



INFORMAÇÕES GERAIS DO TRABALHO

Título do Trabalho: Projetos de circuitos para sensores autônomos com comunicação sem fio

Autor (es): Pierre Victor da Silva Sousa, Wendler de Souza Queiroz, Rodolfo Moreira Diniz Lima, Cleiton de Oliveira Alves, Virgil Del Duca Almeida, Leandro Freitas de Abreu, Michelle Mendes Santos

Palavras-chave: projeto de circuitos, sensores sem fio, colheita de energia, conversores, microcontroladores

Campus: Betim

Área do Conhecimento (CNPq): Engenharia Elétrica / Circuitos Elétricos, Magnéticos e Eletrônicos

RESUMO

Este trabalho visa fazer o projeto de circuito de três módulos: conversores, microcontrolador e de comunicação sem fio. Estes foram realizados após o estudo de autonomia de três tipos de dispositivos com comunicação sem fio: sensor de presença, sensor de aberturas e interface teclado. Neste projeto foi desenvolvido o esquemático, roteamento e visualização 3D para cada um dos tipos de módulos. A partir dos mesmos, foi possível fazer uma análise sobre dimensões e posicionamento dos componentes na placa de circuito impresso.

INTRODUÇÃO:

Um dos grandes problemas enfrentados atualmente na área de automação residencial, se deve a necessidade da constante troca de baterias dos sensores instalados ao longo da residência e a dificuldade de instalação de tal sistema em uma casa já construída devido à necessidade da passagem de fios. Uma saída para este problema é o desenvolvimento de sensores autônomos, isto é, dispositivos capazes de coletar a energia do ambiente (energy harvesting) para seu próprio consumo, sendo que estes dispositivos farão também comunicação sem fio.

Este documento descreve as atividades realizadas na segunda fase do projeto Sensores Autônomos com Comunicação Sem Fio para Automação Residencial. O objetivo final a ser alcançado é a projeção e prototipação de três sensores autônomos: sensor fim-de-curso de portas e janelas, interface teclado e sensor de presença.

Na primeira etapa do projeto, fora realizado um estudo de três sensores, dispositivos que são capazes de coletar energia do ambiente (energy harvesting) para seu próprio consumo, buscando componentes que possuem a melhor autonomia, os quais melhor se aplicam ao problema em questão, que são os transtornos e custos devido a instalação de dispositivos para automação residencial.

Após a primeira etapa do projeto, a segunda consiste, basicamente, no projeto dos circuitos, nos quais são desenvolvidos os esquemáticos, roteamento e a visualização 3D, utilizando os componentes estudados.

O sistema energy harvesting considerado é composto pelos seguintes componentes.

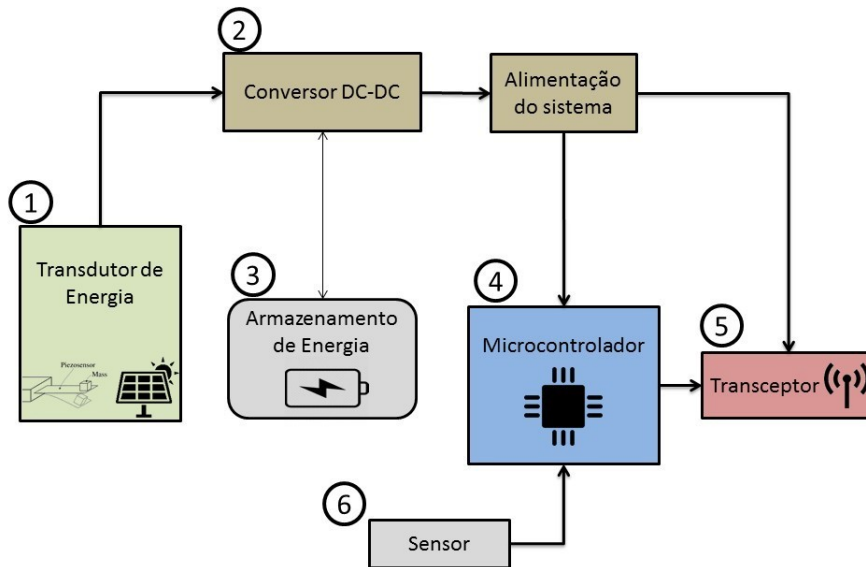


Figura 1 - Diagrama de blocos de um sistema energy harvesting.

Cada um dos componentes é descrito a seguir:

1. **Coletores de Energia.** São considerados dois tipos de sistemas coletores: por energia solar e dispositivo eletromecânico / piezoelétrico.
2. **Conversor.** Circuito responsável pela extração da máxima energia do sistema coletor e pelo gerenciamento do armazenamento.
3. **Sistema de Armazenamento.** Componente que armazena a energia, geralmente uma bateria ou um supercapacitor.
4. **Microcontrolador.** Componente que dá inteligência ao produto, que concentra o protocolo de comunicação e gerenciamento dos demais componentes.
5. **Comunicação sem fio.** Hardware de comunicação que consiste basicamente no rádio e antena.
6. **Sensor.** Elemento sensor, em que são considerados os sensores de presença, interface teclado, chaves de fim de curso para portas e janelas.

Grande parte dos componentes selecionados na primeira fase do projeto possuem dimensões muito pequenas[1], com padrões de encapsulamento QFN ou TQFP. A montagem adequada desses componentes é realizada por serviço especializado. Desta forma, com o objetivo de facilitar o teste e manuseio dos componentes, o projeto dos circuitos foi dividido em duas etapas:

1. **Projeto dos módulos:** nessa etapa são realizados projetos de circuitos **conversores**, **microcontrolador** e de **comunicação sem fio**. O principal objetivo é modularizar cada componente de tal forma que cada um seja montado numa placa de circuito impresso e possua ali somente os elementos estritamente necessários para seu funcionamento (i.e. resistores, capacitores, cristal oscilador, indutor) e ainda possua conectores para possibilitar o teste e a ligação dessas placas com circuitos mais completos.
2. **Projeto dos circuitos de teste:** nessa etapa são realizados os projetos de circuitos que integram um ou mais módulos projetados na etapa anterior, com a finalidade de executar testes e ensaios para avaliação do consumo ou produção de energia.

METODOLOGIA:



Como ponto de partida para o início das pesquisas foi tomado como base o diagrama representado na Figura 1, que ilustra os componentes internos para o projeto dos sensores. A energia disponível no meio é coletada pelo 1) transdutor de energia, em que é gerenciada pelo 2) conversor DC-DC e 3) armazenada. O processamento é feito pelo 4) microcontrolador que gerencia o 6) sensor e troca sinais de comunicação sem fio por meio do 5) transceptor. Cada um desses componentes fora estudado, aproveitando-se conhecimentos adquiridos pela empresa parceira, para realizar o levantamento de materiais que permitiu o estudo de autonomia.

Após o levantamento dos materiais e estudo de cada um desses componentes, utilizando o Proteus, os mesmos foram projetados com seus respectivos esquemáticos, roteamento e visualização 3D.

O esquemático é a primeira parte na elaboração do projeto de um módulo, ele consiste na representação dos componentes e suas ligações, usando símbolos eletrônico, que possuem valores ou numerações, os quais são fundamentais para a construção do circuito. O roteamento é a segunda parte, neste consta todos os componentes organizados e ligados por uma “trilha”, é o circuito impresso pronto. Na visualização 3D pode-se ver o módulo de quaisquer ângulos, e também exporta-lo para software de modelação 3D, com o objetivo de obter o produto final e acabado.

Para o desenvolvimento do projeto os módulos foram divididos de acordo com suas aplicações, separando em grupos o projeto dos conversores, outro para transceptores e outro para microcontroladores.

1. Projeto de Módulos Conversores

Para o projeto de módulos conversores, foi desenvolvido os modelos MAX17710, LTC3105MS Li-íon, LTC3105MS NiMH, LTC3588-1 eMSOP Piezo, LTC3588-1 eMSOP Piezo com bateria, LTC3588-1 eMSOP Solar com bateria e supercapacitor. Cada circuito eletrônico foi montado observando-se recomendações de seus respectivos datasheets. Foram feitos obedecendo uma distância de 0.1 polegada entre cada pino conector e de 1 polegada entre as barras de conectores visando padronização nas montagens e testes posteriores. Todos os terminais de cada componente principal foram ligados nas barras, a não ser alguns casos em que o pino terra foi ligado diretamente sobre a superfície cobreada da placa.

A necessidade da maximização deu-se por se tratar de componentes pequenos, o que dificulta o manuseio e eventuais testes necessários a fim de determinar a eficiência prática, das soluções de geração, conversão e armazenagem da energia, suficiente para o funcionamento adequado dos dispositivos propostos no projeto.

2. Projeto de Módulos Transceptores

Para o projeto de módulos transceptores, foi desenvolvido para os modelos MAX7030HATJ+, MAX7030LATJ+ e MAX7032ATJ+, todos do fabricante MaximIntegrated. A diferença entre os componentes está na frequência da portadora, em que para o MAX7030HATJ+ a frequência é de 433.92MHz (ASK) e para o MAX7030LATJ+ é de 315MHz (ASK). Para o MAX7032ATJ+ é possível configurar a modulação (ASK ou FSK) e a frequência da portadora entre 300MHz e 450MHz.

O esquemático de montagem foi projetado conforme datasheet [2,3]. O componente principal foi criado, de acordo com as dimensões especificadas em site do fabricante do componente. Os valores dos



componentes foram escolhidos de acordo com o esquemático do datasheet dos transceptores, página 18 [2] para o MAX 7030 e página 28 [3] para o MAX7032. Vale ressaltar que, para todos os três modelos, o esquemático típico que consta nos datasheets são idênticos, com alterações apenas nos valores de alguns componentes.

3. Projeto de Módulos Microcontroladores

Por decisão de projeto, baseado no componente de menor consumo, o microcontrolador PIC18F, da família XLP (eXtremeLow Power) foi escolhido para ser utilizado. Os valores dos componentes foram escolhidos de acordo com o esquemático da Placa de Testes PIC18F4XJ5X DemonstrationBoard, na página 28-29 [4].

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

O projeto dos Módulos possibilitou uma pré-análise de todo o circuito antes da impressão e realização de testes com o mesmo, verificando aspectos como dimensões e posicionamento dos componentes dentro da placa.

CONCLUSÕES:

De acordo com as pesquisas realizadas, foram selecionados os melhores componentes para atender ao requisito pré-estabelecido, o qual é a autonomia do mesmo. Após a escolha destes, foram montados os projetos dos Módulos, pelos quais foi possível definir o melhor posicionamento e dimensões para os mesmo para evitar erros futuros.

O presente documento descreveu brevemente os módulos de circuitos projetados. Os próximos passos do projeto são a montagem dos módulos, a realização de testes individuais de consumo/produção de energia em cada, individualmente. Após a realização desses testes, deve-se buscar a autonomia do produto final, especificando protocolos de comunicação, quantidade de transdutores de produção de energia e outros parâmetros, baseando-se em informações práticas de aplicação do produto final.

Após os testes práticos individuais, será montado um protótipo, utilizando os módulos. Novos testes de consumo e produção de energia serão realizados e, conforme necessidade, ajustes serão realizados. Após essa etapa, serão realizados os projetos e montagem dos produtos finais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

[1] Abreu, L.F. Almeida, V.D.D.A. Santos, M.M. Domingos, M.Y.S. Sousa, P.V.S. Alves, C.O. Lima, R.M.D. Santos, S.M.A. Alves, W.P.R. Moura, V.O.M. Queiroz, W.S. Marriel, D.J. Carvalho, R.S. Estudo de Autonomia de Sensores Autônomos. Resumo expandido V SIC, junho 2015.

[2] MaximIntegrated. Low-Cost, 315MHz and 433.92MHz ASK TransceiverwithFractional-N PLL. Disponível em: <https://www.maximintegrated.com/en/products/comms/wireless-rf/MAX7030.html>. Acesso em 31 de março de 2016.

[3] MaximIntegrated. Low-Cost, Crystal-Based, Programmable, ASK/FSK TransceiverwithFractional-N PLL. Disponível em: <https://www.maximintegrated.com/en/products/comms/wireless-rf/MAX7032.html>. Acesso em 31 de março de 2016.



[4] Microchip. PIC18F47J53 FS USB PIM Demo Board. Datasheet disponível em <http://www.microchip.com/Developmenttools/ProductDetails.aspx?PartNO=MA180029>. Acesso em 31 de março de 2016.

[5] MaximIntegrated. Energy-Harvesting ChargerandProtector MAX17710.Datasheet disponível em www.maximintegrated.com/en/products/MAX17710. Acesso em 31 de março de 2016.

[6] Linear Technology. LTC3105 - 400mA Step-Up DC/DC Converter withMaximum Power Point Controland 250mV Start-Up. Datasheet disponível em <http://www.linear.com/product/LTC3105>. Acesso em 31 de março de 2016.

[7] Linear Technology. Nanopower Energy Harvesting Power Supply LTC3588-1. Disponível em: <http://www.linear.com/product/LTC3588-1>. Acesso em 31 de março de 2016.