

Projeto e implementação de placa de aquisição de dados de ECG baseada em microcontrolador STM32 e front-end analógico AD8232

Design and implementation of ECG data acquisition board based on STM32 microcontroller and AD8232 analog front-end

RESUMO

Guilherme Augusto Simão
guilherme.aug15@hotmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, Paraná, Brasil

Eduardo Giometti Bertogna
ebertonha@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, Paraná, Brasil

O exame eletrocardiográfico se constitui numa ferramenta essencial aos profissionais da medicina para se avaliar as condições do sistema cardiovascular de um paciente. Com o intuito de revolucionar o exame eletrocardiográfico, diversos circuitos integrados foram criados. Neste trabalho utilizou-se o AD8232 juntamente com um microcontrolador STM32, um conversor UART para USB e um simulador de ECG para compor uma placa de aquisição de dados de ECG. O sinal de ECG do simulador de ECG é amplificado e filtrado pelo módulo AD8232 e entregue numa entrada analógica do microcontrolador STM32 para ser convertido num sinal digital. Através do conversor USB os dados de ECG chegam num computador para ser apresentado num instrumento virtual em LabVIEW. Os dados de ECG assim apresentados se mostram adequados à realização de exames de ECG, exceto nos casos mais específicos onde necessita de um ECG de alta resolução.

PALAVRAS-CHAVE: Eletrocardiografia. Microcontroladores. Instrumentos e aparelhos médicos.

Recebido: 19 ago. 2019.

Aprovado: 01 out. 2019.

Direito autoral: Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



ABSTRACT

ELECTROCARDIOGRAPHIC EXAMINATION IS AN ESSENTIAL TOOL FOR MEDICAL PROFESSIONALS TO ASSESS THE CONDITIONS OF A PATIENT'S CARDIOVASCULAR SYSTEM. IN ORDER TO REVOLUTIONIZE THE ELECTROCARDIOGRAPHIC EXAMINATION SEVERAL INTEGRATED CIRCUITS WERE CREATED. IN THIS WORK THE AD8232 TOGETHER WITH AN STM32 MICROCONTROLLER, A UART TO USB CONVERTER AND AN ECG SIMULATOR WERE USED TO COMPRISE AN ECG DATA ACQUISITION BOARD. THE ECG SIGNAL PROVIDED BY THE ECG SIMULATOR IS AMPLIFIED AND FILTERED BY THE AD8232 MODULE AND AFTERWARDS RECEIVED AT ONE OF THE ANALOG INPUTS OF THE STM32 MICROCONTROLLER TO BE CONVERTED TO A DIGITAL SIGNAL. THROUGH THE USB CONVERTER THE ECG DATA REACH THE COMPUTER TO BE PRESENTED IN A LABVIEW VIRTUAL INSTRUMENT. THE RECEIVED ECG DATA ARE ADEQUATE FOR ECG

EXAMINATIONS, EXCEPT IN THE MOST SPECIFIC CASES WHERE A HIGH RESOLUTION ECG IS REQUIRED.

KEYWORDS: Electrocardiology. Microcontrollers. Medical instruments and devices.

INTRODUÇÃO

Segundo dados da Organização Mundial de Saúde 17,9 milhões de pessoas no mundo morrem de doenças cardiovasculares anualmente, o que corresponde a 31% de todas as mortes no planeta (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2019). Nesse contexto a eletrocardiologia representa uma prática médica de vital importância, pois é através dela que muitas mortes podem ser evitadas.

Em decorrência dos avanços tecnológicos na área de microeletrônica, inúmeros fabricantes de circuitos integrados (CIs) têm introduzido no mercado soluções para suprir a indústria de equipamentos biomédicos, CIs destinados às mais variadas aplicações da medicina. Estes novos CIs têm promovido uma revolução na indústria de equipamentos biomédicos, em especial na eletrocardiologia.

Hoje estão disponíveis dispositivos semicondutores que incorporam boa parte dos circuitos analógicos necessários para o projeto de um eletrocardiógrafo, incluindo as etapas de amplificação e filtragem, e em alguns dispositivos mais modernos, incluindo também a etapa de conversão analógico/digital e interface de comunicação com microcontroladores. Tais dispositivos recebem o nome no idioma inglês de *Analog Front End* (AFE) para ECG.

Dentre os CIs disponíveis no mercado se destaca o AD8232 da empresa Analog Devices (ANALOG DEVICES, 2019), pelo seu baixo custo e simplicidade de uso, sendo que este CI foi o escolhido para servir de base para o projeto da placa de aquisição de dados de ECG aqui apresentado.

No projeto da placa de aquisição de dados aqui descrito utilizou-se também de um instrumento virtual desenvolvido no ambiente LabVIEW para que os dados de ECG adquiridos pudessem ser visualizados e salvos em arquivos de dados.

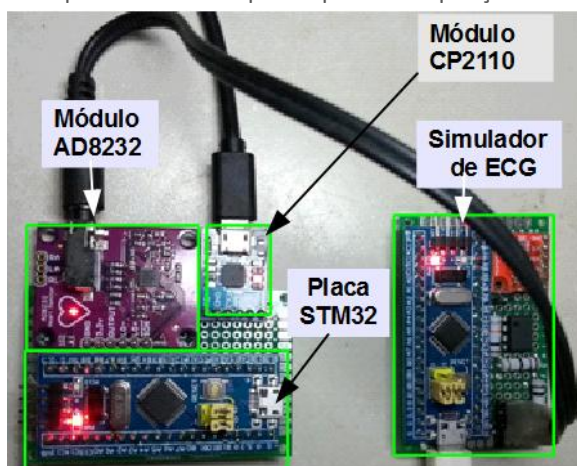
MATERIAL E MÉTODOS

A Figura 1, a seguir, mostra foto do protótipo da placa de aquisição de dados de ECG desenvolvida. Por simplicidade de implementação optou-se pelo uso de módulos prontos para a construção do protótipo, que como mostrado na Figura 1 conta com os seguintes módulos para uma rápida prototipagem e teste do sistema:

- a) Placa STM32 modelo Bluepill – se constituindo numa placa protótipo com o microcontrolador STM32F103C8T6 da STMicroelectronics com núcleo ARM Cortex M3;

- b) Módulo AD8232 – se constituindo num AFE de ECG com um canal de entrada apenas, tendo o CI AD8232 e demais circuitos passivos necessários para a amplificação e filtragem do sinal de ECG;
- c) Módulo CP2110 – é um conversor de UART para USB usado para a comunicação da placa de aquisição de dados de ECG com o PC;
- d) Simulador de ECG – usado para o fornecimento de um sinal que simula um sinal de ECG como aquele capturado de eletrodos em um paciente.

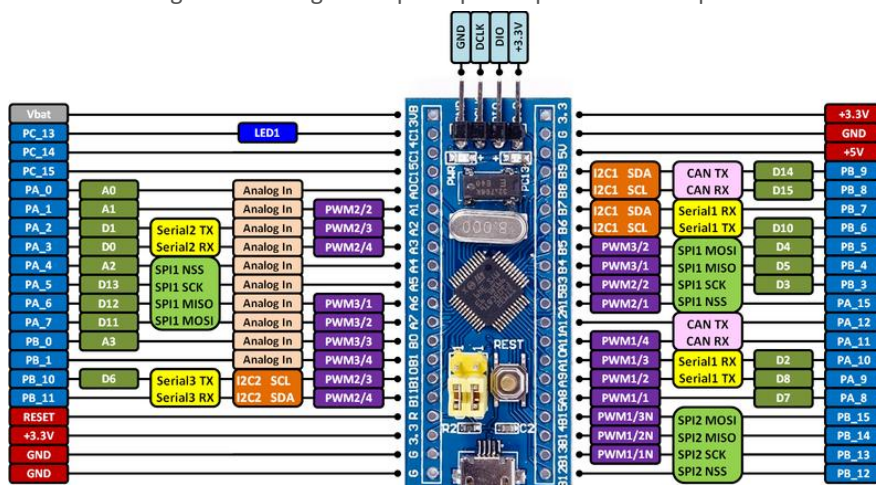
Figura 1 – Protótipo desenvolvido para a placa de aquisição de dados de ECG.



Fonte: Autoria própria.

A placa protótipo STM32 conhecida como Bluepill, cuja pinagem é mostrada na Figura 2, recebe através de uma de suas entradas analógicas (A0) o sinal saída do módulo AD8232, sinal este que representa o sinal de ECG já amplificado e filtrado. A entrada de sinal de ECG do módulo AD8232 por sua vez recebe o sinal de um simulador de ECG que na foto da Figura 1 está mostrado à direita.

Figura 2 – Pinagem da placa protótipo STM32 Bluepill.



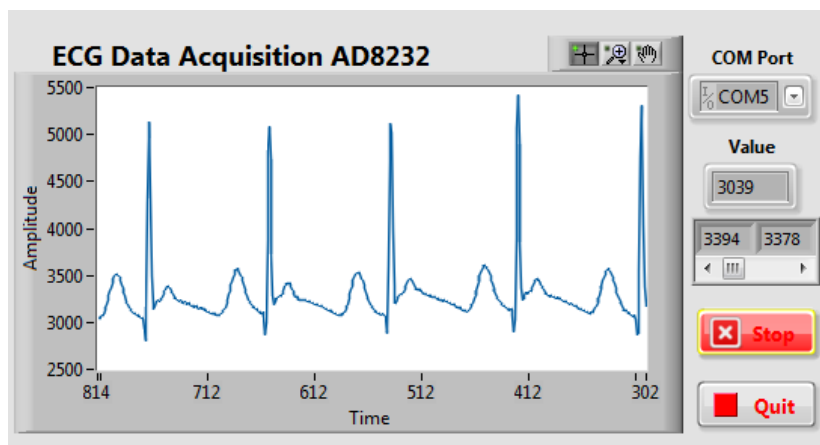
Fonte: Autoria própria.

O sinal recebido pela entrada A0 do STM32F103 já estando em alto nível, e apresentando amplitude da ordem de 1 V pico a pico, será convertido pelo conversor A/D interno de 12 bits do microcontrolador gerando assim palavras

digitais de 2 bytes para cada amostra lida. A resolução deste conversor A/D sendo de 12 bits resultará num erro de quantização desprezível para esta aplicação.

Os dados de ECG digitalizados em 12 bits são então transferidos para um PC onde um programa na forma de um instrumento virtual, previamente desenvolvido, como mostrado na Figura 3 a seguir, apresenta o traçado do sinal de ECG.

Figura 3 – Painel frontal do instrumento virtual para apresentação do sinal de ECG adquirido pela placa implementada.



Fonte: Autoria própria.

Para a comunicação do instrumento virtual no PC com o microcontrolador STM32 foi utilizado um circuito conversor de UART para USB, modelo CP2110, que no PC aparece como uma interface serial do tipo COM virtual, no caso mostrado COM5. O *baud rate* programado para a transferência dos dados entre o STM32 e o instrumento virtual no PC foi de 230.400 bps, em 8 bits de dados e sem paridade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como visto na Figura 3, o sinal de ECG adquirido através da placa desenvolvida se mostra adequado para uma análise qualitativa por um médico cardiologista, uma vez que comparado com o sinal gerado pelo simulador de ECG não é possível visualmente se observar disparidade alguma.

O uso dos módulos proporcionou uma rápida prototipagem do sistema e assim o esforço maior pode ser direcionado ao desenvolvimento do firmware gravado no microcontrolador STM32F103C8T6.

O uso de um instrumento virtual, previamente desenvolvido, se comunicando via COM virtual com a placa desenvolvida, usado para a visualização e armazenamento dos dados recebidos, se constituiu numa ferramenta importante na avaliação da qualidade dos dados de ECG de forma visual, e na possibilidade de armazenar esses dados na forma de arquivo no disco rígido.

CONCLUSÃO

Como conclusão pode-se afirmar que a placa de aquisição de dados de ECG desenvolvida se apresenta como sendo adequada para quaisquer aplicações na área de eletrocardiologia que não seja em casos muito específicos onde o ECG de alta resolução é utilizado, como na investigação de anormalidades no segmento ST. Por contar com um dispositivo dedicado para a amplificação e filtragem de sinais de ECG, o AFE de ECG AD8232, o desenvolvimento de eletrocardiógrafos, mesmo de caráter comerciais usando esse dispositivo torna-se uma boa alternativa.

REFERÊNCIAS

ANALOG DEVICES. Datasheet:Single-Lead, Heart Rate Monitor Front End.
Disponível em: <https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/AD8232.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2019.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Cardiovascular disease. World Heart Day.
Disponível em: https://www.who.int/cardiovascular_diseases/world-heart-day/en/. Acesso em: 09 abr. 2019.