

## MODULO DE SENSORES INTELIGENTES APLICADOS NA AUTOMAÇÃO DE SUBESTAÇÕES DE ENERGIA ELÉTRICA SUBTERRÂNEAS<sup>1</sup>

**Felipe Alex Trennepohl<sup>2</sup>, Mauricio De Campos<sup>3</sup>, Paulo S. Sausen<sup>4</sup>, Airam T. R. Z. Sausen<sup>5</sup>.**

<sup>1</sup> Projeto desenvolvido pelo Grupo de Automação Industrial e Controle do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias

<sup>2</sup> Bolsista PIBITI/CNPq, aluno do curso de Engenharia Elétrica da Unijuí.

<sup>3</sup> Professor do Curso de Engenharia Elétrica do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias.

<sup>4</sup> Professor do Curso de Ciência da Computação do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias.

<sup>5</sup> Professora do Curso de Matemática do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias.

### Introdução

O conceito de automação se impõe, cada vez mais, nas empresas preocupadas em melhorar a sua produtividade, reduzindo assim os seus custos. Convém notar que, quanto mais automatizado for o processo, maiores serão os benefícios no controle das atividades inesperadas e levantamento de dados para melhor a efetividade de todo processo. Ela, basicamente, é um sistema de monitoramento inteligente da atividade onde está aplicado, verificando seu correto funcionamento, monitorando e fazendo correções sem a necessidade da interferência humana. A procura por automatização de subestações de energia elétrica em conjunto com a tecnologia na área da eletrônica nos traz o benefício da utilização de rede de sensores inteligentes.

A escolha pela aplicação de redes de sensores inteligentes foi uma forma encontrada de um sistema com alta confiabilidade, uma vez que este deve operar em qualquer ambiente, inclusive onde a presença de interferências é constante, como na subestação subterrânea onde há intensa interferência eletromagnética.

O presente trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um sistema automatizado de monitoramento, diagnóstico e atuação, para o controle de um conjunto de subestações de energia subterrâneas, com intuito de diminuir os custos de operação e facilitar o monitoramento das mesmas. O sistema proposto é constituído de três módulos principais: Módulo de Primário (MP), Módulo Principal (MPP) e Módulo de Secundário (MS). Cada um é composto por Módulos de Sensores Inteligentes (MSIs) destinados a realizar aquisições das grandezas envolvidas na operação da subestação. Em conjunto com os MSIs operam sistemas de aquisição e processamento para as grandezas elétricas do transformador partir dos Transformadores de Corrente (TCs) e Transformadores de Potencial (TPs), esta rede também permite que seja realizada a configuração remota dos parâmetros operacionais do relé de proteção, não necessitando assim de intervenção física na subestação, facilitando a parte de instalação do sistema.

### Metodologia

# SALÃO DO CONHECIMENTO

UNIJUÍ 2013  
Ciência • Saúde • Esporte



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

**Evento:** XXI Seminário de Iniciação Científica

O sistema desenvolvido apresenta três módulos principais, os quais possibilitam realizar a leitura de grandezas digitais e analógicas. O MP tem capacidade para realizar a aquisição de quatro grandezas digitais e três analógicas e conta com um processador dedicado a realizar a leitura das correntes no primário do transformador. O MPP é constituído de um MSI, um módulo concentrador de dados denominado Gateway e um módulo para a comunicação de dados via rede elétrica, conhecido como Power Line Communication (PLC). O MSI do MPP possibilita a leitura de até oito grandezas digitais e três analógicas, além de utilizar a comunicação PLC com o MS para realizar a leitura das grandezas no secundário do transformador. O MS é constituído por um MSI com capacidade de leitura de quatro grandezas digitais e três analógicas e um módulo dedicado a realizar a leitura das correntes e tensões no secundário do transformador. Conta ainda com um canal de comunicação com o relé de proteção caso este esteja presente. A comunicação entre os módulos é realizada por meio físico utilizando a comunicação Controller Area Network (CAN) devido à elevada confiabilidade, imunidade a interferências eletromagnéticas e boa velocidade de comunicação.

O sistema de controle de um MSI do módulo Gateway é realizado por um micro controlador PIC18F2580 da Microchip Technology. Sua escolha se deve principalmente por possuir um módulo CAN embarcado, oscilador interno de alta velocidade e número portas de entrada e saída de modo a possibilitar a leitura de todas as grandezas.

A alimentação dos módulos é realizada através do mesmo cabo onde está presente também a comunicação CAN, porém em condutores separados. O nível de tensão no barramento de alimentação dos módulos é de +15 VCC. Este nível de tensão (+ 15 VCC) é adaptado na fonte presente em cada módulo, de acordo com cada periférico, através de reguladores lineares nos níveis de tensão de +12 V, -12 V, +5 V e +3,3 V.

Os sensores analógicos são condicionados a receber sinais na faixa de 4 mA a 20 mA ou 0 V a +5 VCC. As entradas digitais operam com valores de 0 V a +5 VCC podendo ser configuradas através de um divisor resistivo presente em cada entrada digital, aceitando assim valores de até 100 VCC. Caso o sensor conectado ao MSI necessite de alimentação, esta é disponibilizada juntamente com o conector de sinal.

A estrutura física do barramento CAN é composta de dois condutores para comunicação de dados, tornando o projeto simples e barato. Esta configuração permite a conexão de diversos nós sensores ao mesmo barramento, trabalhando com um sistema de mestre e escravo, onde o mestre (gateway) solicita os dados de cada escravo (MSIs). Atualmente a rede CAN é largamente empregada na indústria, automação residencial e automotiva devido aos baixos custos, implantação e operação facilitada e confiabilidade de comunicação.

## Resultado e discussão

Os módulos foram construídos em placas de circuito impresso com o uso da tecnologia SMT (Surface-Mount Technology), tecnologia que permite a redução dos componentes de um circuito e desta forma, possibilita a construção de dispositivos compactos, e ajudam na praticidade da instalação de todo o sistema.





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

**Evento:** XXI Seminário de Iniciação Científica

Os testes realizados em laboratório confirmaram a operação da rede CAN na comunicação com todos os módulos, além dos demais protocolos utilizados como a RS-232. Foi possível observar as grandezas lidas nos módulos sensores a partir de um programa supervisor em um computador, empregando a comunicação serial RS-232 do módulo Gateway. Devido à robustez da rede CAN, não foram observadas perdas de dados.

### Conclusões

Após a conclusão da pesquisa pode se perceber que, para o objetivo inicial, obtiveram-se resultados condizentes entre eles, onde foram encontradas possíveis alterações para ter melhorias na parte da praticidade da instalação do sistema a campo.

Fomento: PIBITI/CNPq

Palavras-Chave: Módulo de sensores inteligentes, Subestação e Automação.

### Agradecimento

Os autores agradecem o apoio da Companhia Estadual de Energia Elétrica – CEEE – D, ao programa de Pesquisa e Desenvolvimento da ANEEL, e ao CNPQ pela bolsa de estudos concedida.

### Referências bibliográficas

- [1] Salvadori, F.; Campos, M. de; Sausen, P. S.; Camargo, R. F. de; Gehrke, C.; Rech, C.; Spohn, M. A. and Oliveira, A. C. (2009). Monitoring in Industrial Systems Using Wireless Sensor Network With Dynamic Power Management. IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, Vol. 58, No. 9, pp. 3104- 3111.
- [2] Sharma, G.; Mazumdar, R. R. (2008). A case for hybrid sensor networks. IEEE/ACM Transactions on Networking, Vol. 16 Issue 5, pp. 1121-1131. October 2008.
- [3] Richards, P. (2002) AN228 - A CAN Physical Layer Discussion. Microchip Technology Inc.
- [4] MODBUS. ORG. (2002). MODBUS over Serial Line Specification e Implementation guide. V1.0.