SCS – Supervisor de Contato de Seccionadora

E. Moschim, Unicamp, R. Silva, Unicamp, A. C. Bordonalli, Unicamp e P. R. Fernandes, CTEEP

Resumo — Este trabalho apresenta uma nova estratégia para avaliar a qualidade de funcionamento de chaves seccionadoras, conhecendo-se a resistência elétrica do contato fixo da chave seccionadora. A medida desta resistência elétrica é obtida monitorando o fechamento do contato fixo destas chaves através de sensores à fibra óptica. Utilizou-se como estratégia inovadora de aquisição dos dados sensoriados, a colocação do sensor óptico (bobinas atenuadoras de fibras ópticas) dentro do contato fixo da chave seccionadora, contato este seccionado em duas partes. A partir da pressão exercida nas duas partes do contacto fixo pelo braço móvel da chave, a bobina atenuadora de fibra óptica se deforma e uma perda de potência óptica é medida no terminal receptor do sistema de sensoriamento, podendo-se então estimar a qualidade do fechamento e, conseqüentemente, o valor da resistência de contacto. Os resultados obtidos em campo mostraram que a solução proposta possui potencial de aplicação em larga escala.

***Palavras-chaves* — sensores ópticos, temperatura, posição, chave seccionadora, transmissão de energia elétrica.**

I. INTRODUÇÃO

Até o momento, desconhece-se uma maneira de se concluir, com a segurança necessária, que o acionamento de uma chave seccionadora tenha ocorrido com sucesso. essa informação é de suma importância para a segurança e operação das subestações e para a manutenção do equipamento. A insegurança gerada pelo desempenho dos contatos auxiliares das seccionadoras, que deveriam informar a conclusão das manobras, faz com que os operadores se desloquem até o pátio para executarem um exame visual após cada manobra. Diversos dispositivos e arquiteturas de monitoramento do fechamento de chave seccionadora foram propostos, [1, 2], porém utilizando métodos indiretos. pode-se citar, como exemplos, a observação da corrente do motor que aciona a seccionadora, transdutores digitais de posição conectados ao mecanismo de acionamento e a verificação do alinhamento mecânico dos braços. Entretanto, o parâmetro mais importante, aquele que define que a seccionadora está corretamente fechada (condição mais crítica) é a resistência elétrica que os contatos apresentam após serem acionados. No entendimento dos autores deste trabalho, nada foi encontrado a este respeito na literatura.

Este trabalho propõe uma nova arquitetura de sensoriamento de fechamento de chaves seccionadoras, utilizando um método mais direto possível, para a manobra de fechamento, através do monitoramento da temperatura e da qualidade de fechamento do contato fixo da chave seccionadora, possibilitando, após uma manobra, avaliar a qualidade do contato resultante com grande segurança. A tecnologia de fibras ópticas foi adotada para a implementação do sistema de sensoriamento (sistema de comunicação e sensores).

II. DESCRIÇÃO DO SISTEMA

A Figura 1 apresenta uma típica configuração de chaves seccionadoras na subestação da CTEEP-Bauru. As grandezas físicas a serem medidas e monitoradas, tais como a temperatura gerada no contato fixo da chave seccionadora, devido ao seu fechamento incorreto, e, a pressão das pinças do braço móvel no contato fixo, foram avaliadas através de observações práticas de fechamentos periódicos ocorridos em manobras de operação e manutenção na subestação da CTEEP-Bauru.

Constatou-se que é de fundamental importância ter-se a monitoração desses parâmetros para possíveis correções de fechamento da chave seccionadora, uma vez que a operação incorreta destas chaves degradam o contacto fixo gradativamente. É importante que o sistema de sensoriamento seja imune às interferências eletromagnéticas geradas na subestação.

Figura 1- *Configuração típica de barramentos com chaves seccionadoras da subestação da CTEEP-Bauru.*

Projetou-se então um sistema de sensoriamento com uma arquitetura de sensoriamento, através da monitoração da temperatura pelo uso de material termocromático (lophine) na ponta de uma fibra óptica, [4], e de fechamento da chave

seccionadora, através de bobinas ópticas atenuadoras. Uma inovação foi introduzida nesta arquitetura que foi a de colocar os elementos de sensoriamento dentro do contato fixo da chave seccionadora.

III. ARQUITETURA PROPOSTA

A Figura 2 apresenta a arquitetura proposta para o sistema de sensoriamento. Para a implementação do protótipo utilizou-se uma tecnologia usual em telecomunicações, porém com um custo significativo. Outros tipos de tecnologia, como por exemplo LEDs com fibras de plástico e fotodiodos de silício (Si) apresentam um potencial de uso mais atrativo devido ao seu baixo custo. Devido a instabilidade de operação do lophine dentro do contacto fixo, optou-se por eliminar a medida de temperatura interna do contacto fixo e monitorar somente o fechamento do contacto através da bobina óptica. Optou-se por uma estrutura transmissiva do sinal óptico que percorrerá o sistema. Outra possibilidade interessante seria a utilização de uma estrutura reflexiva, na qual o sinal de ida e volta trafega na mesma fibra.

Em geral, o transmissor óptico de um típico sistema de sensoriamento por fibra óptica consiste dos seguintes componentes: gerador de sinais, um driver e uma fonte óptica

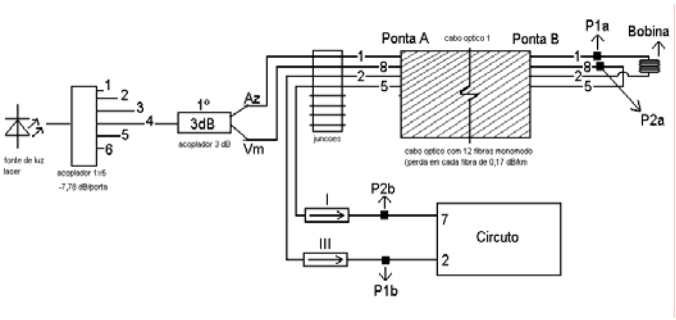

Figura 2- *Esquema da arquitetura proposta para o monitoramento* do fechamento da chave seccionadora

O gerador de sinais é uma representação da fonte de informação que se deseja transmitir para o sensoriamento, podendo ser constante ou modulado (analógica ou digital). No caso deste projeto utilizou-se uma fonte de sinal constante. O sinal informação a ser transmitido, geralmente em forma de tensão elétrica, é convertido em um sinal corrente, por um driver e este sinal corrente modula diretamente a fonte de luz. O transmissor do sistema foi projetado utilizando-se um laser DFB, fabricado pela Eudyna com as seguintes características: comprimento de onda central de operação de 1552,52 nm, potência de saída maior ou igual a 5 mW – encapsulamento do tipo *butterfly*, incluindo, pelo menos, sistema para controle de temperatura e isolador. A geração do sinal informação foi feita diretamente no driver como uma corrente de pré-polarização. Isto foi possível uma vez que adotamos enviar um sinal informação constante. Para tanto, Foi desenvolvido um circuito driver para modular através de uma injeção de corrente de constante de 20 mA na fonte de luz. Pode-se melhorar a sensibilidade do sistema com o uso de um sinal modulado. A Figura 3 apresenta uma foto do transmissor final construído. O sinal óptico, gerado pela fonte de luz, é enviado para o elemento sensor (bobina óptica) através de uma fibra uma fibra óptica monomodo, usada como canal de transmissão. A Figura 4 apresenta uma típica bobina de sensoriamento em fibra óptica desenvolvida para o sistema. Na recepção foi usado como uma frente de entrada, um fotodiodo do tipo PIN de InGaAs, detector do sinal óptico, juntamente com um pra-amplificador do tipo transimpedância, Figura 5.

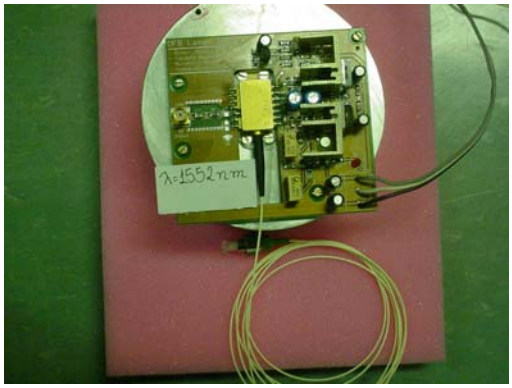

Figura 3- Foto final do transmissor final construído para o sistema de monitoramento.

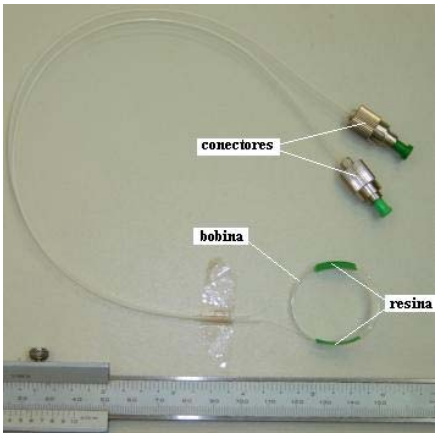

Figura 4- *Bobinas ópticas implementadas para operar como sensores de atenuação.*

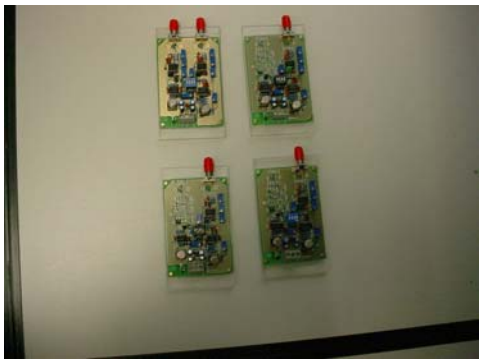

Figura 5- *Vista dos receptores implementados*

Os dados experimentais foram ajustados pela curva dada abaixo:

$$V(d) = V_0 + a_1 e^{(-d/\delta_1)} + a_2 e^{(-d/\delta_2)}$$

onde V_0 = 39,91 V, a_1 = 10,37 V, a_1 = 10,37 V, δ_1 = 0,96 mm e δ_2 = 0,96 mm.

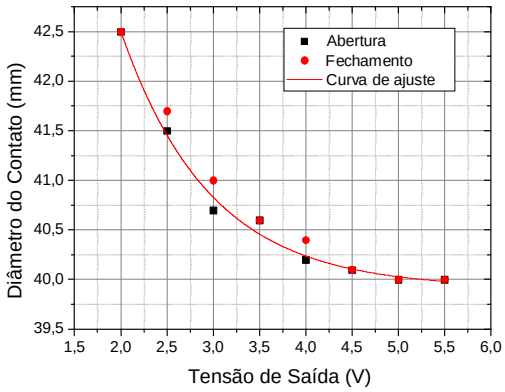

Figura 6- *Curva do fechamento do contacto fixo em*

IV. IMPLEMENTAÇÃO COMPLETA DO SISTEMA

A Figura 6 mostra o contacto fixo seccionado no qual foi instalado uma bobina óptica atenuadora para monitorar a qualidade de contacto elétrico da chave seccionadora, a partir da medida fechamento mecânico do contacto fixo, mostrado na figura. O sensor foi instalado dentro do contato fixo da chave seccionadora e dimensionada a estratégia de colocação do protótipo numa subestação teste a fim de analisar sua operação em condições de operação real.

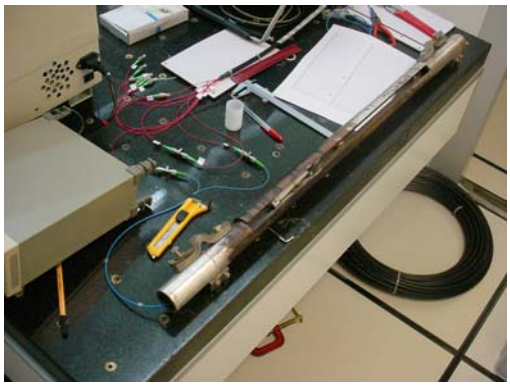

Figura 6- *Contacto fixo seccionado no qual foi instalado uma bobina óptica atenuadora para monitorar a qualidade de contacto elétrico da chave seccionadora,*

Devido a dificuldade de se ter uma linha de transmissão em manutenção sem previsão de manutenção, o teste em campo do sistema foi feito numa linha de demonstração.

V. CONCLUSÃO

O objetivo principal do projeto foi de desenvolver um protótipo de sensor óptico com a finalidade de monitorar a temperatura e fechamento de chaves seccinadoras, cuja vantagem era de elevar o nível de segurança na operação das subestações de alta tensão, através do aumento da confiabilidade e da disponibilidade de operação, refletindo na qualidade do serviço prestado e diminuindo os riscos de desligamento que um fechamento incorreto ocasionaria. Em conclusão foi demonstrada a viabilidade de se utilizar sensores de fibra óptica para o monitoramento no contato fixo da seccionadora, contribuindo para a segurança de sua operação. A medida da temperatura internamente à chave, com sensores de lophine, pode ser uma solução interessante, entretanto durante o desenvolvimento do projeto descartamos o seu uso, uma vez que não dominamos a tecnologia de obtenção de pontas de fibra com lophine (sensor), isto não inviabilizou o protótipo, pois a medida da temperatura, interna ou externa à chave, era apenas uma informação a mais para melhorar controlar o fechamento da chave seccionadora. Resultados de medidas em campo demonstraram o bom desempenho destes sensores. Embora o cabo óptico tenha apresentado alguma oscilação, o sistema de aquisição dos dados do sensor foi projetado com uma frente receptora diferencial, possibilitando ter-se um sinal de referência para compensar as possíveis variações do sinal óptico na chegada do receptor devido às oscilações do cabo óptico. Finalmente os dados adquiridos nas medidas podem ser armazenados para futuros processamentos e compor uma base do histórico das chaves para futuras manutenções preventivas.

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] , M. L. Lai, S. Y. Park, C. C. Lin, “Mechanical failure detection of circuit breakers”, *IEEE Trans. on Power Delivery*, Vol.3, pp. 1724–1731, Oct. 1988.

[2]- Su Sheng, K.K. Li, W.L. Chan, X. J. Zeng, Duan Xianzhong A Practical Circuit Breaker Monitoring System”, IEEE Trans. on Power Delivery, Vol.6, pp. 1532–1537, Oct. 1991.

[3] - E. Moschim, A. C. Bordoalli, R. Silva, SCS: Supervisor de Chave Seccionadora, Relatório Mensal nº 12, Convênio CTEEP/UNICAMP, Projeto CTEEP-ANEEL 0068-028/2004, PROGRAMA DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO, Ciclo 2004/200, Junho de 2006

[4]- A. Dybko, W. Wróblewski, E. Roziecka, J. Maciejewski, Z. Brzozka Comparacion of two thermochomic solutions for fiber optic temperature, . “Sensor and Actuators, vol. 76, pp. 203-207, 1999.