

# Manutenção 4.0

Por Felipe Resende Sousa e Caio Huais\*

## Capítulo III

# A renovação da manutenção no setor elétrico brasileiro por meio da automação de subestação

### INTRODUÇÃO

Com o advento da computação, nota-se um aumento expressivo da produção de dados e transformação em informações, que permitem a otimização da tomada de decisão. É fato histórico que o homem sempre buscou melhorar o desempenho das suas atividades, e não há melhor exemplo para tal do que a invenção da roda. Neste cenário, atualmente, é cada vez mais comum o tema de automação, que consiste na utilização das informações geradas por sensores e tratadas em processadores para intervir em plantas industriais, em condições antes impensáveis de serem realizadas pelo operador humano. Tem como objetivo central garantir a segurança aos trabalhadores, possibilitar um melhor desempenho com relação ao tempo, aumentar a qualidade de produção e reduzir os custos associados.

### AUTOMAÇÃO NO SISTEMA ELÉTRICO DE POTÊNCIA

A distribuição de energia no sistema elétrico passou por várias transformações e melhorias causadas pela digitalização, da mesma forma que outros setores da economia. A possibilidade de comunicação entre os equipamentos de uma subestação, enviando sinais de comando e informação (analógica e digital) entre si e entre o operador, trouxe ganhos significativos ao sistema.

As subestações de arranjo antigo, predominantemente eletromecânicas, possuem como inconveniente o fato de serem compostas por tecnologias descontinuadas, que impactam negativamente a manutenção do sistema. Além disso, há grande limitação de supervisão e comando remoto, que oneram muito o processo de manutenção e operação do sistema. Alguns dos principais impactos de subestações eletromecânicas são apresentados na Tabela 1.

**TABELA 1 - IMPACTOS DA AUSÊNCIA DA AUTOMAÇÃO EM SUBESTAÇÕES**

<i>Impactos na operação</i>	<i>Impactos na manutenção</i>
Maior número de intervenções humanas nos equipamentos.	Aumento da frequência de inspeções e intervenções em equipamentos.
Maior tempo de atendimento, impactando em indicadores de continuidade DEC e FEC.	Manutenções menos assertivas e mais caras.
Maior exposição ao equipamento, face à necessidade de leituras e inspeções periódicas, trazendo maiores riscos de acidente.	Maior tempo de reparo (MTTR), devido à limitação de informações.
Menor autonomia em manobras.	Maior taxa de falhas em ativos.
Redução do poder de tomada de decisão, em virtude da escassez de informações.	Aplicação indevida de homem-hora em equipamento com baixo ou nenhum valor contábil.

## SUBESTAÇÕES AUTOMATIZADAS: UMA REVOLUÇÃO PARA O SISTEMA E PARA SOCIEDADE

A possibilidade de comunicação entre equipamentos permitiu que as subestações sofressem processos de digitalização e automação. Apesar de similares, há de se fazer a distinção entre os dois conceitos, uma vez que uma planta digitalizada possui menos recursos do que uma planta automatizada. De forma sucinta, instalações digitalizadas apresentam dispositivos digitais de proteção, mas não contam com a comunicação desses dispositivos, limitando a aquisição de informações remotas. Já as subestações automatizadas contam com protocolos e normas de comunicação que permitem não só a comunicação entre si, mas também a leitura e a supervisão de todos os valores analógicos e digitais de que constam no projeto de automação de uma subestação. Nos dois casos, a execução da instalação e da manutenção deve ser feita por empresas com conhecimento tanto na prestação de serviços em automação, quanto em distribuição de energia.

Uma das normas mais aplicadas atualmente em automação de subestações é a IEC 61850. Por definição, a norma estabelece um modelo de comunicação entre dispositivos, fundamentado na orientação a objetos. Em cada equipamento físico (ou IED) existem nós lógicos e funções lógicas comunicáveis entre si. Além disso, outras características dos equipamentos construídos à luz

da norma são suportar diversos protocolos, bem como trabalhar com mensagens distintas, a saber: MMS (Manufacturing Message Specification), GOOSE (Generic Object Oriented Substation Event), SV (Sampled Variables) e XML (Extensible Markup Language).

Desta forma, fica estabelecido que os relés de proteção da subestação se comuniquem com os sistemas supervisórios, que, por sua vez, se comunicam com os centros de operações, estabelecendo a possibilidade de supervisão e controle remotos. Com este fim, a IEC 61850 distingue as aplicações em três níveis hierárquicos, a saber:

- Nível de estação: definido pelo capítulo 8-1 da norma, com o mapeamento das camadas de comunicação (TCP/IP), mensagens GOOSE (evento genérico de subestação orientado a objeto - mensagens ágeis óticas) e sincronização de tempo SNTP (Protocolo de tempo de rede simples - GPS);
- Nível de vão: definido pelo modelo de dados e aplicações das funções do sistema, concordante com o capítulo 7 da norma;
- Nível de processo: é definido no capítulo 9 da norma com os valores analógicos de tensão e corrente amostrados, trafegando pela rede. Essa separação em níveis é somente hierárquica. Na subestação tem-se apenas um enlace físico onde as informações são trafegadas.

# SOLUÇÕES PARA ENERGIA!

Estruturas de Aço para Linhas de Transmissão.  
Serviços de Galvanização.



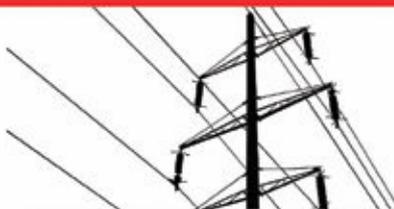
**SHOWCASE**  
Confira nosso portfólio completo.



### Torres Treliçadas

Elaborada segundo normas técnicas vigentes, nossas treliças metálicas oferecem um custo/benefício imbatível, com maior durabilidade.

Uma empresa 100% brasileira



### Estruturas Monotubulares (Postes)

Postes monotubulares em aço galvanizado por imersão a quente para linhas de transmissão de 69 a 230kV, para aplicação em suspensão e ancoragem, proporcionam rapidez em linhas compactas em especial para o espaço urbano. Disponíveis em alturas até 80m.



### Subestações

Colunas, vigas e suportes para subestação de energia, desde o desenvolvimento do projeto até a fabricação das estruturas, incluindo os processos de galvanização a quente, bem como embalagem por componente e entrega das estruturas metálicas nos canteiros de obras.

**TABELA 2 - EQUIPAMENTOS QUE COMPÕEM UMA SUBESTAÇÃO PADRÃO IEC 61850**

Equipamentos de painel	Equipamentos de pátio
Switch gerenciável	Transformadores de corrente (TCs)
Fibras óticas	Transformadores de potencial (TPs)
Relés de proteção inteligentes (IEDs)	Transformadores de força
Roteadores	Disjuntores
Controladores (CLPs)	Banco de capacitores
Gateway	Chaves seccionadoras
GPS	Chaves isoladas
Sistemas de supervisão e controle (SCADA)	
Interface homem máquina (IHM)	

A arquitetura de uma subestação compatível com a norma IEC 61850 é composta por equipamentos de painel e de pátio, apresentados na Tabela 2.

Para exemplificar, é ilustrada na Figura 1 uma arquitetura de subestação compatível com a norma IEC 61850, onde são apresentados os barramentos de nível 0 (equipamentos de pátio), nível 1 (vão), nível 2 (subestação) e nível 3 (centro de operações).

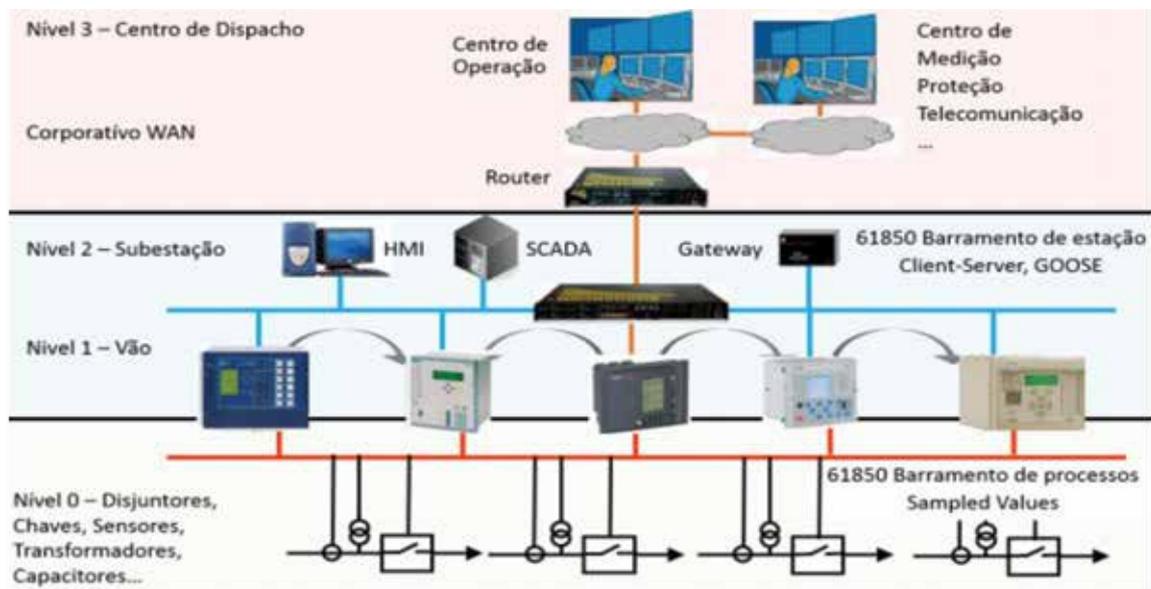
Dentre os principais benefícios da automação para as distribuidoras, destacam-se:

- **Eficiência operacional:** a partir dos prognósticos que se fazem praticáveis com a automação, é possível elaborar planos de manutenção voltados aos equipamentos que apresentam comportamentos indevidos nos registros de operação. Com os registros é possível identificar defeitos que ainda não geraram uma falha, possibilitando assim o direcionamento da manutenção. Assim,

a automação permite uma aproximação da manutenção centrada em confiabilidade, atuando da forma certa, no equipamento certo no momento necessário;

- **Segurança:** a automação garante novos pontos de monitoramento para o sistema, permitindo assim, além da supervisão de grandezas elétricas, monitorar a saúde dos ativos de proteção, a partir de entradas digitais que sinalizam falhas internas, defeitos em sistemas de proteção e controle. A recusa de uma proteção por falha interna pode ser antecipada a partir de sinais de monitoramento no sistema supervisorio, preservando a integridade dos equipamentos, do sistema e das instalações (clientes);

- **Supervisão e telecomando:** este é o fator primordial para a automação em subestações. Promover supervisão remota em subestações para múltiplos pontos significa conhecer em tempo real toda condição operativa dos equipamentos, medição de grandezas elétricas, registros de eventos, videomonitoramento (permitindo ver


**Figura 1 - Exemplo de arquitetura de subestação com padronização IEC 61850.**

# EFICIÊNCIA.

Servir clientes é sua prioridade. Fazer isso de maneira mais segura, eficiente e confiável deve ser sua estratégia.

## A SOLUÇÃO PARA AMPLIAÇÃO E MAIOR CONFIABILIDADE DA REDE CIRCUIT-SWITCHER MARK V DA S&C

À medida que sua base de clientes cresce, sua rede de transmissão também deve crescer ou ser reconfigurada para aumento da confiabilidade. Mas as expansões da rede de transmissão, geralmente, são acompanhadas por custos de construção significativos. Estender ou reconfigurar suas linhas de transmissão não tem que significar a construção de subestações complexas e de custos elevados. Vários equipamentos, engenharia avançada, compra de terrenos, e obtenção de licenças para construção—a lista é longa. Em vez disso, o Circuit-Switcher Mark V da S&C permite que, de forma eficiente, faça seccionamento de linhas, transferência de carga entre linhas e conexão de novos clientes, por meio de um único produto montado em torre de transmissão, comparado a uma subestação de manobra, economizando significativamente tempo e dinheiro. Faça a troca.

Planeje para sucesso completo com a S&C, líder mundial em confiabilidade.



Veja a diferença em [sandc.com/BrasilMarkV](https://sandc.com/BrasilMarkV)

© S&C Electric Company 2021. All rights reserved.



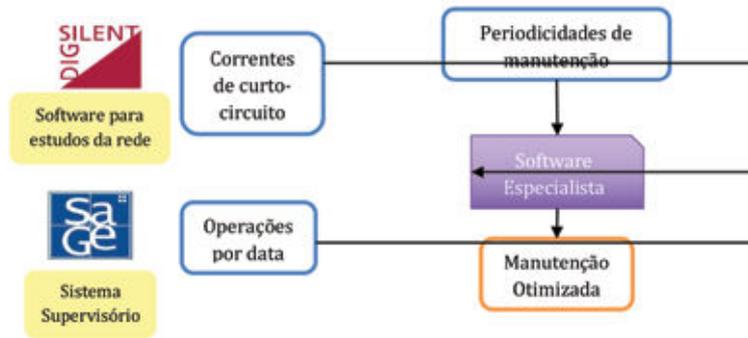


Figura 2 - Exemplo de manutenção baseada em confiabilidade para disjuntores, utilizando automação de subestações.

condições físicas). Isso significa permitir uma resposta rápida para qualquer evento, sobretudo, os que resultam em interrupções. Tão importante quanto a supervisão é o telecomando. Para que sejam possíveis manobras remotas é preciso que o sistema de telecontrole esteja íntegro. Isso passa pela comunicação do centro de operações com a unidade supervisória da subestação, da unidade supervisória com os dispositivos de proteção e controle;

- **Prognósticos:** a possibilidade de análises prévias em eventos no sistema permite maior agilidade na pesquisa do problema, no atendimento e, consequentemente, no tempo médio de reparo no circuito defeituoso (MTBF). Na prática, a capacidade de analisar eventos no sistema, a partir de valores analógicos e digitais, contribui diretamente para a agilidade no atendimento.

Não podemos deixar de abordar os benefícios que uma automação de subestações traz para a sociedade:

- **Confiabilidade no fornecimento de energia:** a possibilidade do restabelecimento remoto de energia permite que todos os desarmes oriundos de defeitos transitórios sejam restabelecidos. Isso representa, em algumas regiões, mais de 70% dos desarmes. Além disso, a capacidade de saber exatamente as condições do sistema permite à concessionária se preparar melhor para os atendimentos a clientes críticos, como: hospitais, postos de saúde, postos de vacinação, clientes que utilizam aparelhos médicos em casa e demais casos;
- **Segurança nas instalações:** as instalações elétricas, por sua natureza, oferecem risco à população, uma vez que são expostas e conduzem energia em baixa, média e alta tensão. Os dispositivos de proteção alocados nas subestações garantem que os circuitos, uma vez submetidos a um defeito externo, sejam desligados no tempo correto.

### BENEFÍCIOS DA AUTOMAÇÃO PARA A MANUTENÇÃO – EXEMPLO DA MANUTENÇÃO EM DISJUNTORES

Talvez o principal benefício da automação para a realidade da manutenção é a transição de um modelo de manutenção baseada em tempo (usualmente mais cara e menos assertiva) para um modelo

de manutenção baseada em confiabilidade (mais econômica, uma vez que a intervenção se dá somente no momento necessário).

Anteriormente, as manutenções em disjuntores eram previstas somente com base em um tempo determinado, usualmente dependente do tipo de extinção do equipamento. Apesar disso, vários fabricantes já recomendavam que a manutenção fosse feita considerando também a relação número de operações versus corrente de curto-circuito. No entanto, a dificuldade de se coletar as informações impossibilitava as boas práticas previstas.

Com a implementação de subestações automatizadas, é possível a implementação de um modelo estratégico de manutenção em disjuntores, apresentado na Figura 2. Por meio de softwares especialistas em estudos do sistema elétrico, é possível calcular os níveis de curto-circuito nos mais diversos pontos da rede. Com os eventos advindos do supervisório, constrói-se um data-lake contendo a data e hora de abertura de cada equipamento, associado ao valor da corrente interrompida. Assim, é possível a programação da intervenção em disjuntores somente quando necessário, reduzindo custos e ocupação indevida de homem-hora.

### CONCLUSÕES

A automação de subestações, ao permitir o conhecimento e o monitoramento de várias grandezas em tempo real, associada ao comando remoto dos equipamentos de uma ou várias instalações simultaneamente, traz incontáveis benefícios para as distribuidoras de energia e para a sociedade. Assim, recomenda-se fortemente o investimento de recurso das empresas para colher os benefícios associados ao tema.

*\*Felipe Resende de Carvalho Sousa é bacharel (2014), mestre (2017) e doutor (2021) em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Goiás. Atua na Enel Distribuição Goiás na manutenção de subestações e linhas de alta tensão.*

*Caio Huais é engenheiro de produção, pós-graduado em Engenharia Elétrica e Automação com MBA em engenharia de manutenção.*

*Atualmente, é gerente corporativo de manutenção de alta tensão no Grupo Equatorial Energia.*