

## SISTEMA DE SENSORIAMENTO REMOTO UTILIZANDO PROTOCOLO MODBUS

GIACOMINI, Julian Cezar<sup>1</sup>; WUTTIG, Rafael<sup>2</sup>; REIMBOLD, Manuel Martín Pérez<sup>3</sup>

**Palavras-Chave:** Transceptor TRF-2.4G. Sensoriamento Remoto. Protocolo Modbus.

### Introdução

Atualmente, o monitoramento de subestações de distribuição de energia elétrica possui elevado nível de automação, fazendo-se uso principalmente de sistemas de sensoriamento remoto. Como o fornecimento de energia elétrica por parte das concessionárias deve apresentar padrões de qualidade e segurança, é necessária a utilização de sistemas de supervisão que forneçam dados confiáveis relativos às grandezas presentes no sistema (tensão, corrente, temperatura, etc.). Com isso, a comunicação sem fio juntamente com sensores específicos, pode ser aplicada no monitoramento dos equipamentos da subestação e também no envio dos dados para as centrais de controle. A interconexão destes sensores através da comunicação sem fio cria um novo conceito de redes chamado Redes de Sensores Sem Fio (RSSF) (LOUREIRO, *et al.*, 2003). As RSSF têm por objetivo executar tarefas de sensoriamento em grandes áreas, especialmente as de difícil acesso ou mesmo inóspitas. Para a execução de uma RSSF é imprescindível a utilização de transceptores para realizar a transferência remota dos dados.

O objetivo deste trabalho é investigar a utilização de módulos transceptores em redes de sensores sem fio objetivando futuramente instalá-los em subestações de distribuição de energia elétrica. Esta pesquisa se concentrou especificamente no estudo e utilização do transceptor TRF-2.4G, juntamente com o protocolo de comunicação Modbus. Para avaliação do desempenho do transceptor e do protocolo foram implementados dois módulos de comunicação sem fio. Estes dois módulos realizam o sensoriamento remoto de grandezas analógicas e digitais com o auxílio de microcontroladores. Por

---

<sup>1</sup> Acadêmico do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ), [cezargiacomini@bol.com.br](mailto:cezargiacomini@bol.com.br)

<sup>2</sup> Acadêmico do curso de Engenharia Elétrica da UNIJUÍ, [r.wuttig@gmail.com](mailto:r.wuttig@gmail.com)

<sup>3</sup> Doutor em Engenharia Elétrica e professor do curso de Engenharia Elétrica da UNIJUÍ, [manolo@unijui.edu.br](mailto:manolo@unijui.edu.br)  
Agência financiadora: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)



fim, os dados obtidos do sensoriamento são recebidos, tratados e armazenados num PC (*Personal Computer*) através de um *software* desenvolvido para esta aplicação.

## Metodologia

O sistema de transcepção proposto objetiva testar duas plataformas de comunicação sem fio: um módulo transmissor (escravo) e um módulo receptor (mestre). Estas visam verificar o desempenho do módulo TRF-2.4G na transferência remota de dados de sensores.

O módulo mestre utiliza um microcontrolador PIC16F628A, onde este realiza a comunicação RS232 com o PC. Quanto ao módulo escravo, utiliza o microcontrolador PIC16F877A, sendo responsável por efetuar o sensoriamento das grandezas analógicas e digitais que por ventura necessitem ser monitoradas. A alimentação do módulo de recepção é feita através da porta USB (*Universal Serial Bus*), enquanto que o módulo de transmissão é alimentado por baterias.

O TRF-2.4G é um transceptor integrado fabricado pela empresa Laipac e se caracteriza por operar em uma frequência de 2,4GHz e por possuir uma antena integrada (LAIPAC TECHNOLOGIES, 20--?). Possui 125 canais disponíveis com espaçamento de 1MHz cada, selecionáveis através de comandos específicos enviados para o módulo. Tanto o módulo mestre quanto o módulo escravo possuem um transceptor acoplado.

O protocolo utilizado para a transferência dos dados é o Modbus. É um protocolo serial do tipo mestre-escravo e define uma estrutura de mensagens de comunicação utilizadas para transferir dados analógicos e discretos entre dispositivos microprocessados com detecção e informação de erros de transmissão (MODBUS.ORG, 2002). O sistema de comunicação mestre-escravo é composto por um nó mestre que tem a função de enviar comandos para os nós escravos, que por sua vez, respondem a requisição do mestre. O protocolo Modbus é uma alternativa interessante do ponto de vista desta aplicação, pois a estrutura mestre-escravo é semelhante a uma topologia de RSSF, onde o mestre requisita aos demais escravos (sensores inteligentes) os dados do sistema por eles monitorado.

Para receber os dados do sistema de sensoriamento e efetuar a análise quantitativa da transferência de dados foi desenvolvido um *software* específico para esta aplicação. As funções principais que este executa estão: recebimento dos dados do módulo mestre, armazenamento destes em

um arquivo de texto e demonstração dos mesmos instantaneamente e através de gráficos dinâmicos em função do tempo. Uma função adicional deste *software* é a análise estatística dos dados recebidos, a qual permite obter a quantidade de pacotes inválidos ou perdidos durante a transmissão em forma de um gráfico.

### Resultados e Discussões

Os módulos foram implementados em placas de circuito impresso, como pode ser observado nas Figuras 1 e 2. As dimensões físicas do módulo mestre são 6,3x11x2cm, enquanto que as do módulo escravo são 7,2x11x2cm.

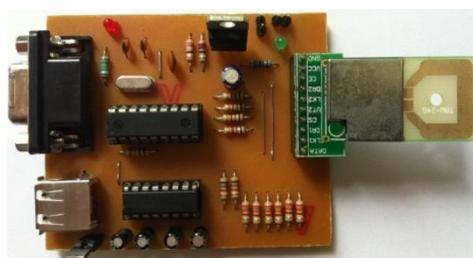


Figura 1: Módulo mestre.

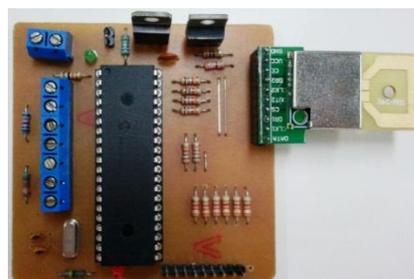


Figura 2: Módulo escravo.

Os testes de transmissão de dados foram efetuados para cinco diferentes distâncias: 20m, 40m, 60m, 80m e 100m. Para cada uma destas distâncias variou-se a taxa de transmissão dos dados em dois valores: 1Mbps e 250Kbps. Para cada uma destas situações o *software* analisou a quantidade de pacotes perdidos, sendo os resultados demonstrados na Figura 3.

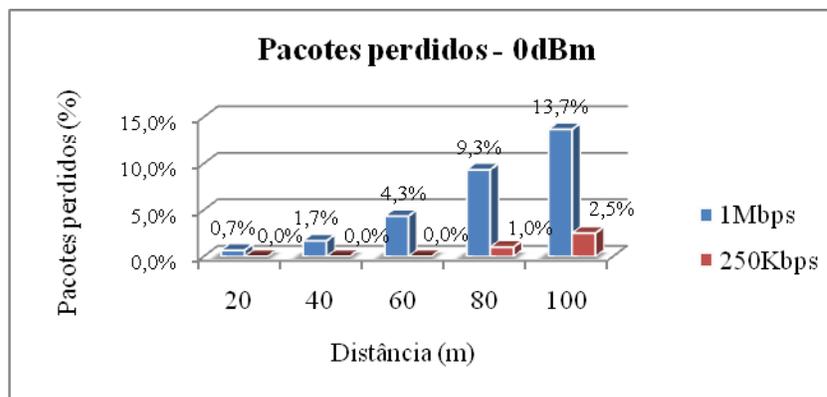


Figura 3: Pacotes perdidos para potência máxima de transmissão (0dBm-1mW) e diferentes taxas.

Nota-se um melhor desempenho do canal de comunicação para a taxa reduzida de 250Kbps, onde a perda de pacotes foi bem menos significativa. Esta conclusão também valida a informação disponibilizada pela folha de dados do TRF-2.4G, a qual afirma que o maior alcance de transmissão é obtido à taxa de 250Kbps.

Logo, através dos testes realizados foi possível verificar o correto funcionamento dos módulos mestre e escravo e também do *software* desenvolvido. Este último se mostrou de grande auxílio na análise do desempenho do sistema de comunicação, além de proporcionar um meio de visualização dos dados recebidos.

## Conclusão

Neste trabalho foi representado o desenvolvimento de dois módulos de comunicação destinados a realizar o sensoriamento remoto de grandezas analógicas e digitais. Com o auxílio destes módulos foi possível analisar o desempenho dos transceptores TRF-2.4G frente a condições específicas de operação e fazendo o uso do protocolo Modbus.

Como trabalho futuro é proposto a realização de testes nos módulos desenvolvidos sob o ambiente de uma subestação de distribuição de energia elétrica. Estes testes objetivam analisar o desempenho dos transceptores frente a interferências eletromagnéticas acentuadas presentes numa subestação.

## Referências

LOUREIRO, A. A. F. et al. **Redes de Sensores Sem Fio**. Anais do XXI Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores (SBRC), Natal, 2003.

LAIPAC TECHNOLOGIES. **Datasheet TRF-2.4G**, 20--? Disponível em:  
<[http://www.laipac.com/pdf/TRF2\\_4Gdatasheet.pdf](http://www.laipac.com/pdf/TRF2_4Gdatasheet.pdf)>. Acesso em: 10 Janeiro 2011.

MODBUS.ORG. **MODBUS over Serial Line, Specification and Implementation guide V1.0**, 2002. Disponível em <[http://www.modbus.org/docs/Modbus\\_over\\_serial\\_line\\_V1.pdf](http://www.modbus.org/docs/Modbus_over_serial_line_V1.pdf)>. Acesso em: 12 Janeiro 2011.