

**Modalidade do trabalho:** Relatório técnico-científico  
**Evento:** XXIV Seminário de Iniciação Científica

## **AVALIAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE SENSORES DE ALAGAMENTO PARA UNIDADES CONFINADAS<sup>1</sup>**

**Giordano Marholt Walker<sup>2</sup>, Maurício De Campos<sup>3</sup>, Paulo Sérgio Sausen<sup>4</sup>.**

<sup>1</sup> Pesquisa Institucional desenvolvida no Departamento de Ciências Exatas e Engenharias (DCEEng) pertencente ao Grupo de Automação Industrial e Controle (GAIC)

<sup>2</sup> Acadêmico do curso de Engenharia Elétrica na UNIJUI, bolsista PROBIC/Fapergs - gi.walker@hotmail.com.

<sup>3</sup> Professor Colaborador MSc. Maurício de Campos - campos@unijui.edu.br

<sup>4</sup> Professor Orientador Dr. Paulo S. Sausen - sausen@unijui.edu.br

### Introdução

Cada vez mais a energia elétrica torna-se um serviço básico imprescindível para a vida e o bem estar do homem contemporâneo. Estudos da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) mostram que até 2050, a demanda por energia deverá triplicar, portanto, é necessário o aperfeiçoamento da geração, transmissão e distribuição da energia elétrica.

Objetivando melhorar a qualidade de energia fornecida aos consumidores a Companhia Estadual de Energia Elétrica (CEEE-RS) em conjunto com o Grupo de Automação Industrial e Controle (GAIC) da UNIJUI estão desenvolvendo um projeto de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) que consiste no desenvolvimento e implantação de um sistema capaz de monitorar remotamente grandezas relacionadas a 160 subestações da CEEE localizadas em Porto Alegre/RS.

Tal sistema possui três módulos, com funções distintas, responsáveis por medir as grandezas estabelecidas. São eles o Módulo de Aquisição Principal, o Módulo de Aquisição de Correntes do Primário e o Módulo de Aquisição de Grandezas do Secundário. Para realizar a comunicação entre os Módulos, foram utilizadas as redes PLC (Power Line Communication) e a CAN (Controller Area Network).

Observando que estamos tratando de um sistema a ser aplicado na prática, existem algumas grandezas que podem acarretar no mau funcionamento do sistema, devendo ser observadas. Portanto, este trabalho visa tratar da avaliação e desenvolvimento de um sistema que utilizará sensores para medir o nível de alagamento no interior das subestações em que o projeto será aplicado.

Neste contexto o principal objetivo deste artigo é apresentar o desenvolvimento e avaliação de parte do sistema maior, restringindo-se a escolha, desenvolvimento e avaliação de um subsistema utilizando sensores de baixo custo e boa confiabilidade. Quando finalizado este subsistema será capaz de monitorar o nível de alagamento da subestação de energia elétrica e suas informações poderão ser usadas para tomar decisões em relação a possíveis problemas ou mesmo ações que possam ser executadas visando evitar danos críticos a todo o sistema. Cabe ressaltar que o sistema aqui apresentado apenas realiza o monitoramento da subestação de energia elétrica e por definição não atua no mesmo.

### Metodologia

**Modalidade do trabalho:** Relatório técnico-científico  
**Evento:** XXIV Seminário de Iniciação Científica

Existe uma gama de sensores de nível do mercado, dos mais diversos tipos, com diversos níveis de precisão, confiabilidade, aplicações e custos. Portanto, foi necessário definir critérios para a escolha dos principais modelos a serem testados. Neste projeto foram definidos dois critérios principais que são: confiabilidade e custo.

A partir dos critérios definidos foram analisados os tipos de sensores de nível de líquidos disponíveis no mercado, para realizar os testes, foram escolhidos três tipos de sensores: de boia magnética, boia lateral e ultrassônico, por serem os que mais se adequam a aplicação proposta.

No primeiro caso, uma boia magnética localizada em uma haste movimenta-se de acordo com o líquido, fechando ou abrindo os contatos localizados no interior da haste. Como os contatos estão no interior da mesma, não há contato com o líquido, concedendo maior robustez e durabilidade. Além de ser de fácil instalação, ele não é afetado por vapores e espuma, possuindo uma boa confiabilidade.

O modelo escolhido, nesta categoria, foi o CBN (Figura 1), da marca Contech, o qual tem uma faixa de trabalho de 200 a 6000 mm, alimentação de 24 V, sinal de saída de 4 a 20 mA, ou 0 a 5 v, e faixa de temperatura de 0 a 80 °C.



Figura 1 - Sensor Contech CBN

No segundo caso o sensor é um sensor de boia lateral, sendo instalado na lateral do local, seja por falta de espaço, ou por comodidade. Realiza a leitura através de uma boia magnética, que possui dois estados, normalmente fechado (NF), ou normalmente aberto (NA). No estado normalmente aberto (NA), quando a água atinge o sensor, movimenta a boia para cima, fechando contato.

O modelo escolhido foi o LA26M-40 (Figura 2), da marca ICOS. 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).

**Modalidade do trabalho:** Relatório técnico-científico  
**Evento:** XXIV Seminário de Iniciação Científica



Figura 2 - ICOS LA26M-40

Por último, o sensor ultrassônico foi avaliado. Ele é instalado no teto da subestação, e através da emissão e recepção de vibrações ultrassônicas ele é capaz de calcular a distância entre ele e um objeto, no caso, a água. Este tipo de sensor possui características que permitem que seja medido, sem contato, o objeto, no caso deste projeto a lamina de água.

O modelo escolhido foi o MB7067 (Figura 3), da MAXSONAR. Este sensor possui saída analógica, com alimentação de 5 V, e alcance máximo de 700 cm, que diminui para 600 cm com alimentação de 3,3v, e trabalha desde -40 até 65 °C.



Figura 3 - MaxSonar MB7067

## Resultados e Discussão

Após definidos os modelos, foi necessário definir um ambiente de teste, em laboratório, de modo que todas as possíveis variáveis que possam ser encontradas em campo fossem contempladas. Para

**Modalidade do trabalho:** Relatório técnico-científico  
**Evento:** XXIV Seminário de Iniciação Científica

tal, foi utilizada uma caixa fechada, com fluxo constante de água, espuma e objetos aleatórios soltos.

Todos os sensores foram testados três vezes no mesmo ambiente, pela mesma quantidade de tempo, e para serem aprovados no teste, todos deveriam avisar quando o nível de água da caixa atingisse a quantidade estabelecida, com o máximo de precisão possível.

Os três sensores passaram no teste, e funcionaram de forma extremamente satisfatória, estando aptos para serem testados em campo. Como o sensor CBN, da marca Contech, possui um preço superior aos outros dois, optou-se por testar apenas os outros dois sensores, deixando-o como segunda opção.

O primeiro a ser testado em campo foi o MB7067, da MAXSONAR. Ele foi instalado na parte superior de uma subestação subterrânea, a 3 metros do solo. Os dados do teste eram enviados em tempo real para o laboratório, onde eram avaliados.

Em campo, o sensor ultrassônico não obteve resultado satisfatório, sendo descartado das escolhas. Isto se deve a seu amplo ângulo de abertura, que realizava uma leitura que acabava identificando outros objetos dentro da subestação além da lamina de água, enviando uma falsa leitura de nível para o laboratório. Também foi identificado que o local por ser bastante insalubre poderia facilmente prejudicar o funcionamento deste tipo de sensor.

Em seguida, testou-se o LA26M-40, da fabricante ICOS. A barra de alagamento produzida com 2 sensores foi instalada a 30 cm do chão, sendo que um sensor estava a 30 cm, e o outro a 70 cm. Como no teste anterior, os dados também eram enviados para o laboratório em tempo real.

Diferente do sensor ultrassônico, o sensor de boia lateral obteve um resultado satisfatório uma vez que sua concepção é mais robusta e menos suscetível a falhas em decorrência do ambiente insalubre que é a subestação de energia. Este sensor conseguiu medir com precisão o nível da água, e os dados eram enviados rapidamente para o laboratório. Por estes motivos optou-se em escolher o sensor LA26M-40 para ser utilizado no projeto.

Logo após a escolha foi necessário realizar a montagem da barra de nível de alagamento para tanto se optou por utilizar tubos de PVC, por serem de fácil aquisição, montagem e com baixo custo. Para a montagem final de cada sistema de detecção de alagamento foram necessários os seguintes itens (Figura 4):

- 1- Dois Sensores de Nível de Alagamento ICOS LA26M-40;
- 2- Dois Adaptadores ICOS PVC M16 x 25;
- 3- Um Joelho Soldável 25 mm;
- 4- Um Tê 90° Soldável 90 mm;
- 5- Um Tubo Soldável 25 mm x 40 cm;
- 6- Um Tubo Soldável 25 mm x 4 cm;
- 7- Uma Luva de Redução Soldável Mista 25mm x 1/2";
- 8- Uma Bucha de Redução Galvanizada 1/2" x 3/8";
- 9- Dois Metros de Cabo PP 3 x 2,5 mm<sup>2</sup>;
- 10- Um Prensa-Cabo de 3/8".

**Modalidade do trabalho:** Relatório técnico-científico  
**Evento:** XXIV Seminário de Iniciação Científica



Figura 4 - Itens necessários para montar a Barra de Nível de Alagamento

O primeiro passo é colocar o adaptador ICOS PVC M16 x 25 em cada um dos sensores, para após, coloca-los e soldá-los no joelho e no tê, posicionados corretamente na Posição Normalmente Aberto (NA).

Em seguida, faz-se necessário uma pré-montagem da barra, para realizar-se a conexão e emenda dos fios dos sensores. Dos três fios dos cabos, um deve ser conectado com um fio de cada sensor, sendo o responsável pela alimentação de 5 V. Os outros dois servem para o retorno dos sensores, que enviarão 5 V à placa quando a boia fechar contato, o que significa que a água atingiu o respectivo nível da boia. Para evitar contato dos fios, a emenda foi estanhada e coberta com termo retrátil.

Para realizar a montagem final, encaixasse o tubo de 25mm x 40 cm no joelho, e do outro lado no tê. Este, por sua vez conecta-se com o tubo de 25mm c 4 cm, que conecta-se com a Luva de Redução Soldável Mista 25 mm x 1/2". Por último, utiliza-se a Bucha de Redução Galvanizada para possibilitar a colocação do Prensa Cabos. Para a conexão por completo do Prensa-Cabo na Bucha de Redução, deve-se cortar um pedaço de aproximadamente 5 mm da rosca do Prensa-Cabos.

Recomenda-se soldar todas as conexões com cola específica, garantindo impermeabilidade e maior duração da Barra de Nível de Alagamento. Para melhor fixação da cola também se pode lixar as partes que serão conectadas. O resultado final desta montagem pode ser observado na Figura 5.

**Modalidade do trabalho:** Relatório técnico-científico  
**Evento:** XXIV Seminário de Iniciação Científica



Figura 5 - Barra de Nível de Alagamento finalizada

## Conclusão

O presente artigo apresenta a escolha, a montagem e a avaliação de sensores de alagamento a partir de testes realizados, em laboratório e em campo, visando escolher o melhor sensor, a partir dos critérios definidos pelo projeto, para ser utilizado no sistema de monitoramento de subestações de energia elétrica da CEEE-RS.

Mesmo com as dificuldades encontradas, foi possível desenvolver um sistema de controle do nível de alagamento com baixo custo e alta confiabilidade, que já está operacional em 12 subestações da CEEE no centro de Porto Alegre. E que até o final do projeto será instalada em 160 subestações. Neste contexto conclui-se que os testes foram extremamente satisfatórios, visto que, dos sensores estudados, o sensor escolhido para equipar o sistema apresentou o melhor custo-benefício, mostrando-se confiável.

Também é necessário reforçar a importância deste trabalho, que através de testes simples e de baixo custo, possibilitou a utilização de sensores de baixo custo e alta confiabilidade sem a necessidade de recorrer a sensores complexos, que certamente seriam de difícil instalação e alto custo final.

## Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da Companhia Estadual de Energia Elétrica (CEEE-D), a UNIJUI e a FAPERGS pela bolsa de iniciação científica.

## Referências Bibliográficas

COMMANDEUR, Caroline Denardi; KINAS, Jonatas Rodrigo; MAI, Leonardo Sostmeyer; CAMPOS, Mauricio de; SAUSEN, Paulo Sérgio. Avaliação e Projeto de um Sistema para Medição de Nível de Alagamento em Subestações de Distribuição de Energia Elétrica. Salão do Conhecimento, Ijuí, 2015.

Empresa de Pesquisa Energética. Demanda de Energia: 2050. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/Estudos/Documents/DEA%2013-14%20Demanda%20de%20Energia%202050.pdf> Acesso em 27 Jun. 2016.

**Modalidade do trabalho:** Relatório técnico-científico

**Evento:** XXIV Seminário de Iniciação Científica

Instituto Newton C. BraSalga. Como funcionam os sensores ultrassônicos. Disponível em: <http://www.newtoncbraga.com.br/index.php/como-funciona/5273-art691> Acesso em 27 Jun. 2016.

Power Line Communication. Disponível em: [http://www.gta.ufrj.br/ensino/eel879/trabalhos\\_vf\\_2008\\_2/tulio/Introducao.htm](http://www.gta.ufrj.br/ensino/eel879/trabalhos_vf_2008_2/tulio/Introducao.htm) Acesso em: 27 Jun. 2016.

Sensor de Nível LA26M-40. Disponível em: <https://www.icos.com.br/SensorDeNivel/LA26M40/> Acesso em 24 Jun. 2016.

Transmissores de nível: Boia Magnética. Disponível em: <http://contechind.com.br/instrumentacao/transmissores-de-nivel/boia-magnetica/> Acesso em 23 jun. 2016.

XL-MaxSonar. Disponível em: [http://www.maxbotix.com/documents/XL-MaxSonar-WR\\_Datasheet.pdf](http://www.maxbotix.com/documents/XL-MaxSonar-WR_Datasheet.pdf) Acesso em 24 Jun. 2016.