



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

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA PARA A AUTOMAÇÃO DE SUBESTAÇÕES DE ENERGIA ELÉTRICA SUBTERRÂNEAS¹

Rafael Wuttig^{3,2}, Jonatas Rodrigo Kinas^{2,3}, Maurício De Campos^{4,4}, Paulo S. Sausen^{5,5}.

¹ 1 Projeto desenvolvido pelo Grupo de Automação Industrial e Controle do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias

² ³Bolsista PROBITI, aluno do curso de Engenharia Elétrica da Unijuí

³ ²Bolsista P&D, aluno do curso de Engenharia Elétrica da Unijuí

⁴ ⁴Professor do curso de Engenharia Elétrica, DCEEng Unijuí

⁵ ⁵Professor do Curso de Ciência da Computação, DCEEng Unijuí

Introdução

As necessidades do monitoramento e diagnóstico de subestações de energia subterrânea, aliadas aos avanços dos sistemas de comunicação e da eletrônica permitiram a concepção das redes de sensores. A tecnologia aplicada a estes sensores e as redes de comunicação permitiu a evolução destes sistemas, sendo denominados de redes de sensores inteligentes. Desta forma, os sensores não somente coletam os dados, como realizam processamento local transmitindo quando necessário. Este tipo de rede permite o acompanhamento mais efetivo do sistema e melhor detecção de falhas, aumentando sua confiabilidade [1].

A concepção de redes de sensores inteligentes mostra-se desafiadora uma vez que esta deve operar de modo confiável, inclusive onde a presença de interferências é constante. Ambientes como as subestações de distribuição de energia subterrânea apresentam elevada interferência eletromagnética. Em casos como o citado, é necessário o emprego de sistemas de comunicação com elevada imunidade a ruídos e da mesma forma, sistemas de aquisição de dados.

O presente trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um sistema aprimorado de monitoramento, diagnóstico e atuação na automação de subestações de energia subterrâneas. O sistema proposto é constituído de três módulos principais: Módulo de Primário (MP), Módulo Principal (MPP) e Módulo de Secundário (MS). Cada módulo é composto por Módulos 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. Para isto são utilizados Transformadores de Corrente (TCs) e Transformadores de Potencial (TPs) ou relés de proteção. Esta rede permite também que seja realizada a configuração remota dos parâmetros operacionais do relé de proteção, não necessitando intervenção física na subestação.

Metodologia

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



SALÃO DO CONHECIMENTO

UNIJUI 2013
Ciência • Saúde • Esporte



Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: XXI Seminário de Iniciação Científica

digitais e três analógicas. Apresenta ainda um sistema dedicado a realizar a leitura das correntes no primário do transformador. O MPP é constituído de um MSI, um módulo Gateway e um módulo Power Line Communication (PLC) para a comunicação através da rede elétrica. O MSI do MPP possibilita a leitura de até oito grandezas digitais e três analógicas. Apresenta ainda uma 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. Conta ainda com um módulo de leitura das correntes e tensões no secundário do transformador e um canal de comunicação com o relé de proteção. A comunicação entre os módulos é realizada através do protocolo CAN (Controller Area Network) devido à elevada confiabilidade e imunidade a interferências eletromagnéticas.

Resultados e discussão

O sistema consiste de três módulos sensores empregando microcontroladores de 8 bit e módulos de comunicação industriais. O sistema de controle de um MSI e do módulo Gateway é realizado por um microcontrolador PIC18F2580 da Microchip Technology. Sua escolha se deve principalmente por possuir um módulo CAN embarcado e número portas de entrada e saída possibilitando a leitura de todas as grandezas.

O funcionamento do sistema inicia-se com a requisição dos dados a partir do módulo Gateway para o MSI no MP. O módulo recebe a requisição, realiza a leitura das grandezas, monta o pacote de dados e os envia para o Gateway. Da mesma maneira, o MSI do MPP realiza a leitura das grandezas e a comunicação com o MS através do PLC, monta o pacote e envia ao Gateway. Posteriormente o Gateway envia as informações dos módulos para o supervisor através de uma interface RS-232.

A comunicação entre o Gateway e cada MSI é realizada através protocolo MODBUS, caracterizado por operar sob a lógica mestre-escravo. Este protocolo se localiza no 7º nível do Modelo de Referência OSI (Open Systems Interconnection), que corresponde à camada de aplicação que provê comunicação do tipo “cliente/servidor” entre dispositivos conectados a diferentes tipos de barramentos ou topologias de rede [2]. Este processo se repete a cada dez segundos e compreende um pacote de quarenta Bytes entre os quais seis são destinados a verificação de erros.

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

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 a +5 VCC podendo ser configuradas através de um divisor resistivo presente em cada entrada digital. Caso o sensor conectado ao MSI necessite de alimentação, 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. Atualmente a rede CAN é largamente empregada na indústria e na





Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: XXI Seminário de Iniciação Científica

automação devido aos baixos custos, implantação e operação facilitada além da elevada confiabilidade de comunicação [3].

Os módulos tem capacidade de comunicação bidirecional. Esta característica possibilita que sejam enviados dados de configuração do sistema supervisorio ao relé de proteção. Desta forma, não é necessário à intervenção física ou remoção do relé ou outro equipamento para efetuar rotinas de configuração.

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

Os testes conduzidos em laboratório comprovam a eficaz operação da rede CAN na comunicação com os módulos. Foram observadas as grandezas lidas nos módulos sensores com o auxílio de um computador através da comunicação serial RS-232 do módulo Gateway. Devido à robustez da rede CAN, não foram observadas perdas de dados.

Considerações finais

Este artigo apresentou um sistema de automação baseado no conceito de sensores inteligentes. Os avanços nos sistemas eletrônicos embarcados, sistemas de comunicação e processamento permitem o desenvolvimento de dispositivos com elevado desempenho na automação de sistemas. Os módulos realizaram a leitura das grandezas de forma correta e precisa. A comunicação bidirecional operou de forma satisfatória, uma vez que os dados foram enviados do supervisorio ao relé de proteção. O emprego da rede CAN se mostrou de elevada robustez e confiança não sendo constatadas falhas na comunicação e perdas de pacotes.

Palavras Chave: Automação, Subestação, Módulo Sensor.

Agradecimentos

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

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] MODBUS. ORG. (2002). MODBUS over Serial Line Specification e Implementation guide. V1.0.
- [3] Richards, P. (2002) AN228 - A CAN Physical Layer Discussion. Microchip Technology Inc.



SALÃO DO CONHECIMENTO

UNIJUÍ 2013

Ciência • Saúde • Esporte



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



Para uma VIDA de CONQUISTAS