

Monitoramento online do consumo de energia elétrica utilizando Raspberry Pi

Gilliard F. da Silva¹, Sandro C. S. Jucá¹

¹Eixo de Computação – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) CEP 61939-140 – Campus Maracanaú – CE – Brasil

gil.palmeiras@hotmail.com, sandrojuca@gmail.com

Abstract. *Embedded computing systems are increasingly present in people's daily lives due, mainly, to the cheapness of electronic components. This type of system is dedicated to specific tasks and allows the creation of several solutions for the most varied applications. An example of application using embedded systems is presented in this article, where the system as a whole is responsible for monitoring the electrical energy consumption of domestic electrical appliances. This will allow us to see how much a particular circuit is consuming, in real time, any device on the network with a web browser.*

Resumo. *Sistemas embarcados computacionais estão cada vez mais presentes no cotidiano das pessoas devido, principalmente, ao barateamento dos componentes eletrônicos. Esse tipo de sistema é dedicado a tarefas específicas e permite a criação de diversas soluções para as mais variadas aplicações. Um projeto utilizando sistemas embarcados é proposto neste artigo. O sistema é responsável por monitorar o consumo de energia elétrica de aparelhos eletrodomésticos. Assim, é possível quantificar o consumo em tempo real, de qualquer dispositivo na rede elétrica a partir de um navegador da web.*

1. Introdução

A maioria dos processadores hoje fabricados são utilizados em sistemas embarcados [David 2000]. Com o avanço tecnológico e o barateamento dos componentes eletrônicos é possível, atualmente, criar sistemas capazes de realizar diversas tarefas, simples ou complexas. Um sistema de automação residencial é composto de uma rede de comunicação que permite a interconexão de uma série de dispositivos, equipamentos e outros sistemas, com o objetivo de obter informações sobre o ambiente residencial a fim de supervisioná-lo ou gerenciá-lo, tornando assim o consumo de energia mais eficiente e consciente [Luiz e Domingues, 2004].

Devido à crise hídrica que o Brasil enfrenta, em que os reservatórios das hidrelétricas apresentam níveis críticos e as termelétricas estão sendo acionadas com mais frequência, a grande preocupação se torna então, em relação ao consumo de cada dispositivo, que reflete na conta de energia elétrica. Entre 2014 e 2017, a tarifa média dos consumidores residenciais acumulou alta média de 31,5% no país e a estimativa é de que, ao final de 2018, o aumento acumulado chegue a 44%, segundo um

levantamento da Associação Brasileira de Grandes Consumidores Industriais de Energia e de Consumidores Livres (Abrace).

Este trabalho desenvolve um sistema simples, de baixo custo, que permite monitorar o consumo de um determinado aparelho elétrico visando fornecer informações para proporcionar economia de energia. Com os dados de consumo, além de identificar os dispositivos com mais alto consumo de energia elétrica, podem-se tomar algumas medidas para economia, como, por exemplo: reduzir tempo de funcionamento de um determinado dispositivo em uso excessivo ou substituir um equipamento antigo por um mais moderno e econômico.

2. Materiais e Métodos

O projeto desenvolvido no projeto utiliza o sistema embarcado Linux baseado no *Raspberry Pi (RPI)*, considerado o menor computador do mundo por possuir o tamanho de um cartão de crédito, conexões USB para conectar o teclado e o mouse utilizado em computadores de mesa. É possível conectá-lo a TVs com saída RCA ou HDMI, como pode ser visto na Figura 1 juntamente com a descrição das demais conexões. Além destas vantagens, pode-se destacar o baixo custo do hardware e o custo zero do software embarcado, baseado em Linux. *RPI* dispõe também de portas de entrada e saída (GPIO, do inglês, *General Purpose Input/Output*), sendo um complemento fundamental para projetos que requerem acionamento de dispositivos externos, como é o caso da automação residencial. Nesta interface pode ser conectado qualquer dispositivo externo para expansão, por exemplo: sensores digitais, atuadores, equipamentos com interface de comunicação serial, displays e conversores analógico-digitais (A/D).

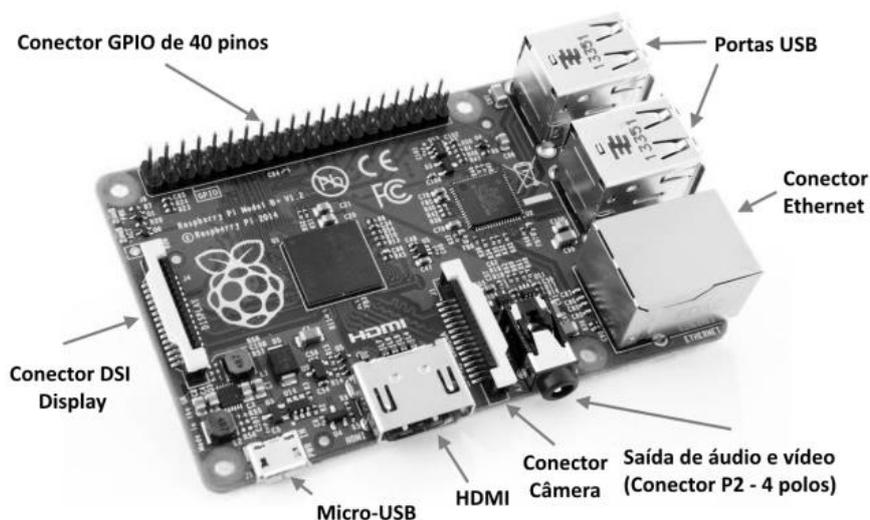


Figura 1. *Raspberry Pi*.

Dentre os sistemas operacionais para *RPI*, o mais utilizado é o *Raspbian*, baseado em Debian Linux (necessário cartão SD de 4 GB). O cartão SD funciona como disco rígido, armazenando o sistema operacional e pode ser utilizado para armazenamento de dados em projetos de eletrônica, robótica e computação. O *Raspbian* é um sistema operacional leve, pois consiste de uma versão compacta do Linux. É

possível executar pequenos programas escritos, por exemplo, nas linguagens C, Python, JavaScript e PHP.

A ferramenta utilizada para o sistema embarcado desenvolvido consiste na placa SanUSB, baseada no microcontrolador PIC18F2550, apresentado na Figura 2. É um sistema computacional completo, no qual estão incluídos internamente, uma CPU (*Central Processor Unit*), memórias RAM (dados), *flash* (programa) e E2PROM, pinos de I/O (*Input/Output*), além de outros periféricos internos, tais como, osciladores, canal USB, interface serial assíncrona USART, módulos de temporização e conversores A/D, entre outros, integrados em um mesmo componente (chip).

Segundo Pereira (2003, p. 34) este dispositivo é amplamente usado em automação industrial, residencial e predial, eletrodomésticos, brinquedos eletrônicos e em qualquer situação em que seja necessário o controle de um dispositivo de sinais eletrônicos. O microcontrolador é capaz de coletar dados dos sensores a ele conectados através de seus pinos de I/O que fazem interface com os dispositivos externos. Os pinos com conversores A/D têm a capacidade de converter valores analógicos em digitais. Logo, a aplicação deste no presente projeto é a conversão do sinal analógico enviado pelo sensor de corrente em sinal digital recebido pelo *RPI*.

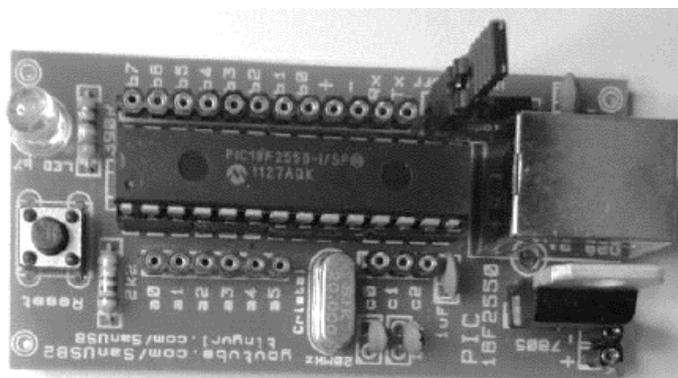


Figura 2. Ferramenta SanUSB baseada em PIC18F2550.

Para medir a energia consumida pelo equipamento em uso, é necessário saber o valor da potência dissipada em Watts, que é o valor do produto da corrente medida (A) pela tensão (V), ($W = A * V$). Usando a tensão (V) do Ceará como constante (220 V), é necessário o valor da corrente (A). Para isso é utilizado o sensor de corrente não invasivo 20A SCT-013, apresentado na Figura 3. Para medir a corrente não precisa efetuar nenhuma alteração no aparelho ou circuito elétrico que se deseja medir. Precisa apenas abrir “a garra” do sensor SCT013 e envolver no cabo de alimentação para poder realizar a medição corretamente. Esse sensor é ideal, pois compreende os limites de corrente encontrados em tomadas domésticas e não necessita cortar o cabo.



Figura 3. Sensor de Corrente SCT013.

Com o valor da potência média, pode-se calcular o consumo energético de um aparelho, pois basta multiplicar o consumo médio em kWh pelo valor da tarifa cobrada pela concessionária local. Nos testes efetuados, o cálculo do custo mensal foi realizado baseado no valor da tarifa da concessionária cearense, que é de R\$ 0,71504 (R\$/kWh).

3. Resultados

Em instantes predefinidos, os valores dos níveis de corrente são transmitidos do módulo sensor de corrente para o microcontrolador, que possui um firmware em execução contínua que envia esses valores para o computador através do pino TX. Um programa em execução no computador gerencia o recebimento desses valores e se responsabiliza por registrar os valores em um banco de dados hospedado na nuvem. MySQL é o banco de dados utilizado, na tabela do banco de dados constam os seguintes campos: data/hora do registro e o nível do sensor. Os valores são registrados a cada cinco segundos para se ter, no final, um resultado mais preciso.

É necessário utilizar uma biblioteca desenvolvida em C, chamada "*wiringPi*", para o acesso das portas GPIO do computador. Não é preciso utilizar um loop interno na execução do programa no computador, para enviar constantemente os valores para o banco, utiliza-se a técnica oferecida pelo *Crontab*, aplicação do Linux capaz de agendar a execução de tarefas neste sistema operacional.

Os valores do consumo são exibidos em tempo real, em um sistema web desenvolvido e armazenado em nuvem que gerencia e apresenta os valores armazenados no banco de dados. Esse sistema web apresenta os valores inferidos a partir do sensor, como apresentados na tela inicial exibida na Figura 4. O Framework Laravel foi escolhido para esse projeto por facilitar o desenvolvimento web e por utilizar a linguagem PHP, que oferece melhores recursos para esse sistema web, juntamente com a linguagem de marcação HTML e os recursos oferecidos pelo CSS e JavaScript.



Figura 4. Página web

4. Conclusão

Neste trabalho, a integração dos recursos tecnológicos, principalmente eletrônica, *Linux* embarcado, comunicação e desenvolvimento de *software* possibilitam que o usuário possa ter conhecimento do consumo de energia de qualquer aparelho elétrico. Além disso, os dispositivos embarcados envolvidos possui um baixo custo, que o torna economicamente viável e apresenta um baixo consumo energético.

Além da integração das tecnologias, o objetivo principal da realização do trabalho é alcançado, pois o sistema retorna o consumo do aparelho. Apesar disso, a aplicação desenvolvida apresentou limitação. Essa limitação está relacionada em utilizar a potência real e para isso necessita de um sensor de tensão. Entretanto, os resultados foram satisfatórios, pois a variação da tensão acarreta uma pequena variação na medição de corrente.

Outro ponto importante a destacar, comparando com outros sistemas semelhantes, é que este persiste os dados em um banco de dados, podendo gerar gráficos ou recupera-los posteriormente.

Logo, percebe-se uma nova forma de acompanhar o consumo de energia em residências, de maneira simples, bastando que o sensor de corrente seja plugado a algum aparelho.

Referências

- Datasheet. (2014) “Datasheet: PIC18F2455/2550/4455/4550”. URL: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/39632e.pdf>.
- David Tennenhouse. Proactive computing. Communications of the ACM, 43(5):43-50, Maio 2000.
- Foundation, R. P. (2015) Raspberry Pi. Disponível em: <http://www.raspberrypi.org>.
- Filipeflop. (2017) “Medidor de corrente não invasivo com Arduino”. Disponível em: <https://www.filipeflop.com/blog/medidor-de-corrente-sct013-com-arduino>.
- Filipeflop. (2017) “Sensor de Corrente Não Invasivo 20A SCT-013”. Disponível em: <https://www.filipeflop.com/produto/sensor-de-corrente-nao-invasivo-20a-sct-013/>.
- Jucá, Sandro César Silveira. (2015) “Aplicações práticas de raspberry Pi com microcontroladores PIC”. Disponível em: <https://www.dropbox.com/s/nnsz110stn3h6g6/ApostilaRaspberryPi.c.pdf?dl=0>.
- Oliveira, A.S.; Andrade, F.S. Sistemas Embarcados – Hardware e Firmware na prática, 2. ed. Érica, 2006. 316 p.
- Sousa, D. R.; Souza, D. J.; Lavina, N. C.; Desbravando o Microcontrolador PIC18 - Recursos Avançados. 1. Ed. São Paulo: Érica, 2010. 336 p.
- WiringPi (2017) “Wiring Pi: GPIO Interface library for the Raspberry Pi”, <http://wiringpi.com>.