



Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: 2011 SIT - I Seminário de Inovação e Tecnologia

IMPLEMENTAÇÃO DE RADIOTRANSMISSORES EM REDES DE SENSORES SEM FIO EM SUBESTAÇÕES¹

Ronaldo Antonio Guisso², Mauricio De Campos³, Paulo Sérgio Sausen⁴.

¹ Projeto de pesquisa desenvolvido no Departamento de Ciências Exatas e Engenharias, pertencente ao Grupo de Automação Industrial e Controle.

² Estudante do Curso de Engenharia Elétrica da Unijuí do Departamento de Tecnologia do Grupo de pesquisa GAIC; Bolsista PIBITI/CNPq 2010-2011. E-mail: ronaldo.guisso@unijui.edu.br.

³ Professor do Departamento de Ciências Exatas e Engenharia, Participante do Grupo de Pesquisa GAIC
E-mail: decampos.mauricio@gmail.com.

⁴ Professor do Departamento de Ciências Exatas e Engenharia, Participante do Grupo de Pesquisa GAIC
E-mail: paulosausen@gmail.com.

Resumo

Nos dias atuais é notável a utilização da comunicação sem fio pelos equipamentos eletrônicos nas mais diversas áreas do conhecimento. A transmissão sem fio torna-se uma alternativa interessante em muitas aplicações, pois dispensa a necessidade de um meio físico de transporte, reduzindo os custos. O objetivo deste projeto é estudar e implementar o uso de radiotransmissores em redes de sensores sem fio e instalá-los em subestações de distribuição de energia elétrica objetivando o monitoramento das grandezas elétricas da rede. Os resultados inicialmente obtidos foram à definição de um projeto do microcontrolador, o módulo transceptor e a implementação das placas de transmissão e recepção dos dados às quais foram instaladas e estão em fase de testes em uma subestação de energia elétrica subterrânea da CEEE na cidade de Porto Alegre.

Palavras-chave: transmissão; recepção; dados.

Introdução

Nos dias atuais é notável a utilização da comunicação sem fio pelos equipamentos eletrônicos nas mais diversas áreas do conhecimento. A transmissão sem fio torna-se uma alternativa interessante em muitas aplicações, pois dispensa a necessidade de um meio físico de transporte, reduzindo o custo geral dos sistemas. A comunicação sem fio, também conhecida por comunicação wireless, é a transmissão onde os sinais são transmitidos através de ondas eletromagnéticas que se propagam no espaço, não necessitando do uso de nenhum tipo de cabo de comunicação para o transporte da informação. A transmissão sem fio torna-se, muitos casos, uma solução interessante, pois adiciona uma série de vantagens aos sistemas, dentre elas destacam-se:



Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: 2011 SIT - I Seminário de Inovação e Tecnologia

- Redução dos custos na implantação do sistema, principalmente em instalações onde os equipamentos eletrônicos encontram-se muito distantes uns dos outros;
- Redução dos custos de manutenção em virtude na inexistência de cabos físicos;
- Aumento da disponibilidade de espaço físico.

Todos estes fatores fazem com que a comunicação *wireless* venha ganhando força nas mais diversas áreas, uma destas áreas é a monitoração de subestações de distribuição de energia elétrica. As concessionárias de energia elétrica devem respeitar alguns padrões de qualidade e segurança referente ao produto fornecido por elas, isso faz com que as concessionárias tenham que adotar um sistema de supervisão de sua rede de distribuição que possibilite o rápido acesso a determinadas grandezas elétricas (e.g., corrente, tensão, temperatura, etc.) com confiabilidade. A comunicação sem fio juntamente com sensores específicos podem monitorar os equipamentos de uma subestação e enviar os dados coletados para as centrais de controle. A principal função das redes de sensores sem fio é monitorar áreas inóspitas ou de difícil acesso, característica clássica de uma subestação subterrânea de energia elétrica.

Os sistemas de comunicação sem fio vem evoluindo rapidamente, no segmento de radiotransmissores os mais utilizados atualmente são os módulos transceptores. Os transceptores são dispositivos eletrônicos integrados que combinam um transmissor e um receptor num único módulo e se caracterizam por transmitir dados em uma faixa de frequência que vai de 200MHz a 3GHz, com alcances que variam de 100m até 1Km, utilizando geralmente modulação digital.

O objetivo deste trabalho é realizar um estudo e implementação de radiotransmissores aplicados a automação de subestações de energia elétrica. A metodologia adotada para atingir este objetivo é montar os circuitos de transmissão e recepção dos dados com os módulos transceptores em placas de circuito impresso, para somente depois realizar uma série de testes e instalar os módulos em uma subestação de energia.

Metodologia

Os métodos utilizados para pesquisa de material bibliográfico foram os mais variados possíveis, consistindo na investigação baseada na análise e síntese de conceitos e informações extraídas de livros, artigos científicos, trabalhos de conclusão de curso (monografias), tutoriais, Internet, através de *sites* de busca específicos e revistas científicas.

A revisão bibliográfica permitiu uma visão geral sobre os assuntos pesquisados possibilitando desta forma a divisão do problema em partes menores, para somente então definir soluções que resolvam o problema como um todo. A síntese consiste em agrupar as partes mais importantes do tema, assim construindo um texto mais concentrado, porém apresentando soluções para o problema geral.

O projeto foi dividido em cinco partes: a primeira parte consiste na pesquisa e nos estudos relacionados aos microcontroladores que serão utilizados no projeto levando em consideração os aspectos estruturais e de funcionamento; a segunda parte é a pesquisa e os estudos relacionados aos módulos transceptores integrados levando em consideração os



Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: 2011 SIT - I Seminário de Inovação e Tecnologia

aspectos estruturais e de funcionamento; a terceira parte consiste na implementação de um circuito para a transmissão dos dados coletados nos sensores; a quarta parte consiste na implementação de um circuito para a recepção dos dados enviados pelo circuito transmissor; a quinta e última parte consiste na análise do comportamento dos módulos transceptores integrados durante a transmissão de dados e a análise do seu desempenho.

Resultados e Discussão

O microcontrolador escolhido para o projeto foi o PIC 18F4520 que é um modelo de microcontrolador de 16 bits de núcleo de processamento que permite, quando necessário, trabalhar com dados de 8 bits, essa característica é muito importante para manter a compatibilidade com dispositivos que trabalham com 8 bits. A vantagem desta família de PICs é que ela possui um conjunto de instruções, em código de máquina, maior quando comparada com a família 16F. Sua velocidade de processamento também é superior, na maioria até 10 MIPS (a 40MHz de *clock*) com alimentação entre 2 e 5,5V (SOUZA, 2003). O modelo PIC 18F4520 possui 32k *bytes* (16k instruções) de memória de programa *flash*, 1536 *bytes* de memória *RAM* e 256 *bytes* de memória *eprom* (SOUZA, 2003).

Atualmente existe, no mercado, uma grande diversidade de módulos transceptores integrados para a comunicação sem fio. Neste contexto foi necessário a definição de alguns critérios para a escolha do modelo ideal a ser utilizado neste projeto, levando em consideração características estruturais, técnicas e econômicas, tais como:

- Taxa de transferência de dados relativamente alta;
- Robustez;
- Bom alcance;
- Custo e acessibilidade;
- Facilidade de interfaceamento com o computador.

O módulo transceptor integrado escolhido foi o modelo TRF-2.4G fabricado pela empresa Laipac e dentre outras características opera na frequência de 2,4GHz possuindo uma antena integrada que dispensando o uso de uma antena auxiliar externa. Este transceptor é composto por um sintetizador de frequência integrado, por um amplificador de potência, por um cristal oscilador e por um modulador. Seu consumo pode ser considerado baixo, apenas 10,5mA a uma potência de saída de -5dBm (0,32mw) e 18mA no modo de recepção (IGLESIAS, 2007). A seguir é apresentado um resumo de algumas de suas especificações:

- Modulação: GFSK;
- Taxa de dados: 1Mbps e 250Kbps;
- Receptor simultâneo duplo;
- Antena embutida;
- Alcance máximo: 280m (250Kbps) e 150m (1Mbps);
- Verificação Cíclica de Redundância (CRC);
- Sensibilidade: -90dBm ($1 \cdot 10^{-9}$ W);
- Tensão de alimentação: 1,9 a 3,6V;
- Temperatura de operação: -45 a 85°C;

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: 2011 SIT - I Seminário de Inovação e Tecnologia

- Tamanho: 20,5x36,5x2,4mm.

O fabricante deste módulo transceptor disponibiliza uma biblioteca de manipulação que pode ser executada em um microcontrolador, sendo esta composta por comandos de envio e recebimento de dados. Com o auxílio da referida biblioteca, o módulo TRF-2.4G envia e recebe dados em forma de pacotes estruturados na forma de vetores um por vez. Portanto, o microcontrolador conectado ao módulo transceptor é capaz de enviar ou receber um pacote de dados, tudo isso com apenas um comando de envio/recebimento, característica que facilita em muito a operação com este módulo.



Figura 1 – Módulo Sensor.

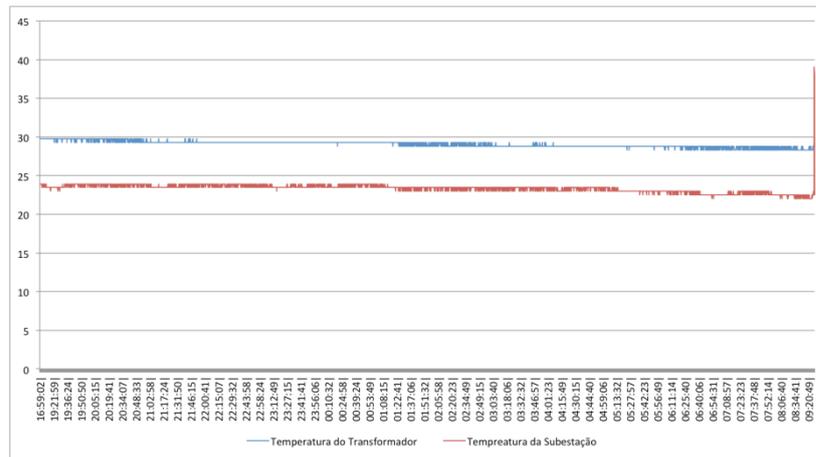
Assim, baseado em todos os sistemas aqui apresentados, foram desenvolvidos dois Módulos: o Sensor e o Gateway. O primeiro é responsável pela aquisição, processamento e transmissão das grandezas adquiridas e pode ser observado na Figura 1. Para os testes iniciais o módulo sensor foi equipado com um sensor de temperatura, porém, novos sensores podem ser adicionados conforme a necessidade da aplicação através dos conectores de uma das entradas digitais ou analógicas. O módulo Sensor possui fonte de alimentação externa composta por quatro pilhas recarregáveis do tipo AAA que propiciam mobilidade e autonomia ao nó sensor. A segunda categoria, o Gateway apresentado na Figura 2, é responsável pela comunicação dos sensores e do módulo PLC Power Line Communication que permite a comunicação da subestação com o mundo externo. A programação dos dispositivos foi totalmente desenvolvida em C++ utilizando o conceito de programação orientada a objeto.



Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: 2011 SIT - I Seminário de Inovação e Tecnologia

Figura 2 – Módulo Gateway (USB/RS232).

Atualmente o sistema proposto já está operacional e em fase de teste. Os resultados inicialmente obtidos indicam um erro na medição da temperatura inferior a 1% operando com uma taxa de amostragem de 10 segundos. Este intervalo justifica-se dada a natureza da dinâmica da temperatura. Ressalta-se que o sistema está conectado a um modem PLC, que é fruto de outro projeto desenvolvido pelo GAIC, que permite que os sinais adquiridos na subestação possam ser transmitidos para outro sistema. Atualmente a transmissão PLC é realizada por aproximadamente 300 metros, distância que interliga a estação subterrânea reticulada até o ponto onde encontra-se o modem de transmissão GPRS que realiza a comunicação com os laboratórios do GAIC na UNIJUI. Uma pequena amostra dos dados coletados por este sistema pode ser observada no gráfico apresentado na Figura 3.





Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: 2011 SIT - I Seminário de Inovação e Tecnologia
para transmissão; (ii) perdas de pacotes x fluxo de carga; (iii) interferências; e, (iv) limitações da transmissão GPRS.

Agradecimentos

O autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo oferecimento da Bolsa de Iniciação Científica e a Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul pela cedência de sua estrutura laboratorial necessária a execução do projeto.

Referências

IGLESIAS, Marcos V. Robô controlado via wireless. Dissertação (Monografia de graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2007;
SOUZA, David J. de. Desbravando o PIC. 6. ed. São Paulo: Érica, 2003.