

34º Encontro Anual de Iniciação Científica
14º Encontro Anual de Iniciação Científica Júnior



12 e 13 de novembro de 2025

PROTÓTIPO DE BAIXO CUSTO PARA ANÁLISE DE ESPECTROSCOPIA DE IMPEDÂNCIA E BIOIMPEDÂNCIA VIA HARDWARE/SOFTWARE ARDUINO E/OU ESP32

Pedro Arthur Pereira Scapin (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Prof. Dr. Fernando Carlos Messias Freire (Orientador). E-mail: fcmfreire@uem.br

Universidade Estadual de Maringá, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Elétrica, Maringá – PR.

Área e subárea do conhecimento: Engenharias / Engenharia Elétrica.

Palavras-chave: Arduino; Bioimpedância; Espectroscopia de Impedância.

RESUMO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um protótipo de baixo custo para medidas de espectroscopia de impedância e bioimpedância, empregando plataformas de prototipagem eletrônica como Arduino e ESP32. O sistema foi concebido como alternativa simplificada e acessível aos equipamentos laboratoriais tradicionais, de alto custo, utilizados na caracterização de materiais e na análise da composição corporal. O protótipo, baseado em conversores digitais-analógicos e leitura de sinais em microcontroladores, demonstrou resultados satisfatórios quanto à obtenção do módulo da impedância de corpos diversos, abrindo perspectivas para aplicações em ensino, pesquisa e medidas biomédicas.

INTRODUÇÃO

A espectroscopia de impedância é uma técnica amplamente utilizada em física, engenharia e biomedicina para análise de propriedades elétricas de materiais e tecidos biológicos. Entretanto, os equipamentos comerciais disponíveis, como analisadores de impedância, apresentam custo elevado e operação complexa. Nesse cenário, plataformas abertas de prototipagem, como o Arduino, oferecem alternativas acessíveis, flexíveis e de grande valor didático. Este trabalho tem como objetivo desenvolver um protótipo funcional de baixo custo para medidas de impedância e bioimpedância, com foco em aplicações acadêmicas e experimentais.

MATERIAIS E MÉTODOS

O sistema foi construído a partir de duas placas Arduino, um módulo conversor digital-analógico MCP4725, resistores de referência e protoboard. Um dos microcontroladores foi programado para atuar como gerador de sinais digitais senoidais, convertidos em sinais analógicos pelo DAC. O segundo Arduino foi responsável pela leitura das tensões antes e após o corpo de impedância desconhecida, utilizando entradas analógicas. Os valores obtidos foram processados em software para cálculo do módulo da impedância. A prototipagem envolveu a integração do hardware e a implementação de códigos em linguagem C/C++ para geração e aquisição dos sinais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O protótipo apresentou desempenho satisfatório na medição de impedância de corpos elétricos e biológicos simulados, confirmando sua viabilidade como alternativa de baixo custo. Embora limitado em relação à faixa de frequências e à ausência de sinais simétricos completos, o sistema se mostrou eficiente na determinação do módulo da impedância. As dificuldades iniciais na geração de sinais estáveis foram superadas por ajustes no software, permitindo resultados consistentes. O protótipo demonstrou potencial para uso didático e experimental, além de abrir perspectivas para futuras aplicações biomédicas.

CONCLUSÕES

O trabalho resultou em um dispositivo funcional, de baixo custo e fácil implementação, capaz de realizar medidas de impedância e bioimpedância. Além de oferecer uma alternativa acessível a equipamentos laboratoriais de alto custo, o projeto contribui para a formação acadêmica de estudantes de engenharia elétrica e áreas afins, aproximando-os da prática experimental em eletrônica aplicada. Futuras melhorias poderão ampliar a faixa de frequências e a precisão das medições, consolidando ainda mais sua aplicabilidade.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi desenvolvido com apoio financeiro do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC), do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Fundação Araucária.

REFERÊNCIAS

BANZI, M. Getting Started with Arduino. O'Reilly Media, 2011.

CORBELLINI, S.; VALLAN, A. Arduino-based portable system for bioelectrical impedance measurement. IEEE MeMeA, 2014.

LAZANAS, A. CH.; PRODROMIDIS, M. I. Electrochemical Impedance Spectroscopy—A Tutorial. ACS Measurement Science Au, 2023.

MAGAR, H. S.; HASSAN, R. Y. A.; MULCHANDANI, A. Electrochemical Impedance Spectroscopy (EIS): Principles, Construction, and Biosensing Applications. Sensors, 2021.

34º Encontro Anual de Iniciação Científica
14º Encontro Anual de Iniciação Científica Júnior



12 e 13 de novembro de 2025

MCROBERTS, M. Arduino Básico - 2a edição. Novatec Editora, 2015.

SANTOS, E. B.; CEZÁRIO JÚNIOR, M. A.; ARAÚJO, D. S.; et al. Construção de um dispositivo para obtenção da impedância elétrica utilizando Arduinos. Revista Brasileira de Ensino de Física, 2022.