



Sinais e Sistemas

A IMPLEMENTAÇÃO DA TRANSFORMADA DE FOURIER NA CRIAÇÃO DE UM AFINADOR CORDA A CORDA DE VIOLÃO COM PYTHON E ARDUINO

Discentes: Natália Guimarães
e Rafael Gonçalves
Docente: Paulo Armando





APRESENTAÇÃO

01

INTRODUÇÃO



02

**FUNDAMENTAÇÃO
TEÓRICA**



03

**MATERIAIS E
MÉTODOS**



04

RESULTADOS





INTRODUÇÃO

O objetivo desse artigo consiste em descrever como foi implementado um afinador corda a corda para violão utilizando Python e Arduino.

Ferramentas

Para implementar o projeto foi usada a linguagem de programação Python, os recursos do Arduino para configurar um circuito sinalizador de notas.





FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesse tópico serão apresentados alguns conceitos importantes a fim de facilitar o entendimento sobre as ferramentas matemáticas e computacionais utilizadas na construção do projeto.



Série de Fourier

A Série de Fourier se trata de uma série trigonométrica bastante utilizada na representação de funções infinitas e periódicas complexas de mecanismos físicos no formato de funções que utilizam senos e cossenos.

$$T(x) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} \left[a_n \cdot \cos\left(\frac{n\pi t}{L}\right) + b_n \cdot \sin\left(\frac{n\pi t}{L}\right) \right]$$

Equação 1 - Série de Fourier.



Figura 1 - Jean Baptiste Joseph Fourier (1768-1830).

Transformada de Fourier

A Transformada de Fourier é caracterizada por representar um sinal no domínio da frequência. O atributo “transformada” se refere às possíveis representações do domínio da frequência através de um eixo em função do tempo.

$$F(\omega) = F_{[f]}(\omega) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} f(x) e^{-i\omega x} dx$$

Equação 2 - Transformada de Fourier.



Transformada Discreta de Fourier (TDF)

Ela se trata de uma sequência de várias amostras de frequência de um determinado sinal em certos instantes de tempo. Matematicamente, ela é dada por:

$$F[k] = \langle f, e_k \rangle = \sum_{n=0}^{N-1} f[n] e^{\frac{-2\pi i n k}{N}}$$

Equação 3 - Transformada Discreta de Fourier (TDF).



Figura 2 - Amostra de um sinal discreto e periódico.



A Transformada Rápida de Fourier (TRF)

A Transformada Rápida de Fourier (TRF) é um algoritmo que realiza o cálculo da Transformada Discreta de Fourier (TDF).



Figura 3 - Estatístico John Tukey (1915-2000).

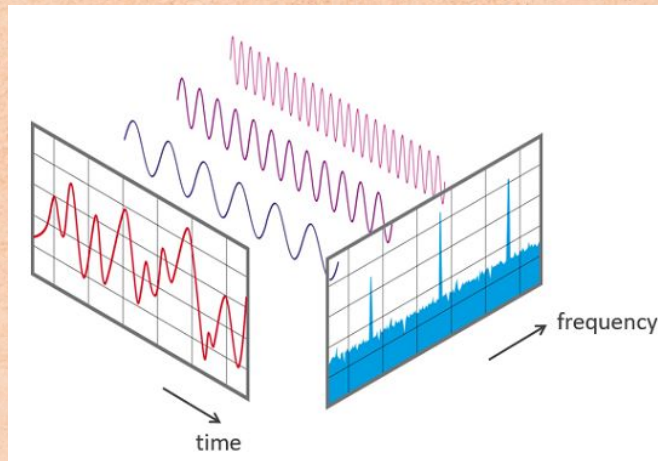


Figura 4- Decomposição de um sinal combinado (vermelho) em suas senóides originais.



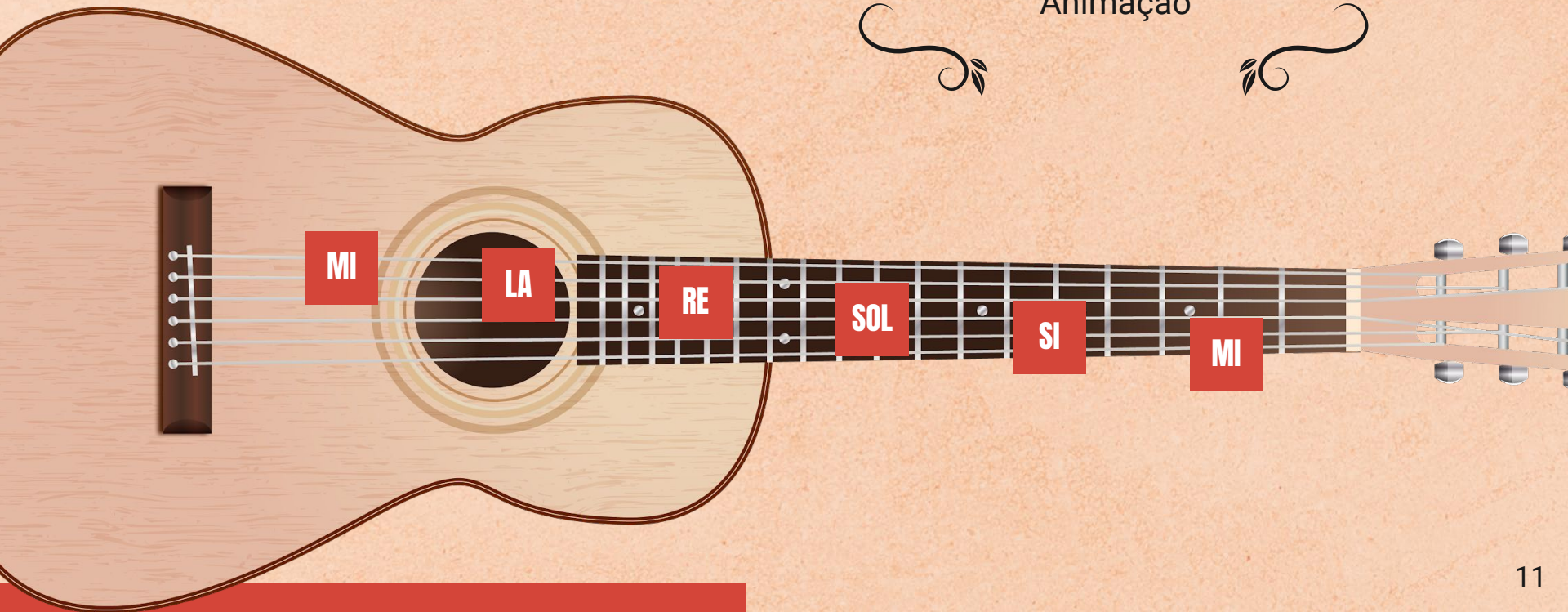
MATERIAIS E MÉTODOS

Após uma breve abordagem teórica sobre as ferramentas utilizadas durante a construção do projeto, torna-se possível expor como ocorreu o seu processo de desenvolvimento.



Conhecendo as Cordas do Violão

Animação





Aplicativo do Cifra Club

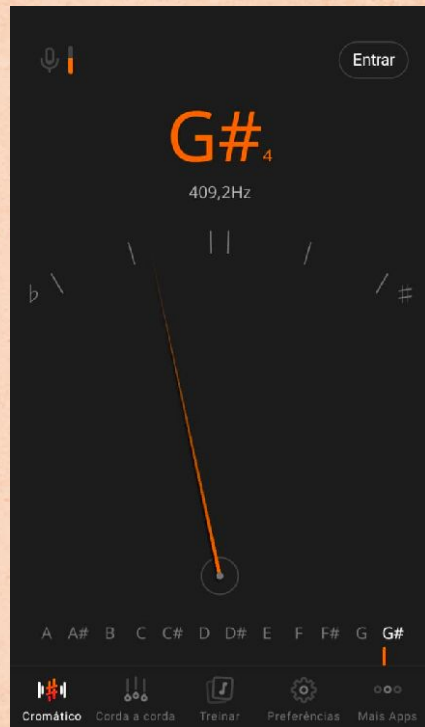


Figura 5 - Afinador cromático.

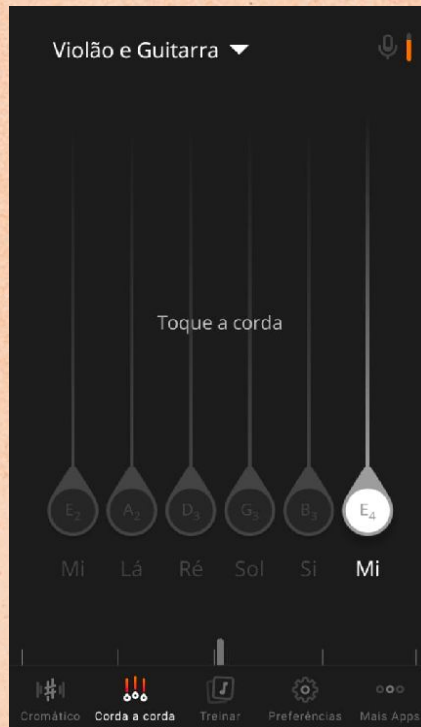


Figura 6 - Afinador corda a corda.



Tabela de Frequências

Notação	Frequência (Hz)
E_4	329,6
B_3	246,9
G_3	196
D_3	146,8
A_2	110
E_2	82,4

Tabela 1 - Frequências exigidas em cada corda do violão para está afinado de acordo com o afinador Cifra Club.



Circuito Sinalizador de Notas

O circuito é composto de 6 leds. Cada um representa uma corda do violão. A ordem segue da esquerda para a direita, da 1° à 6° corda.

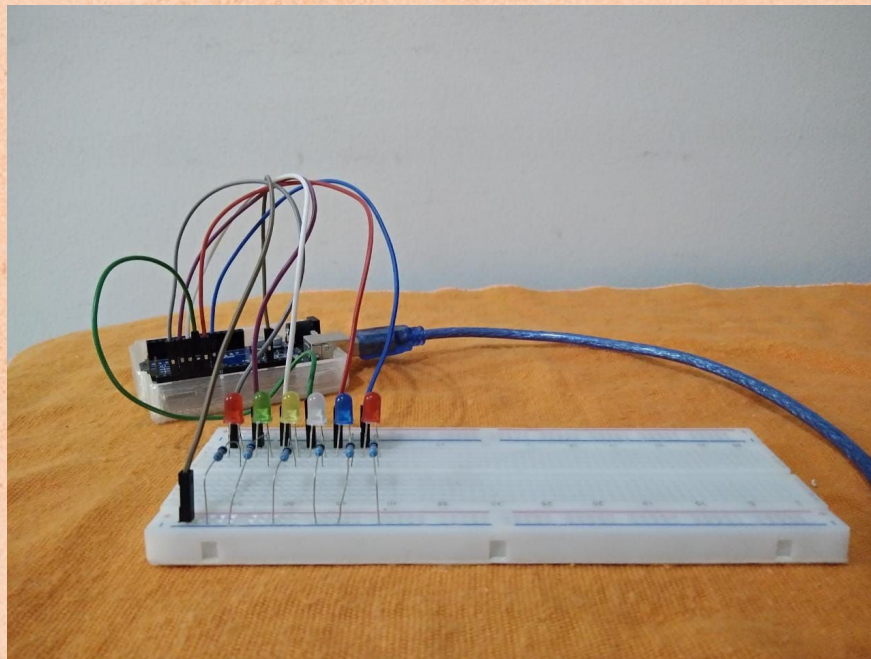
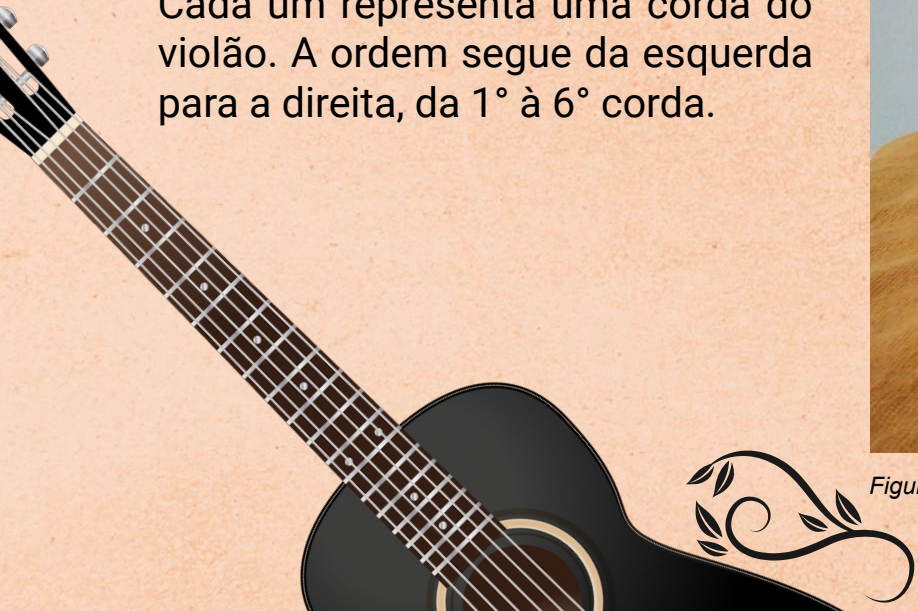


Figura 7 -Circuito do sinalizador de afinação.



Parte do Código em Python

```
29 # Cria um array numpy contendo uma única leitura de dados de áudio
30 # Fica executando o código infinitamente
31
32 while True:
33
34     # Realiza a leitura dos dados de 16 bit inteiro
35     data = np.fromstring(stream.read(CHUNK), dtype=np.int16)
36
37     # Suaviza o TRF por janelas de dados
38     data = data * np.hanning(len(data))
39
40     # Filtra apenas a parte positiva do sinal
41     fft = abs(np.fft.fft(data).real)
42
43     # Calcula a frequência usando o TDF
44
45     fft = fft[:int(len(fft)/2)]
46     freq = np.fft.fftfreq(CHUNK, 1.0/RATE)
47     freq = freq[:int(len(freq)/2)]
48     freqPeak = freq[np.where(fft==np.max(fft))[0][0]]+1
49
```

Figura 8 - Laço infinito que realiza os cálculos da frequência através da Transformada Rápida de Fourier (TRF).

Parte do Código do Arduino

```
void classificador(){  
  
  if(sinal == 0){  
    digitalWrite(led_mizinho, LOW);  
    digitalWrite(led_si, LOW);  
    digitalWrite(led_sol, LOW);  
    digitalWrite(led_re, LOW);  
    digitalWrite(led_la, LOW);  
    digitalWrite(led_mizao, LOW);  
  
  }else if(sinal == 1){  
    digitalWrite(led_mizinho, HIGH);  
    delay(300);  
    digitalWrite(led_si, LOW);  
    digitalWrite(led_sol, LOW);  
    digitalWrite(led_re, LOW);  
    digitalWrite(led_la, LOW);  
    digitalWrite(led_mizao, LOW);  
  
  }else if(sinal == 2){  
  
    digitalWrite(led_mizinho, LOW);  
    digitalWrite(led_si, HIGH);  
    delay(300);  
    digitalWrite(led_sol, LOW);  
    digitalWrite(led_re, LOW);  
    digitalWrite(led_la, LOW);  
    digitalWrite(led_mizao, LOW);  
  }  
}
```

Figura 9 - Parte da função classificador().

A man with dark hair and a beard, wearing a black polo shirt, is playing an acoustic guitar on a balcony. He is looking down at the guitar. The balcony has a metal railing. In the background, there is a body of water, a line of trees, and a city skyline under a clear sky. A red rectangular box is overlaid on the right side of the image, containing the word "RESULTADOS" in white capital letters. A decorative black vine graphic is positioned between the man's arm and the red box.

RESULTADOS

Gráficos

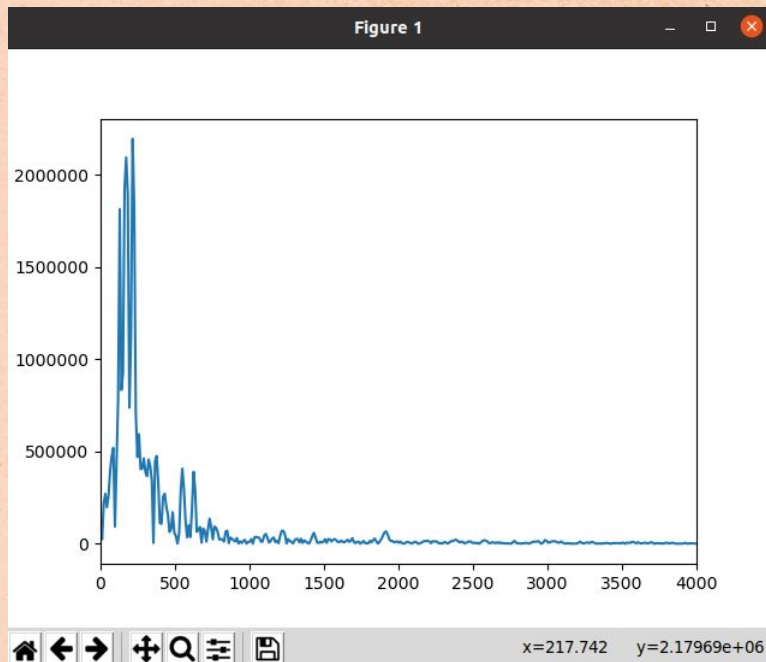


Figura 10 - Onda gerada pela frequência da 2ª corda (Si) do violão.

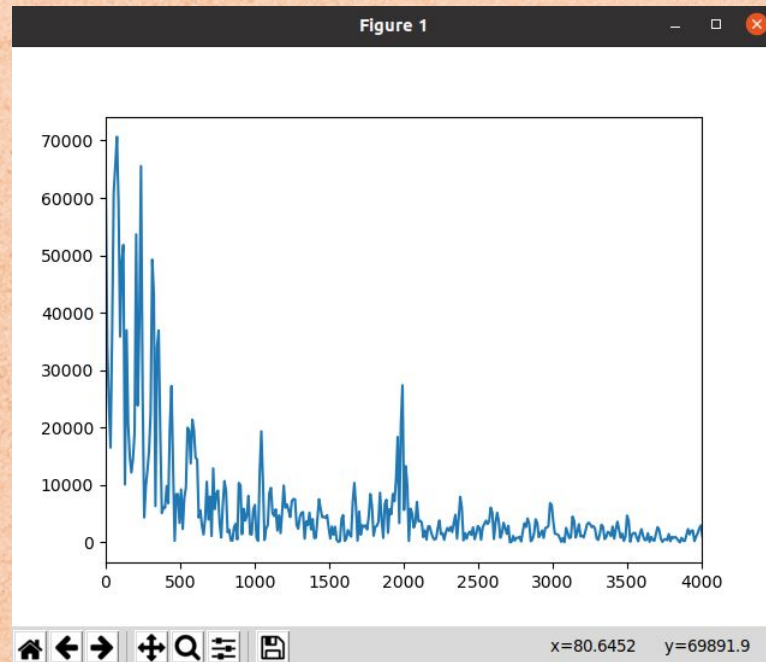


Figura 11 - Onda gerada pela frequência da 6ª corda (Mizão) do violão.

Execução Final do Sistema



Figura 12- Led verde aceso indicando que a 2° do violão (Si) está afinada.

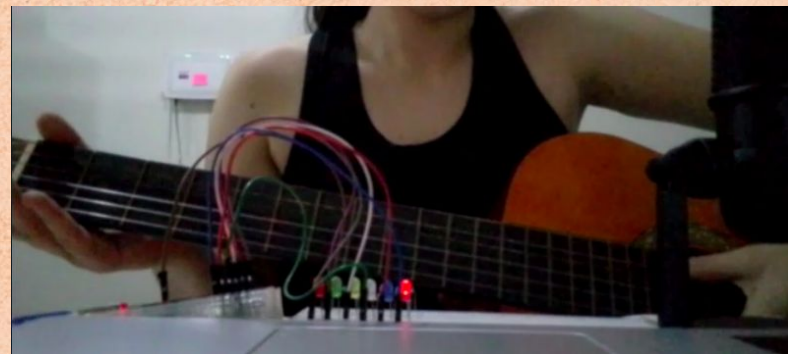


Figura 13 - Led verde aceso indicando que a 6° do violão (Mizão) está afinada.



FIM

