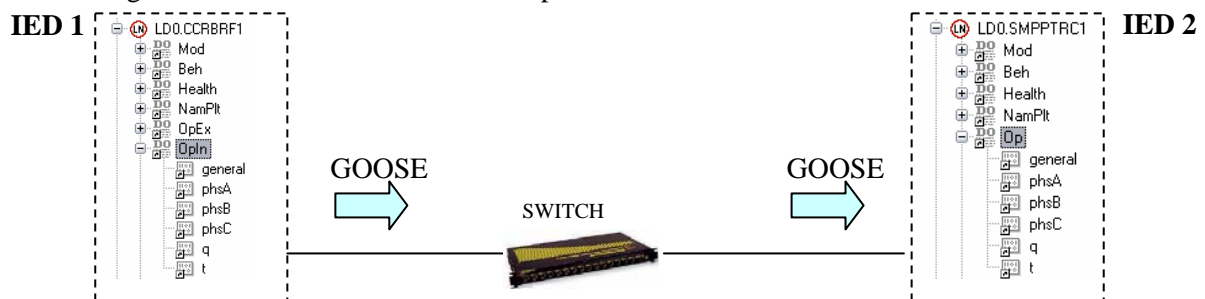


Figura 7: Representação do tráfego da mensagem GOOSE

Neste esquema dois IEDs são conectados através de uma rede IEC61850, via switch. Uma caixa de teste possibilita a injeção de correntes e tensões trifásicas, quando aplicáveis. Esta arquitetura pode ser utilizada para a verificação de diferentes lógicas de proteção e controle, alterando-se apenas as lógicas internas dos IEDs e os LNs envolvidos. O desempenho deste arranjo mostrou-se bastante satisfatório, com tempo de mensagens GOOSE em torno de 4ms, garantindo a operação adequada do esquema de proteção.

5.2 Lógica de bloqueio reverso

A lógica de bloqueio reverso ou seletividade lógica foi implementada nos IEDs conforme representação da Figura 7, sendo o sinal de bloqueio de um dos IEDs enviado ao outro via mensagem GOOSE. Neste caso, a caixa de teste injeta corrente em ambos os IEDs. O IED1 envia um sinal de bloqueio através do LN PTOC para o IED2 que recebe a mensagem GOOSE e a associa ao LN PTOC para o bloqueio do elemento de sobrecorrente. Novamente os tempos obtidos mostraram-se satisfatórios e o esquema operou dentro dos limites esperados.

5.3 Transferência automática de alimentadores

A transferência automática de linhas, ou de alimentadores, foi implementada nos IEDs conforme representação da Figura 7. Um dos IEDs representa o alimentador atual, que detecta as condições de subtensão e sobrecorrente. Havendo a atuação da lógica de proteção neste IED, um sinal de transferência é enviado via GOOSE para o outro IED, que deve fechar o respectivo disjuntor. Para este esquema o LN CSWI do IED1 foi associado ao LN CSWI do IED2, que garantiu a transferência automática da alimentação. Lógicas adicionais de intertravamentos podem ser configuradas e trocadas entre os IEDs, garantindo o desempenho do esquema.

5.4 Transferência de disparo

A transferência de disparo pode ser utilizada para a abertura de um disjuntor remoto, e foi implementada conforme representação da Figura 7. Neste caso, um IED representando o ponto local envia um sinal de transferência de disparo via GOOSE para um ponto remoto, representado pelo outro IED, onde então é feita a abertura do respectivo disjuntor. Para a transferência de disparo, o IED1 envia o sinal de trip via GOOSE através do LN PTRC para o IED2, que ao receber a mensagem a associa ao LN PTRC próprio. Esta lógica, no entanto, pode ser realizada através da interação entre outros tipos de LNs, como por exemplo, LN PTOC, caso a disparo remoto deva ser realizado apenas para a condição de sobrecorrente. Adicionalmente, no terminal remoto outros LNs podem estar envolvidos, dependendo da condição de disparo que se necessite. Na prática, no entanto, este esquema irá depender da existência de uma rede de comunicação entre as diferentes subestações, sem o uso de roteadores ou bridges entre as mesmas.

5.5 Manuseio de eventos e oscilografia

Uma outra vantagem trazida pela topologia em IEC61850 é a possibilidade de tráfego de eventos e de arquivos de oscilografia na mesma rede de comunicação associada aos requisitos de supervisão. Em arquiteturas típicas utilizadas até o momento, principalmente com o uso de protocolos seriais, é bastante usual a concepção de duas redes distintas: uma denominada rede de supervisão, onde trafegam os dados relativos ao sistema supervisório e de monitoração, e outra denominada rede de engenharia, por onde são feitos os acessos aos relés de proteção para efeito de parametrização e transferência de arquivos de oscilografia. Na atual concepção das arquiteturas de sistemas de automação de subestações em IEC61850 apenas uma rede pode ser considerada. Esta rede, mais especificamente o barramento de estação, permite que tanto as informações de comunicação horizontal (GOOSE), quanto a comunicação vertical para o sistema supervisório, eventos, parametrização e oscilografia possam coexistir. Em um dos testes realizados foi possível transferir 39 (trinta e nove) arquivos de oscilografia em um tempo aproximado de 3 (três) minutos através de uma rede corporativa com uma velocidade limitada em um dos troncos em 128kbps.

5.6 Integração no SAGE

Por ocasião do desenvolvimento de uma plataforma real para um projeto de automação de 3 (três) subestações da Eletrosul foram realizados testes de homologação de IEDs com concepção baseada na Norma IEC61850 junto ao sistema supervisório SAGE no laboratório do CEPEL, com roteiros elaborados a partir dos testes descritos no módulo 10 da norma (IEC61850-10 Conformance Testing) e procedimentos específicos dos equipamentos e sistema envolvidos no teste. Este procedimento permitiu que o fabricante, o centro de pesquisa e o cliente final pudessem avaliar de maneira prática o comportamento do novo desenvolvimento, implementando soluções e metodologias mais adequadas para a nova realidade.

Durante os ensaios e implementação de IEDs no SAGE foram verificadas tanto a concepção de comunicação horizontal quanto de comunicação vertical. Dentro destes, o teste de avalanche e precisão de eventos, parte integrante do teste de redundância e desempenho estabeleceu que fossem gerados 1848 eventos dentro de um tempo de geração total de 907 mili-segundos. O tempo de escoamento de dados medido para o SAGE foi de 10 segundos. Em outro teste, relacionado à precisão dos eventos com referência ao horário padrão estabelecido por GPS, o resultado ficou na casa de microssegundos, indicado um excelente desempenho do conjunto SNTP e precisão de entradas binárias dos IEDs.

6.0 CONCLUSÃO

A introdução da Norma IEC61850 trouxe uma série de possibilidades para o desenvolvimento de novas soluções em automação de subestações. Particularmente, seus princípios de interoperabilidade, estabilidade de longo prazo e livre alocação de funções trazem novas perspectivas, e paradigmas, no que se refere à concepção de sistemas de automação que utilizem os recursos mais modernos disponíveis. Neste contexto, o artigo apresentou algumas das propostas de desenvolvimento de soluções de proteção e controle para problemas já conhecidos, inserindo ainda mais esta área da engenharia no ambiente de automação e redes de comunicação.

Para isso, o artigo destacou inicialmente a importância dos dispositivos eletrônicos inteligentes no contexto atual dos sistemas de automação, tendo em vista que a maior parte das informações que trafegam na rede de comunicação advém dos IEDs. Assim, é ressaltada por consequência a importância também das ferramentas de engenharia e sua adequação e cumprimento aos padrões estabelecidos pela norma, ou seja, ao atendimento do formato dos arquivos SCL a fim de garantir uma engenharia de configuração mais uniforme.

Por fim, o artigo destacou a implementação de funcionalidades, principalmente de proteção e controle, com uma visão mais voltada às aplicações via comunicação. O artigo destaca, assim, o correto funcionamento de lógicas tradicionais implementadas através da rede de automação, ressaltando desta maneira as possibilidades dos novos esquemas através de dados práticos obtidos em laboratório. Uma visão de um projeto real, bem como do sucesso de seus testes de homologação, é citada no final para sustentar a viabilidade prática das novas soluções.

7.0 BIBLIOGRAFIA

- [1] L.Andersson, K.P.Brand, “The benefits of the coming standard IEC61850 for communication in substations”, Southern African Power System Protection Conference, Johannesburg, November, 2000.
- [2] K.P.Brand, V.Lohmann, W.Wimmer, Substation Automation Handbook, ABB Switzerland Ltd. Power Technology Systems, Baden.
- [3] International Standard IEC61850, Communication networks and systems in substations, First edition.
- [4] M.Pereira, N.Lambert, G.H.Flores, L.Fabiano, “Uma aplicação prática em subestações de transmissão utilizando IEDs integrados diretamente no SAGE baseado nos conceitos e estruturas da norma IEC61850”, SNPTTE, Rio de Janeiro, 2007.