



Artigo disponibilizado *online*

Revista Ilha Digital

Endereço eletrônico:
<http://ilhadigital.florianopolis.ifsc.edu.br/>



INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

PLATAFORMA DE TELEMETRIA E CONTROLE POR TELEFONIA MÓVEL

Mayara de Sousa¹, Rodrigo Belisário Ramos², Leandro Schwarz³

Resumo: Os sistemas embarcados atuais caracterizam-se pela ampla capacidade de intercomunicação. Dentre as aplicações de comunicação de dados que têm gerado maiores demandas, enquadram-se os sistemas de medição à distância, ou telemetria. Dessa forma, um sistema computacional embarcado que possibilite a leitura de grandezas físicas e sua transmissão a uma central apresenta grande utilidade a várias aplicações tecnológicas práticas. Este trabalho visa o desenvolvimento de uma plataforma de telemetria, utilizando telefonia móvel, servindo de base para o desenvolvimento de diferentes aplicações. Uma característica importante para a plataforma é a sua generalidade, de modo a possibilitar o rápido desenvolvimento de soluções que exijam sensoriamento, processamento, atuação e transmissão dos dados em ambientes remotos. O projeto da plataforma foi dividido em três vertentes: o sistema de controle, o sistema de aquisição de dados e o sistema de comunicação; que foram integrados em dois módulos: o módulo de telemetria e o módulo da aplicação. Os módulos foram desenvolvidos, testados e validados em campo mediante medição da temperatura de uma sala-cofre de servidores de rede.

Palavras-chave: Telemetria. GPRS. GSM

Abstract: *Modern embedded systems are characterized by large intercommunication capacity. Systems able to remotely measure physical parameters are among the data communication applications that have generated higher demands. Thus, an embedded computer system that allows the reading of physical quantities and their transmission to a central presents useful technological applications. This work aims developing a platform using wireless telemetry, which can also be the basis for the development of different applications. An important feature of the platform is its generality, aiming the rapid development of solutions that require sensing, processing, and performance data transmission in remote environments. The design of the platform was divided in three parts: the control system, the data acquisition system and the communication system, which have been integrated into two modules: the telemetry module and the application module. The modules were developed, tested and field validated by measuring the temperature of a network server safe-room.*

Keywords: *Telemetry. GPRS. GSM.*

¹ Tecnóloga em Sistemas Eletrônicos pelo *campus* Florianópolis do IFSC <mayara@ifsc.edu.br>.

² Acadêmico do Curso Superior de Tecnologia em Sistemas Eletrônicos do *campus* Florianópolis do IFSC <rodbelisario@gmail.com >

³ Professor do Departamento Acadêmico de Eletrônica (DAELN), *campus* Florianópolis, IFSC <schwarz@ifsc.edu.br>.

1. INTRODUÇÃO

Sistemas embarcados modernos não são mais equipamentos isolados, mas equipamentos que trocam informações por um canal de dados, como a rede de telefonia móvel. Dentre as várias formas de uso do canal de dados, as aplicações que têm gerado uma larga demanda são os sistemas de medição à distância, ou telemetria. Rastreamento de veículos, monitoração de sinais corporais, e medições

recorrentes em lugares de difícil acesso são exemplos da grande variedade de aplicações práticas possíveis para telemetria. Quando o sistema permite, além de medição, também a atuação remota sobre o ambiente, pode-se denominá-los como telecontrole (HOEPPNER; DORF, 2000).

Dessa forma, um sistema computacional embarcado que possibilite a leitura de grandezas físicas e sua transmissão sem fio até uma central onde os dados serão tratados e que também seja

capaz de modificar (atuar sobre) o ambiente é de grande utilidade a várias aplicações tecnológicas práticas. Áreas estratégicas numa empresa, como logística e apoio à tomada de decisões podem-se beneficiar muito de dados coletados remotamente e também da atuação sobre seus sistemas.

Assim, podem-se citar como principais motivações a melhoria da qualidade de serviços e previsibilidade do sistema monitorado. Com os dados coletados à distância e entregues na central, pode haver um processamento mais inteligente do que seria possível apenas com o sistema embarcado, permitindo uma gestão pró-ativa e a criação de uma base de informações para embasar a tomada de decisões. Além disso, essa análise de dados pode criar soluções rápidas que agregariam confiança e precisão ao sistema monitorado. O projeto de uma plataforma de telemetria sem fio proporciona a criação de uma pré-estrutura que pode adequar-se aos mais diversos cenários, aumentando o ritmo do desenvolvimento e garantindo um ponto de partida sólido.

1.1. Objetivo

O objetivo deste trabalho é desenvolver uma plataforma de telecontrole com telefonia móvel pretende ser base para o desenvolvimento de diferentes aplicações envolvendo telemetria, controle e comunicação de dados.

Entre as principais características que se pretende desenvolver neste projeto e que o distinguem de outras soluções similares, estão a modularidade do *hardware*, o projeto para integração elétrica e o baixo consumo de energia. Outra grande vantagem do sistema proposto envolve a possibilidade do microcontrolador ser usado como arquitetura da aplicação final ou simplesmente como escravo de outro microcontrolador com a aplicação final, permitindo que diferentes famílias de microcontroladores possam utilizar essa plataforma.

1.2. Objetivos específicos

De modo a vislumbrar o objetivo geral, foram elencados os seguintes objetivos específicos:

- desenvolver um módulo de telemetria GPRS;
- desenvolver um módulo da aplicação para medição da temperatura da sala-cofre de servidores de rede;
- promover a integração dos módulos para transmissão da temperatura por meio da rede de telefonia móvel;
- monitorar a temperatura da sala a cada 15min;

- notificar por meio de SMS quando a temperatura estiver acima do valor máximo estabelecido.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Telemetria

Telemetria é a medição ou coleta remota de grandezas físicas, ambientais ou biológicas. Ela é tipicamente aplicada no recolhimento de dados em lugares de difícil acesso ou quando a coleta implica algum risco para o ser humano. Na telemetria, os instrumentos especializados executam as medidas dos dados e transmitem o sinal resultante algumas vezes, após processar ou converter as grandezas capturadas (HOEPPNER; DORF, 2000). Embora a telemetria seja definida geralmente como medição a distância, gradualmente foram incorporados conceitos de controle a distância (telecontrole). O canal de transmissão dos dados medidos, que antes servia apenas para a leitura de um valor, pode ser usado para enviar comandos para ativar, parar, ou de outra maneira, regular um processo (VISSOTTO, 2006). Entre as várias formas de transmissão dos dados, tem-se destacado a rede de telefonia móvel, por sua largura de banda, velocidade, alcance global, disponibilidade e mobilidade.

Para redes de telefonia móvel, a comunicação por comutação de pacotes é uma evolução na transferência de dados. Na comutação de pacotes, a informação é fragmentada e enviada pela rede. Cada fragmento (pacote) pode tomar um caminho diferente, sendo agrupados e ordenados no destino. Dessa forma, o usuário ocupa o meio de transmissão somente enquanto está enviando ou recebendo os pacotes. Isso possibilita que vários usuários possam compartilhar o meio de comunicação, permitindo um melhor aproveitamento da rede e um custo menor, já que a tarifação é feita sobre cada pacote transmitido (UCEL, 2011) (TANENBAUM, 2000).

2.2. GSM/GPRS

Existem diferentes padrões de comunicação celular das gerações 2G e 3G, como TDMA, D-AMPS, CMDA, 1xEV-DO e GSM (DOWNES, 2006) (UCEL, 2011). O GSM foi um padrão desenvolvido na Europa para substituir os diferentes padrões analógicos utilizados pelos países europeus, e é o padrão de telefonia móvel que mais cresce no Brasil e no mundo. São mais de 400 operadoras em 160 países, abrangendo dois terços dos usuários de telefones móveis do mundo. Foi introduzido no Brasil em 2002 e, hoje está presente em todos os estados brasileiros. Uma tecnologia utilizada com GSM e que funciona por comutação de pacotes é o GPRS. As redes GPRS são voltadas para a comunicação móvel, com taxas de transferência

teóricas de até 171,2 kbps. Para aplicações que necessitam de uma taxa maior de transferência de dados, uma opção é a tecnologia EDGE que representa a evolução do GSM/GPRS rumo à terceira geração. Uma vantagem da tecnologia GSM é o SIM card. Essa tecnologia cria uma enorme flexibilidade, pois não é o equipamento que é habilitado com uma linha telefônica, mas é o SIM card que recebe os dados. Assim, se houver necessidade de troca de operadora com planos mais vantajosos, apenas é necessário trocar o SIM card. Este projeto de inovação tecnológica utilizará comunicação de dados por rede de telefonia móvel com GSM e GPRS.

2.3. Microcontroladores

Microcontroladores são dispositivos de controle e processamento de dados digitais normalmente utilizados em sistemas embarcados por apresentar boa relação simplicidade de trabalho versus poder de processamento.

Os microcontroladores estão disponíveis em várias arquiteturas distintas, sendo que cada uma se propõe a atuar em um nicho de mercado, agregando funções específicas, como conversores analógico-digital (A/D) e digital-analógicos (D/A), PWM e sistemas de comunicação específicos, entre outras. Os microcontroladores podem ser de 8, 16 ou 32 bits, com custos e poder de processamento diferentes. A família de microcontroladores AVR 8-bits da ATMEL foi escolhida por possuir microcontroladores que suprem as necessidades de processamento e interface do projeto, pela escalabilidade, eficiência da arquitetura e existência de boas ferramentas de desenvolvimento.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Visando a concepção de uma plataforma genérica embarcada de telemetria e de controle que utilize tecnologia de redes sem fio, o sistema foi projetado para possibilitar o rápido desenvolvimento de soluções que exijam sensoriamento, processamento, atuação e transmissão dos dados em ambientes remotos.

O *hardware* definido para a plataforma de telemetria sem fio pode ser dividido em três grandes partes:

- sistema de controle;
- sistema de aquisição de dados;
- sistema de comunicação.

Para o sistema de controle será utilizado o microcontrolador ATmega328P da família AVR 8-bits.

O sistema de aquisição de dados utilizará o sensor de temperatura LM35. Esse componente possui uma saída de tensão proporcional à

temperatura. Essa tensão de saída pode ser lida diretamente pela entrada analógica, entretanto, normalmente é utilizado um circuito amplificador para garantir que as variações da tensão utilizem toda a faixa suportada pelo conversor analógico/digital.

O sistema de comunicação dos dados será implementado utilizando-se um módulo de comunicação GPRS SIM900.

O projeto foi dividido em seis etapas, que serão descritas na sequência.

3.1. Revisão bibliográfica

Nesta etapa, foi realizado o estudo dos conceitos e tecnologias utilizados, que incluíram aspectos de *hardware* (sensores, módulo de comunicação, microcontrolador) e de *software* (engenharia de *software*, reusabilidade, desenvolvimento orientado a objetos, comunicação de dados).

3.2. Análise de requisitos

A etapa de análise de requisitos visou estudar as características necessárias e desejáveis de *software* e *hardware*, com a especificação completa das características da plataforma embarcada que permitam sua utilização em diferentes domínios e aplicações, incluindo aspectos de consumo de energia, dimensões físicas, interconexão elétrica, reusabilidade e configurabilidade do *software*, funcionalidade e tolerância a falhas na comunicação.

3.3. Análise de projeto do *software*

A análise e o projeto do *software* embarcado foram feitos juntamente com a especificação da estrutura do *software*, da divisão de responsabilidades, da interação temporal, e dos processos. Essa análise foi feita utilizando-se técnicas e ferramentas computacionais de engenharia de *software*.

3.4. Projeto lógico e físico da plataforma

O projeto lógico e físico da plataforma de *hardware* foi feito por meio do desenvolvimento de diagramas esquemáticos e programação dos dispositivos, com testes em simulação computacional.

3.5. Projeto do *software* embarcado

Na sequência, o *software* embarcado foi projetado e programado. Essa etapa foi feita utilizando-se os *softwares* de programação disponíveis para o ATmega328P. A simulação da plataforma foi realizada, entretanto, a comunicação por telefonia móvel não pode ser testada dessa forma.

3.6. Testes da plataforma integrada

A integração e os testes do sistema embarcado final sobre o protótipo físico, com testes que incluem principalmente a comunicação de dados, tolerância a falhas na comunicação e recebimento de configurações e sinais remotos de controle foram realizados depois de finalizados os testes individuais do *software* e do *hardware*.

4. RESULTADOS

A plataforma é composta por dois módulos: módulo de telemetria e módulo da aplicação. O módulo de telemetria se comunica com o módulo de aplicação por meio do protocolo I2C para solicitar se há informações a serem transmitidas ou comandos de configuração do sistema. Os dados transmitidos pelo módulo da aplicação são enviados pela rede GPRS para celulares (via mensagem de texto) ou para computadores (por meio de sockets).

O diagrama de blocos ilustrando o funcionamento do projeto é apresentado na Figura 1.

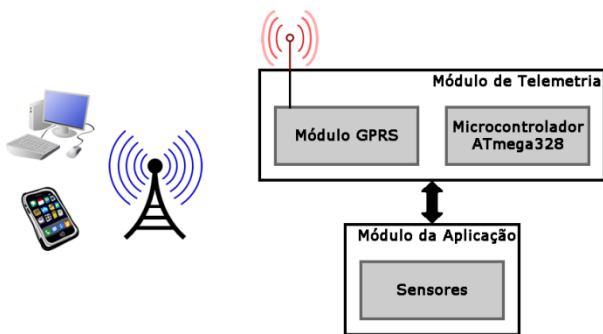


FIGURA 1 – Diagrama de blocos da plataforma de telemetria.

O módulo de telemetria foi desenvolvido mediante a programação do módulo IComSat da ITEAD STUDIOS. O módulo utilizado é apresentado na Figura 2.

O módulo de comunicação IComSat se comunica com o microcontrolador via comunicação USART. Os dados são enviados pelo microcontrolador por comandos AT que configuram o envio da informação pela rede GPRS. A cada comando bem sucedido, o módulo responde, afirmativamente numa espécie de handshaking. Desta forma, uma máquina de estados pode se encarregar de montar uma mensagem de texto ou empacotar os dados para transmissão a um banco de dados em um servidor pela Internet.

O módulo da aplicação é feito baseado nas características individuais de programação e funcionamento de cada aplicação. Para este projeto, foi desenvolvido um módulo que adquirisse a temperatura ambiente de salas-cofre de servidores de rede e a transmitisse ao módulo de telemetria.

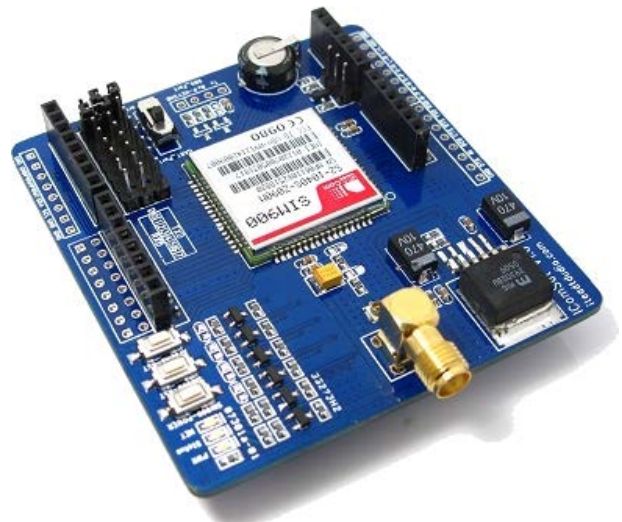


FIGURA 2 – Módulo de comunicação GPRS IComSat (ITEAD STUDIO, 2011).

O módulo de aplicação desenvolvido é apresentado na Figura 3.

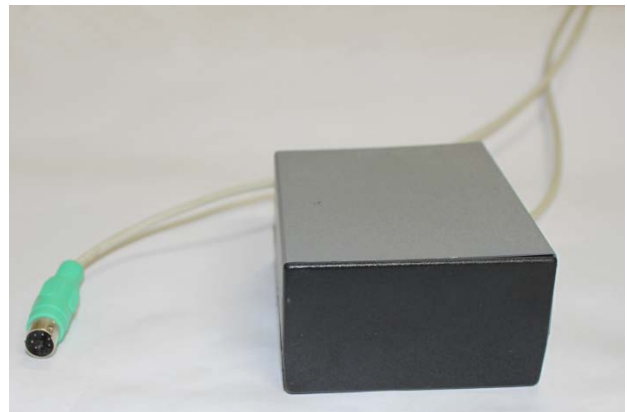


FIGURA 3 – Módulo de aplicação para medição de temperatura de salas-cofre de servidores de rede.

Depois de finalizada a parte de ensaios em bancada, o protótipo foi utilizado em uma sala-cofre para monitoramento da temperatura ambiente. A plataforma foi configurada para enviar, a cada 15 minutos, a informação referente à máxima temperatura da sala em cada período. As mensagens foram recebidas em um aparelho celular comprovando o pleno funcionamento da plataforma.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto foi desenvolvido utilizando-se a metodologia de projeto, simulação, montagem e teste dos blocos, numa primeira etapa, individualmente, e na sequência, foi realizada a integração dos mesmos, formando a plataforma de telemetria.

Logo após o término da etapa de teste e depuração, a plataforma de telemetria foi ensaiada em campo, demonstrando, assim, a validade do sistema.

O projeto mostrou-se modular, pois o controle da comunicação é realizado pelo módulo de telemetria, enquanto que diversos módulos de aplicações distintos podem ser utilizados na condição de escravos da mesma.

A metodologia aplicada neste projeto mostrou-se adequada, pois possibilitou o teste e a integração de todas as etapas de forma rápida e segura.

REFERÊNCIAS

- DOWNES, R. *Importance of roaming to the growth of convergent systems in Latin America*. **Latin America Connect-World ICT magazine**, 3th ed. 2006.
- HOEPPNER, C. H.; DORF, R. C. *The electrical engineering handbook - telemetry*. USA: CRC-Press, 2000. pg 1737-1748.
- ITEAD STUDIO. Disponível em <<http://iteadstudio.com/product/icomsat-upgrade-to-v1-1/>>. Acessado em 10 set. 2011.
- TANENBAUM, A. S. **Redes de computadores**. Rio de Janeiro: Campus, 4.ed, 2000. pg 156-180.
- UCEL - Universo Celular. **Transmissão de dados**. Disponível em <<http://www.ucel.com.br/dados.asp>>. Acessado em: 13/02/2012.
- VISSOTO, D. **Transmissão de dados via telemetria: uma opção de comunicação remota**. São Paulo. Relatório técnico, 2000.