

UM SISTEMA ECG DE BAIXO CONSUMO COM COMUNICAÇÃO SEM FIO IEEE 802.15.4

Dirceu R. Rodrigues Jr.¹

1. Professor do curso de Eng. Elétrica da Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL; *dirceu.rodriques@unisul.br

Introdução

Apesar de diversos módulos de rádio e SOC (*System-On-Chip*) baseados no padrão ZigBee estarem disponíveis comercialmente, algumas aplicações não necessitam de todos os recursos do protocolo, como a implementação de roteamento, recursos de segurança e atendimento aos *profiles* (perfis) específicos. A intenção do presente trabalho é verificar as vantagens em se utilizar as camadas PHY/MAC do padrão IEEE 802.15.4 em conjunto com um protocolo proprietário ponto-a-ponto simples para a aplicação: Um monitor de ECG baseado em um microcontrolador de 16 bits, o MSP430F2274 [1] de baixíssimo consumo. Aproveita-se para avaliar uma versão minimalista de circuito amplificador do sinal ECG (Fig. 1) em combinação com os recursos de hardware e software do processador utilizado.

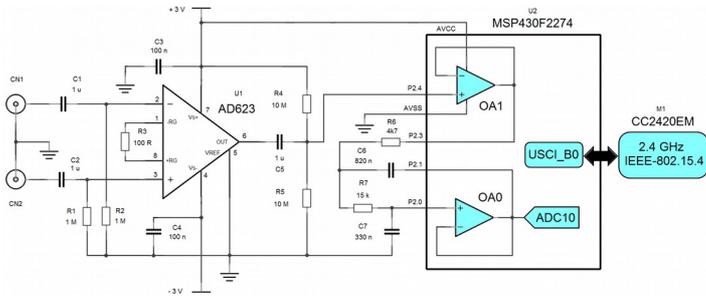


Fig. 1: Diagrama esquemático da solução proposta.

Resultados e Discussão

A implementação do circuito de condicionamento de sinal difere das abordagens tradicionais ao empregar um amplificador de instrumentação com alimentação simétrica reduzida (3 V da bateria -3 V obtido através de um conversor comutado MAX634); acoplamento capacitivo na saída; restaurador do nível CC em 1,5 V e o uso de dois amplificadores operacionais internos ao microcontrolador – configurados pelo *firmware*. Um filtro analógico de segunda ordem providencia uma atenuação de 9,5 dB para o ruído de 60 Hz. Com uma frequência de amostragem de 500 Hz, um filtro digital IIR tipo *notch* (60 Hz ±10 Hz) de ordem 2 foi escrito em ponto fixo,

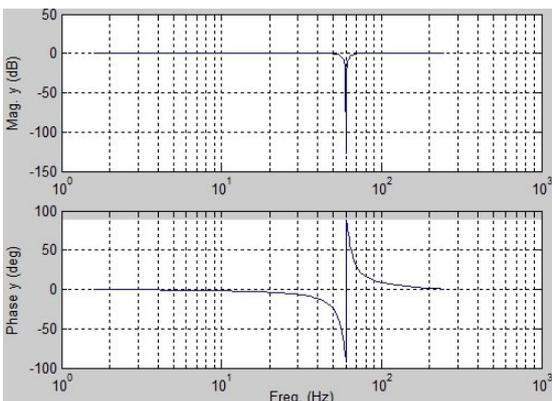


Fig. 2: Resposta em frequência do filtro *notch*.

conforme a Fig. 2, com função de transferência (1).

$$H(z) = \frac{1 - 1,4579z^{-1} + z^{-2}}{1 - 1,3664z^{-1} + 0,8783z^{-2}} \quad (1)$$

Um algoritmo realiza a remoção do valor CC, uma vez que a linha de base do ECG varia conforme a qualidade da ligação dos eletrodos ligados à pele humana. O microcontrolador foi ligado a um módulo programável através de SPI (periférico USCI_B0), o CC2420EM, o qual é responsável pelo PHY/MAC e comunica-se *half-duplex* com um microcomputador *host* em 2,4 GHz transmitindo pacotes curtos incluindo os valores do ECG (em 100 Hz) e a taxa cardíaca sempre que esta completa um período – Fig. 3.

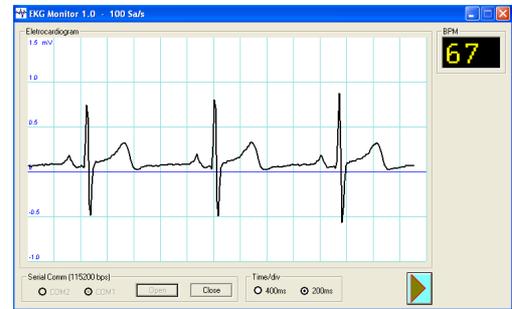


Fig. 3: Tela do monitor de ECG na aplicação no microcomputador.

Conclusões

A arquitetura se mostrou adequada para a aplicação baseada em bateria, gerando um sinal de ECG de boa qualidade (Fig. 3). Uma característica dos filtros IIR é a não linearidade de fase, porém no caso do filtro *notch*, a fase é essencialmente nula, ocorrendo variações agudas apenas nas proximidades da frequência de corte, com a vantagem de exigir menos recursos de processamento e memória quando comparado a uma configuração FIR. Como se trata de um filtro recursivo e os cálculos são de precisão finita, ordens maiores do que dois, na presente configuração, poderiam levar a *overflow* e instabilidades. A solução se beneficia das funcionalidades do IEEE 802.15.4, uma vez que o mesmo utiliza a codificação DSS (*Direct Sequence Spread Spectrum*) para aumentar a imunidade a ruídos e a retransmissão automática de pacotes, possibilita também adição de características futuras, como criptografia.

Palavras-chave

Microcontrolador, ZigBee, DSP.

Referências

[1] Texas Instruments Inc., "MSP430x23x, MSP430x24x(1), MSP430x2410 Mixed Signal Microcontroller", folha de dados do MSP430F249, Junho 2007 [Revisado Nov. 2007].