



Desenvolvimento de um gerador de sinais cardíacos de baixo custo para teste de eletrocardiógrafos e cardioscópios

Coutinho, José Danilo da Silva Filho^{1*}; Paiva, Mário Wilson Pereira^{1 2};
Silveira, Ricardo Jardel Nunes¹; Cortez, Paulo César¹

LESC/DETI, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Brasil¹

Instituto Federal do Ceará, Fortaleza, Brasil²

**danilo.coutinho@me.com*

Fundamentação, Motivação e Objetivo. O uso de equipamentos biomédicos como eletrocardiógrafos e cardioscópios – instrumentos que captam o biopotencial cardíaco – são imprescindíveis na medicina. Estes dispositivos destacam-se como os principais equipamentos para detecção de patologias cardiovasculares, das quais, conforme dados apresentados em pesquisa da OPAS (Organização Pan-Americana da Saúde, 2017), as doenças cardiovasculares são o principal motivo de morte mundialmente, com o agravante que, 75% das vítimas são de países de baixa ou média renda. Este artigo propõe um modelo de dispositivo gerador de sinais cardíacos para teste de eletrocardiógrafos e cardioscópios. Pretende-se identificar os principais componentes eletrônicos para construção deste dispositivo, propor um modelo de arquitetura de hardware, desenvolver um protótipo, programá-lo a fim de promover o teste de equipamentos biomédicos e propor um modelo de ensaio de teste para os equipamentos compatíveis. A proposta é baseada no uso de software livre, o que garante para a solução proposta fácil acesso ao hardware e ao software, customização e escalabilidade, permitindo assim, fomentar o estudo, pesquisa e desenvolvimento de tecnologias na área de instrumentação biomédica. E para analisar os riscos do projeto, pretende-se desenvolver um MVP (mínimo produto viável) do dispositivo proposto, visando validar o funcionamento da arquitetura proposta.

Métodos. A forma de onda foi criada tomando como base um banco de dados existente, o Fantasia Database Subset, que fornece uma mini-coleção de dados de frequência cardíaca humana, e foi construído como recurso de ensino para o curso “The Modern Science of Human Aging” realizado em outubro de 1999. Deste banco de dados foi selecionado dois tipos de batimentos cardíacos: de um sujeito jovem e de um idoso. A partir destes dados, foi realizado um processamento que primeiramente dividiu as amostras em intervalos de 1,0 milissegundo, seguido da formatação da tabela digitalizada convertida em um intervalo de resolução de até 12 bits, adequando o dado à resolução do DAC (conversor digital/analógico) utilizado no dispositivo. A ferramenta base de hardware utilizada na proposta apresentada neste trabalho foi o microcontrolador ATMEGA328p (AVR Microcontrollers), a escolha tomou como base a disponibilidade deste controlador no mercado nacional, o suporte em fóruns que permite ao ingressante nesta área ter uma baixa curva de aprendizado*tempo, além do custo, pois além de ter IDE (ambiente de desenvolvimento) gratuita, garante a liberdade de outros usuários adaptarem o projeto às suas necessidades e até melhorar o dispositivo desenvolvido. Para que o microcontrolador possa atuar gerando a forma de onda analógica, um conversor digital/analógico (DAC-MCP4921) de 12 bits da Microchip foi utilizado. A tensão de saída dos DAC's podem ser de 0-3,3V, já o biopotencial elétrico (no corpo) é muito baixo, não ultrapassando os 7mV. Para que a tensão de saída do dispositivo desenvolvido esteja adequada a entrada dos equipamentos biomédicos comerciais, foi utilizado um divisor de tensão resistivo simples para atenuar o sinal de

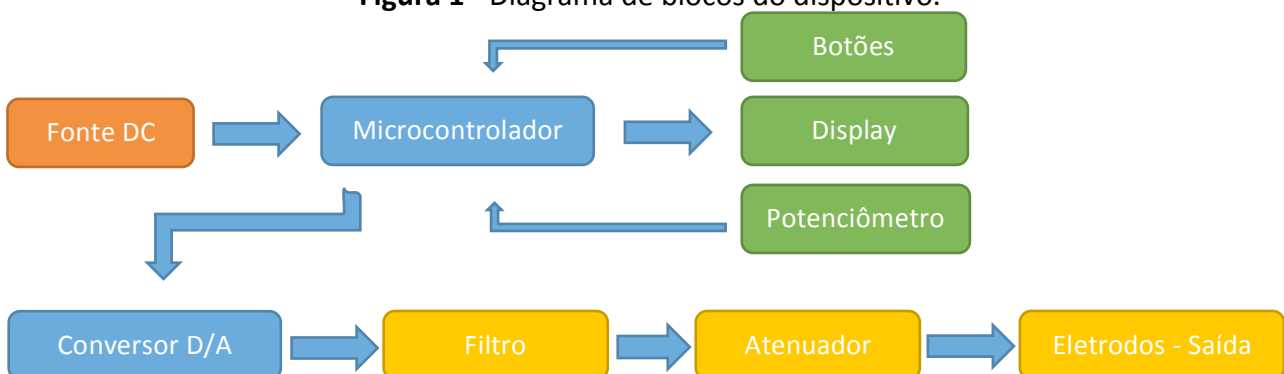
saída até o nível necessário, na faixa de milivolts. Pode-se observar na Figura 1 o diagrama de blocos que contém as principais estruturas que anteriormente foram expostas. O sinal resultante pode ser validado conectando a saída do dispositivo a um Monitor Cardíaco comercial, assim como a um osciloscópio. No caso deste projeto, validou-se o funcionamento do dispositivo através de um monitor multiparamétrico desenvolvido no Laboratório de Engenharia de Sistemas de Computação (LESC) o qual se baseia no mesmo controlador ATMEGA328p. Embora o dispositivo apresentado seja direcionado de maneira exclusiva para a instrumentação biomédica, mais especificamente na geração de um sinal de ECG, o modelo apresentado pode ser adaptado para construção de um gerador de ondas arbitrárias, expandindo sua funcionalidade.

Resultados. A partir de um monitor multiparamétrico de sinais vitais é possível avaliar o sinal elétrico gerado pelo dispositivo, que simula o biopotencial de um paciente.

Discussão e Conclusões. O simulador de ECG é uma ferramenta necessária para que seja possível um engenheiro construir um equipamento como o eletrocardiógrafo, estes dispositivos normalmente são movidos a baterias e estão conectados ao eletrocardiógrafo através de conectores tipo jacaré que substituem os eletrodos, o que permite testar a implementação sem a necessidade de um paciente real. Os simuladores podem ser adquiridos na internet por alguns milhares de dólares se for uma versão mais sofisticada que gere sinais além do ritmo sinusal padrão, ou versões que custam algumas centenas de dólares, se for um dispositivo convencional. Com o uso deste dispositivo e tabelas de dados mais rebuscados, que contenham diversas simulações de patologias cardíacas, é possível analisar e testar equipamentos que passam por processo de manutenção, em linhas de produção, possibilitando um teste de maior critério a respeito das funcionalidades do equipamento. Com algumas alterações é possível agregar maior precisão ao dispositivo o que permitiria submetê-lo à procedimento de aferição e calibração para certificação, podendo assim reclassificá-lo como um dispositivo de calibração.

Figuras.

Figura 1 - Diagrama de blocos do dispositivo.



Reconhecimento. Agradecemos ao CNPQ pelo financiamento concedido (CNPQ Proc. 31143), que foi de grande valia para o desenvolvimento do projeto. Agradecemos também o apoio do LESC, que forneceu recursos para a execução do projeto.

Palavras-chave. eletrocardiógrafo; cardioscópio; simulador; biopotencial; teste.