

SISTEMA MICROCONTROLADO DE BAIXO CUSTO PARA AQUISIÇÃO, TRANSMISSÃO E SUPERVISÃO DE PLANTAS DE ENERGIAS ALTERNATIVAS

Aluísio CAVALCANTE DE QUEIROZ NETO (1); Fábio TIMBÓ BRITO (2); Sandro César SILVEIRA JUCÁ (3)

- (1) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Av. Contorno Norte, 10 – Parque Central, 61925-315, Distrito Industrial – Maracanaú – Ce, (85) 38786329, e-mail: cavalcante_9@hotmail.com
(2) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Av. Contorno Norte, 10 – Parque Central, 61925-315, Distrito Industrial – Maracanaú – Ce, (85) 38786329, e-mail: fabio@ifce.edu.br
(3) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Av. Contorno Norte, 10 – Parque Central, 61925-315, Distrito Industrial – Maracanaú – Ce, (85) 38786329, e-mail: sandrojuca@ifce.edu.br

RESUMO

O presente artigo tem como objetivo demonstrar o funcionamento de um sistema microcontrolado de baixo custo para aquisição de dados e transmissão via GSM dos valores dos sensores de um sistema de energia alternativa. Com base em um projeto inovador em baixo custo, foram utilizadas tecnologias que permitiram a supervisão e o acompanhamento das variáveis do sistema, obtidos por meio de um circuito de coleta e armazenamento em uma memória EEPROM. Essa supervisão foi possível através da utilização de um modem GSM interligado pela interface RS-232 com o microcontrolador, permitindo a transmissão por meio das operadoras de telefonia móvel e possibilitando acesso aos dados através da web.

Palavras-chave: Modem GSM, comunicação GPRS, microcontroladores, aquisição de dados.

1 INTRODUÇÃO

A tecnologia de transmissão de dados em ampla expansão na telemetria mundial para aquisição de dados em regiões remotas é o GSM (*Global System for Mobile Communications*) utilizando a aplicação GPRS (*General Package Radio Service*). O início dessa tecnologia se deu em julho de 1991 e a introdução como serviço comercial na Europa foi feita em 1992. Atualmente, essa tecnologia é o padrão mais popular para telefones celulares no mundo (Wesolowski, 2002).

A aplicação GPRS é uma conexão em rede para transmissão de pacote de dados. Uma vez conectado nessa rede, o sistema estará sempre *online* podendo transferir dados imediatamente, e a tarifa é feita somente sobre os dados transmitidos sem considerar o tempo de conexão. Como o GPRS é compatível com o protocolo TCP/IP, as operadoras de GSM disponibilizam um *gateway* para a internet, possibilitando conectar e controlar equipamentos *wireless* através da internet. É o sistema que vem sendo mais utilizado devido a flexibilidade e baixo custo de operação.

Através das redes GPRS (SIEGMUND e MATTHIAS, 1995) é possível executar as mais diversas aplicações e promover acesso remoto a qualquer plataforma eletrônica. Sendo assim, surge uma forma de controle de dispositivos remotos aliados a mobilidade das redes sem fio.

Atualmente já é possível dispor de módulos para telemetria a um custo extremamente acessível e fabricado no Brasil (RUFINO, 2005). Além disso, todas as operadoras de telefonia celular do país disponibilizam a rede GPRS dentro de seus sistemas. Tornando assim, todo e qualquer celular ou módulo GPRS, um dispositivo capaz de se conectar a Internet através dos protocolos já conhecidos como TCP/IP, UDP, HTTP, FTP, com a mesma disponibilidade que se utiliza a Internet em um computador convencional.

As redes sem fio permitem uma grande mobilidade e facilidade de ampliação e reestruturação se tornando uma boa solução para troca de dados utilizando a estrutura das operadoras de celular GSM.

O principal objetivo deste trabalho é desenvolver um protótipo que permita que um determinado equipamento seja conectado a uma rede GPRS e permita a sua monitoração remota. Para o desenvolvimento do projeto será necessário: desenvolver os circuitos de interligação dos sensores com o microcontrolador e os circuitos de interligação do microcontrolador com o modem GSM; a programação de um sistema de armazenamento de dados no microcontrolador e a interface serial com o modem em linguagem C; a programação interna do modem GSM e sua interface com um banco de dados através das linguagens Java e PHP.

2 TECNOLOGIA UTILIZADA

Para a comunicação entre o microcontrolador e os periféricos do sistema de aquisição de dados de baixo custo, como o relógio em tempo real (RTC) e a EEPROM externa, é utilizado o barramento I²C (*Inter-Integrated Circuit*). Este barramento serial foi desenvolvido com o objetivo de conectar circuitos integrados e dispositivos periféricos de diferentes fabricantes em um mesmo circuito utilizando apenas um pino serial de dados (SDA) e um pino de *clock* (SCL), Ver figura 1.

Devido à incompatibilidade de frequência entre a interface I²C e a USB, o sistema de processamento deverá ser *Dual Clock* (Grupo SanUSB, 2009), ou seja, utiliza duas fontes de *clock* paralelas, uma para o canal USB de 48 MHz, proveniente do cristal oscilador externo de 20 MHz, e outra para o processador na execução do protocolo I²C, proveniente do oscilador RC interno de 4 MHz. Esta técnica permite que um dado digitado no teclado de um computador trafegue para o microcontrolador em 48 MHz via USB, depois para o relógio RTC ou para a memória EEPROM em 4 MHz via I²C e vice-versa. A figura 1 abaixo mostra o circuito elétrico dos dispositivos que utilizam a interface I²C.

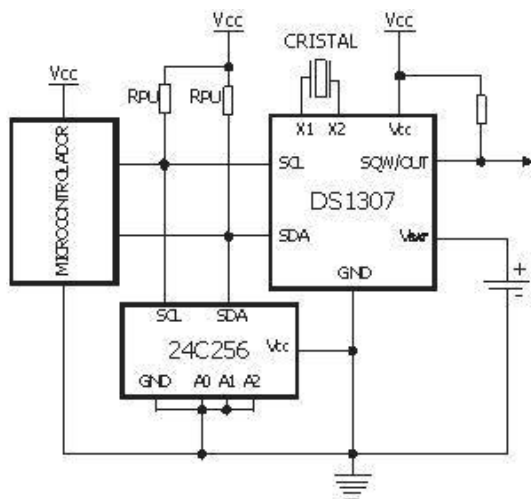


Figura 1 – Circuito de aquisição de dados utilizando o protocolo I²C

Na configuração inicial desse sistema de aquisição, o resgate dos dados armazenados da memória EEPROM (24C256) externa pode ser feito por qualquer software com interface serial através da emulação de um canal serial virtual via USB. Este mesmo software monitor serial pode configurar e gravar as memórias do sistema, entre elas, a RAM e a EEPROM interna do microcontrolador. A RAM do relógio em tempo real (DS1307) e a EEPROM externa podem ser gravadas via I²C. Além disso, as atualizações da memória de programa do microcontrolador podem ser realizadas também pela interface USB através da gravação *In Circuit* USB. Para comunicação com o modem GSM (módulo GPRS) foi utilizado o circuito integrado MAX 232 para converter a da tensão do microcontrolador para a saída serial.

Os dados armazenados na EEPROM interna poderão ser coletados no local por um computador pessoal através de um sistema supervisor via USB ou transmitidos via rede GSM (*Global System for Mobile Communications*) utilizando a tecnologia GPRS (*General Package Radio Service*), permitindo que os dados possam ser visualizados em qualquer lugar do mundo.

A Figura 2 mostra o diagrama simplificado do sistema de aquisição de dados OSD de baixo custo.

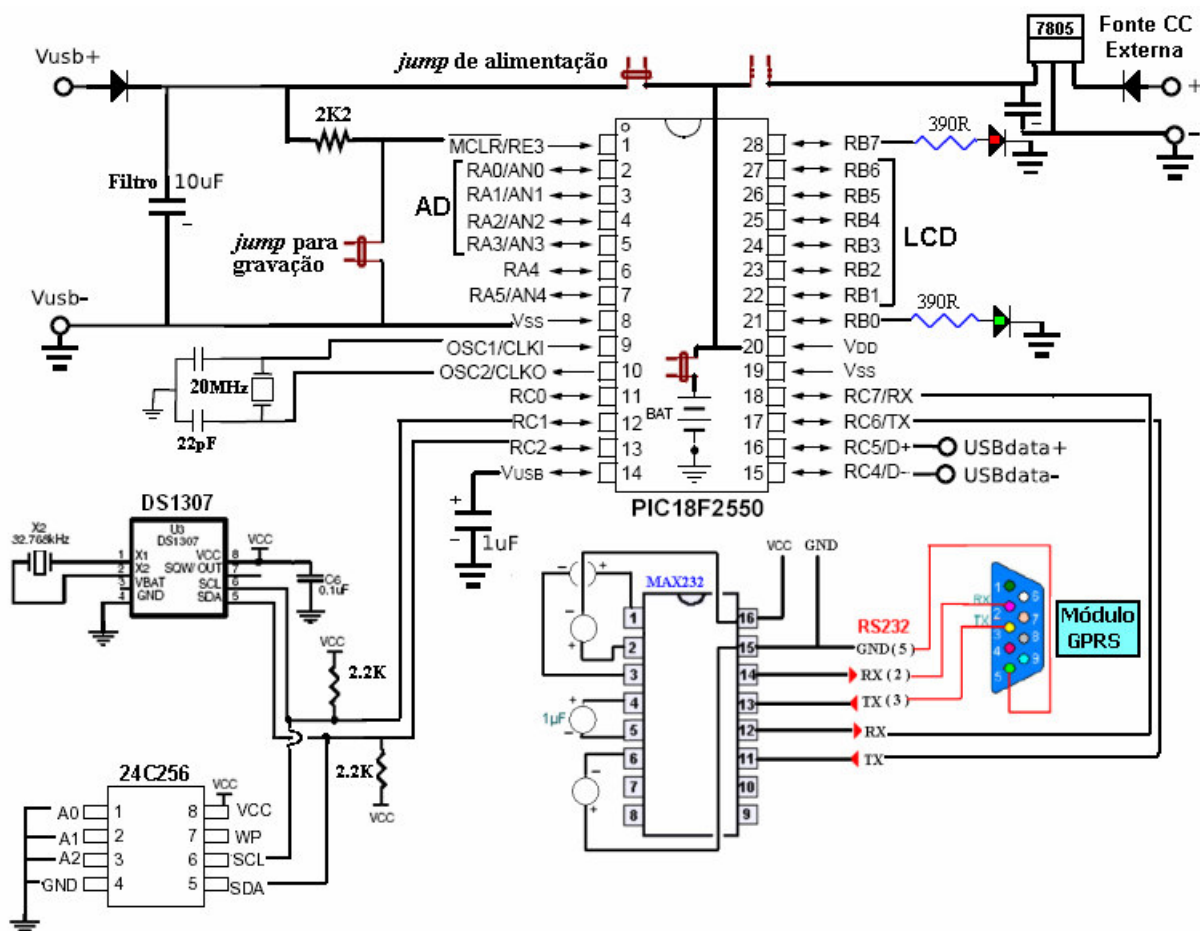


Figura 2 – Principais componentes da placa de aquisição e transmissão de dados GSM

A figura 3 abaixo mostra a placa modular para aquisição e transmissão pelo canal serial RS-232. Todos os componentes são de baixo custo o que representa uma vantagem em relação aos sistemas de aquisição e transmissão convencionais.

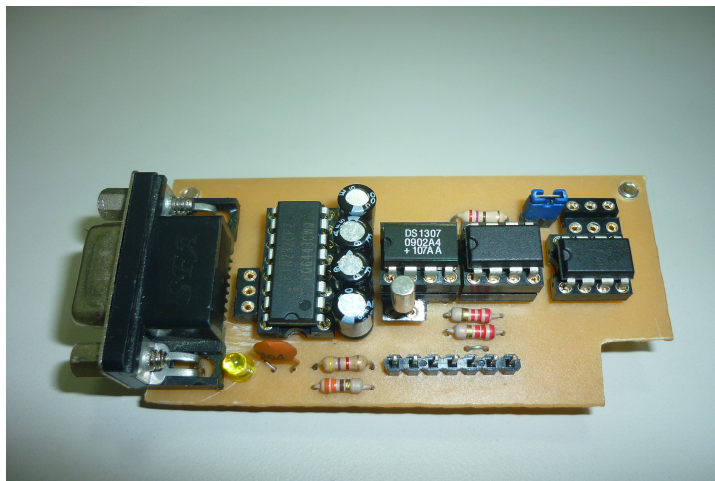


Figura 3 – Circuito de aquisição de dados (Datalogger)

O módulo TC65 da Siemens é baseado em um processador ARM com acesso a rede GPRS e permite o desenvolvimento de aplicações em Java (J2ME) para acesso a rede GPRS e também a comunicação com periféricos e outros módulos. O módulo TC-65 utilizado é mostrado na figura abaixo



Figura 4 - Módulo GSM TC-65 com antena, porta para Chip GSM e cabo serial para comunicação com microcontrolador

Um dos principais objetivos da escolha deste módulo foi diminuir o tempo de desenvolvimento. Contando com o suporte a Java do módulo TC65 reduz custos, além de não ser necessário o uso de um controlador, memória e pilha TCP/IP externos, com isso toda a aplicação de transmissão pode ser gerenciada através do processador do próprio módulo, além desta facilidade segue abaixo uma lista resumida das características do TC65:

- Suporte a Java. IMP 2.0;
- GSM quad-band (850/900/1800/1900 MHz);
- GPRS Classe 12;
- Processador ARM7;
- Memória flash de 1,7 MB e memória RAM de 400 KB;
- Pilha TCP/IP integrada;
- Transferência segura de dados via OTA;
- Temperatura de operação estendida;
- Livre de chumbo.

3 APLICAÇÃO NO SISTEMA FOTOVOLTAICO

O sistema de bombeamento fotovoltaico de água foi escolhido como carga, principalmente porque é uma das tecnologias mais aplicadas nas regiões remotas do semi-árido nordestino, porque possuem um abundante potencial de radiação solar e baixo grau de eletrificação.

O sistema de bombeamento fotovoltaico é composto por quatro tanques de armazenamento de água, dois motores-bomba controlados por sensores de nível (chave-bóia) e acionados por energia proveniente do sol captada por cinco módulos fotovoltaicos, mostrados na Figura 2, com potência nominal de 87Wp dispostos em paralelo com capacidade suficiente de suprir as bombas durante as horas de sol pleno (Jucá, 2004).

Para minimizar ruídos, foram utilizados cabos com comprimento máximo de um metro. Os dispositivos eletrônicos foram acondicionados em caixas plásticas e mantidos à sombra para evitar a influência da variação térmica.



Figura 5 - Módulos fotovoltaicos do Laboratório de Energias Alternativas (LEA) da UFC

A planta de bombeamento fotovoltaico considerada para a instalação do sistema de monitoramento e aquisição de dados foi obtida a partir de uma planta de dessalinização por osmose reversa, mostrada na Figura 6.



Figura 6 - Planta de bombeamento fotovoltaico

No prosseguimento dessa pesquisa, pretende-se instalar o sistema de aquisição, supervisão e transmissão de dados em uma planta de bombeamento de água com energia proveniente de um gerador eólico, como também analisar e monitorar a eficiência energética da planta de bombeamento e do gerador eólico.

Devido à natureza descentralizada de geração elétrica a partir de fontes renováveis de energia e da necessidade de integração dos dados e monitoramento em tempo real do processo de geração, esse artigo visa também implementar um sistema eficaz de transmissão de dados GSM/GPRS para conferir maior confiabilidade e menor interferência ao dado transmitido, e permite a comparação e a análise da eficiência energética de diferentes fontes de geração instaladas em locais remotos. Dessa forma, os dados podem ser coletados no local via USB ou em locais remotos via GPRS para serem armazenados em um banco de dados possibilitando a análise em forma gráfica ou textual.

Tendo em vista que o Nordeste é a região do Brasil com um dos maiores potenciais eólico e solar para a geração de energia elétrica, a pesquisa de técnicas de sensoriamento e aquisição de dados meteorológicos e de variáveis aplicadas nessas fontes renováveis de energia. Dessa forma, se faz necessário desenvolver e aprimorar técnicas de medição, aquisição e transmissão de dados para transmissão de dados em locais remotos. Além disso, esse projeto visa desenvolver sistemas de aquisição e transmissão de dados financeiramente viáveis para possibilitar a difusão dessas técnicas e a obtenção de banco de dados relativos aos processos de geração de energias renováveis na região Nordeste do Brasil.

4 RESULTADOS DA APLICAÇÃO DO SISTEMA EÓLICO

Como exemplo de aquisição e supervisão de dados foram coletados na planta de energia eólica dados dos sensores de vazão, velocidade do vento e tensão do motor. O banco de dados é composto de duas tabelas com 45 colunas e 144 linhas. A amostragem de coleta de dados de supervisão é a cada 10 minutos, armazenando 144 valores por dia. O número máximo foi definido como 45 dias sendo reiniciado com comandos SQL, que podem ser digitados diretamente no sistema de supervisão. Novas variáveis podem ser adicionadas a partir da criação de novas tabelas no banco de dados, permitindo total flexibilidade para instalação de novos sensores para supervisão da planta de bombeamento eólico. Os principais dispositivos da planta foram representados na tela principal do sistema de supervisão mostrado na figura 7.

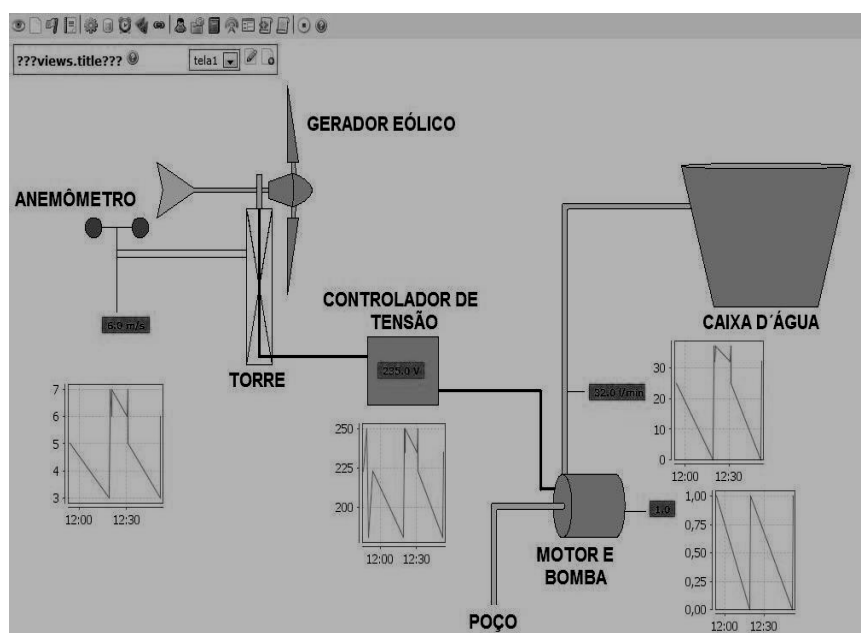


Figura 7 – Tela do sistema de supervisão e coleta de dados através de programa de código aberto

Após a gravação dos dados dos sensores no servidor de banco de dados os valores são transferidos para arquivos individuais. Os dados coletados constituem o material de análise da eficiência energética do sistema e de parâmetros de manutenção da planta como horas paradas devido à ocorrência de manutenção. Uma amostra dos valores de velocidade de vento da instalação de bombeamento eólico é mostrada na figura 8.

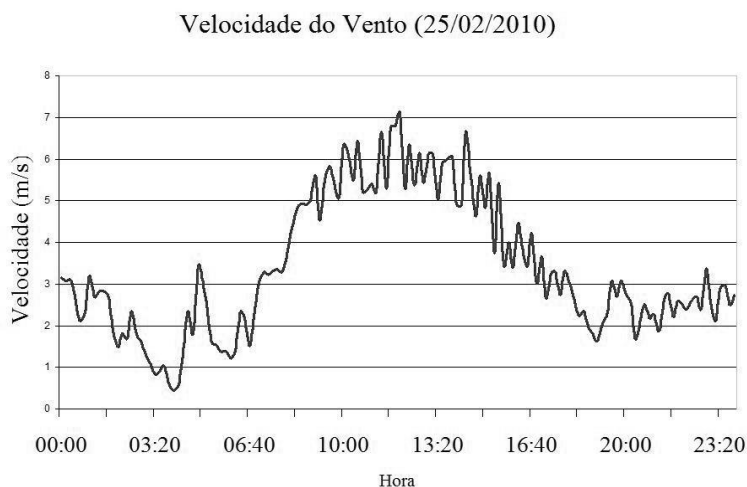


Figura 8 – Tela do sistema de supervisão e coleta de dados através de programa de código aberto

5 CONCLUSÕES

O sistema de monitoramento e aquisição de dados, desenvolvido no presente artigo para plantas de energia alternativa mostrou-se eficaz devido aos resultados durante a operação da planta, apresentando um comportamento de acordo com o projeto. Entre as principais características, destacam-se o armazenamento de dados relacionados com a data e o horário da leitura em uma memória não volátil, a possibilidade da utilização da comunicação via serial no padrão EIA/RS-485 para aplicações em redes industriais e com controladores lógico-programáveis, além da comunicação no padrão EIA/RS-232, que pode ser utilizada como interface para módulos GSM/GPRS para transmissão dos dados em rede sem fio.

A configuração e gravação das memórias do sistema de aquisição de dados, entre elas, a RAM do microcontrolador, a RAM do relógio em tempo real (RTC), a EEPROM interna e a EEPROM externa foram testadas através de comandos simples pela USB através da emulação de uma COM virtual serial e não apresentaram erros. Além disso, a memória de programa do microcontrolador apresentou a facilidade de gravação de forma simples e direta pela USB. Uma das grandes vantagens deste sistema, além da eficácia e confiabilidade, está na utilização de componentes de custo relativamente baixo e de fácil disponibilidade no mercado brasileiro.

O modelo de monitoramento e aquisição de dados proposto no presente artigo pode ser expandido para registrar dados de outros tipos de sensores analógicos ou digitais, bem como de outras plantas de bombeamento de água acionadas por gerador eólico que necessitem de supervisão em tempo real para garantir a total eficiência e a supervisão do sistema.

REFERÊNCIAS

- BLAESSER, G. **PV system measurements and monitoring: the European experience**. Solar Energy Mater. Solar Cells 47 pp. 167–176. 1997.
- CARVALHO, P. C. M., et al. **The Brazilian experience with a photovoltaic powered reverse osmosis plant, Progress in Photovoltaics: Research and Applications**, vol. 12, n. 5, 2004.
- GRUPO SANUSB. Arquivos do Grupo SanUSB. Disponível em: <<http://www.tinyurl.com/SanUSB>>. Acesso em: 15 de jan. 2010.
- JUCÁ, S. C. S., **Comparação de métodos de dimensionamento de sistemas fotovoltaicos autônomos: Aplicação a uma unidade de eletrodiálise**. (Dissertação de Mestrado), UFC-CT-DEE, 2004.
- LOPES, W.L. **Sistema de telemetria e automação remota utilizando a rede GSM/GPRS**. Monografia de conclusão de curso de ciências da computação. Gravataí, 2008.
- RUFINO, Nelson Murilo de Oliveira. **Segurança em Redes sem Fio**. São Paulo: Novatec, 2005.
- SIEGMUND, M. Redl; MATTHIAS, K. Weber. **An Introduction to GSM**. Artech House, Mar. 1995.
- WESOLOWSKI, K. **Mobile Communication Systems**. England: Wiley, 2002.