

MONITORAMENTO DE VARIÁVEIS EM UMA TOMADA DE USO GERAL – SMART TUG

LUIZ FERNANDO SOARES^{1*}, JONATHON BRANDT²
RONALDO ADRIANO GODINHO³, RICARDO BERTONCELLO⁴

¹ Tecnólogo, Acadêmico Engenharia Elétrica, FADEP, Pato Branco-PR, lfsnando@hotmail.com;

² Tecnólogo, Acadêmico Engenharia Elétrica, FADEP, Pato Branco-PR, jonathoon@live.com;

³ Acadêmico Engenharia Elétrica, FADEP, Pato Branco-PR, ronaldoadrianoeng@gmail.com;

⁴ Professor Engenharia Elétrica, FADEP, Pato Branco-PR, ricardo@fadep.br;

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2017
8 a 11 de agosto de 2017 – Belém-PA, Brasil

RESUMO: O projeto tem por objetivo desenvolver um circuito para leitura, monitoramento e cálculo do consumo de energia elétrica de equipamentos conectados a uma tomada de uso geral. O foco é mesclar baixo custo e minimização de tamanho físico do projeto, afim de ser embutido em tomadas já existentes nas residências. Outra preocupação é a de dar um aspecto de um produto comercializável e de fácil utilização ao protótipo, que seja atrativo aos olhos dos consumidores potenciais. O circuito foi desenvolvido e simulado no software Protheus[®] e, após validado, foi montado em uma placa de circuito impresso. Por fim, foram realizados testes para a validação do produto.

PALAVRAS-CHAVE: tomada inteligente, consumo de energia elétrica.

MONITORING VARIABLES IN A GENERAL PURPOSE OUTLET – SMART TUG

ABSTRACT: The project aims to develop a circuit for reading, monitoring and calculating the electrical energy consumption of equipment connected to a general purpose outlet. The focus is to merge low cost and minimize the physical size of the project, in order to be built into existing household sockets. Another concern is to give an aspect of a marketable and user-friendly product to the prototype, which is attractive in the eyes of potential consumers. The circuit was developed and simulated in the Protheus[®] software and, after being validated, was mounted on a printed circuit board. Finally, tests were carried out for the validation of the product.

KEYWORDS: smart tug, electric power consumption.

INTRODUÇÃO

A energia elétrica tornou-se algo fundamental e de custo elevado, mas necessária para o bem-estar dos seres humanos. Formas de otimizar a leitura e compreensão em relação a medição de consumo se mostram necessárias, tornando possível o acompanhamento por parte do consumidor final. A tomada inteligente apresenta o resultado das medições de uma maneira de fácil entendimento para o consumidor.

Os medidores eletromecânicos, geralmente instalados nos padrões de entrada de energia elétrica das unidades consumidoras, que apresentam somente o consumo acumulado de energia. A tomada inteligente se comunica, sem fios, com outro dispositivo conectado a um computador, onde é possível visualizar os valores obtidos, e também, controlar o fornecimento de energia na tomada na qual o equipamento está instalado.

O conceito deste projeto é de uma tomada inteligente, que nada mais é do que um dispositivo interno a uma tomada, utilizado para monitorar e até mesmo controlar tempo de uso e consumo de eletricidade, entre outras variáveis. O protótipo faz o monitoramento dos valores de corrente, tensão, bem como outras variáveis como tempo e valor de consumo de energia elétrica podendo, também, desligar a carga a ela conectada se ocorrer uma grande variação nos valores de tensão e corrente elétrica

do sistema. O usuário também poderá pré-selecionar um tempo para utilização da carga através da interface do software.

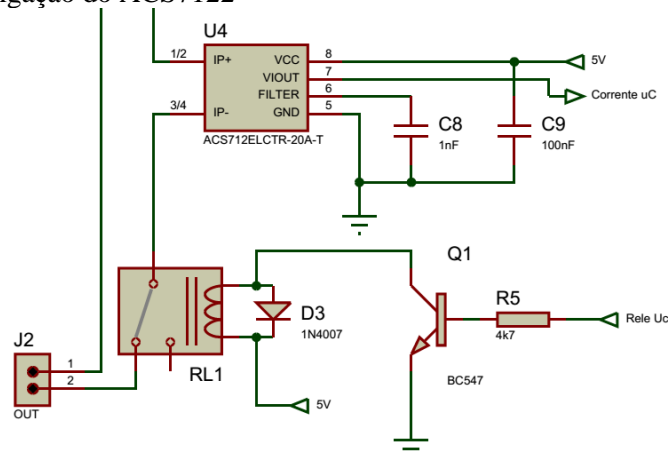
MATERIAIS E MÉTODOS

O projeto foi montado primeiramente utilizando o software Proteus® para simulação. Para simplificar o esquema elétrico do protótipo e melhorar a visualização de cada componente, dividiu-se o circuito do protótipo em partes, que serão explicadas nas subseções a seguir.

Sensor de corrente ACS712

Para a medição da corrente elétrica drenada pela carga, utilizou-se um sensor de corrente por efeito hall do modelo ACS712. O circuito de ligação do sensor pode ser visualizado na Figura 1.

Figura 1. Circuito de ligação do ACS712



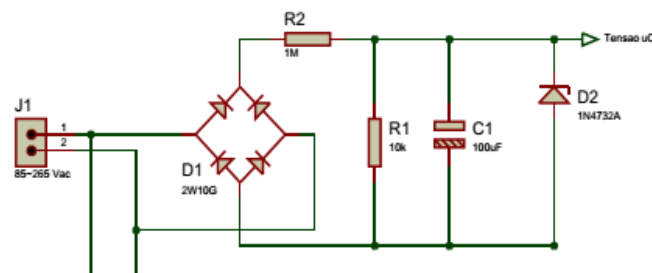
Após a corrente passar pelo sensor, a corrente flui através de um relé RL1 do tipo NF (Normalmente Fechado), que abrirá quando uma das condições de funcionamento for alcançada. Ou seja, quando o valor da corrente passar de um certo nível, por exemplo, conforme configuração do *firmware*, um comando vai ser enviado pelo microcontrolador fazendo com que o circuito abra, desligando o equipamento conectado à tomada. O circuito do sensor de corrente é alimentado com 5Vcc fornecidos por uma fonte de alimentação de 3W.

O RL1 na parte inferior da Figura 1, possui um diodo de roda livre D3, usado para evitar ruído de chaveamento e que a tensão na carga se torne instantaneamente negativa, devido à presença da indutância. Também foi utilizado um transistor Q1 para amplificar a corrente fornecida pelo pino do microcontrolador e, posteriormente, acionar o relé.

Medição de tensão

Na Figura 2 observa-se o esquemático do circuito usado para medição de tensão. A tensão de alimentação da rede é retificada por uma ponte retificadora D1, composta por diodos e um capacitor para reduzir a ondulação da tensão de saída da ponte retificadora, fornecendo uma tensão constante para a medição. Utilizou-se um diodo Zener D2 para melhorar a regulação da tensão que o microcontrolador recebe.

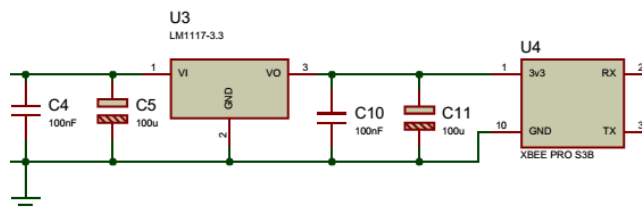
Figura 2. Circuito divisor de tensão



Módulo de transmissão Xbee

Para transmitir os dados sem a necessidade de fios e possibilitar o controle e monitoramento à distância, utilizou-se um módulo Xbee Pro 900HP S3B. O circuito de funcionamento pelo qual o módulo foi conectado ao microcontrolador é apresentado na Figura 3.

Figura 3. Circuito de ligação módulo ETRX357



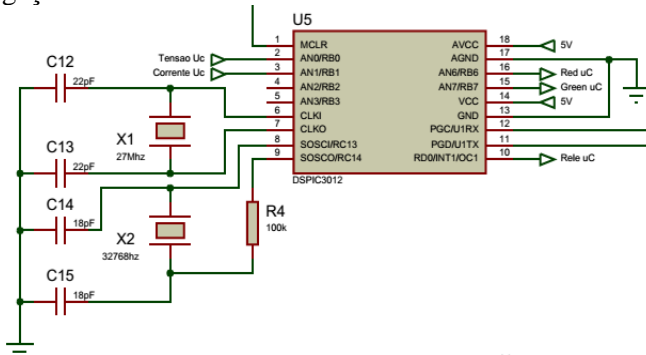
À esquerda da Figura 3 está o regulador de tensão U3 com saída 3,3V, utilizado para ligação do módulo que opera nesta tensão.

Microcontrolador DSPIC3012

Basicamente, existem três famílias de PIC's, diferenciados pelo tamanho da memória do programa: 12, 14 ou 16 bits e todos têm barramento interno de dados de 8 bits. Estes dispositivos podem ser programados para executar várias tarefas, como controlar dispositivos elétricos, realizar medições, exibir informações em um *display*, ou piscar LEDs. A simplicidade, e o baixo custo são as principais vantagens dos microcontroladores PIC.

O microcontrolador usado neste projeto é um DSPIC3012, com tamanho da palavra da memória do programa de 14bits. Ele recebe os sinais digitais e analógicos dos sensores, compara os dados, realiza os cálculos e apresenta os resultados.

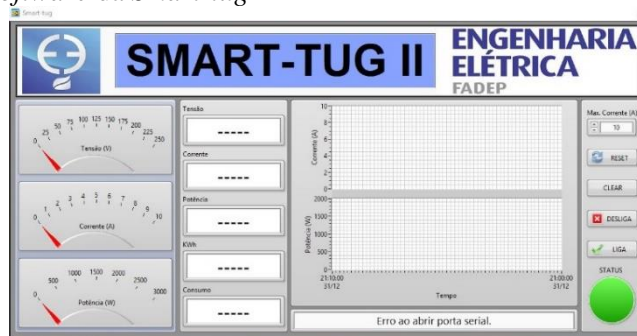
Figura 4. Circuito de ligação do microcontrolador



Software para apresentação dos dados

Visando o monitoramento e visualização das variáveis medidas pela Smart-Tug, desenvolveu-se um *software* supervisor, baseado na linguagem de programação LabVIEW®. Na Figura 5 pode-se visualizar o painel frontal do *software* de monitoramento.

Figura 5. Interface do *software* da Smart-tug



Neste *software* são apresentadas as leituras de tensão, corrente, potência, consumo em kWh e gasto em R\$ de acordo com o consumo. Pode-se, também, ligar e desligar remotamente o equipamento conectado à Smart-Tug através dos botões “LIGA” e “DESLIGA”. Através do botão “RESET” os valores medidos são reiniciados, e o botão “CLEAR” limpa os gráficos apresentados no *software*. Através do *software* pode-se estipular uma corrente máxima de operação do equipamento conectado à Smart-Tug, alterando o campo “CORRENTE MÁX”. Desta forma, quando o equipamento atingir a corrente máxima estipulada, ele se desligará de forma automática, protegendo a carga. Para que haja um monitoramento em tempo real, no centro do *software* são apresentados os gráficos mostrando a leitura de corrente e potência em função do tempo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Realizou-se a montagem do protótipo e, a partir disto, efetuaram-se os testes necessários para aferição do protótipo, que foi montado dentro de uma caixa padrão de tomada de uso geral. Na Figura 6 pode-se observar a montagem do protótipo.

Figura 6. Fotos do protótipo em construção.



A placa do protótipo foi construída e, em seguida, montada em uma caixa de 4cm x 8cm. Na parte frontal da caixa foi instalado um *plug* fêmea, onde será conectada a carga. Acima do *plug* instalou-se um LED RGB, que apresenta informações ao usuário através de mudança na sua coloração, a saber:

- Laranja: quando a Smart-TUG está ligada, porém sem carga;
- Verde: quando há carga sendo usada;
- Vermelho: quando o circuito de proteção é acionado, ou seja, quando o relé atua seccionando o circuito de alimentação da carga.

Na Figura 7 pode-se observar o protótipo já montado, em funcionamento, dentro de uma caixa para tomadas, que pode ser embutida ou sobreposta.

Figura 7 - Foto do protótipo finalizado.



Este trabalho não propõe o desenvolvimento de um produto inédito. Existem no mercado produtos similares, porém cada um com suas características. Pode-se citar o *Owl Micro+*, da empresa *OWL* (theowl.com). Trata-se de um equipamento composto por um sensor de corrente não invasivo, um transmissor e um display que apresenta o resultado do consumo com base na tarifa de energia previamente configurada pelo usuário. O valor da tensão não é medido e sim informado pelo usuário para ser utilizado nos cálculos do consumo de energia. Trata-se de um equipamento de simples medição, que não tem a capacidade de intervir na alimentação da carga medida. Similar ao *Owl Micro+* e com as mesmas funcionalidades, aparece o *Wireless Electricity Energy Monitor (HA102)*, da fabricante *MIEO*.

Pode-se citar ainda o equipamento *P4200 Kill a Watt Wireless*, da empresa *P3 International* (p3international.com). Similar ao produto da empresa *OWL*, com uma unidade transmissora e um display móvel, que funciona até uma distância de 100 m do transmissor, sem obstáculos. Este equipamento faz a medição da corrente e da tensão, bastando apenas o usuário informar o valor da tarifa de energia. O produto funciona somente em rede de tensão 110 V e suporta no máximo 15 A.

Verifica-se que existem opções de monitores de consumo disponíveis no mercado, porém muitas vezes importados. Além do custo com impostos para a importação, esses equipamentos, na maioria das vezes, não possuem um manual em português e podem não ser de fácil utilização pelo usuário. Existem também limitações em relação à tensão de operação e capacidade máxima de corrente. O valor desses equipamentos no exterior, sem incidência de impostos de importação, gira em torno de US\$ 40 a US\$ 100, valor que pode ser atingido com uma produção em escala da *Smart-Tug*.

CONCLUSÕES

Com a busca incessante por uma melhor utilização da energia elétrica, formas que possibilitam um consumo inteligente devem ser empregadas. Isto torna relevante a ideia da *smart-tug*. O projeto é motivado por um melhor controle dos gastos, contribuindo para o uso mais racional da energia elétrica e o melhor controle de consumo pelo próprio usuário.

Foram abordados os circuitos que compõe o protótipo, bem como suma montagem e apresentação de resultados através da *interface* do *software* desenvolvido. Com esta *interface* do *software* o usuário pode monitorar o consumo de energia elétrica na tomada, ou seja, do equipamento conectado a ela, podendo interromper ou acionar o circuito remotamente.

A *Smart-TUG* também permite a tomada decisões como, por exemplo, interromper o fornecimento da carga se ocorrer alguma variação grande no nível de corrente e tensão elétrica preestabelecido. Também pode ser pré-selecionado pelo usuário um tempo de utilização dos equipamentos a ela conectados, evitando que equipamentos fiquem ligados sem necessidade. Logo, o protótipo pode ser uma viável solução para eficiência energética, tópico que interessa muito para as concessionárias e consumidores de energia elétrica.

A próxima etapa deste projeto é realizar um estudo de mercado, haja visto que no mercado nacional há produtos semelhantes à venda, porém com custo elevado. Existe também o interesse de fazer o registro de patente do produto.

REFERÊNCIAS

- Allegro. 2016. Disponível em <http://www.allegromicro.com>. Acesso em 17 de outubro de 2016.
- Halliday & Resnick. Fundamentos de Física, Vol. 3, 9ª edição. LTC, 2012. pp. 189–285.
- IDEC, Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor (2016). Disponível em: <http://www.idec.org.br>. Acesso em: 17 de outubro de 2016.
- INMETRO, Instituto Nacional de Metrologia Qualidade e Tecnologia (2016). Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br>. Acesso em: 17 de outubro de 2016.
- Medeiros Filho, S. Fundamentos de Medidas Elétricas, 2ª Edição. Ed. Guanabara, 1981. p 55 – 88.
- NATIONAL INSTRUMENTS (2016). Disponível em: <http://ni.com>. Acesso em: 12 de outubro de 2016.
- Pereira, F. Microcontroladores PIC, Técnicas Avançadas, 6ª Edição. Érica, 2013.
- PROCEL, Centro Brasileiro de Informação de Eficiência Energética (2015). Disponível em: <http://www.procelinfo.com.br>. Acesso em 17 de outubro de 2016.
- SMDTECHNOLOGIES (2016). Disponível em: <http://smdtechnologies.co.za>. Acesso em: 12 de outubro de 2016.
- Souza, D. J. Desbravando o PIC, Ampliado e Atualizado para PIC16F628A, 12ª Edição. Érica, 2014.