

**Universidade Federal de Campina Grande**  
**Centro de Engenharia Elétrica e Informática**  
**Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica**

**Processamento Digital de Sinais**  
**Professor: Edmar Candeia Gurjão**

**Projeto de Identificação de Voz Masculina e Feminina**

**Data:01/10/2024**

**Aluno: Rogério Moreira Almeida**

## Introdução

O reconhecimento e processamento de sinais de áudio têm se tornado uma área de grande interesse em diversas aplicações tecnológicas, desde assistentes virtuais até sistemas de automação doméstica. O presente projeto tem como objetivo identificar o gênero de uma voz gravada (masculina ou feminina) com base na análise de frequência do áudio. O processamento do sinal é feito em Python, e a saída do sistema é exibida através de LEDs conectados a um Arduino, que indicam a classificação do gênero. Este projeto combina técnicas de processamento digital de sinais, comunicação com microcontroladores e eletrônica básica, demonstrando uma abordagem prática para a identificação de voz em diferentes contextos.

## Motivação

A identificação de gênero a partir da voz pode ser útil em uma variedade de situações, desde a personalização de serviços com base no perfil do usuário até a automação de sistemas de controle de acesso por voz. A motivação principal deste projeto foi criar um sistema acessível que pudesse realizar essa identificação de maneira eficiente, integrando o processamento de sinais com a interface de hardware simples, como o uso de LEDs e Arduino. Outro fator motivador foi a oportunidade de explorar conceitos de processamento digital de sinais (PDS) aplicados em dispositivos de baixo custo e familiarização com técnicas de comunicação entre computadores e microcontroladores.

## Objetivo

O objetivo deste projeto é desenvolver um sistema de identificação de gênero vocal (masculino ou feminino) a partir de amostras de áudio gravadas. O sistema processa as frequências do áudio utilizando a Transformada Rápida de Fourier (FFT) para identificar a frequência dominante e determinar o gênero baseado em intervalos de frequências pré-definidos.

## Metodologia

### Materiais Utilizados

- **Notebook:** Usado para programar e rodar o código em Python para processar o áudio.
- **Sistema Operacional:**
  - Microsoft Windows 11 Pro (Versão 10.0.22631, Compilação 22631).
- **Hardware:**
  - **Modelo do Sistema:** Acer Aspire A315-42G.
  - **Processador:** AMD Ryzen 7 3700U com Radeon Vega Mobile Gfx, 2300 MHz, 4 núcleos, 8 threads.
  - **Memória RAM:** 24 GB instalada.
  - **Modo de Inicialização:** UEFI.
  - **Armazenamento:**

- Pasta do Windows: C:\WINDOWS.
  - Pasta do sistema: C:\WINDOWS\system32.
  - Espaço do arquivo de paginação: 3,25 GB.
  - **Firmware e Controladores:**
    - **Versão do BIOS:** V1.11 (16/11/2020).
    - **Fabricante da BaseBoard:** PK.
    - **Produto BaseBoard:** Sleepy\_PK.
    - **Versão do SMBIOS:** 3.1.
    - **Modo da BIOS:** UEFI.
  - **Outros Recursos e Configurações:**
    - **Estado da Inicialização Segura:** Ativado.
    - **Hyper-V:** Habilitado (com extensões de conversão e virtualização).
    - **Fuso Horário:** Hora Padrão de Buenos Aires.
    - **Camada de Abstração de Hardware:** Versão 10.0.22621.2506.
- 
- **Arduino:** Responsável pela comunicação e controle dos LEDs com base na identificação do gênero.
  - **LEDs (Azul, Vermelho, Verde):** Indicadores para sinalizar se a voz é masculina, feminina ou indefinida.
  - **Fios:** Para realizar as conexões entre os componentes.
  - **Resistores de 200 Ohms:** Utilizados para limitar a corrente nos LEDs.
  - **Bateria:** Para alimentar o Arduino e LEDs.
  - **Python:** A linguagem de programação usada para o processamento de sinais e controle do sistema.

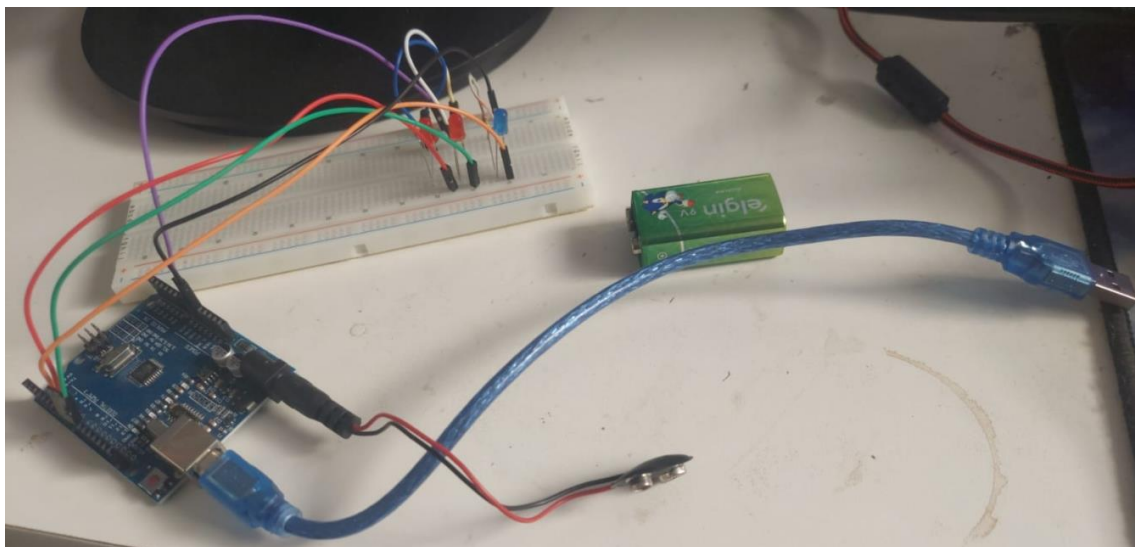


Figura1: Arduino, plataforma e demais materiais utilizados.

Observações: a figura 1 não possui microfone, o conector é apenas utilizado caso fosse

## Processo de Implementação

### a. Aquisição do Áudio

O áudio foi obtido previamente e equalizado para eliminar frequências acima de 600 Hz, garantindo que o foco do processamento fosse nas frequências de voz humanas.

### b. Processamento do Sinal

O sinal de áudio é lido utilizando a biblioteca `scipy.io.wavfile`, e a FFT é aplicada para transformar o áudio do domínio do tempo para o domínio da frequência. Em seguida, as frequências superiores a 300 Hz foram filtradas utilizando um filtro passa-baixa de Butterworth para focar nas faixas de interesse de voz masculina e feminina.

### c. Identificação do Gênero

Com a frequência dominante extraída do áudio filtrado, a identificação do gênero é feita com base nos intervalos:

- **Voz Masculina:** 85 Hz a 180 Hz
- **Voz Feminina:** 181 Hz a 300 Hz
- **Indefinido:** Frequências fora dessas faixas

### d. Controle dos LEDs

Dependendo do gênero identificado, o sistema envia um sinal serial para o Arduino, que aciona o LED apropriado:

- **LED Azul:** Voz masculina
- **LED Vermelho:** Voz feminina
- **LED Verde:** Gênero indefinido.

## Resultados *Obtidos*

O sistema foi capaz de identificar corretamente a frequência dominante e acionar os LEDs de forma adequada para as amostras de áudio testadas. O filtro passa-baixa ajudou a melhorar a precisão da identificação ao eliminar frequências de ruído mais altas.

## Possíveis Aplicações

1. **Assistentes Virtuais Personalizados:** O sistema pode ser utilizado para personalizar a resposta de assistentes virtuais, ajustando suas interações com base no reconhecimento de gênero.
2. **Sistemas de Atendimento Automatizado:** Em centrais de atendimento ao cliente, a identificação de gênero pode ser usada para adaptar a voz dos agentes virtuais ao perfil do cliente, tornando a interação mais natural.

3. **Controle de Acessos:** A identificação de voz pode ser aplicada em sistemas de controle de acesso, onde a validação por frequência de voz e reconhecimento de gênero serve como uma camada adicional de segurança.
4. **Sistemas de Monitoramento de Segurança:** Em sistemas de vigilância por áudio, a identificação de voz poderia ajudar a filtrar falas humanas e caracterizar padrões de voz em cenários de monitoramento, facilitando a detecção de eventos importantes.
5. **Dispositivos de Automação Residencial:** O projeto pode ser integrado a sistemas de automação doméstica, permitindo que dispositivos respondam de maneira diferenciada a comandos de voz de acordo com o gênero da pessoa que está falando.

## Possíveis Melhorias

1. **Uso de ESP32 para Comunicação Sem Fio:** Uma melhoria significativa seria substituir o Arduino por um ESP32. Esse microcontrolador permite comunicação sem fio (Wi-Fi ou Bluetooth), eliminando a necessidade de conexão física por cabo serial. Isso abriria a possibilidade de monitoramento e controle remoto do sistema.
2. **Captação de Áudio em Tempo Real:** Uma melhoria importante seria implementar a captação de áudio em tempo real, utilizando um microfone conectado diretamente ao sistema. Isso permitiria a análise contínua e dinâmica do áudio, em vez de processar apenas arquivos gravados.
3. **Melhoria no Filtro:** O filtro utilizado pode ser aprimorado para adaptar melhor às características específicas de voz e eliminar possíveis interferências que ainda estejam no sinal.
4. **Otimização de Hardware:** Utilizar uma placa mais robusta como o ESP32 ou outro microcontrolador com maior poder de processamento poderia permitir realizar a FFT diretamente no hardware, tornando o sistema mais eficiente.

## Conclusão

O projeto de identificação de áudio com base na frequência dominante foi implementado com sucesso utilizando um Arduino, LEDs e processamento de sinais em Python. A principal funcionalidade de identificar o gênero a partir de uma gravação de áudio foi alcançada, e melhorias futuras poderiam ser implementadas para ampliar as capacidades do sistema, como comunicação sem fio e processamento em tempo real.

## **Referência**

Oppenheim, A. V., & Schafer, R. W. (2010). Processamento em Tempo Discreto de Sinais (3ª ed.). Pearson.

<https://github.com/Rogério-M-Almeida/PDS>