

Relatório 1

Laboratório de Instrumentação Elétrica

Prof. Marcelo N.P. Carreño e Profa. Inés Pereyra
Turma 6

31/10/22

Antonio Oliveira Pedroso da Cruz
Daniel Martins Cabanas
João Pedro Lima Affonso de Carvalho

NUsp: 11798787
NUsp: 12486742
NUsp: 11260846

1) Objetivos:

Para o relatório 1, os nossos objetivos eram:

- entender o funcionamento dos componentes a serem utilizados
- esquematizar e montar o circuito conectando o microfone, o amplificador, o arduino e o computador
- testar o funcionamento de todas as partes (juntas e individualmente)
- caracterização do microfone, evidenciando a necessidade de amplificar o sinal
- Implementar o código do arduino para o conversor digital
- Implementar código do VI para visualizar o sinal no domínio do tempo e sua FFT

2) Esquema do circuito:

O circuito (imagem abaixo) consiste do microfone, conectado ao circuito amplificador, e sua saída conectada à uma entrada analógica do Arduino

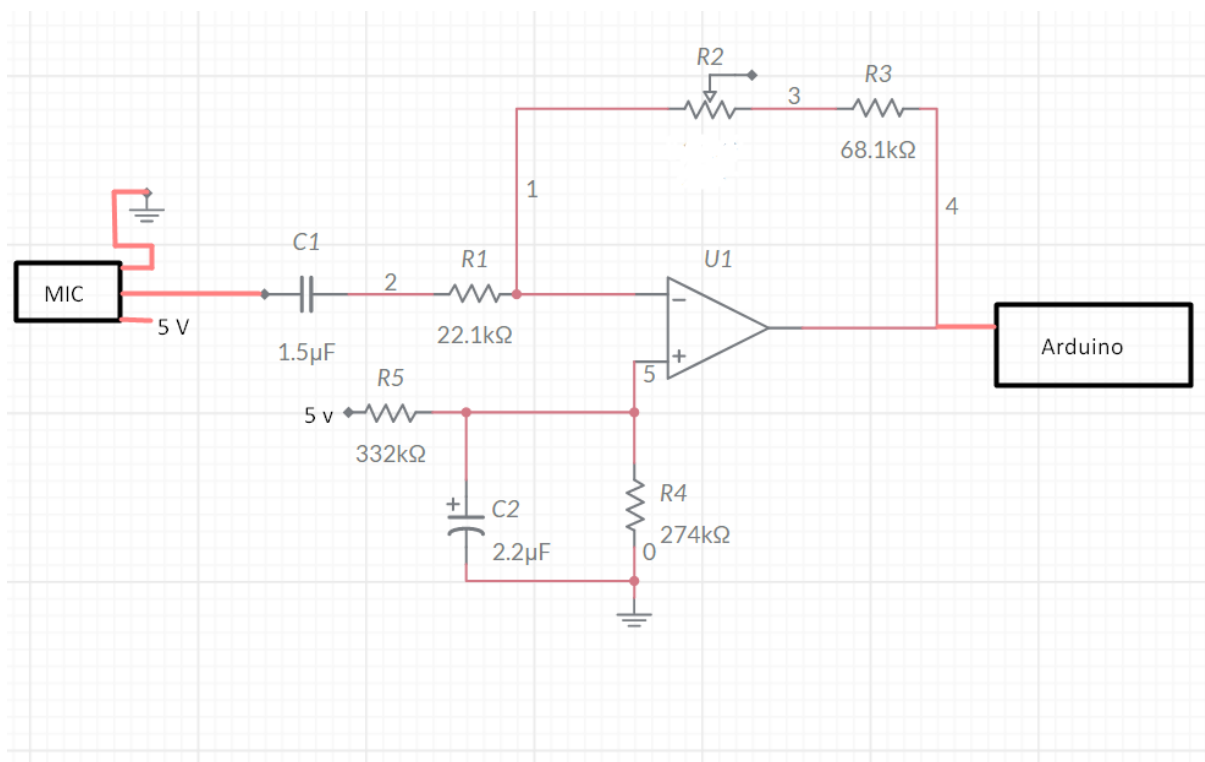


Figura 1 - Diagrama elétrico do Circuito



Figura 1.1 - Circuito montado

Para utilizar o microfone, conectamos um dos terminais ao terra, o terminal com o resistor à uma tensão de 5 V e o terceiro terminal (do meio) é a saída do sinal adquirido. O amplificador foi alimentado à uma tensão também de 5 V e sua saída se conecta à entrada analógica A0 do Arduino, o potenciômetro do circuito amplificador (R2 na imagem) foi ajustado para o funcionamento adequado.

O arduino foi conectado ao computador por um cabo USB.

Os componentes foram testados individualmente - primeiro o funcionamento do microfone, depois do amplificador e por fim do arduino - posteriormente testamos todos conectados e os resultados serão discutidos nos próximos tópicos.

3) Caracterização do microfone:

Tendo o microfone funcionando corretamente, medimos o sinal adquirido com e sem amplificação para frequências de 400 Hz, 800 Hz e 1,3 kHz

Foi usado um aplicativo para celular para emitir os sinais nas frequências desejadas.

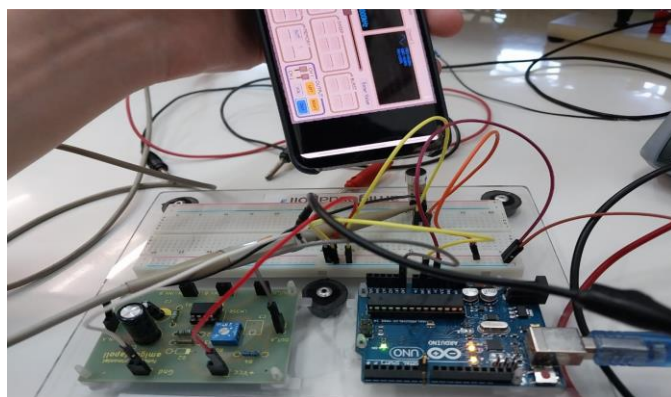


Figura 2 - Esquema de aquisição do sinal

Medições sem amplificação:
400 Hz:

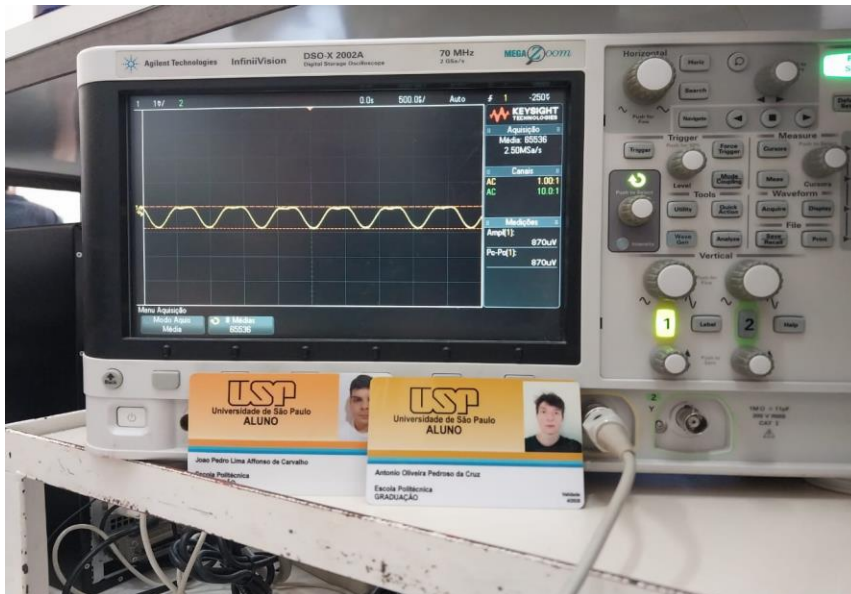


Figura 3 - Tela do osciloscópio para um sinal de 400 Hz sem amplificação

800 Hz:

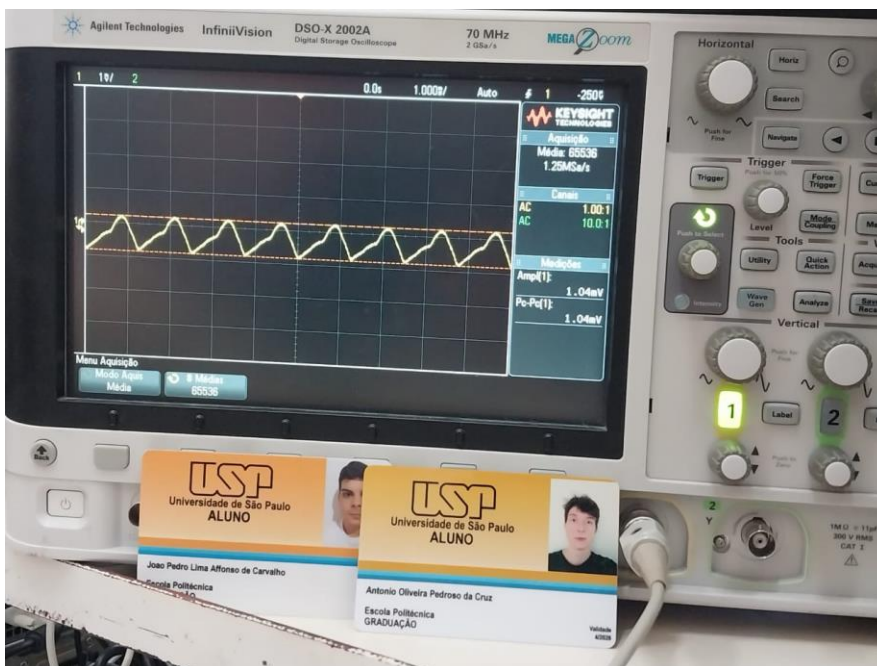


Figura 4 - Tela do osciloscópio para um sinal de 800 Hz sem amplificação

1300 Hz:



Figura 5 - Tela do osciloscópio para um sinal de 1300 Hz sem amplificação

Medições com amplificação:

400 Hz:

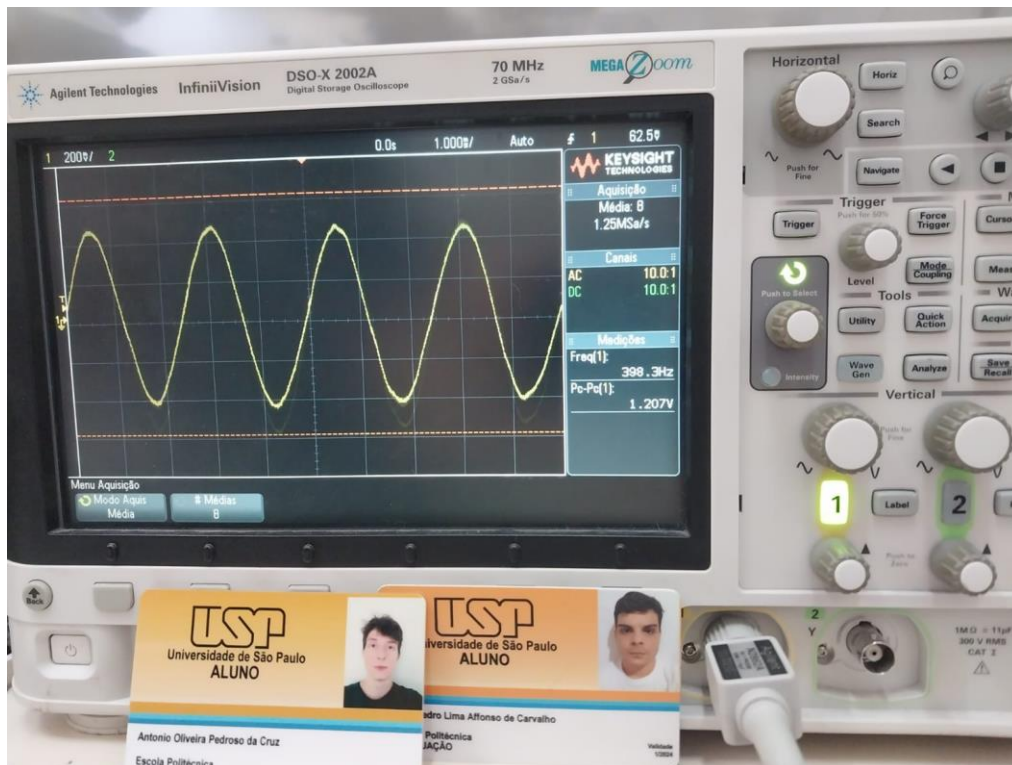


Figura 6 - Tela do osciloscópio para um sinal de 400 Hz com amplificação

800 Hz:

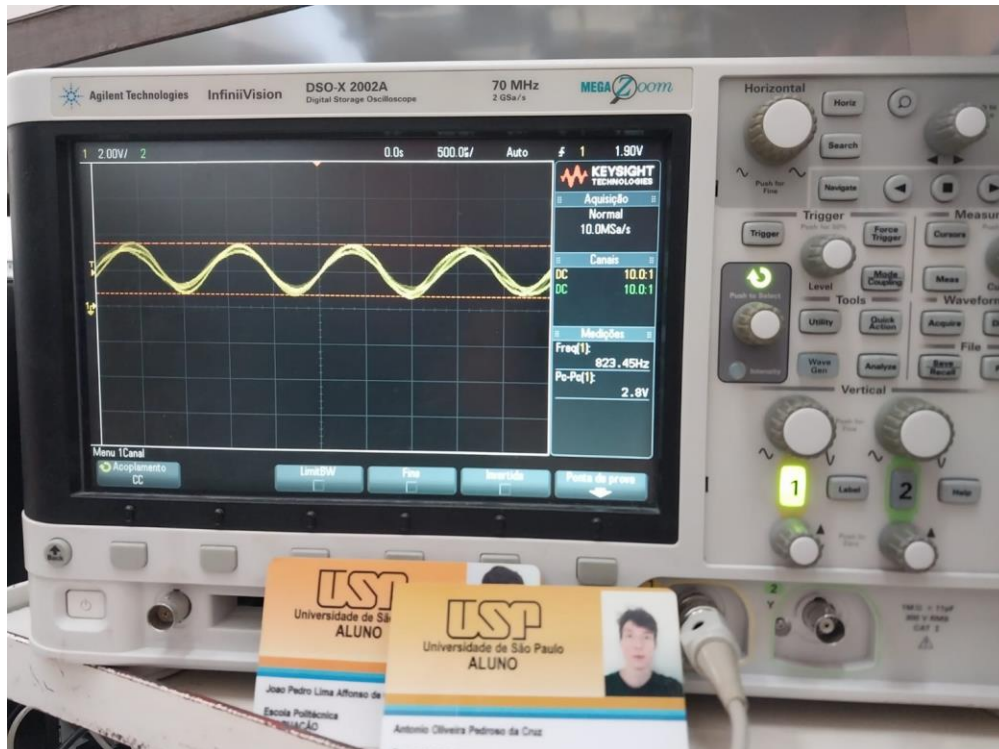


Figura 7 - Tela do osciloscópio para um sinal de 800 Hz com amplificação

1300 Hz:

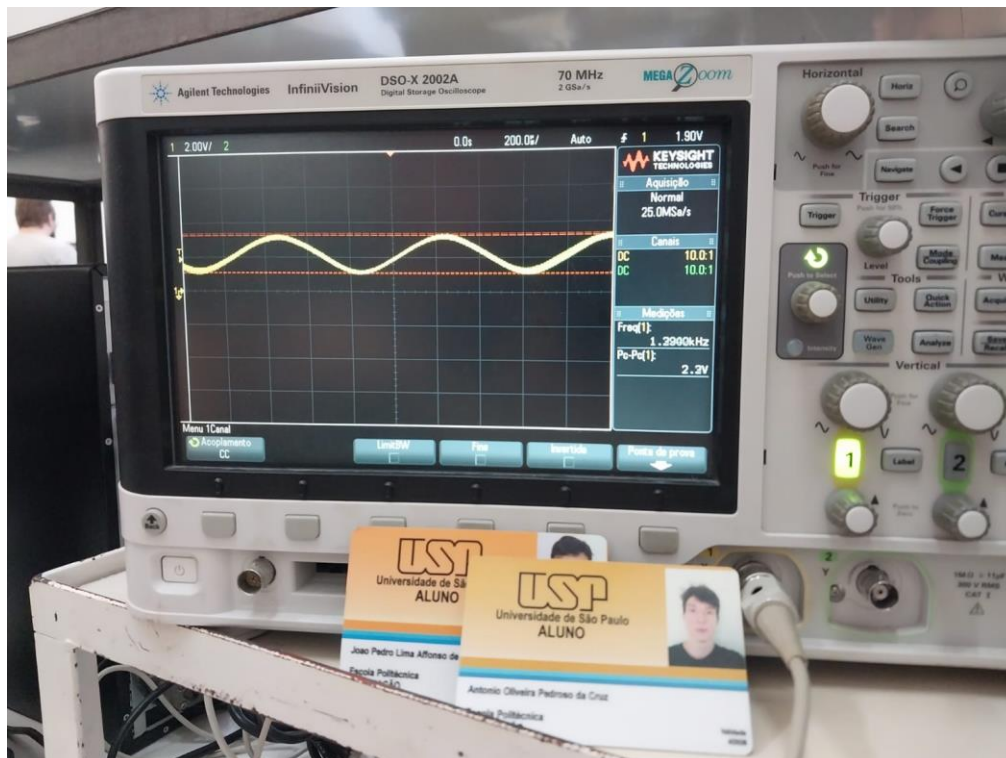


Figura 8 - Tela do osciloscópio para um sinal de 1300 Hz com amplificação

Como é possível perceber, o sinal sem amplificação é muito fraco - da ordem de mV - evidenciando a necessidade de usar um amplificador.

4) Implementação do VI

Para realizar a conversão do sinal analógico em digital, foi utilizado o conversor A/D nativo do arduino, que possui frequência de amostragem de aproximadamente 9000 Hz¹, portanto, a frequência dos sinais deve ser de até $\frac{9000}{2} = 4500$ Hz, para que o critério de Nyquist seja respeitado.

Todos os sinais experimentados estão dentro da frequência máxima que pode ser capturada pelo arduino sem ocorrer rebatimentos e distorções.

O VI foi desenvolvido com dois objetivos: exibir o sinal no domínio do tempo e sua FFT. Foi tomado como base o arquivo [LabViewADC_2022_v1_template.vi](#) e usado como referência o [FFT_exemplo.vi](#) para implementar a FFT.

O diagrama de blocos (imagem abaixo) captura o sinal vindo do arduino, multiplica pela LSB ($\frac{VCC}{2^{resolução}}$) e conecta ao bloco de *build waveform* na entrada Y, e a frequência de amostragem é invertida e então usada como eixo X do gráfico do sinal obtido na entrada *dt*.

Do bloco build waveform, o sinal vai para um *waveform chart* - o qual é exibido na interface do VI - e para um bloco de *Spectral Measurements*, que calcula a FFT do sinal, e a emite pela saída *FFT (RMS)*, a qual também se conecta a um *waveform chart* para ser exibido na interface. A saída *FFT (RMS)*, por sua vez, constrói o espectro de magnitudes do sinal.

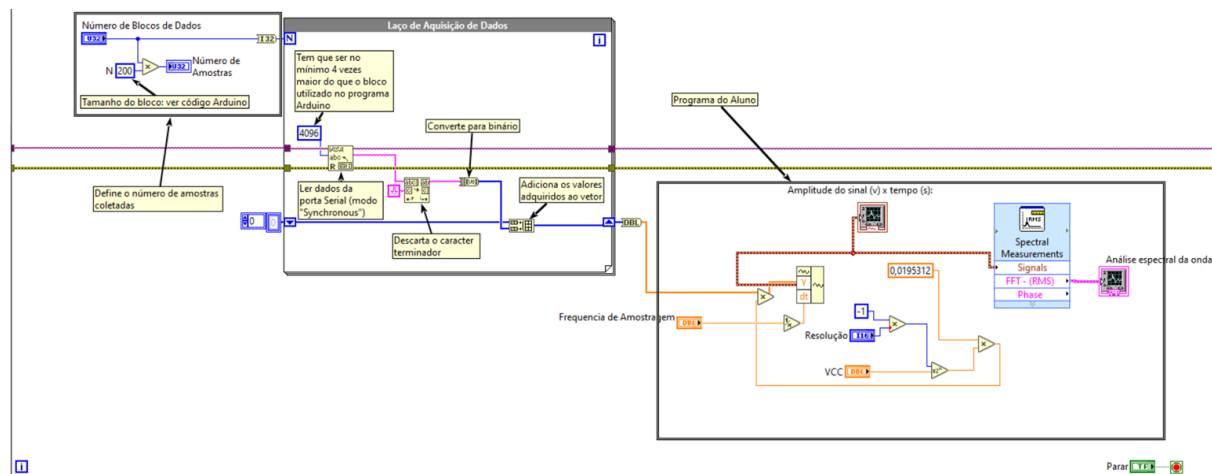


Figura 8 - Diagrama de blocos do VI implementado

Interface gráfica:

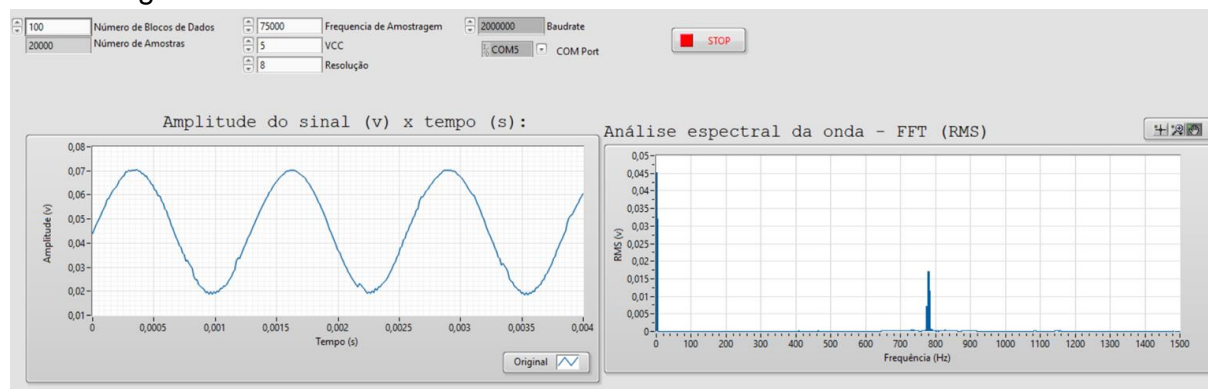


Figura 9 - Interface do VI para um sinal de 800 Hz

Na interface do VI, é possível alterar alguns dados do sinal (frequência de amostragem, resolução etc) e os sinais obtidos são exibidos nos gráficos.

No gráfico da FFT, sempre estará presente um valor para a frequência de 0 Hz, isso ocorre porque existe uma parte contínua no sinal adquirido devido ao amplificador, que por ser contínua terá frequência nula.

5) Conclusões

O circuito montado funcionou como esperado, e a amplificação se mostrou indispensável pois o sinal é muito fraco.

A conversão do sinal digital do arduino foi feita através do código disponibilizado no moodle ([ArduinoADC_2Etapa_2019_v0.ino](https://www.papequis.com.br/2018/01/Arduino-ADC-Sampling-Rate.html)) sem nenhuma alteração.

O código desenvolvido do VI também funcionou corretamente e foi possível observar o sinal adquirido pelo microfone e sua FFT, o que será útil para as próximas etapas.

6) Referências bibliográficas

1. <https://forum.arduino.cc/t/maximum-sampling-receiving-frequency-of-arduino-analog-vs-digital/693167/5>;
<https://www.papequis.com.br/2018/01/Arduino-ADC-Sampling-Rate.html>