

EA614U - Análise de Sinais - 2s2021

Exercício de fixação de conceitos (EFC) 4 - Amostragem e DFT

Aluno: Vinícius de Lima Quadrado - 225357

a) Resolvido no python notebook:

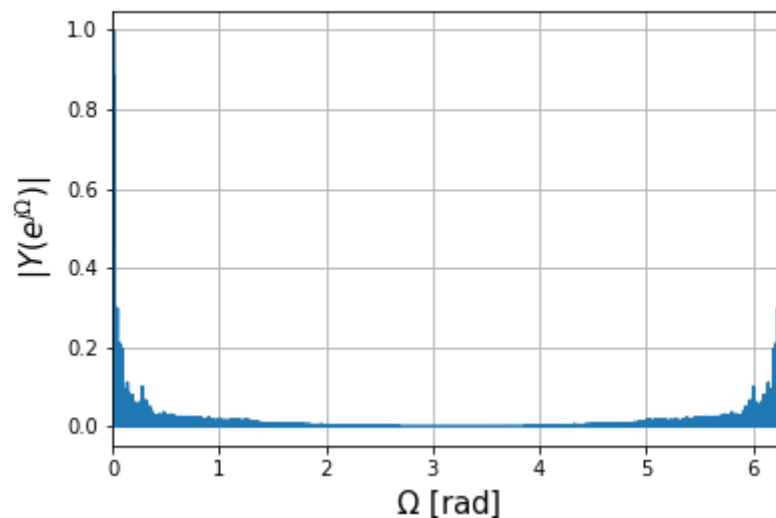
```
import scipy.io.wavfile as siow

Fs, y = siow.read('creed_overcome.wav')
y=y[:,0]+y[:,1]
print(f'Fs = {Fs}, y lenght = {len(y)}')
```

```
Fs = 44100, y lenght = 1379420
```

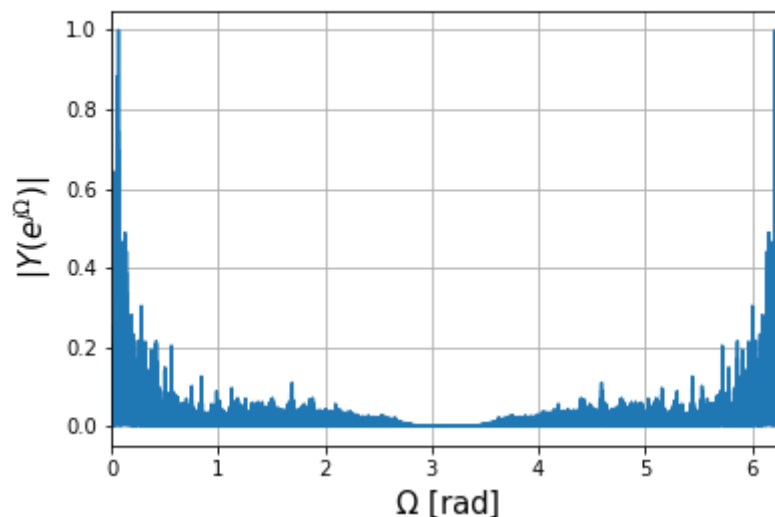
Onde F_s é a taxa de amostragem do arquivo e y é a quantidade de amostras obtidas do sinal

b) Utilizando a rotina **espectro(y)** fornecida, mostre o espectro de frequências do sinal de áudio e discuta seu conteúdo espectral.



Existe uma predominância de frequências baixas no conteúdo espectral, e praticamente não se observa conteúdo em frequência acima de $\Omega = 2\pi \text{ rad}$ no espectro original.

c) Reduza a taxa de amostragem por um fator de $M = 6$ e discuta as mudanças em relação ao espectro do sinal original.



Observa-se um alongamento do espectro e uma presença considerável de frequências mais altas, como a taxa de amostragem reduziu bastante, é possível que a relação de Nyquist não esteja mais sendo obedecida e portanto há Aliasing, que causa distorção do sinal amostrado.

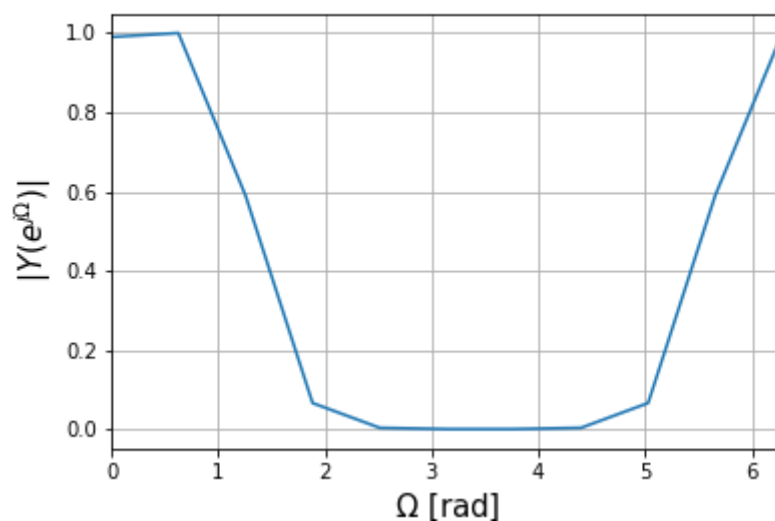
d) Ouça, então, o sinal de áudio original e o subamostrado. Comente as diferenças

O sinal subamostrado é abafado, da a sensação de que há notas ou timbres faltando e também percebo um chiado por trás da voz

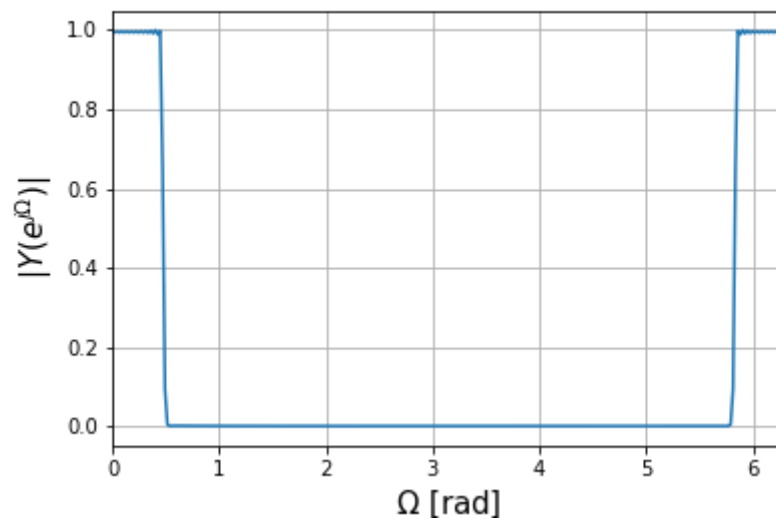
e) Apresente e discuta a resposta em frequência do filtro (utilizando a rotina **espectro(h)**) para os seguintes casos:

1. $\Omega_p = 0.45[rad]$, $\Omega_r = 2[rad]$;
2. $\Omega_p = 0.45[rad]$, $\Omega_r = 0.5[rad]$;
3. $\Omega_p = 1.5[rad]$, $\Omega_r = 2[rad]$;

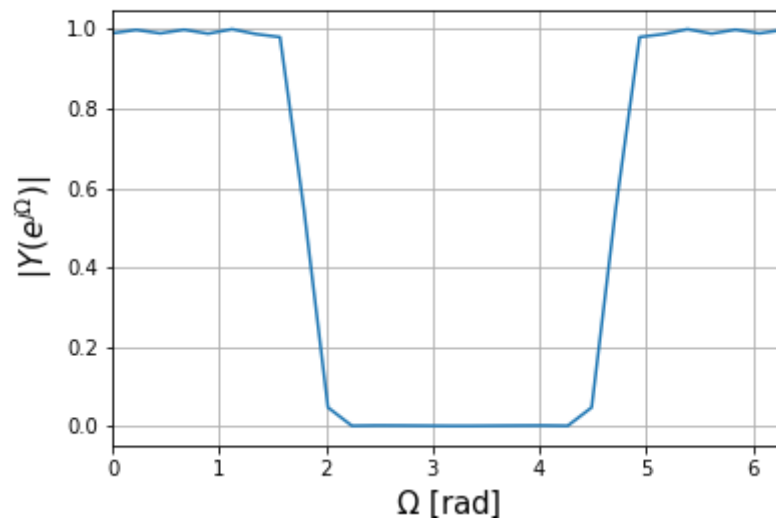
Caso 1: Este filtro apresenta uma curva mais suave na atenuação de frequências mais altas, de modo que as frequências entre os valores de $\Omega_p = 0.45[rad]$, $\Omega_r = 2[rad]$ sejam filtradas em algum grau de intensidade apenas, o corte de frequências altas acontece por volta de $\Omega_r = 2.5[rad]$



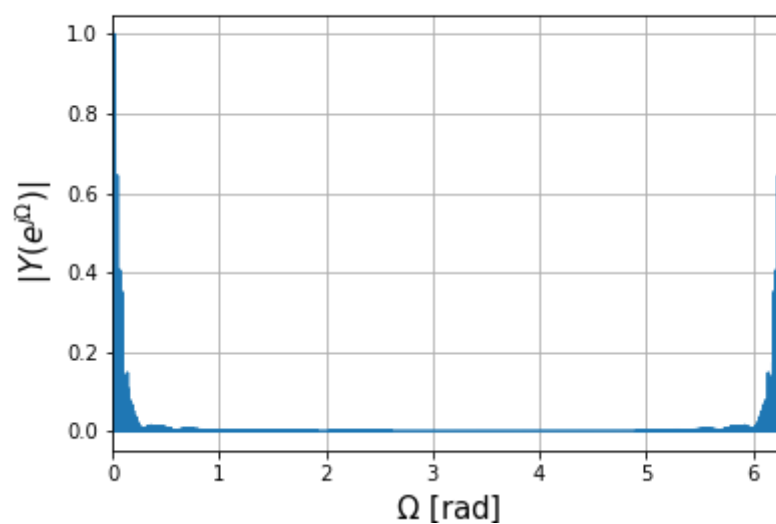
Caso 2: Comportamento similar a um filtro ideal, com uma curva de rejeição abrupta, ideal para selecionar "a dedo" uma frequência específica.



Caso 3: Semelhante ao caso 1, com uma curva menos suave, e frequência de corte absoluto em cerca de $\Omega_r = 2.2[\text{rad}]$

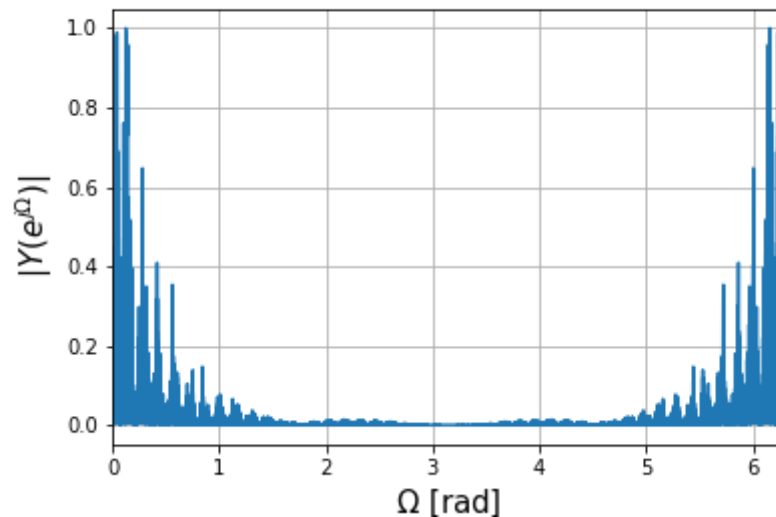


f) Utilizando $\Omega_p = 0.45[\text{rad}]$, $\Omega_r = 0.5[\text{rad}]$, filtre (novamente através da convolução) o sinal original. Apresente e discuta o espectro do sinal filtrado. Escute o sinal filtrado e analise os efeitos.



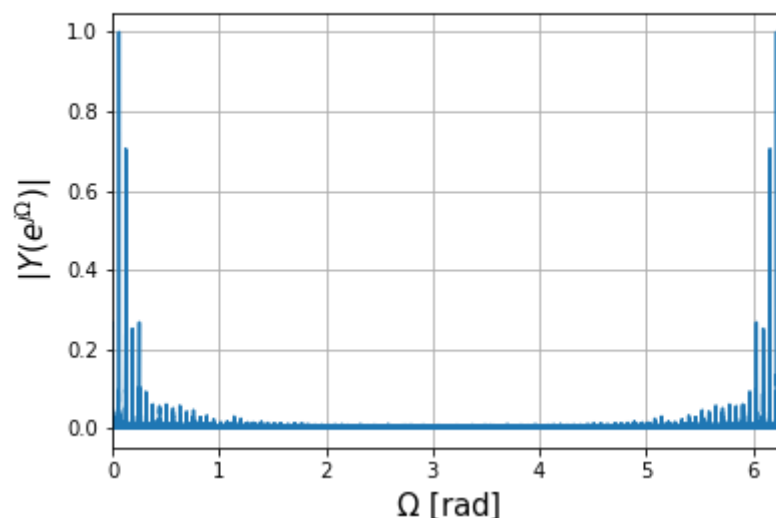
Nesta filtragem é filtrado do sinal original grande parte das frequências mais altas. Sobre a sonoridade, escuta-se com clareza o bumbo da bateria, os tons mais graves da voz, enquanto a condução no prato da bateria está praticamente inexistente e a guitarra está com o vibrato abafado durante o riff de intro.

g) Subamostre o sinal obtido no item (f) (ou seja, o sinal pré-filtrado pelo FPB de Kaiser) por um fator $M = 6$. Compare o espectro obtido com aquele associado ao sinal original subamostrado (item (c)). Escute os sinais e discuta as diferenças.



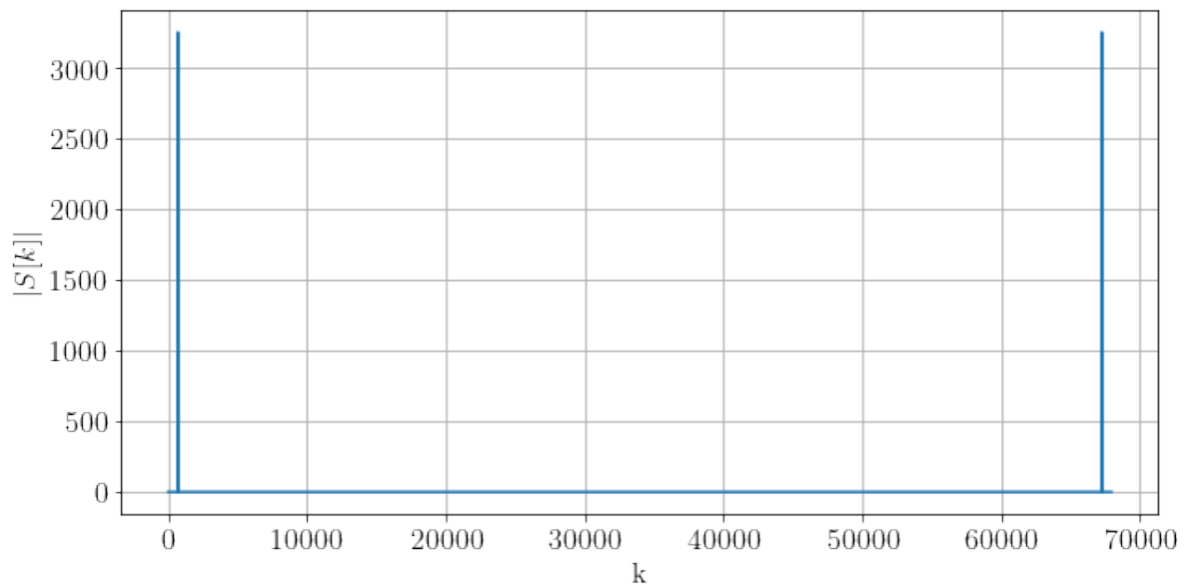
No espectro observa-se uma expansão do espectro para frequências maiores, ao passo que na sonoridade os agudos da guitarra, prato de ataque e voz melhoram minimamente, enquanto os graves como o bumbo, o baixo e os tons graves da voz ficam mais abafados

h) Abra o arquivo 'piano note.wav' fornecido, o qual contém a sequência de amostras associada a uma determinada nota de um piano. Compute a DFT desta sequência, apresente o espectro de magnitude e discuta a simetria observada.



Como estamos lidando com um sinal real, a DFT do sinal real tem simetria conjugada, por exemplo, se na frequência f o resultado da DFT for $a + jb$, o resultado da DFT de $-f$ é $a - jb$

i) Como uma nota de um piano pode ser bem aproximada por uma senóide, vamos considerar apenas as raias espectrais de maior amplitude. Nesta aproximação, consideraremos o seguinte modelo de espectro:



Diante dessa aproximação, qual é a frequência analógica da nota de piano estudada?

```
Y_espectro_piano_max= np.argmax(np.abs(np.fft.fft(y)))

Y_espectro_piano_max_reverso = np.argmax(np.flip(np.abs(np.fft.fft(y))))

print(f'primeira ocorrência de máxima amplitude em k =
{Y_espectro_piano_max_reverso}')

print(f'última ocorrência de máxima amplitude em k = {Y_espectro_piano_max}')
```

```
primeira ocorrência de máxima amplitude em k = 682
última ocorrência de máxima amplitude em k = 67253
```

```
Y = np.fft.fft(y)
# n = quantidade de amostras
# d = dimensão do espaço amostral, i.e.: inverso da frequência de amostragem
f_array = np.fft.fftfreq(n=y.size, d=1 / Fs)

primeiro_pico = Y_espectro_piano_max_reverso

f = f_array[primeiro_pico]
print(f'A frequência analógica da nota do piano é f = {round(f,2)} Hz')
```

A frequência analógica da nota **do** piano é f = 442.71 Hz