

# Plataforma baseada em LabVIEW para análise de sinais bioelétricos

Lucas C.M.F. Braga<sup>1</sup>, Maria Claudia F. Castro, Valter F. Avelino  
Departamento de Engenharia Elétrica, Centro Universitário FEI  
lucascmf.braga@gmail.com; prevavelino@fei.edu.br

**Resumo:** Esse trabalho apresenta o desenvolvimento de uma plataforma didática para o laboratório da disciplina Engenharia Biomédica, com o objetivo de ajudar estudantes a compreender e assimilar o processo de aquisição e tratamento de sinais bioelétricos. A plataforma foi desenvolvida no ambiente do LabVIEW e disponibiliza o uso de filtros com faixas de frequência ajustáveis e análise em frequência, com visualização gráfica dos resultados. O hardware utilizado como parte integrante do sistema foi o BITalino.

## 1. Introdução

O campo da Engenharia Biomédica está em constante evolução, sendo considerada uma das áreas promissoras para o futuro e nos últimos anos, houve um grande aumento na demanda por engenheiros biomédicos e pesquisadores nesse campo [1]. Com a crescente demanda pelo curso, universidades em diversos países têm procurado aperfeiçoar os recursos de demonstração e ensaio de sinais bioelétricos para o curso de Engenharia Biomédica (BME). Contudo, as universidades e os estudantes têm enfrentado grandes dificuldades em aulas práticas, uma vez que não houve um desenvolvimento de plataformas específicas que auxiliem em experiências de laboratório que, em geral, exigem tecnologia de ponta e equipamentos caros [2].

Com a finalidade de minimizar esses problemas a proposta deste trabalho é desenvolver uma plataforma de experimentos voltada para os laboratórios de engenharia biomédica com o foco na aquisição e tratamento de sinais bioelétricos. O processo de tratamento consiste em restringir a faixa de análise com filtros. Capturando apenas o sinal de interesse, dessa forma conseguimos melhorar a relação sinal ruído. Viabilizando a caracterização de sinais bioelétricos.[6]

## 2. Metodologia

### 2.1 Descrição do hardware

O sistema de aquisição de dados é baseado no hardware denominado BITalino, que integra módulos de Eletrocardiograma (ECG), Eletromiograma (EMG) e Eletroencefalograma (EEG), além de outros sinais não abordados nesse trabalho [3].

### 2.2 Etapas de desenvolvimento da plataforma

O desenvolvimento da plataforma foi baseado no ambiente de desenvolvimento do LabVIEW (da National Instruments®) [4], realizado em 3 etapas: desenvolvimento da interface de comunicação com o dispositivo, processo de conversão dos dados adquiridos e tratamento dos dados, conforme descrito a seguir:

- **Interface de comunicação:** Foi estudado como o pacote de comunicação de dados do hardware é composto. São gerados pacotes de 8 Bytes em formato de *string* codificados pela tabela ASCII, os quais são transmitidos para o dispositivo remoto via Bluetooth. Para adquirir os dados do módulo Bluetooth utilizou-se a *Virtual Instrument Software Architecture* (VISA). Essa ferramenta fornece a comunicação entre o ambiente de desenvolvimento do LabVIEW e o periférico Bluetooth do computador.
- **Processo de conversão dos dados adquiridos:** Com os dados dentro do ambiente de desenvolvimento, inicia-se o processo de decodificação. A partir dos símbolos recebidos em ASCII, realiza-se o processo de decodificação para os respectivos valores binários. Os valores binários são convertidos em valores de tensão a partir da equação fornecida pelo fabricante, recuperando assim os valores das amostras das entradas analógicas. Em paralelo com a conversão do sinal, o software cria vetores com as coordenadas de tempo das amostras baseadas na frequência de amostragem do microcontrolador, que podem assumir valores de 1 kHz, 100 Hz e 10 Hz [5]. Com as coordenadas de tensão e tempo estabelecidas, consegue-se reproduzir o sinal amostrado na entrada dos módulos.
- **Tratamento dos dados:** Após a representação do sinal estar estabelecida dentro do software, inicia-se o tratamento do sinal, que envolve a aplicação de filtros e ferramentas para analisar os parâmetros do sinal adquirido (amplitude, frequência, ruídos). Dentre os filtros disponibilizados pelo LabVIEW utilizou-se o filtro *butterworth*, pelo fato deste ter melhor compromisso entre atenuação e resposta de fase, com pouca variação na banda de passagem. As ferramentas para análise do sinal permitem a visualização do sinal em um gráfico de amplitude x tempo e, com a transformada rápida de Fourier (FFT), permite a visualização da sua análise espectral. Os testes foram feitos com sinal sintetizado.

## 3. Resultados

A figura 1 apresenta o processo de decodificação do pacote de dados recebidos via Bluetooth. Os símbolos em ASCII são convertidos para valores em binário. Devido a assimetria do pacote enviado foram aplicados alguns processos como rotação e máscara binária para a manipulação dos bits afim de reconstruir os dados de cada entrada analógica.

A figura 2, apresenta o processo de conversão das amostras do módulo ECG; os valores decimais são

convertidos em seus respectivos valores de amplitude de tensão conforme o cálculo fornecido pelo fabricante do hardware.

A figura 3, por sua vez, demonstra o filtro *butterworth* passa alta implementado na plataforma. É possível ajustar os parâmetros de frequência de corte e o número de polos.

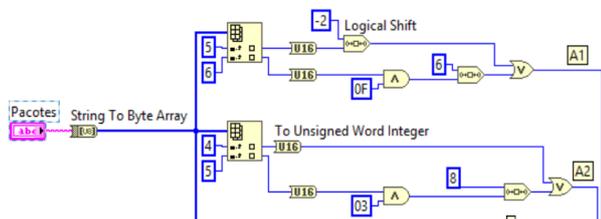


Figura 1 – Circuito decodificador do pacote de dados da entrada analógica um e dois.

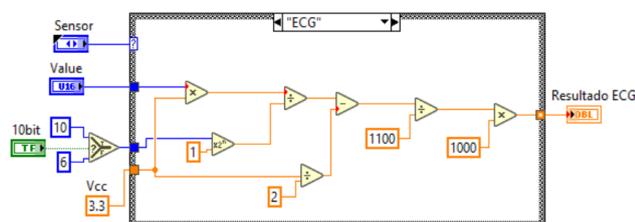


Figura 2 – Conversão dos dados decimais para tensão.

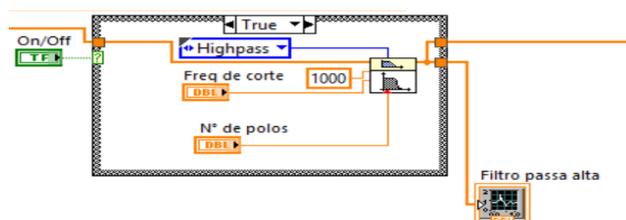


Figura 3 – Filtro passa alta implementado na plataforma.

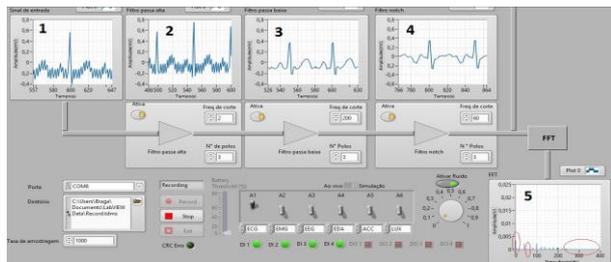


Figura 4 – Plataforma em operação com os filtros ativados.

A imagem da figura 4 apresenta a interface em operação para a plataforma desenvolvida, mostrando o teste realizado para verificar a sua eficiência. Os campos de seleção e as chaves representadas na janela permitem definir as características desejadas para os filtros passa-baixas, passa-altas e notch (frequência de corte, número de polos), bem como selecionar o valor do ruído inserido e o tipo de sinal adquirido (ECG, EMG, EEG). Para realizar esse teste foi utilizado um sinal sintetizado (artificial) do ECG e sobre o mesmo foi aplicado um ruído, com a finalidade de comprovar o tratamento do sinal. Os gráficos da figura apresentam os resultados de cada etapa de filtragem. Como pode-se ver, o sinal de entrada do gráfico 1 apresenta o sinal de ECG imerso em ruído, e após o tratamento, o sinal é

regenerado, apresentando o formato padrão esperado de um sinal de ECG apresentado no gráfico 4. Outra análise que pode ser obtida é com a aplicação da Transformada Rápida de Fourier (FFT) apresentada no gráfico 5 o espectro do sinal mostra a atenuação correta nas frequências de acordo com os parâmetros selecionados nos filtros.

#### 4. Conclusões

Experiências práticas em laboratório são processos fundamentais no aprendizado do aluno. Quando o conteúdo da teoria é assimilado na prática ocorre o despertar de novas ideias e conceitos sobre o conteúdo abordado, o que influencia no interesse da busca por novos conhecimentos. A plataforma demonstrou-se eficiente durante os testes realizados, houve sucesso desde o processo de aquisição dos sinais até o processo final de filtragem. Os resultados visuais mostram a eficiência dos processos utilizados, incluindo a análise gráfica da FFT, que apresentou atenuação correta conforme a configuração dos filtros. Para realizar esse ensaio de teste foi utilizado um sinal sintetizado de ECG, com adição de ruído, mas no laboratório, pode-se também utilizar o sinal dos alunos, aumentando a interação e o interesse do aluno pelo experimento. Portanto, considera-se que a plataforma é adequada para realizar experimentos no laboratório da disciplina de Engenharia Biomédica. Tendo em vista os resultados obtidos, pretende-se no futuro inserir novos recursos e funcionalidades na plataforma, aumentando sua capacidade de análise dos sinais bioelétricos, de maneira a colaborar com a melhoria do aprendizado dos estudantes do curso de Engenharia Biomédica.

#### 5. Referências

- [1] Kozusko, J. et al.. Enhanced Laboratory Exercises for Biomedical Engineering Courses. International Conference on Education and e-Learning Innovations IEEE. 2012. P.1-6.
- [2] Stojanovi, R et al. Addressing the Need for Practical Exercises in Biomedical Engineering Education for Growing Economies. 4th Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO). 2015. p. 416–21.
- [3] Plácido, H et al.. BITalino: A Novel Hardware Framework for Physiological Computing. Proc Int Conf Physiol Comput Syst.2014. p. 246–253.
- [4] National Instruments.. O que é o LabVIEW? 2014. <http://www.ni.com/newsletter/51141/pt/> acessado em 01/18.
- [5] Alves Aet al. BITalino: A Biosignal Acquisition System based on the Arduino. 6th Conf Bio-Inspired Syst Signal Process.2013. p. 261–264.
- [6] Webster, J. G. – Medical Instrumentation: Application and Design, 3a. ed., John Wiley & Sons, 1998.

#### Agradecimentos

À instituição Centro Universitário FEI pela realização das medidas ou empréstimo de equipamentos.

<sup>1</sup> Aluno de IC do Centro Universitário FEI. Projeto com vigência de 06/17 a 05/18.