

DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO ALTERNATIVO PARA MEDIDAS DE ESPECTROSCOPIA DE IMPEDÂNCIA E BIOIMPEDÂNCIA VIA HARDWARE/SOFTWARE ARDUINO E OU ESP32

João Lorenzo Chiocca Pagani (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Fernando Carlos Messias Freire (Orientador). E-mail: fcmfreire@uem.br
Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Exatas, Maringá-PR

Ciências Exatas e da Terra - Metrologia, Técnicas Gerais de Laboratório, Sistema de Instrumentação

Palavras-chave: Arduino; microscopia de impedância elétrica; conversor digital analógico.

RESUMO

O trabalho em questão propõe o desenvolvimento de um protótipo para medidas de espectroscopia de impedância e bioimpedância. Com o objetivo de fornecer informações a um usuário de laboratório dos possíveis valores da impedância e defasagem de ondas com baixos custos monetários e capacidade de ser utilizado para medir a bioimpedância em tempo real. O controle do protótipo é realizado através da plataforma Arduino e a onda usada na medição é traduzida por um conversor digital analógico MCP4725. Utilizando um circuito teste, é calculado um valor de impedância usado para o ajuste dos valores obtidos das medidas. O protótipo final obtido é capaz de obter valores de impedância em uma ampla gama de situações, mostrando-se adequado para os propósitos necessários.

INTRODUÇÃO

O Arduino é uma plataforma *open-source* de prototipagem eletrônica com *hardware e software* flexíveis, de adaptação e utilização simples, destinado a estudantes, técnicos, professores e profissionais e qualquer outro que deseje criar objetos interativos, ou automações básicas. As placas Arduino funcionam muito similarmente a um computador, no qual pode-se programar comandos para suas entradas e saídas para ativarem seus componentes externos conectados na placa para aumentar sua capacidade de operação.

Em um laboratório profissional, trabalha-se com os melhores equipamentos possíveis para obter os dados necessários para um dado experimento, mas talvez não seja possível “levar” esse equipamento para onde poderia ser necessário, pelo alto custo e complexidade das partes, que em grande parte dos casos, não é viável. Apresenta-se uma necessidade de uma tecnologia que permita obter esses resultados de uma maneira consistente, que seja possível de utilizar em situações que os equipamentos comuns não conseguem tão facilmente. Para auxiliar a

pesquisa nos casos em que um equipamento portátil seria mais eficiente, surge a ideia da criação deste protótipo.

Aparelhos de espectroscopia de impedância também possuem uma dificuldade inata relacionada a obtenção dos dados, necessitando a escrita manual dos dados em tabelas, ou a tradução de equipamentos, gerando mais uma razão onde um protótipo que consiga exportar os dados facilmente seja mais eficiente.

MATERIAIS E MÉTODOS

Microcontroladores Arduino

O *hardware* consiste em um projeto simples e de livre acesso, usado como controlador, com um processador Atmel AVR e suporte embutido de entrada/saída. O *software*, por sua vez, consiste de uma linguagem de programação padrão e com um *bootloader* que roda na placa. As versões mais recentes, como o Arduino UNO, usam o microcontrolador ATmega328 (MCROBERTS, 2015).

A placa inclui um cristal oscilante de 16MHz de *clock*, um regulador de tensão de 5V, um botão de reset, um plugue de alimentação, pinos conectores, e alguns LEDs para facilitar a verificação do funcionamento. A porta USB já fornece alimentação enquanto estiver conectado ao computador, e a tensão de alimentação quando desconectado pode variar de 7V a 12V, graças ao regulador presente na placa (MASSIMO BANZI, 2015).

O ambiente de desenvolvimento é uma aplicação multiplataforma, desenvolvida em Java, com código-fonte aberto, que funciona em Windows, Linux e Mac. Ele tem o visual de um editor simples, fácil de usar para editar, compilar e gravar o código na placa. A linguagem usada é baseada em C e algumas construções de C++, e inclui também uma biblioteca própria, além das funções de uma parte da biblioteca padrão C.

Comunicação I2C

A comunicação I2C é um protocolo muito utilizado em dispositivos eletrônicos para conectar periféricos de baixa velocidade a uma placa-mãe, ou microcontroladores.

O protocolo I2C tem dois tipos de dispositivos: *Master e Slave*. Onde o *Master* (mestre em inglês), é a unidade de controle responsável por coordenar todos os periféricos (*Slaves*, escravos em inglês). O mestre envia uma solicitação de dados para o escravo desejado, e o escravo responde enviando os dados solicitados. Isso é possível graças ao uso de endereços únicos para cada dispositivo escravo, que permitem que o mestre saiba exatamente qual dispositivo deve ser acessado.

O componente usando o sistema I2C se torna um conversor DAC (digital analógico, o MCP4725), que fará a conversão de uma onda gerada digitalmente pelo Arduino em uma onda analógica, com o formato Senoidal ("Arduino - Home", [s.d.]).

Medidor de Impedância

O Medidor de Impedância, tem como seus objetivos obter as grandezas necessárias para o cálculo da impedância em um dado circuito, utilizando componentes facilmente acessíveis, para ser replicável em uma grande gama de situações.

Utilizando dois Arduino UNO, o primeiro é montado como um gerador de função que converterá uma onda digital criada pelo Arduino, em uma onda analógica pelo conversor DAC, que será recebido pelo segundo Arduino, com um filtro *low-pass*, para remover qualquer chiado gerado pela tradução da onda digital-analógica. Nesse segundo Arduino, conectado ao computador, é desenvolvido o controle de suas portas analógicas, para a recepção de duas tensões, uma tensão total, e uma tensão relacionada ao filtro *low-pass*, relatadas pelo serial plotter da IDE do Arduino.

No caso teste, foi utilizado um resistor de $10K\Omega$ e um capacitor de $10nF$ em paralelo como o “circuito desconhecido” ou “circuito teste”, e um segundo resistor de $10K\Omega$ toma valor da resistência referencial. Durante os testes, foi utilizado um osciloscópio Agilent DSO-X 2004A para verificar a possível discrepância das medidas obtidas, junto dos cálculos derivados desses valores, a fim de averiguar os valores, junto ao processo de ajuste das medidas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Utilizando a frequência lida pelo osciloscópio de $50Hz$, e a diferença de potencial obtida no “circuito desconhecido” de 228 mV , é possível ajustar os valores obtidos pelo Arduino de Leitura, a medida crua, de unidades arbitrárias para Volt por intervalos de 10 ms , para a mais fácil interpretação dos dados.

Com os valores obtidos do Arduino de Leitura em Volt, é possível calcular a impedância do circuito teste.

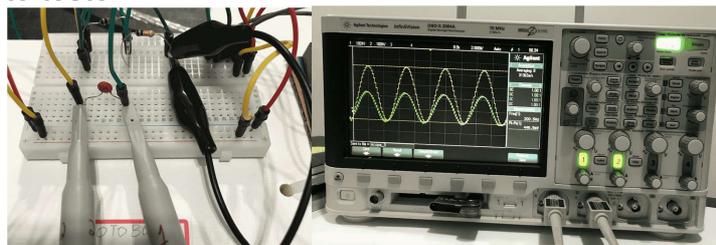


Figura 1 - Medidor de impedância conectado ao Osciloscópio para ajustes.

O valor de impedância calculado para o circuito é de $9,7K\Omega$, muito próximo ao valor esperado se calculado somente pelas componentes do circuito.

É possível que houvesse uma diferença de fase que o Arduino de Leitura capturou, mas é imperceptível nas medidas pelo valor ser muito baixo, não tendo um efeito muito prevalente nos resultados.

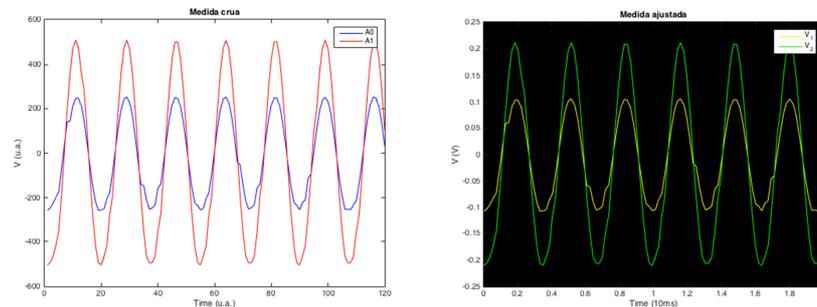


Figura 2 - Valores e ajustes da impedância obtidos pelo sistema teste.

CONCLUSÕES

Ao final do projeto, temos um protótipo para medidas de impedância e também bioimpedância. No fundo, a medida é a mesma, muda somente o objeto a ser mensurado. Devido a popularidade do uso do Arduino, muitos projetos semelhantes já foram feitos, mas pouquíssimos voltados à espectroscopia de impedância. Neste caso, nossa contribuição tem sua relevância histórica e didática.

O medidor de impedância pode ser usado em qualquer lugar, respeitando, é claro, a voltagem aplicada e àquela que será lida. Sendo assim, este projeto abre portas para uma ampla gama de aplicação no que tange medidas de impedância. Podemos concluir que os resultados obtidos com o protótipo foram muito satisfatórios.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha gratidão humilde ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento concedido ao meu projeto de pesquisa no âmbito do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC). Minha apreciação se estende também à Universidade Estadual de Maringá e ao Departamento de Física por proporcionarem o ambiente propício para o desenvolvimento deste trabalho. Não posso deixar de agradecer imensamente ao meu orientador, o professor Dr. Fernando Carlos Messias Freire, que sem seu auxílio, o projeto possivelmente não seria completo. O financiamento do CNPq não só torna possível a realização deste projeto, mas também reforça a importância da pesquisa nesta área.

REFERÊNCIAS

- [1] MCROBERTS, **M. Arduino Básico - 2a edição**. [s.l.] Novatec Editora, 2015.
- [2] MASSIMO BANZI. **Getting started with Arduino**. Sebastopol, California: O'reilly, 2015.
- [3] **Arduino - Home**. Disponível em: <<http://www.arduino.cc>>.