

Capítulo XII

Estação de manutenção

Equipe de engenharia da Schweitzer Engineering Laboratories (SEL)

Como todo sistema eletromecânico, as subestações de energia elétrica necessitam de constante manutenção de seus equipamentos para evitar falhas em seu funcionamento, assim como garantir a segurança de seus operadores e, em alguns casos, a cidadãos vizinhos à instalação.

Ainda é muito comum às empresas de transmissão e distribuição de energia elétrica a prática da manutenção preventiva. Esta é baseada em dados colhidos pela equipe técnica que visita a subestação e as linhas de transmissão em períodos definidos. De posse destes dados é tomada a decisão da realização ou não de procedimentos de manutenção no equipamento. Normalmente esta decisão é tomada usando as experiências passadas dos responsáveis pela manutenção e a diferença de tempo para a última manutenção realizada.

É certo que a experiência do técnico de manutenção pode ser de grande contribuição para o processo de detecção de possíveis problemas, porém, um erro na coleta de dados, bem como uma rápida alteração de uma variável antes do período de verificação da equipe técnica em campo pode conduzir a decisões errôneas ou a falhas prematuras em todo o sistema. Com isso, podemos incorrer no dispêndio de recursos em procedimentos de manutenção desnecessários ou na manutenção corretiva. Esta última, além de gerar perdas de receita com a indisponibilidade do equipamento durante o procedimento, pode gerar outros encargos de ordem trabalhista e multas pelas agências reguladoras.

Impacto do mercado moderno de energia elétrica na manutenção de subestações

As novas regras estão sendo implantadas no setor

desde 1995, criando a figura do consumidor livre, ou seja, aquele que, em função de seu perfil de demanda e do nível de tensão do ponto de entrega, pode escolher seu fornecedor de energia elétrica e impulsionam os investimentos na busca de diferenciais na satisfação do cliente.

Além disso, desde janeiro de 2010, a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) instituiu que a compensação por interrupções de energia deverão ser ressarcidas aos consumidores nas faturas de serviços. Assim, multas não serão mais cobradas pelo descumprimento de metas coletivas e sim por medições de parâmetros individuais, ou seja, as distribuidoras deverão repassar diretamente ao consumidor, na conta de luz mensal, uma compensação pelas falhas no serviço.

Todos esses requisitos obrigam as empresas distribuidoras de energia a reverem conceitos e estratégias de manutenção de seus equipamentos e buscarem cada vez mais ações que permitam a redução da manutenção corretiva e da manutenção preventiva, intensificando a prática da manutenção preditiva.

A primeira etapa para uma manutenção preditiva é a utilização de sistemas de monitoramento dos equipamentos de pátio.

Sistemas de monitoramento de subestações

A arquitetura básica de um sistema de monitoramento de subestações é mostrada na Figura 1 e pode ser resumida em cinco partes:

- Aquisição de sinais e estados;
- Concentração dos dados;
- Base de dados histórica;
- Software especialista;
- Estação de engenharia.

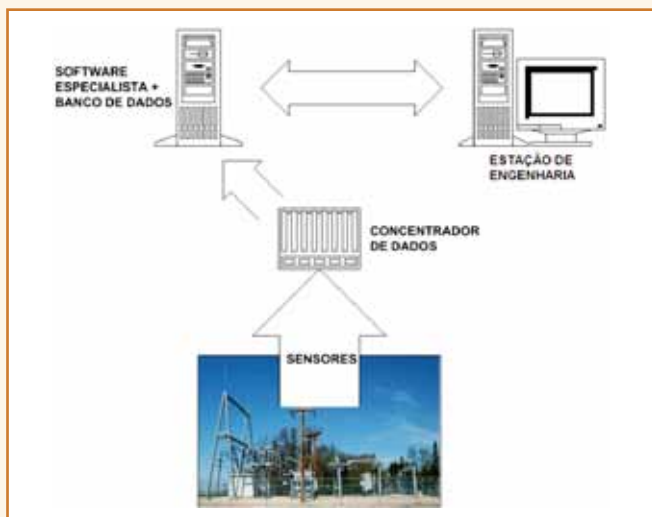


Figura 1 – Arquitetura básica de um sistema de monitoramento de subestações.

A aquisição de sinais e estados é realizada por sensores especializados que coletam as grandezas em campo, condicionando-as e enviando-as para uma unidade concentradora de dados. Normalmente, os sensores instalados são transformadores de potencial, transformadores de corrente, dispositivos resistivos de temperatura RTDs (Resistance Temperature Devices), transdutores de sinal, de umidade e de posição, entre outros.

Para concentração de dados são utilizados unidades terminais

remotas, controladores lógicos programáveis, computadores industriais, módulos de aquisição de dados e outros. Após a coleta e a concentração de dados, estes são enviados para uma base de dados histórica. O software especialista, por sua vez, possui algoritmos que analisam os dados recebidos e definem a real situação dos equipamentos monitorados. Este também pode estimar uma data para a próxima manutenção.

A estação de manutenção é o ponto de acesso da equipe técnica de manutenção ao sistema de monitoramento. Ele permite a visualização dos dados tratados e armazenados pelo software especialista e auxilia na confecção de relatórios.

Cada equipamento da subestação possui suas particularidades de funcionamento e técnicas de monitoramento, portanto, é interessante conhecer o processo de alguns dispositivos mais comumente encontrados nas subestações de energia elétrica.

Disjuntores

São dispositivos seccionadores responsáveis principalmente pela abertura de circuitos em situação de falta. A situação de falta é normalmente associada a um alto nível de corrente, daí a importância de monitoramento dos contatos elétricos deste equipamento.

O fabricante do disjuntor fornece uma curva de manutenção relacionando número de aberturas e corrente no momento da abertura. A função de tal curva é medir o desgaste dos contatos do disjuntor e um exemplo desta curva pode ser observado na Figura 2.

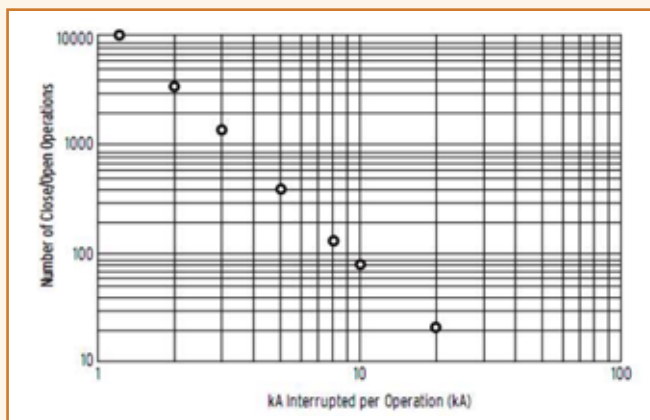


Figura 2 - Curva de operações de um disjuntor.

Na curva apresentada, pode-se ver, por exemplo, que o disjuntor é capaz de realizar até 10.000 operações se, no momento da abertura, a corrente for menor que 1,2 kA. No entanto, pode realizar apenas 80 aberturas para correntes de 80 kA sem um desgaste proibitivo ao seu funcionamento.

Normalmente, a manutenção dos disjuntores não é baseada nestas curvas de desgaste e sim em intervalos de tempo regulares ou número de operações efetuadas. Estes métodos possuem inconvenientes, uma vez que, dentro do intervalo de manutenção predefinido, pode haver um número anormal de operações ou então um número pequeno de operações, porém com altos níveis de corrente.

A ideia principal do monitoramento de disjuntores é relacionar a corrente medida nos contatos no momento da abertura com a quantidade de operações acumuladas para estimar o desgaste. Também podem ser monitorados outros aspectos mecânicos e elétricos, como o seu tempo de operação, tempo de atuação do motor e tempo de inatividade. O tempo de operação e atuação do motor pode indicar problemas no mecanismo de abertura e fechamento. Já a inatividade pode alertar a operação do sistema, que o disjuntor pode não responder corretamente quando necessitado.

Transformadores

O transformador de potência é o equipamento de maior custo em uma subestação, logo, o monitoramento deste é imprescindível para a orientação de manutenção eficiente, bem como um aproveitamento ótimo das capacidades operacionais. Com isso existe uma gama de sensores e sistema de monitoramento designados especialmente para transformadores na subestação.

O monitoramento básico de transformadores contempla a supervisão por meio de modelos térmicos da operação destes. O modelo térmico relaciona medições de temperatura em pontos específicos do transformador como enrolamento, óleo e ambiente com a carga imposta ao equipamento. Além de aspectos de proteção contra sobrecarga, o modelo térmico pode estimar a vida útil da isolação do enrolamento.

Além dos aspectos térmicos, a análise química do óleo isolante é indispensável e é realizada periodicamente em campo. Porém, em sistemas de monitoramento mais avançados, também é utilizada a medição de gases e água dissolvidos no óleo em tempo real. Dentre os gases medidos está o hidrogênio, que afeta o grau de isolação do óleo e, em altas concentrações, pode ocasionar a explosão do tanque do transformador. A umidade também pode gerar tal dano, uma vez que o aquecimento do óleo faz que estas

partículas de água formem bolhas e estas, ao se expandirem, aumentam a pressão interna do transformador.

Serviço auxiliar CC

O serviço auxiliar de corrente contínua de uma subestação é responsável por fornecer a alimentação CC para todos os dispositivos. Ele é composto basicamente de um retificador, um carregador de baterias e um banco de baterias para cada nível de tensão CC necessária.

Neste sistema, o bom funcionamento do banco de baterias em uma situação de falta de fornecimento CA é imprescindível para a subestação de energia elétrica, mas nem todos os retificadores e carregadores de baterias possuem mecanismos de monitoração deste serviço e os que o possuem apenas sinalizam situações de alarmes.

O monitoramento deste sistema se baseia nas medições da tensão de bateria em relação aos polos e ao aterramento e da qualidade da tensão entregue pelo retificador. Uma componente CA alta na tensão fornecida pelo retificador pode indicar problemas e, por consequência, futuros problemas no banco de baterias, enquanto tensões fora do padrão nas baterias são indícios de possíveis falhas nestes componentes.

Chaves seccionadoras

Chaves seccionadoras são dispositivos de manobras na subestação que normalmente seguem as mesmas filosofias de manutenção utilizadas nos disjuntores, isto é, baseado em número de operações e intervalos fixos de tempo. Como explanado anteriormente, esta filosofia nem sempre é a mais eficiente.

O monitoramento deste dispositivo baseia-se principalmente nos seus aspectos eletromecânicos, como tempo de operação, posição angular e potência no motor. Uma potência alta na operação pode ser um indicativo de problemas mecânicos, enquanto a posição angular define se durante o fechamento da chave o contato não foi realizado completamente ou se ultrapassou o limite mecânico e está forçando toda a estrutura da chave.

Existem poucos sistemas de monitoramento de chave seccionadora no mercado devido à complexidade dos sensores envolvidos. Para posição angular, têm-se vários trabalhos científicos utilizando reconhecimento de imagem para comparar um fechamento bem-sucedido com sinais de falha. Há também alguns artigos técnicos relacionando a forma de onda da corrente de operação do motor. Neste caso, tem-se uma forma padrão (assinatura do motor) que é comparada à forma gerada toda vez que o motor é operado.

Sistemas de gerenciamento de ativos

O sistema de monitoramento elimina o risco de coleta errônea de dados, bem como a perda de uma mudança súbita de comportamento das variáveis de campo, já que ele coleta as informações de maneira automática e constante. Entretanto, grande parte das decisões ainda estará a cargo da engenharia de manutenção que deverá avaliar os dados fornecidos pelo sistema. Em grandes operadoras de energia elétrica, a quantidade de subestações produzirá imensos relatórios de diversos equipamentos, impossibilitando uma análise perfeita pela engenharia de manutenção.

Além do volume de dados, o aspecto econômico deve ser computado nas decisões. Imagine por exemplo que, de acordo com os relatórios gerados pelo sistema de monitoramento, concluiu-se que um disjuntor da subestação A e outro da subestação B necessitavam de manutenção. Sabe-se que a subestação A atende a um número maior de consumidores do que a B e

que a engenharia de manutenção só pode deslocar uma equipe por semana. Qual subestação deve ser atendida primeiro? O primeiro palpite seria a A, mas, na verdade, esta pergunta só pode ser respondida por um sistema de gerenciamento de ativos.

Sistema de gerenciamento de ativos, provindo do termo em inglês Asset Management Program (AMP), pode ser resumido em uma combinação de gerenciamento do estado atual dos equipamentos referenciados com seus aspectos de disponibilidade e de gerenciamento de negócio da empresa. Retomando nosso exemplo das subestações A e B, vejamos na Tabela 1 outros dados relevantes.

TABELA 1 - DADOS COMPLEMENTARES DAS SUBESTAÇÕES A E B

Dados complementares	Subestação A	Subestação B
Consumidores atendidos	61.972	35.184
Número de interrupções de fornecimento no mês corrente	0	1
Número de interrupções de fornecimento nos últimos 12 meses	3	9
Horas de interrupções de fornecimento no mês corrente	0	0,97
Horas de interrupções de fornecimento nos últimos 12 meses	3,32	21,68

Analisando a Tabela 1, vemos que nosso palpite inicial estava errado. Apesar da subestação A aparentar possuir maior prioridade no atendimento devido ao número de consumidores, a subestação B, além de já possuir uma interrupção de fornecimento de energia no mês corrente, tem um histórico

de falhas considerável nos últimos 12 meses. Uma falha no disjuntor desta com certeza resultará em multa pela agência reguladora.

ntar que o exemplo mostrado é bem simples. Sistemas de gerenciamento de ativos lidam com muito mais variáveis do que as apresentadas, mas a ideia principal é sempre relacionar os aspectos técnicos da engenharia de manutenção a fatores econômicos da empresa.

Conclusão

A engenharia de manutenção em subestações tem um papel determinante não só apenas na conservação dos equipamentos em campo, como também na mitigação de perdas de receita por interrupções no fornecimento de energia elétrica aos clientes da empresa e por multas pelas agências reguladoras.

Como em todos os setores da engenharia elétrica, a engenharia de manutenção em subestações está passando por mudanças cruciais para se adequar as novas necessidades do mercado de energia elétrica. Visando a permitir que empresas do setor possam cada vez mais abandonar técnicas ultrapassadas e migrar para uma manutenção preditiva inteligente e otimizada, os sistemas de gerenciamento de ativos são ferramentas indispensáveis para a engenharia de manutenção do século XXI.

**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