

Capítulo XI

Estações de acesso remoto de engenharia

Equipe de engenharia da Schweitzer Engineering Laboratories (SEL)

O desenvolvimento das facilidades de comunicação permitiu, em sistemas modernos, criar aplicações em que informações podem ser acessadas de qualquer lugar do mundo. Somando a necessidade de redução de custos de operação e manutenção do sistema elétrico, as estações de acesso remoto de engenharia tornaram-se ferramentas imprescindíveis para o uso associado aos sistemas de supervisão, controle, automação e proteção de subestações.

Diversas funções de acesso remoto, como parametrizações de equipamentos, coletas de informações, obtenções de dados para análise de eventos, informações de manutenção e outras atividades, que geralmente não estão diretamente ligadas à operação em tempo real, podem ser disponibilizadas pelos equipamentos digitais, utilizados em subestações no sistema elétrico de potência para o usuário à distância.

Este capítulo apresenta características e funções que são normalmente empregadas em estações de acesso remoto de engenharia e algumas propostas de utilização da ampla capacidade de comunicação e disponibilidade de dados dos Intelligent Electronic Devices (IEDs) utilizados em subestações de energia elétrica para aplicações avançadas em estações de engenharia remota.

Descrição funcional das estações de engenharia remota

Os chamados SCADAS (Supervisory Control and Data Acquisition Systems), utilizados por empresas de energia elétrica, são formados pelo conjunto de equipamentos de tecnologia digital composto pelos relés de proteção, medidores de grandezas elétricas, controladores, gateways de comunicação,

processadores de lógica, plataformas computacionais, equipamentos de redes de comunicação, entre muitos outros. São sistemas digitais com aplicação na supervisão e controle à distância para a operação em tempo real e são extremamente dependentes dos canais de comunicação.

Esses sistemas são os responsáveis pela obtenção e tratamento de uma base de dados considerável para possibilitar a operação remota do sistema elétrico de forma confiável, ágil e segura. O tratamento das informações e a disponibilidade dos controles são necessários para manter estável ou recuperar o mais rápido possível o suprimento de energia elétrica em subestações geralmente desprovidas de operadores locais.

Como ferramenta auxiliar dos sistemas digitais de supervisão e controle, as empresas de energia elétrica normalmente utilizam as estações de engenharia remota como um canal de acesso aos IEDs instalados nas subestações, evitando a necessidade de deslocamentos para obtenção de dados e parametrizações. Usualmente, relés de proteção, medidores e outros equipamentos digitais são conectados às plataformas computacionais localizadas nos escritórios de engenharia com a finalidade de:

- Verificação, implantação e mudanças de ajustes e parametrizações;
- Coleta de históricos de eventos associados a distúrbio no sistema elétrico;
- Coleta de oscilografias;
- Verificações de medições (histórico ou tempo real).

As tarefas relacionadas anteriormente, quando realizadas sem a utilização de um sistema de

engenharia remota, envolvem o deslocamento do usuário até a subestação, demandando, em alguns casos, tempo e custo elevados.

Ajustes remotos de IED

A operação de equipamentos digitais (relés, medidores, controladores, gateways, etc.) em subestações envolve estudo, definição e implantação de ajustes dos equipamentos para a correta operação dos sistemas.

Ao longo da operação normal do sistema elétrico, algumas alterações de ajustes de IED são necessárias e podem ocorrer em função principalmente de:

- Alterações de cargas ou topologia de circuitos;
- Necessidades especiais para atendimentos de contingências;
- Correções de ajustes.

Se considerarmos que algumas subestações podem estar localizadas distantes algumas centenas de quilômetros do escritório da engenharia da concessionária de energia elétrica, pequenas alterações de ajuste nos IEDs podem gastar algumas horas para serem realizadas. A engenharia remota possibilita realizar esse tipo de intervenção em apenas alguns minutos, representando uma considerável economia de mão de obra, evitando os gastos com deslocamentos e minimizando a exposição

aos riscos envolvidos nas tarefas executadas dentro do ambiente de uma subestação.

Coleta remota de eventos

A análise de ocorrências é uma tarefa de extrema importância na engenharia de pós-operação. As informações armazenadas pelos IEDs de controle e proteção durante uma contingência podem definir com muita propriedade a causa, o efeito e as providências que necessitam ser tomadas para a garantia de confiabilidade e segurança do sistema elétrico.

A velocidade, a facilidade de obtenção de dados pós falta e a habilidade de interpretação representa um grande diferencial de qualidade nos serviços prestados pelas concessionárias de energia elétrica.

A correta interpretação técnica dos eventos e a intervenção rápida para correções de esquemas podem representar a redução do número de ocorrências, com importante melhoria dos índices de qualidade e redução dos prejuízos causados por interrupções do suprimento.

Coleta remota de oscilografias

Para a análise de ocorrências, outra ferramenta importante, que permite uma visão mais abrangente das perturbações ocorridas no sistema elétrico, são as oscilografias registradas durante os eventos.

Disponibilizar as oscilografias para a engenharia no menor

prazo possível e sem gastos adicionais com deslocamentos e horas improdutivas representam um grande diferencial técnico de qualidade das concessionárias de energia elétrica.

Medições de grandezas elétricas

Medidas de grandezas elétricas no sistema na forma de histórico com medições instantâneas são utilizadas como ferramenta nas definições de planejamento em longo, médio e até curto prazo.

O planejamento elétrico exige um grande número de estudos, baseados em dados confiáveis, para equacionar o crescimento da demanda com os menores custos possíveis. As estações de engenharia podem disponibilizar um volume consistente de medições do sistema elétrico.

Arquiteturas usuais de estações de engenharia

Diversas configurações de topologia de rede de comunicação podem ser utilizadas para a conexão dos IEDs de subestações com as estações de engenharia remota. Com a evolução da tecnologia, arquiteturas cada vez mais simples e confiáveis podem ser empregadas.

Uma das principais características de uma arquitetura de rede de comunicação para o sistema de engenharia remota está associada ao fato de ser uma rede dedicada ou compartilhada:

- A rede dedicada transporta as informações necessárias para a engenharia remota. Nesse caso é necessária a instalação de um canal adicional para o tráfego de informações para a operação em tempo real.
- A rede compartilhada permite o tráfego em um único meio físico de comunicação. As informações que serão utilizadas na operação em tempo real e pela engenharia remota trafegam pelo mesmo canal, reduzindo os investimentos necessários para implantação das funcionalidades SCADA e engenharia remota.

Rede comunicação

A norma IEEE define como protocolo de comunicação o conjunto de regras e convenções que governam o formato e o tempo para a troca de informações entre dois pontos. Esse conjunto de regras estabelece a ordem, a disposição, a velocidade ou taxa de transferência e a verificação de integridade dos dados que são trocados via canal de comunicação.

A transferência de dados nas interfaces de suporte para o sistema de energia elétrica está ligada a quatro operações básicas:

- Estabelecer um diálogo de comunicação entre dois pontos;
- Encerrar o diálogo;
- Ler os dados;
- Gravar os dados.

A função de gravação de dados informa para um IED a ordem para executar uma ação de controle, alterar configurações

ou enviar dados para o dispositivo solicitante. Cada um dos dispositivos deve executar a verificação de erros na mensagem para determinar se os dados foram corrompidos durante o processo de transmissão. O tipo do protocolo, o formato da mensagem e a velocidade de transferência de dados são parâmetros configuráveis de um protocolo durante o processo de implantação e ajuste de um sistema de transferência de dados.

A conexão com o IED pode ser do tipo direta ou ligação em rede de múltiplos equipamentos. Na conexão direta, existem apenas dois dispositivos, ou seja, o IED e o hardware computacional de gerenciamento do dispositivo. O meio físico para a rede de comunicação pode ser metálico, fibra ótica ou ainda rede sem fio (wireless).

As redes internas de subestações, compostas de diversos IEDs, podem ser utilizadas em configurações utilizando padrões EIA 232 ou EIA 485, com topologia do tipo:

- Estrela, em que é possível os diversos IEDS comunicarem simultaneamente com um equipamento de gerenciamento em um nível hierárquico superior;
- Multidrop, em que não é possível a comunicação simultânea dos IEDs com o conseqüente aumento do tempo para obtenção dos dados de uma instalação.

Com o desenvolvimento das redes de comunicação no padrão ethernet, é possível ainda a utilização de configurações em estrela, dupla estrela ou em anel. As redes internas de subestações com IEDs apresentam vantagens adicionais, quando comparadas aos padrões tracionais, principalmente pela característica de ser um meio de comunicação que suporta múltiplos protocolos. Nesse caso, permite-se de forma muito fácil o emprego de rede do tipo compartilhada. A escolha de IEDs equipados com portas padrão ethernet dual possibilita ainda aumentar consideravelmente a confiabilidade e a disponibilidade dos dados de engenharia e da operação em tempo real.

Na proporção em que ocorre o aumento da segurança e velocidade que os dados são disponibilizados, torna-se possível o desenvolvimento e uso de diversos aplicativos para que o serviço de suprimento de energia elétrica fique mais confiável e com melhores índices de qualidade.

Rede de comunicação topologia estrela

A rede com topologia do tipo estrela no padrão EIA 232 permite a ampla utilização de recursos dos IEDs normalmente empregados em subestações.

Com facilidades e vantagens na integração dos equipamentos utilizando esse tipo de arranjo, existem as possibilidades de uso de diversos protocolos, inclusive os que normalmente são empregados em redes do tipo multidrop, de uso de equipamentos com protocolos diferentes e aplicação de tecnologias de fabricantes distintos, velocidades e parâmetros

de comunicação independentes por IED que podem coexistir em uma mesma rede.

O uso de um controlador, como mostrado na Figura 1, no centro de uma rede em estrela, representa uma vantagem adicional que permite que os dados coletados dos IEDs sejam obtidos de forma mais rápida e segura, ficando disponíveis para uso por aplicativos na subestação.

O uso do concentrador com a possibilidade de configuração de diversos canais escravos permite que os dados obtidos dos

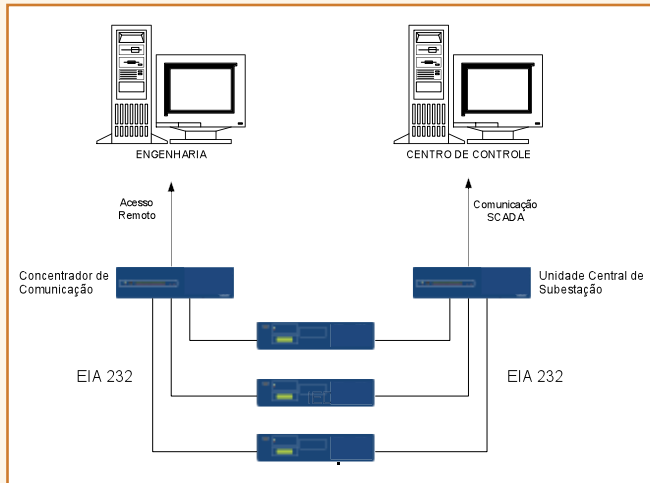


Figura 1 – Rede com topologia estrela. Rede dedicada para estação de engenharia.

IEDs estejam disponíveis para acesso por vários usuários e diversos aplicativos.

Alguns IEDs permitem ainda que a configuração de uma rede do tipo estrela compartilhada tenha a vantagem de redução de custos e simplificação da arquitetura interna da subestação. O uso compartilhado da rede de dados da Figura 2, no padrão EIA 232, requer que o protocolo utilizado na comunicação entre os IEDs e o concentrador permita essa função, normalmente, um protocolo especial para esse fim.

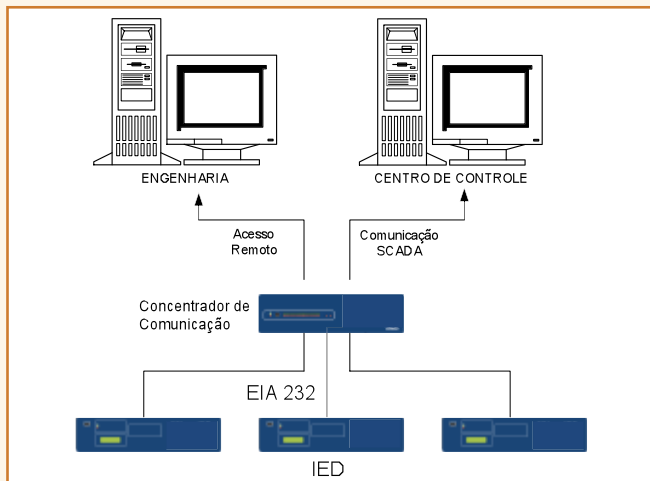


Figura 2 – Rede com topologia estrela. Rede compartilhada para estação de engenharia e SCADA.

Rede de comunicação topologia Multidrop

Em uma topologia de rede multidrop, vários dispositivos estão conectados fisicamente em um barramento ou uma rede em anel e o controle da transmissão e recepção de dados em uma conexão de dados deve ser negociado pelos dispositivos mestres e escravos.

A Figura 3, a seguir, ilustra uma rede interna de comunicação para acesso remoto de engenharia, com os dispositivos conectados em uma topologia multidrop nos padrões EIA485. Nesse tipo de conexão apenas um dispositivo pode comunicar por vez.

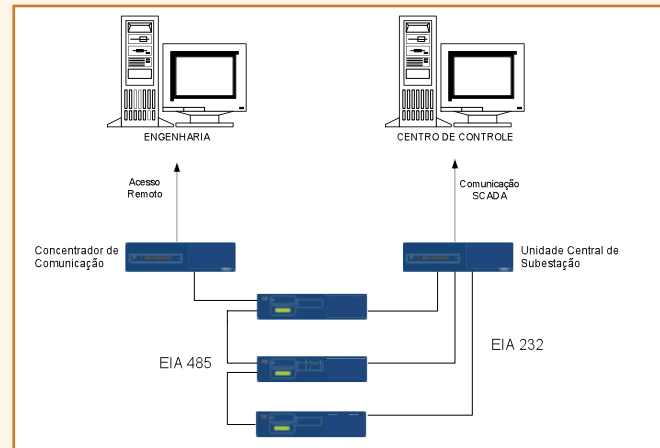


Figura 3 – Rede com topologia Multidrop para estação de engenharia.

Os dispositivos em uma rede multidrop devem falar o mesmo protocolo, são configurados com a mesma taxa de transmissão e utilizam a mesma conexão física de rede.

As Figuras 4 e 5 apresentam os esquemas de ligação das redes com topologia multidrop com dois ou quatro fios respectivamente.

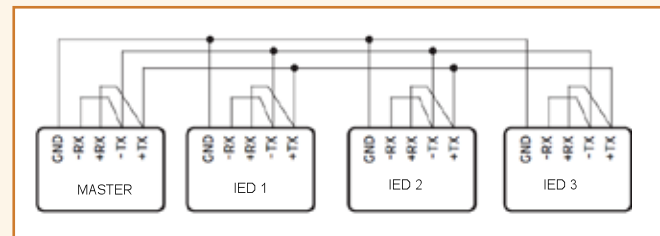


Figura 4 – Esquema de ligação EIA 485 Multidrop 2 fios.

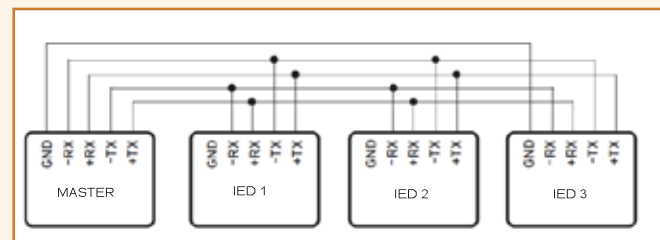


Figura 5 – Esquema de ligação EIA 485 Multidrop 4 fios.

Rede de comunicação padrão Ethernet

A tecnologia de redes de comunicação mais utilizada no mundo atualmente é certamente o padrão Ethernet. Foi criado em 1973 na empresa Xerox pelos engenheiros Robert Melancton Metcalfe e David Reeves Boggs, com o objetivo de conectar um computador a uma impressora.

A partir da definição da estrutura física, dos módulos de interfaces, gateways, servidores e padronização dos protocolos ethernet, a utilização desse padrão tem sido intensificada e bastante empregada nas soluções de redes de comunicação de sistemas elétricos de potência.

Com o avanço da eletrônica digital e o consequente desenvolvimento de novos equipamentos de redes, o padrão ethernet tem avançado tecnologicamente, porém, mantendo a mecânica básica de funcionamento do projeto original.

A concepção original do padrão Ethernet está baseada na comunicação por meio de um único cabo, compartilhado por todos os dispositivos conectados a uma determinada rede. A comunicação entre dispositivos ocorre por meio desse meio físico, quando os equipamentos estão conectados ao cabo. Com essa filosofia, a expansão de equipamentos ligados à rede envolve apenas a conexão do novo dispositivo a esse cabo, sem nenhuma alteração na configuração e ajuste dos dispositivos já existentes.

No início, as redes ethernets foram configuradas em uma topologia multidrop em que os dispositivos eram “pendurados” em um barramento de dados. A tecnologia evoluiu e com o desenvolvimento dos hubs, switches e roteadores, as topologias mais comuns adotadas são as redes em estrela, dupla estrela ou anel.

Um hub é um dispositivo passivo que passa ou disponibiliza os dados para todos os outros dispositivos conectados na rede. O switch ethernet pode ser considerado como um passo acima de um hub. Incorpora a mesma função de um hub disponibilizando

os dados para todos os demais dispositivos conectados, mas inclui a capacidade de decodificar partes da mensagem e usa as informações decodificadas para direcionar o tráfego para o endereço de Protocolo Internet (IP) apropriado. Switches também possuem a capacidade para gerenciar o tráfego de dados, evitando conflitos de mensagens por meio de métodos de armazenamento e encaminhamento e que atuam de maneira determinística. Finalmente, roteadores são semelhantes aos switches, exceto que adicionam a função do roteamento do tráfego de uma rede local (LAN – Local Area Network) para outra, criando assim uma Wide Area Network (WAN).

A Figura 6 apresenta uma arquitetura de subestação com topologia de rede no padrão ethernet, ligação em dupla estrela e portas duais de comunicação dos IEDs. Nessa configuração, as principais vantagens são:

- Rede multiprotocolo de comunicação única com a função de transporte de dados SCADA, engenharia remota e outros aplicativos;
- Segurança de informação com capacidade de manutenção das funcionalidades para contingências simples sem degradação de funcionalidades;
- Velocidade e capacidade de tráfego compatível com aplicações mais modernas;
- Possibilidade de aplicação de protocolos modernos (ex. norma IEC 61850 interno da subestação) com troca de informações entre IEDs.

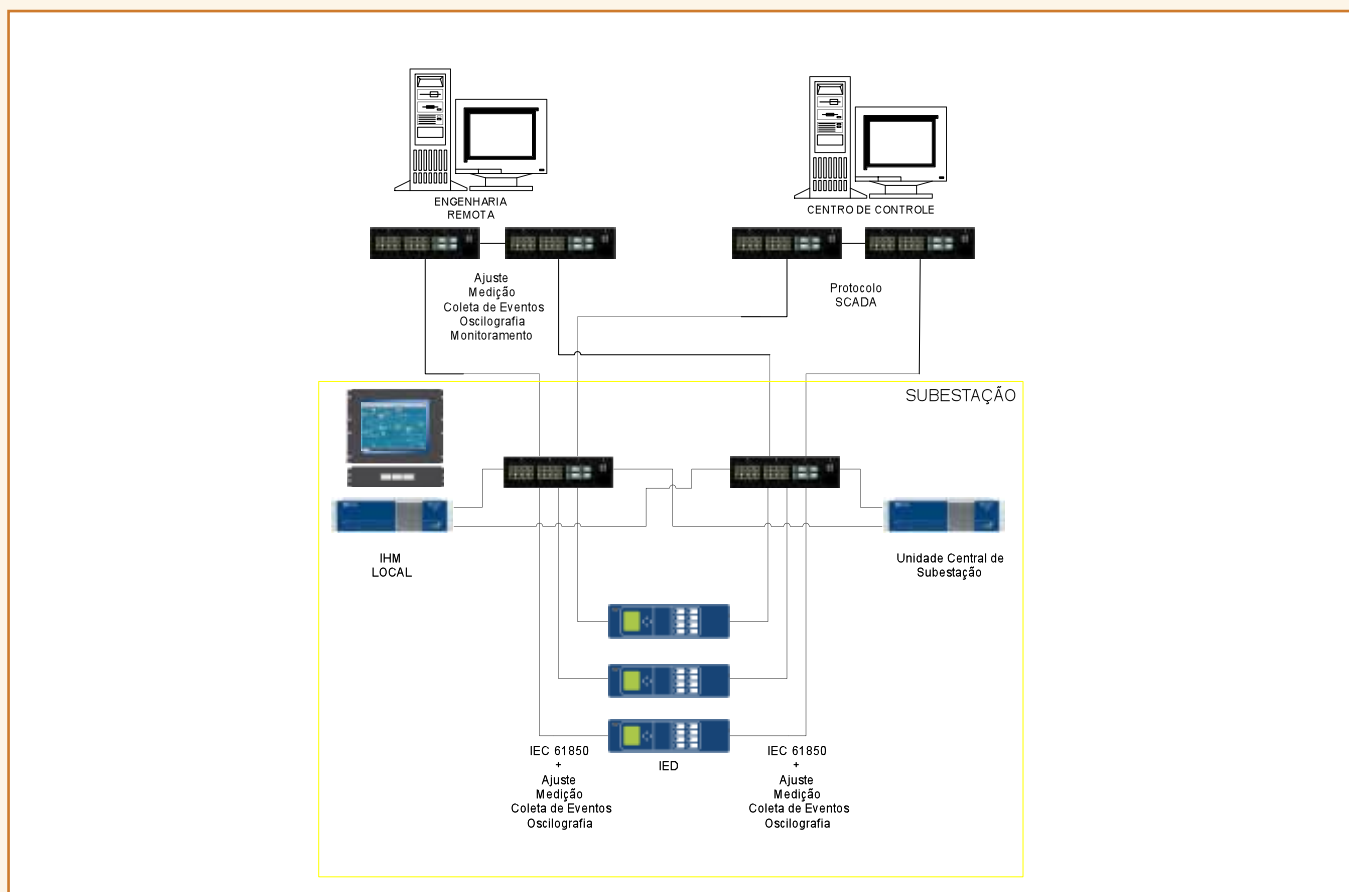


Figura 6 – Exemplo de arquitetura em rede ethernet.

Novos aplicativos para engenharia remota

Uma grande parte dos equipamentos das estruturas do sistema elétrico de potência está operando por alguns anos. Por vezes, os equipamentos estão sendo utilizados bem próximos de sua capacidade nominal ou ainda em regimes de sobrecarga para atendimento das demandas. Acompanhar o desempenho, prever condições que reduzem a vida útil dos equipamentos ou que ainda reconhecer situações que demonstrem falhas ou defeitos incipientes é de extrema importância para aumentar a disponibilidade, a confiabilidade e o desempenho futuro das instalações.

Acompanhar a saúde dos equipamentos, até bem pouco tempo, não era uma tarefa fácil e com custo acessível. Com a disponibilização das informações de supervisão dos diversos equipamentos de uma estrutura elétrica feita por intermédio dos IEDs tornou possível o desenvolvimento de sistemas de monitoramento de equipamentos que podem coletar informações, tratar de forma inteligente os dados e reagir para as mudanças de estados que representem um risco potencial ao sistema. Sem a necessidade de acessórios extremamente complexos, o monitoramento de estruturas, tais como geradores, transformadores, disjuntores, seccionadoras, entre outros, é possível com baixo custo e engenharia simplificada quando são

utilizados os recursos disponíveis para esse fim nos IEDs.

Uma estação de engenharia remota para tratamento dos dados de saúde dos equipamentos obtidos em tempo real permite a utilização ótima de recursos de manutenção, com a redução de intervenções corretiva e a aplicação de técnicas de manutenção preditiva baseadas em informações confiáveis e seguras.

Base de dados de saúde dos equipamentos

Uma base de dados confiável da saúde dos equipamentos pode ser obtida pelos IEDs dedicados ou dos que possuem função primária de proteção ou medição como os relés de proteção e medidores digitais.

Os IEDs dedicados podem ser, por exemplo, os medidores de gases dissolvidos em óleo isolante, os medidores de temperatura ambiente e interna de equipamentos para medição de pontos quentes, entre outros.

Os relés de proteção e medidores digitais fornecem os parâmetros indispensáveis para a interpretação e diagnóstico da saúde dos equipamentos associados. A integração efetiva de todos os dados relacionados a seguir supre os sistemas de monitoramento com as informações para interpretação e identificação do contexto atual dos equipamentos:

- Dados obtidos de mudanças de estados, que são registrados com estampa de tempo para uso no centro de controle, como comando de disjuntores, seccionadoras, atuações de proteções e outros que são os que compõem uma sequência de eventos de uma ocorrência do sistema elétrico;
- Dados medidos de tensão e corrente, obtidos de transformadores de tensão, transformadores de corrente, ou as grandezas analógicas em corrente contínua (CC) ou ainda as medidas por meio de transdutores de baixa potência;
- Dados derivados ou calculados são os obtidos por tratamento matemático ou lógico das medições efetuadas pelos IEDs;
- Dados históricos são os adquiridos e armazenados pelos IEDs para formar um conjunto de informações sobre a reação do sistema de energia ao longo do tempo ou para um determinado evento. Esses dados incluem, por exemplo, os perfis do sistema (corrente, tensão, potência, etc.), informações de qualidade de energia e os registros de atuações de proteção. Os dados históricos devem ser armazenados na mesma base de tempo com a aplicação de uma fonte de sincronismo (GPS) que permita que todos os dispositivos do sistema utilizem o mesmo valor de relógio para fins de estampa de data e hora. Alguns valores de sistema são capturados e arquivados periodicamente para habilitar a análise de tendências;
- Dados de parametrização que são utilizados pelo usuário para informar ao software dos IEDs as condições específicas da aplicação, ou seja, como deve ser o comportamento do IED para todos os instantes operativos do sistema elétrico. Além disso, as parametrizações estabelecem os limites das ações operativas e as condições de partidas e dados que devem ser registrados nos relatórios.

Monitoração de equipamentos

O uso da informação disponível no IED associado aos equipamentos de estruturas elétricas do sistema de potência permite a elaboração de base de dados de saúde de equipamentos conforme propostas apresentadas a seguir:

- Gás dissolvido, com a concentração medida por IED para os equipamentos que possuem meio isolante em óleo. O sistema de monitoramento deve criar um registro histórico das leituras, estabelecer tendência futura da medição e gerar alarmes para violações dos níveis ajustados.
- Umidade, medida por IED. O sistema deve indicar as medições que excedem os limites preestabelecido. Os dados históricos de medição servem para a determinação de faixas e tendências futuras, devendo o sistema emitir relatórios para as identificações de potenciais problemas.
- Vida útil de disjuntor, supervisionado pelo relé de proteção associado. O sistema deve registrar o tempo de abertura e fechamento mecânico, duração de arco durante a interrupção

de corrente, o acúmulo de I^2t , desgaste de contatos durante a interrupção de correntes, contagem do número de operações e contagem de reacendimento de arco criando registros históricos, faixas e tendências futuras e gerando os alarmes para violações de limites ou identificações de problemas futuros.

- Comutador sob carga, supervisionado pelo IED associado. O sistema deve registrar os parâmetros como posição máxima e mínima, número de troca de tapes por dia, temperatura, corrente de carga, corrente de defeito passante, desgastes de contatos e tensão do sistema registrando dados históricos, faixas e tendências futuras e gerando os alarmes para violações de limites ou identificações de problemas futuros.
- Análise de dados dos relés de proteção que incluem as condições do sistema de alimentação em corrente contínua, monitoração e status de funcionamento do IED (autoteste e diagnóstico), registro histórico que representa a reação do sistema ao longo do tempo e comportamentos para contingências. Esses registros incluem perfis de sistema, sequenciais de eventos, informações de qualidade de energia e de relatórios de qualidade de proteção. Os relés digitais também podem criar parâmetros de funcionamento para monitoramento de sistemas de corrente contínua (retificadores e bancos de baterias), TC, TP e arquivos de modelagem térmica do equipamento protegido, permitindo o sistema de monitoramento gerar faixas e tendências futuras e com alarmes para violações de limites ou identificações de problemas futuros.

Conclusão

As estações de engenharia remota continuam com as funções tradicionais de ajustes, parametrizações, coletas de eventos, obtenção de oscilografias e medições que são tarefas frequentes associadas à operação diária dos sistemas elétricos. A engenharia de proteção necessita de ferramentas de softwares especializados para o trabalho remoto nas subestações, permitindo criar soluções rápidas e eficientes de ajustes e parametrizações que atendam às constantes alterações na topologia e no perfil das cargas.

Adicionalmente, o uso de funções avançadas torna-se imprescindível para o aumento da qualidade do suprimento de energia elétrica, como, por exemplo, a utilização dos alarmes de um sistema de monitoramento de saúde de equipamentos, em que as respostas devem ser tão dinâmicas quanto às reações aos gerados atualmente em um centro de controle.

Os sinais identificados como violação dos níveis preestabelecidos que possam ser prejudiciais ao sistema elétrico ou aos equipamentos devem ser tratados com uma ação imediata para correção do problema. A reação aos dados obtidos de modelagem de tendências também deve ter o mesmo tratamento dos alarmes, reduzindo de forma importante as contingências com

desligamentos de carga e falhas definitivas em equipamentos.

Os benefícios imediatos são intuitivos e percebidos com o aumento da segurança operativa com menores riscos às equipes de operação e manutenção, a redução de danos aos dispositivos, o menor tempo de intervenção de manutenção e a redução dos custos para a solução de problemas.

A modelagem de tendências fornece informações importantes e geralmente desconhecidas sobre o funcionamento de um dispositivo ou sistema ao longo do tempo. Dessa análise, por exemplo, podem ser definidos os parâmetros que determinam a degradação de um sistema de refrigeração ou ainda que a terceira tentativa de fechamento de um circuito durante um ciclo de religamento sob falta nunca é bem-sucedida.

A avaliação dos parâmetros operacionais do sistema fornece um novo mundo de oportunidades. Em vez de depender de tradições, suposições ou regras fixas, as decisões tomadas com base no sistema de monitoramento de subestações são construídas em dados fundamentados e no real comportamento na operação diária do sistema. As decisões seguras e fundamentadas podem conduzir:

- Aumento da capacidade de subestação por meio da redefinição dos limites de suportabilidade de equipamentos existentes;
- Criação de embasamento técnico para decisões de manutenção;
- Custo reduzido de manutenção pela utilização eficiente das equipes, ferramentas, peças de reposição e materiais;
- Intensificação de manutenção preditiva e consequente redução do número de intervenções corretivas não programadas;
- Aumento do desempenho operacional de estruturas elétricas por meio do monitoramento de dispositivos em tempo real e mais preciso;
- Custo reduzido de implantação e integração no nível empresarial, utilizando dados disponíveis em IEDs existentes ou novos a serem implantados com as funções de monitoramento inclusas sem custo adicional. A possibilidade de utilização por vários usuários de diferentes departamentos, acessando uma única base de dados de manutenção, eliminando a necessidade de um sistema de armazenamento de dados e redes de comunicação separada para cada departamento.
- Melhor compreensão da capacidade do sistema de energia disponível por meio do sistema de relatórios de demanda.
- A concessionária de energia projeta as necessidades futuras do sistema de forma mais confiável e pode adiar ou acelerar os projetos de maior investimento, com a certeza de poder continuar a atender às demandas dos clientes.

**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@atitudeeditorial.com.br