

Evento: XXV SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

ANÁLISE DOS SENSORES UTILIZADOS EM UM SISTEMA DE MONITORAMENTO E SUPERVISÃO DE UNIDADES TRANSFORMADORAS E SUBESTAÇÕES¹

ANALYSIS OF SENSORS USED IN A SYSTEM OF MONITORING AND SUPERVISION OF TRANSFORMERS AND SUBSTATIONS

**Pedro Gelati Pascoal², Mauricio De Campos³, Paulo Sérgio Sausen⁴,
Gustavo Castoldi Lucca⁵, Catherine Marquioro De Freitas⁶, Gabriel
Calvaitis Santana⁷**

¹ Pesquisa Institucional Desenvolvida no Departamento de Ciências Exatas e Engenharias (DCEeng), pertencente ao Grupo de Automação Industrial e Controle (GAIC)

² Bolsista PIBIC/UNIJUI, aluno do curso de Engenharia Elétrica da UNIJUI.

³ Professor Mestre do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias da UNIJUI, orientador.

⁴ Professor Doutor da UNIJUI, Colaborador.

⁵ Bolsista PIBIC/CNPQ, aluno do curso de Engenharia Elétrica da UNIJUI.

⁶ Bolsista PIBITI/UNIJUI, aluna do curso de Engenharia Elétrica da UNIJUI.

⁷ Bolsista PIBITI/UNIJUI, aluno do curso de Engenharia Elétrica da UNIJUI.

INTRODUÇÃO

A humanidade se torna cada vez mais dependente da energia elétrica, a qual está presente diretamente no cotidiano das pessoas tornando-se fundamental para a vida na época que estamos presenciando. A geração de energia elétrica vem aumentando ao longo do tempo assim como sua utilização e consumo, ao passo que para acompanhar esse desenvolvimento é necessário o aperfeiçoamento dos Sistemas Elétricos de Potência (SEP), os quais são responsáveis por fornecer a energia elétrica com segurança ao consumidor.

É com a perspectiva de aprimoramento nessa área que o projeto da Companhia Estadual de Energia Elétrica (CEEE - RS) juntamente com o Grupo de Automação Industrial e Controle (GAIC) da UNIJUI desenvolveram a subestação transformadora de Porto Alegre/RS, a qual possui aproximadamente 160 unidades de monitoramento.

O monitoramento das subestações de energia é realizado a partir do sensoramento que tem como essência informar instantaneamente as condições às quais a subestação está sendo submetida, assim como prever problemas possíveis de interferências indesejáveis que podem prejudicar o sistema, prevenindo danos nos sistemas elétricos e equipamentos. Nesse contexto, o presente artigo tem o intuito de apresentar e introduzir alguns dados técnicos relativos a funcionamento e utilização dos sensores aplicados no monitoramento da subestação transformadora.

SENSORES INTELIGENTES

O uso e desenvolvimento de equipamentos e sensores inteligentes têm aumentado em conjunto com as tecnologias. Mas o que são sensores inteligentes? São equipamentos utilizados para

Evento: XXV SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

detectar estímulos físicos do ambiente e, por meio de recursos internos predefinidos, realizar funções e em seguida transmitir uma resposta através de um impulso resultante. Segundo Caldeira Pires o sensor interage com o ambiente possibilitando a medição de algo variável através da alteração sofrida.

A implementação dessas tecnologias melhoram os meios de produção que, através dos sensores, podem colaborar com o controle, ajuste, gerenciamento, entre outros, dando uma coleta de dados automatizada. A qualidade de dados obtidas através de sensores inteligentes é exata, o que torna seu uso excelente. (Santos, 2007).

DETERMINAÇÃO DOS SENSORES

A implementação e determinação dos sensores dentro do projeto necessitou cuidados e alterações no decorrer do tempo. O monitoramento já era previsto e de alguma forma deveria ser feito, porém, para escolher os dispositivos corretos ao uso foram necessários alguns testes e experiências pessoais dos participantes.

O projeto inicial já contava com a quantidade de medidores que tem-se hoje, porém, a diferença era encontrada no modo de funcionamento e marcas, onde os sensores possuíam algumas diferenças de funcionamento, e alguns foram impossibilitados de serem utilizados sendo substituídos por novos que funcionam perfeitamente nas condições em que foram postos. Um exemplo disso é a barra de nível de alagamento que anteriormente era composta por três sensores que curto circuitavam-se quando entravam em contato com a água mas nos testes apresentou corrosão com o tempo, e então criou-se uma nova barra que pudesse substituir. O artigo a seguir traz apenas os sensores atuais, sem tratar sobre os testes e substituição dos sensores iniciais dentro do projeto.

SENSOR DE ALAGAMENTO

O sensor utilizado para a verificação do nível de alagamento foi o LA26M-40, da fabricante ICOS, montado em uma barra de alagamento. Esta barra consiste em duas boias laterais, sendo instalada de acordo com a necessidade de medição no local. No projeto a barra foi instalada a 30cm do chão e as boias possuíam 40cm uma da outra. Conforme mostra figura 1.

A obtenção de dados é realizada através da leitura das boias magnéticas, que possuem dois estados, normalmente fechado (NF), ou normalmente aberto (NA). No estado normalmente aberto (NA), quando a água atinge o sensor, a boia é movimentada para cima fechando contato.

Ele resiste a uma pressão máxima de trabalho de 2 bar, temperaturas de -10 até 100°C, com alimentação de até 24 V e certificação IP66 (contra poeira e jatos fortes de água).

SENSOR DE INTRUSO

O sensor de intruso utilizado é constituído por um LDR (Light Dependent Resistor) e um pequeno circuito capaz de realizar operações com o sinal de resistência do sensor. A determinação de sinal (ON/OFF) dá-se através da calibração do circuito montado, onde é determinada a faixa de incidência de luz necessária para obtenção da saída de 5V (ON) e 0V (OFF). Quando não há luz incidente no dispositivo sua resistência é máxima possibilitando a passagem de corrente, o que mantém o sinal ON da saída do circuito. Já no momento em que há luz incidindo no sensor LDR,

Evento: XXV SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

sua resistência é mínima (curto circuito), o que nos apresenta um sinal OFF na saída do circuito.

Neste sensor foi realizado um processo de certificação e testes dentro de laboratório sendo este para níveis de isolamento contra água. Baseou-se no preenchimento do recipiente do sensor com vedador de calha, o qual não interfere no circuito, tem uma boa flexibilidade e, se submetido a alagamentos, não permite a passagem da água. O sensor de intruso pode ser verificado na figura 2 a seguir.



Figura 1 - Barra e Sensor de Alagamento



Figura 2 - Sensor de Intruso

SENSOR DE PRESSÃO

Sensor MPXH6300A da fabricante Freescale Semiconductor foi utilizado por ter um erro de medição baixo com uma precisão de $\pm 1.5\%$, além de ser SMD (Surface Mount Device) e ter um custo mais baixo. Ele opera na faixa de temperatura de -40°C à 125°C , e a banda de pressão de funcionamento é de 2,9 PSI à 44,09 PSI (0,1974 atm à 3 atm).

O sensor faz a leitura da pressão absoluta, a qual é medida a partir do referencial 0 (vácuo) até a pressão do ambiente em que está sendo feita a leitura. Ele tem uma saída de tensão que pode variar de acordo com a pressão que o mesmo está medindo, de 0,3 V à 4,9 V. Esse sinal de saída é entregue à placa que faz a decodificação e cálculos necessários do mesmo apresentando uma resposta. Suas dimensões são 0,9 cm de comprimento e largura e 1 cm de altura, o sensor pode ser observado na figura 3.

SENSOR DE TEMPERATURA

O LM35 com encapsulamento metálico foi o sensor de temperatura escolhido por ser barato, simples e não exigir aparelhos eletrônicos para seu funcionamento, além de suportar a submersão. Sua faixa de tensão varia de 4-20Vdc e sua saída é proporcional a $10\text{mV}/^{\circ}\text{C}$. Se alimentado com tensão negativa pode variar de -55°C à 150°C ou então, com tensão positiva de 2°C à 150°C . Sua resposta já é dada em $^{\circ}\text{C}$, sem necessitar nenhuma conversão de valores medidos.

Este sensor possui uma saída com baixa impedância, tensão linear e calibração precisa, fazendo com que o condicionamento de leitura seja especificamente simples, barateando todo o sistema. O dispositivo está dentro da norma nº NBR 6146 com grau de proteção IP67 e pode ser observado na figura 4.

Evento: XXV SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

BOBINA DE ROGOWSKI

É um equipamento utilizado como redutor de corrente alternada, que possui núcleo de ar. Sua função é converter a corrente primária de um circuito e produzir uma tensão secundária, que é proporcional à taxa de variação dessa corrente no tempo, sem a necessidade de interromper o circuito para fazer essa medição.

Existem dois tipos de bobinas, as rígidas e as flexíveis. As bobinas rígidas possuem uma medição de grande precisão e são instaladas de forma permanente. No projeto optou-se pela bobina de composição física flexível, a qual pode ser fechada ao redor do condutor que se deseja medir por meio da união de seus extremos. Este tipo de construção permite a medição de condutores largos e de difícil acesso sem a necessidade de interrupção do circuito. A bobina pode ser observada na figura 5 abaixo.

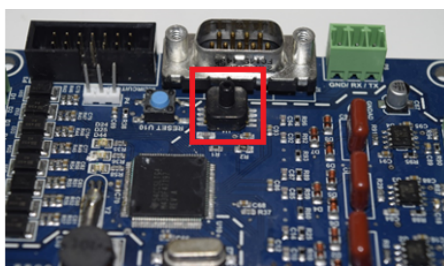


Figura 3 - Sensor de Pressão



Figura 4 - Sensor de Temperatura



Figura 5 - Bobina de Rogowski

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O projeto, no qual são utilizados os sensores já está em operação, tendo aproximadamente 30 subestações instaladas em funcionamento na cidade de Porto Alegre. O material desenvolvido pelo GAIC já está finalizado e sendo encaminhado à Porto Alegre para a instalação nas demais subestações. Todos os sensores após a calibração apresentaram erro inferior a 1%. Quanto a resistência mecânica e robustez, até o momento não foram reportados danos em nenhum sensor das subestações monitoradas mesmo considerando alguns casos onde houve inundação completa da câmara.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A energia elétrica é um insumo fundamental da sociedade atual. Parâmetros de qualidade desta energia estão cada vez mais rígidos, além disso, novos conceitos como o de redes inteligentes (do Inglês Smart Grids), pressupõe o conhecimento a priori das condições de operação e valores on line deste sistema. Nesse contexto, a utilização de sensores para o monitoramento da subestação de energia é fundamental, visto que é a partir dos dados obtidos e decodificados por estes dispositivos que pode-se identificar o funcionamento em tempo real do sistema.

A especificação e projeto de sistemas com sensores esbarram em dois fatores, eficiência e custos. Após a definição das melhores opções, foram realizados um conjunto de testes em laboratório para comprovação dos resultados.

Evento: XXV SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

Palavras-chave: Controle, energia elétrica, segurança.

Keywords: Control, electrical engineering, security.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio da Companhia Estadual de Energia Elétrica (CEEE), bem como a Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUI) e ao Grupo de Automação Industrial e Controle (GAIC).

REFERÊNCIAS

- PIRES, Armando C. Aula de Mestrado. Sensores e Sua Utilização: História e Definições. Universidade de Brasília. Disponível em Acesso em 05/06/2017.
- SANTOS, Sergio T. Redes de Sensores sem Fio em Monitoramento e Controle. 2007. 87 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- ICOS. Sensor de Nível para líquidos. Acesso em Data: 19.jun.2017.
- Freescale Semiconductor. MPXH6300A, 20 to 300 kPa, Absolute, Integrated, Pressure Sensor. Acesso em Data: 19.jun.2017.
- Texas Instruments. LM35 Precision Centigrade Temperature Sensors. Acesso em < <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm35.pdf>> Data: 19.jun.2017.