

Sistema de Monitoramento e Controle de Vazamento de Gás SF₆ em SE's Blindadas Antigas

Eduardo M. Carneiro - CTEEP

Bruno Abrantes Basseto - AdTS

Renato de Sousa Cunha - AdTS

Resumo—Este artigo apresenta o resultado do trabalho de pesquisa e desenvolvimento, envolvendo a concepção e o desenvolvimento e a implantação de um sistema de monitoramento e controle de vazamento de gás SF₆, aplicados a uma subestação antiga, não instrumentada, isto é, somente com pressostatos – densímetros convencionais, que recebeu um número de sensores de pressão de SF₆ de última geração, sensores estes que foram acoplados a um sistema de aquisição de dados de mercado, composto de hardware e software micro SCADA de mercado, com requisitos funcionais de uso efetivo da área de. Este sistema foi implantado em uma subestação da CTEEP, visando à comprovação prática de seu desempenho e eficiência.

Ponto importante desenvolvido para esta aplicação é a disponibilidade remota, em tempo real, das informações de pressão por compartimento, que permitem a área de manutenção fazer uma intervenção programada, eliminando-se custos de deslocamentos dispensáveis, em função da avaliação da maior ou menor severidade do vazamento diagnosticado. Esta disponibilidade de informações remotas foi conseguida, com a utilização de comunicação via satélite que se mostrou técnica e financeiramente viável nesta aplicação.

Palavras-chave— Monitoramento, Sensores de pressão para gás SF₆, Vazamento de gás SF₆ e Subestações blindadas isoladas a SF₆.

I. INTRODUÇÃO

Este trabalho foi desenvolvido como uma ferramenta de uso da manutenção, dentro do enfoque de monitoramento de subestações blindadas remotamente assistidas, visando gerar subsídio para a tomada de decisão crítica de se atender de imediato uma determinada ocorrência de vazamento ou programar o atendimento da mesma, com base em informações confiáveis de um sistema que possibilitasse a coleta, tratamento e transmissão remota dos dados de pressão, utilizando um sistema de comunicação com índices de disponibilidade também confiável. A motivação para a realização deste trabalho está fundamentada na disponibilidade de tecnologia multidisciplinar, até o momento não aplicado às subestações blindadas antigas, que pudesse com segurança dar suporte à tomada de decisão citada. O grande desafio foi tornar as informações disponíveis e, conceber e desenvolver algoritmos confiáveis para diagnóstico de falha dos sensores, de forma a evitar decisão equivocada que poderia ser danosa para o equipamento. Experiências anteriores do uso de sen-

sores/transmissores de pressão de SF₆ demonstrou que a escolha do sensor é ponto crítico para o sucesso da aplicação. A aquisição de sensores aplicados ao meio isolante de SE's blindadas – SF₆, deve apresentar características de confiabilidade e disponibilidade, que extrapolam aquelas de componentes disponíveis no mercado, destinados a outras aplicações. A experiência da CTEEP em sensores para monitoramento demonstrou a necessidade de refinar estas especificações com o objetivo de melhor qualificar tais sensores.

O projeto proposto pesquisou e avaliou dispositivos e sensores comerciais aplicáveis ao sistema de monitoramento de pressão de gás SF₆ e desenvolveu um modelo de integração desses dispositivos com sistema de aquisição e tratamento de dados de mercado. Esta pesquisa possibilitou identificar as soluções disponíveis que apresentam características compatíveis com a aplicação, do ponto de vista técnico e de custo, no mercado.

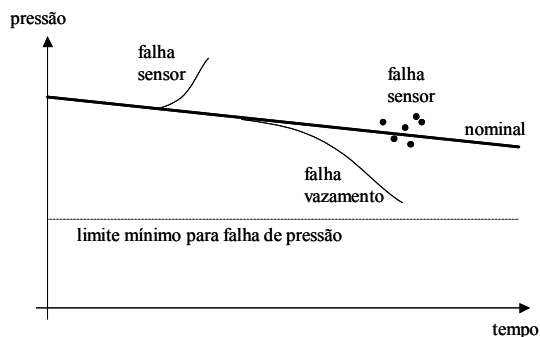
O projeto de pesquisa envolveu o estudo e implementação de uma ferramenta, onde os dados históricos obtidos pelo sistema de sensoriamento alimentam o processo de diagnóstico, o qual avalia a condição de cada câmara da subestação blindada, a partir dos valores de pressão corrigida correspondentes.

A partir de um conjunto de medições consecutivas, o sistema avalia a perda de gás, mediante processo de aproximação via regressão linear e/ou quadrática. Os coeficientes aproximados são comparados à perda nominal prevista para o equipamento, gerando alarmes nos casos de discrepância.

Os alarmes que podem ser verificados são de três tipos:

- Falha de pressão, em que a pressão medida está abaixo de um valor determinado;
- Falha de vazamento, em que o coeficiente de perda de gás é bastante superior ao nominal;
- Falha de sensor, em que o coeficiente de perda de gás é negativo e inferior ao valor plausível em uma condição de recarga ou o desvio padrão das leituras em relação à função de aproximação da pressão for excessivamente grande.

O gráfico da figura seguinte ilustra essas situações.

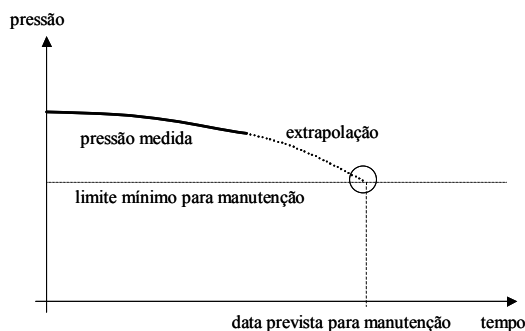


O sistema registra a ocorrência de todos os alarmes reportados, bem como seus respectivos horários de ocorrência. Os parâmetros do diagnóstico são todos configuráveis (local e remotamente):-

- Quantidade de dados usada para a aproximação dos coeficientes de perda de gás;
- Erro ou desvio padrão considerado na aproximação;
- Valores nominais para perda de gás e coeficiente de recarga;
- Limites para verificação dos diversos alarmes.

A pesquisa incluiu também o estudo e a implementação de uma ferramenta de Predição, onde os dados históricos mensurados e os valores aproximados para os coeficientes de perda de gás são utilizados para inferir - através de processo de extrapolação - as datas de manutenção necessárias para cada câmara do sistema.

Para tanto, são calculados os pontos onde a curva extrapolada da pressão cruza um valor de limiar mínimo para recarga, programado como um parâmetro no sistema. Os valores calculados para as datas de manutenção são continuamente apresentados ao operador do sistema, juntamente com as demais informações medidas e calculadas.



II. RESULTADOS ALCANÇADOS

Como resultado final do projeto, foi instalado um sistema na SE RIO PARDO, de propriedade da CTEEP, remotamente assistida pela operação a partir de o centro de operação de área localizado na SE CABREUVA e pela manutenção, sediada na cidade de TAUBATÉ, para onde as informações deste sistema foram transmitidas via satélite.

O projeto em questão teve um período total de um ano. No início do projeto, as macros atividades originalmente previstas no contrato, “Levantamento e estudo dos Materiais, Equipamentos e Serviços”, “Aquisição dos Materiais” e “Projeto do Sistema de Aquisição de Dados e de Telecomunicações”, “Instalação em Campo dos Sensores/Transmissores”, “Desenvolvimento do Sistema de Comunicação Local”, “Implantação do Sistema”, “Testes e Ajustes”, “Elaboração de Manuais” e “Realização de Treinamento”. Estas atividades foram detalhadas e estão descritas no item a seguir de “Descrição Sumária da Metodologia Adotada no Projeto”, visando obter resultados práticos e concretos mais rapidamente.

O resultado final obtido com a implantação do sistema se traduziu na imediata utilização do mesmo pela equipe de manutenção da SE, como ferramenta que possibilita padronizar os métodos de avaliação de anomalias e programação otimizada da manutenção, intervindo quando realmente necessário, propiciando redução de custos de manutenção.

III. DESCRIÇÃO SUMÁRIA DA METODOLOGIA ADOTADA NO DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

Foram pesquisados dois tipos diferentes de sensores aplicáveis `monitoramento de pressão de SF6. Decidiu-se pela utilização daquele que mantivesse todos requisitos de disponibilidade e confiabilidade e propiciasse menor custo de integração com o sistema de aquisição e tratamento de dados de mercado.



Figura 1. Detalhe do transmissor de pressão com interface de comunicação serial RS485 instalado.

Foram avaliados dois tipos de sistema para aquisição e tratamento de dados, optando-se pela plataforma de hardware sem nenhuma customização ou desenvolvimento de hardware específico e software de mercado, visando reduzir investimento inicial de implantação e reduzir os custos de manutenção do sistema.

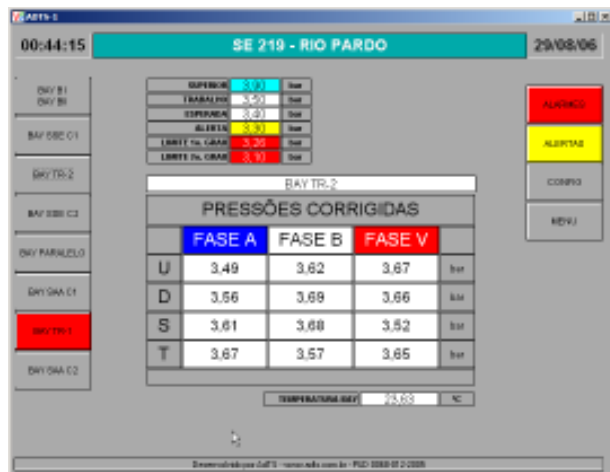


Figura2. Tela do sistema de monitoramento instalado na SE Rio Pardo / SE Taubaté.

As atividades inicialmente previstas foram detalhadas conforme a seguir:

- 1) Especificação e aquisição de sensores/transmissores de pressão aplicáveis em SE's blindadas.
- 2) Concepção e especificação funcional do sistema e da rede de comunicação de sensores/transmissores de pressão, para instalação.
- 3) Aquisição dos sensores e definição das adequações para instalação, nos diversos compartimentos da estação SE blindada.
- 4) Estudo, especificação, aquisição e implantação de meio de comunicação adequado para transferência de dados remotamente, da SE para a respectiva seção de manutenção.
- 5) Especificação e aquisição do sistema – software aberto, de mercado e implantação de uma IHM para o sistema e integração do mesmo a rede de sensores em laboratório.
- 6) Estudo dos métodos de avaliação /controle de vazamento de gás SF₆, para determinação do grau de severidade dos alarmes e determinação de condições críticas de operação.
- 7) Implementação, no sistema computacional, dos métodos de avaliação aplicáveis ao sistema de monitoramento em pauta.
- 8) Testes de validação e treinamento da equipe de manutenção.

Após um período de avaliação em bancada de mais de 60 dias, o sistema foi implantado e comissionado em maio de 2006 e entregue a equipe de manutenção, com o objetivo de verificação de desempenho efetivo, com a utilização do mesmo. A comprovação da eficiência será obtida com a observação do mesmo em um período de no mínimo mais seis meses, sendo utilizado na prática pela equipe de manutenção.

IV. RESULTADOS ESPERADOS X DISCREPÂNCIAS VERIFICADAS

Os resultados esperados da pesquisa foram plenamente alcançados sem discrepâncias consideráveis, mesmo tendo havido dificuldades de implantação dos sensores e implantação do link de comunicação, que inicialmente pensado em utilização de modem celular, tecnologia disponível porém não satisfatória nesta aplicação em função da geolocalização da subestação não ser coberta por nenhuma operadora. Esta restrição direcionou para outra alternativa viável e disponível, através de comunicação link via satélite.

Resultados esperados: Sistema de monitoramento instalado, disponível e confiável para utilização da área de manutenção, como ferramenta para diagnóstico de anomalias de vazamento de gás SF₆ na SE RIO PARDO e programação otimizada das intervenções de manutenção.

Resultados verificados: Os dados coletados em campo, remotamente em TAUBATÉ demonstram que o sistema e suas funcionalidades, apresentam comportamento eficiente conforme a proposição.

V. ESTRATÉGICA DE DIFUSÃO TECNOLÓGICA DOS RESULTADOS DA PESQUISA.

A transferência / difusão da pesquisa, em âmbito interno à companhia, ocorreu através treinamento formal dos funcionários da CTEEP, e poderá ser enfatizada a partir de eventual apresentação em seminários ou congressos e ainda na utilização prática e direta do sistema, assim como a aplicação do mesmo em outras subestações blindadas antigas.

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Sistemas de monitoramento e diagnóstico de equipamentos de subestações, P&D ANEEL IEE/USP-CTEEP-EPTE-BANDEIRANTE-CGEET-CESP-CPFL, ciclo 1998/2000;
- [2] Implantação de sistemas especialistas de equipamentos de subestações - P&D ANEEL IEE/USP-CTEEP-EPTE-BANDEIRANTE-CGEET-CESP-CPFL, ciclo 2000/2002;