Análise e Transformação de Dados

Trabalho Prático 3

UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Trabalho realizado por:

- David Rafael, nº
- João Assafrão, nº
- Rui Pedro Pereira Mendes, nº 2013136967

Índice

Exercício 1

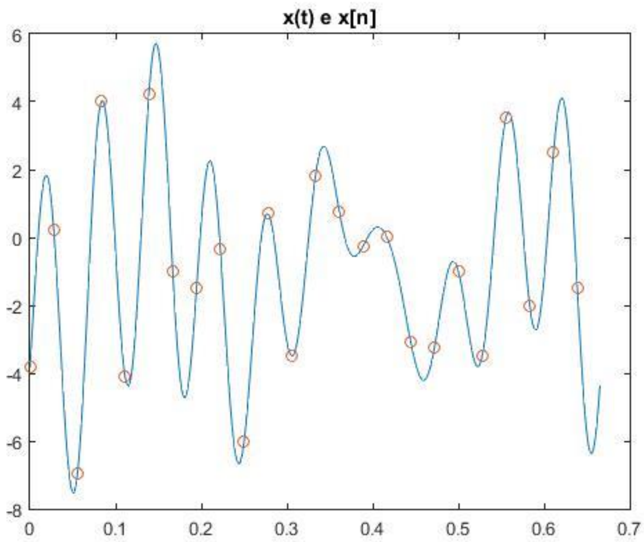
1.1 e 1.2 - Começámos por expressar analiticamente a expressão dada como uma soma de cossenos, a partir da qual conseguimos obter as várias frequências angulares e, na sequência, obter a frequência fundamental (f0) e a frequência máxima (fmax).

Sabendo que a frequência de amostragem terá de ser o dobro da fmax e múltiplo de f0, escolhemos fs = . /*inserir valor de fs */

Determinamos analiticamente a expressão da soma de cossenos, tendo em conta que #G = 13 e mod(13, 2) = 1:

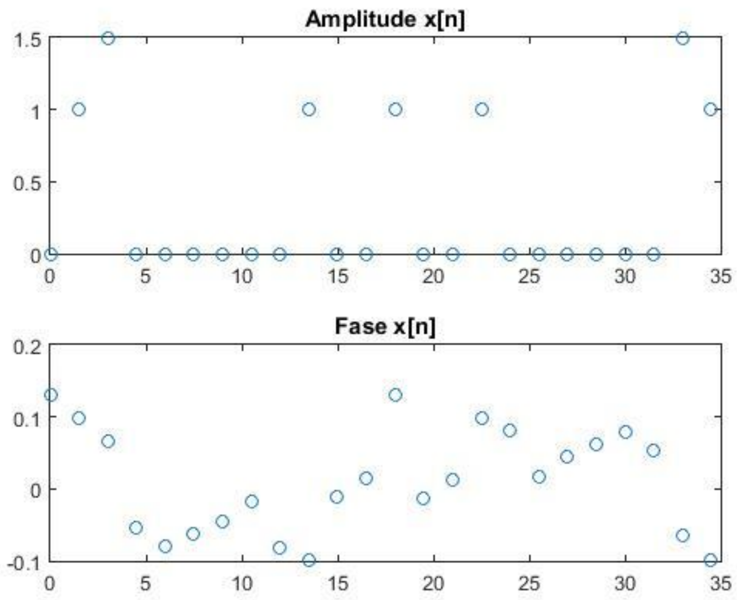
```
xt = -1 + 3*sin(30*pi*t) + 4*sin(12*pi*t - pi/4).*cos(21*pi*t);
   = -cos(0t+0-) + 3*cos(pi/2-30*pi*t) + 2*cos(pi/2 - (33*pi*t-pi/4))
   = -2*cos(pi/2-(9*pi*t+pi/4))
   = -1 + 3*cos(pi/2-30*pi*t) + 2*cos(3*pi/4 -33*pi*t) - 2*cos(pi/4 -
9*pi*t)
```

1.3 - O resultado da sobreposição das expressões que foram determinadas nos xercícios anteriores é:



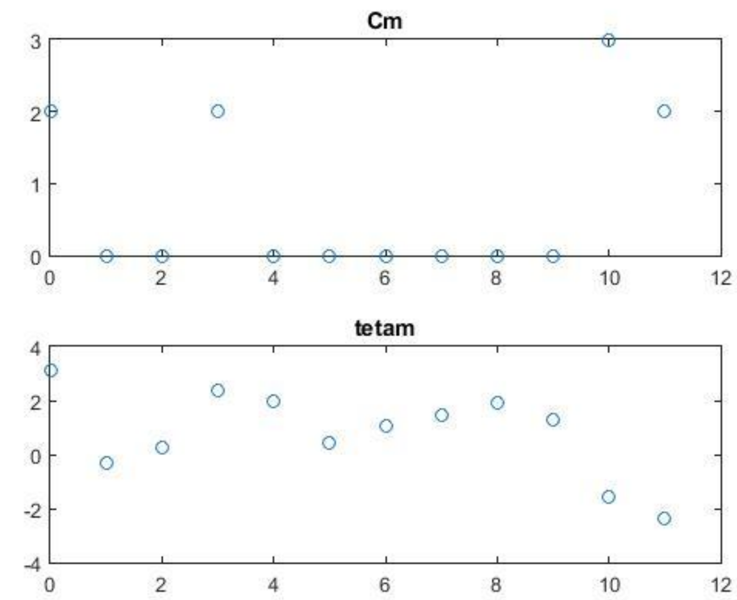
Exercício 1 - Figura 1.

1.4 - Através das funções fftshift, fft, angle e abs obtivemos os valores em módulo e em fase da Transformada de Fourier do sinal x[n].



Exercício 1 - Figura 2.

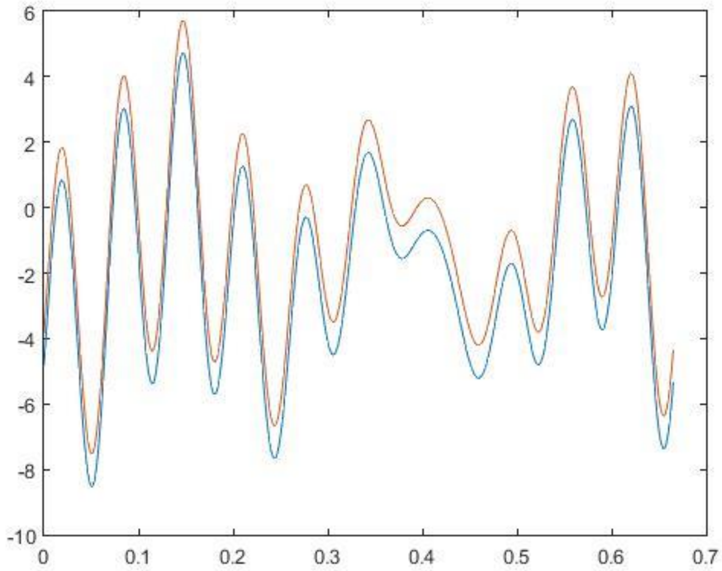
1.5 e 1.6 - A partir da DFT obtivemos os coeficientes da série de Fourier complexa (cm) que nos permitiram calcular os coeficientes da série trigonométrica (Cm), visto que estes são iguais ao dobro do módulo de cm.



Exercício 1 – Figura 3.

1.7 – Neste exercício era necessário reconstruir o sinal a partir dos parâmetros da série de Fourier trigonométrica. Para isso, usámos o script SerieFourier, desenvolvido previamente para o trabalho 2/*não faço ideia do que fizemos*/.

O resultado foi:

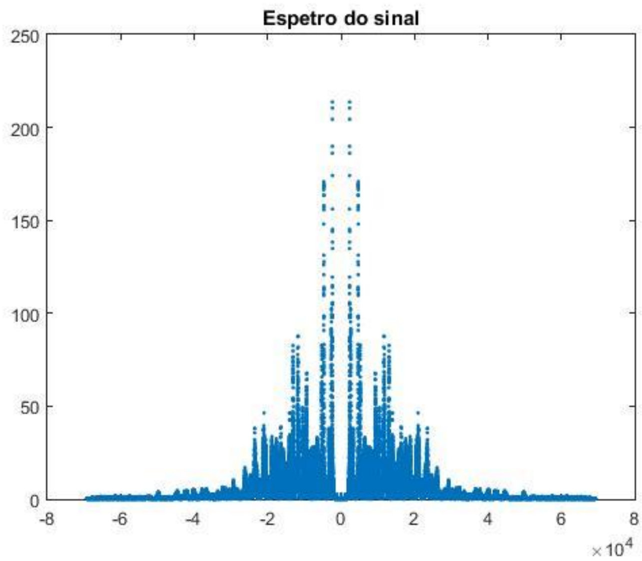


Exercício 1 - Figura 4.

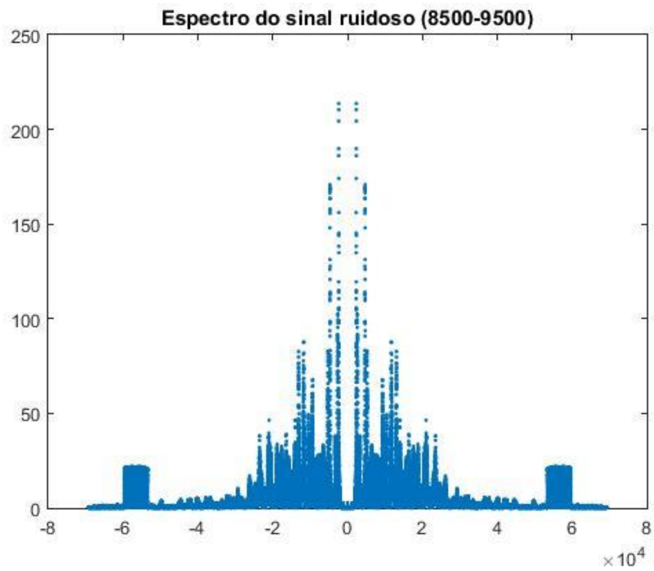
Exercício 2

2.1, 2.2 e 2.3 - Nestes exercícios a frequência de amplitude máxima 374.475861 Hz.

Os espetros obtidos são:



Exercício 2.1.

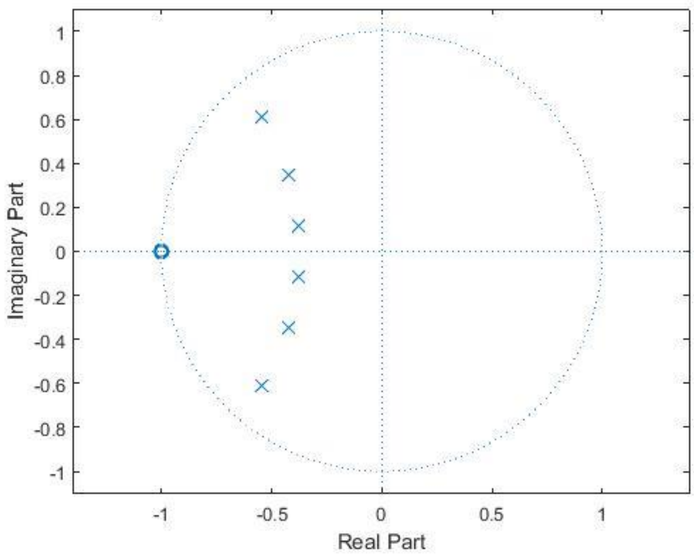


Exercício 2.3.

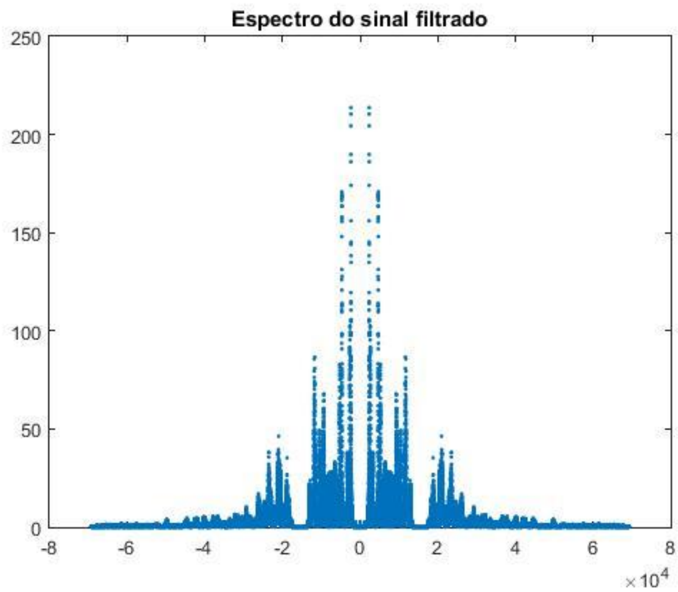
2.4 - Após analisarmos o som com ruído e de verificarmos uma ligeira interferência, pode-se concluir que se manteve o sinal original intacto. Quanto ao seu espetro, quando comparado com o origianl, aumentou a amplitude entre ? e ? kHz.

2.5 - O objetivo deste exercício era tentar remover totalmente o ruído pelo filtro passa-baixo.

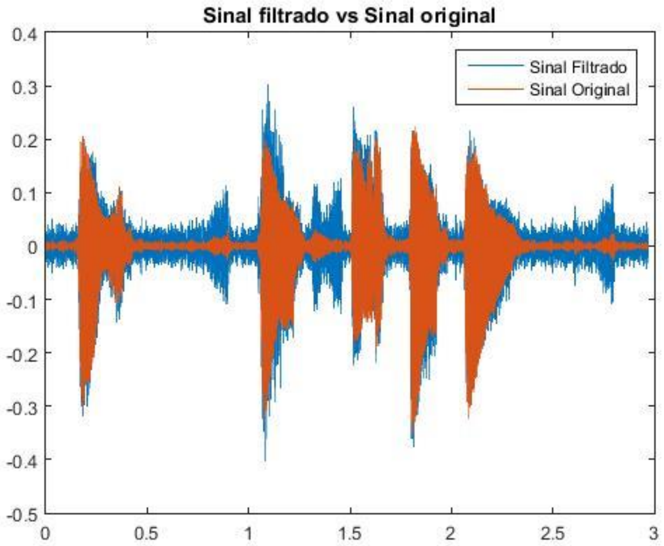
```
Coeficientes do numerador:
    0.1765    1.0589    2.6473    3.5298    2.6473    1.0589    0.1765

Coeficientes do denominador:
    1.0000    2.6863    3.5022    2.6179    1.1677    0.2901    0.0312
```



Exercício 2.5 - Zeros e Pólos.



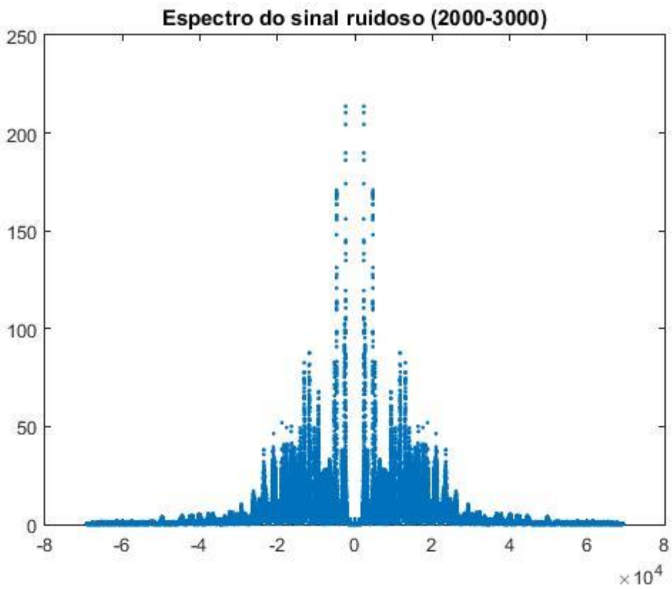
Exercício 2.5 - Espectro.



Exercício 2.5 – Sinal filtrado vs Sinal original

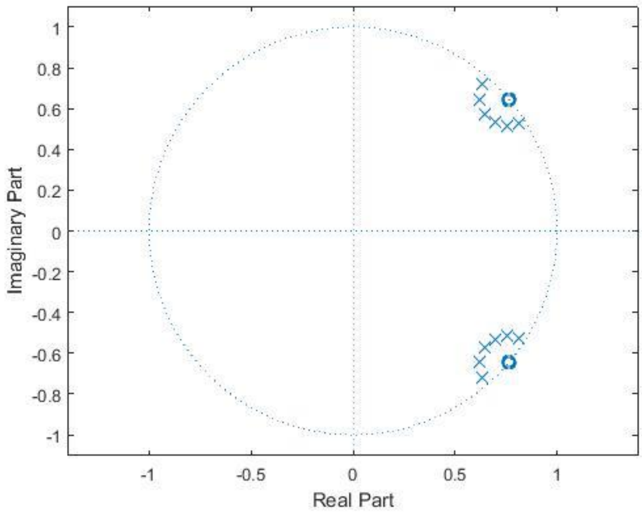
2.6 - Ao analisarmos o som emitido, verificámos a existência de ruído porque neste exercício as frequências chegam a interferir com o sinal original. Quanto ao espetro do sinal com o do ruído, comparativamente ao sinal original, as diferenças verificam-se entre 2 e os 3 kHz.

A recuperação do som original neste caso é difícil, pois implicaria saber à partida os valores originais de amplitude para frequência distorcida, isto porque o ruído foi obtido aleatoriamente, não havendo um padrão através do qual se possa inverter para obter o sinal original.

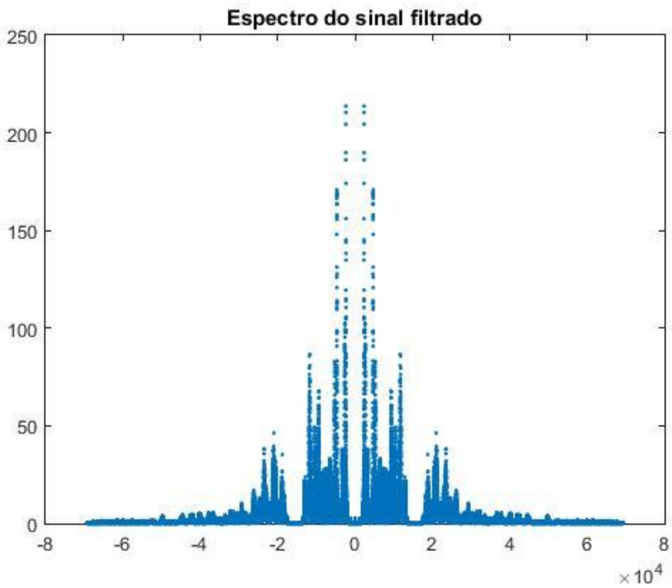


Exercício 2.6 - Espectro do sinal ruidoso.

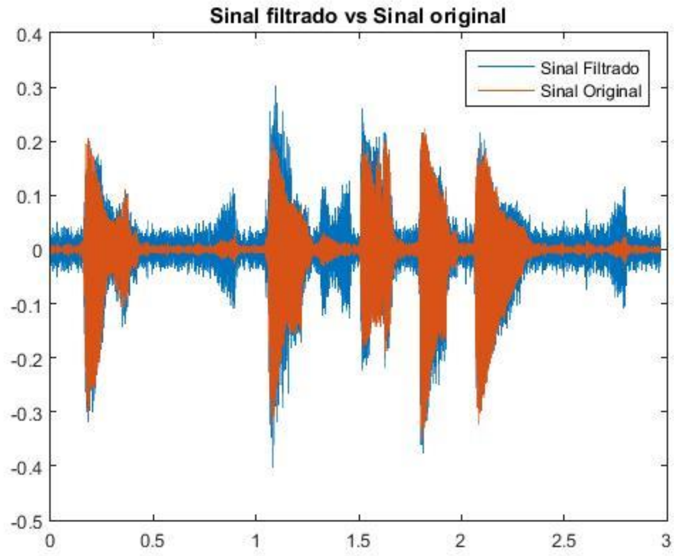
```
Coeficientes do numerador:
  Columns 1 through 9

    0.5753   -5.2782   23.6292  -67.5290  136.5175 -205.0524  234.2814 -205.0524  136.5175

  Columns 10 through 13

  -67.5290   23.6292   -5.2782    0.5753

Coeficientes do denominador:
  Columns 1 through 9

    1.0000   -8.3335   33.8853  -88.0133  161.8510 -221.3534  230.5152 -184.0844  111.9360

  Columns 10 through 13

  -50.6196   16.2070   -3.3150    0.3310
```



Exercício 2.6 - Zeros e pólos.



Exercício 2.6 – Espectro do sinal filtrado.

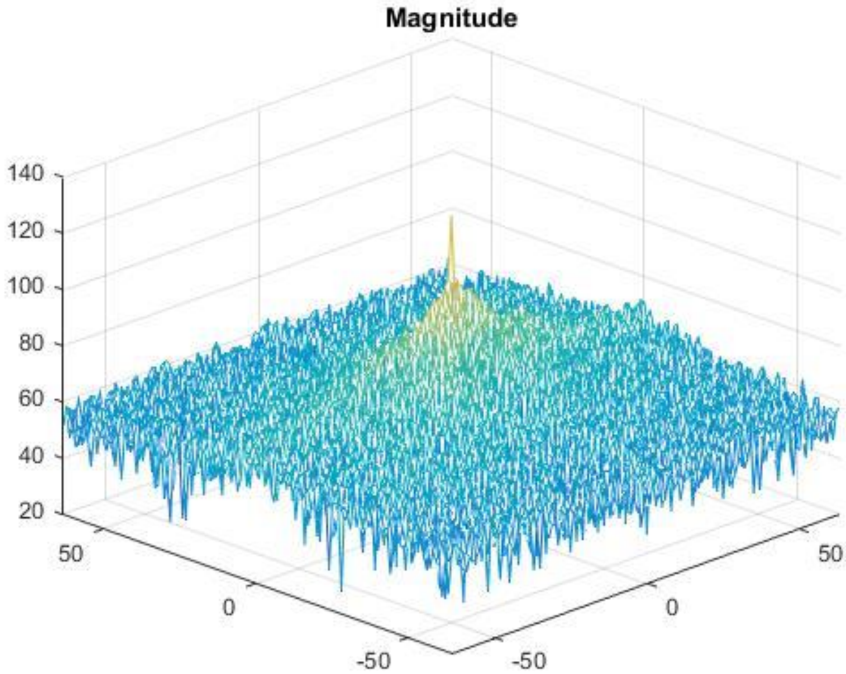


Exercício 2.6 – Sinal filtrado vs Sinal original.

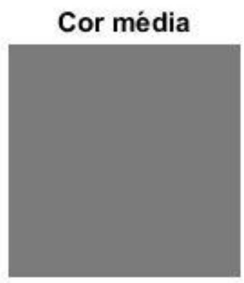
Exercício 3

Neste exercício a imagem é processada pela Transformada de Fourier de modo a ser decomposta nas suas componentes sinusoidais.

Exercício 3.2 – Figura 1.

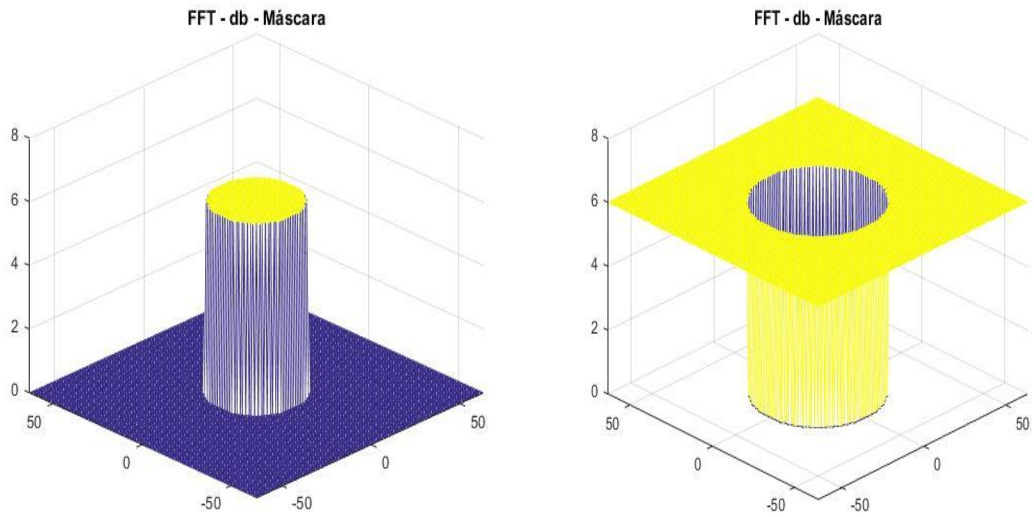


Exercício 3.3 – Figura 1.

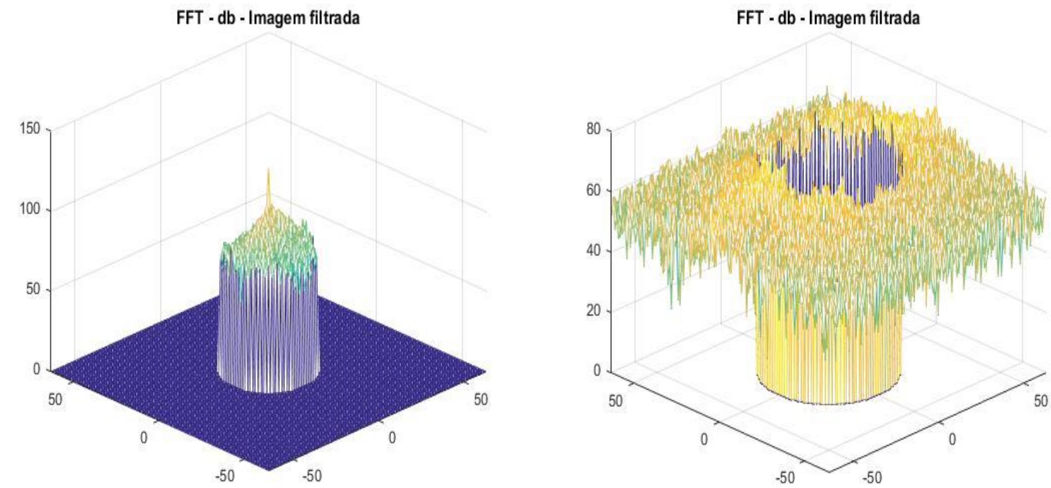


Exercício 3.3 – Figura 2.

3.4 e 3.5 - Neste exercício foi utilizado um filtro (ou passa-baixo ou passa-alto, dependendo da escolha do utilizador) com frequência definida pelo utilizador. As frequências de corte utilizadas nos gráficos aqui apresentados são as sugeridas pelo enunciado: fc = 20Hz para o filtro passa-baixo e fc = 30Hz para o filtro passa-alto. À esquerda estão os gráficos com filtro passa-baixo e à direita estão os gráficos com filtro passa-alto.



Exercício 3.5 - Máscara.

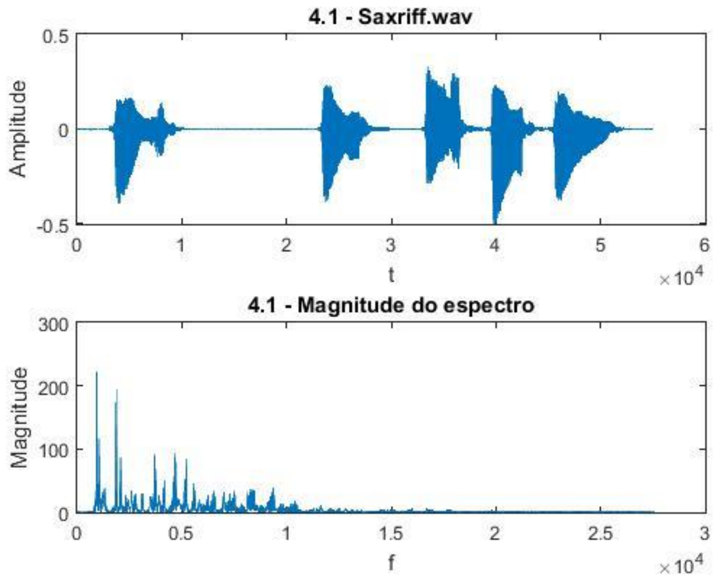


Exercício 3.6 - Magnitude da Imagem filtrada.

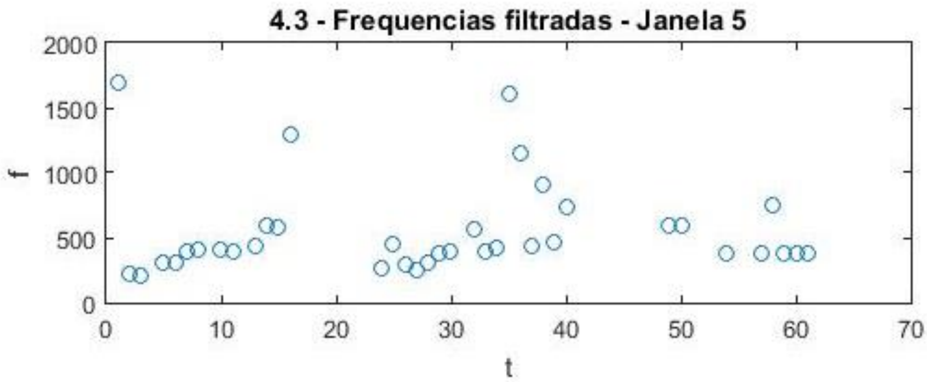
Exercícios 3.7 e 3.8 - Imagem Filtrada.

3.9 – O filtro passa-baixo elimina todas as altas frequências, o que resulta numa perda significativa dos contornos da imagem, logo a imagem fica desfocada. O filtro passa-alto elimina todas as baixas frequências, o que provoca uma perda das regiões da imagem onde a cor é mais constante, prevalecendo as zonas de maior contraste, ou seja, os contornos.

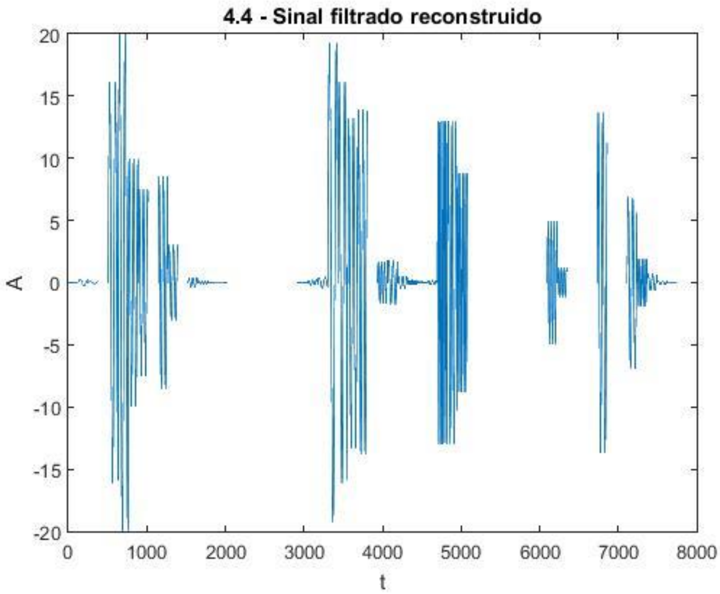
Exercício 4



Exercício 4.1 - Saxriff e a sua magnitude do espectro.



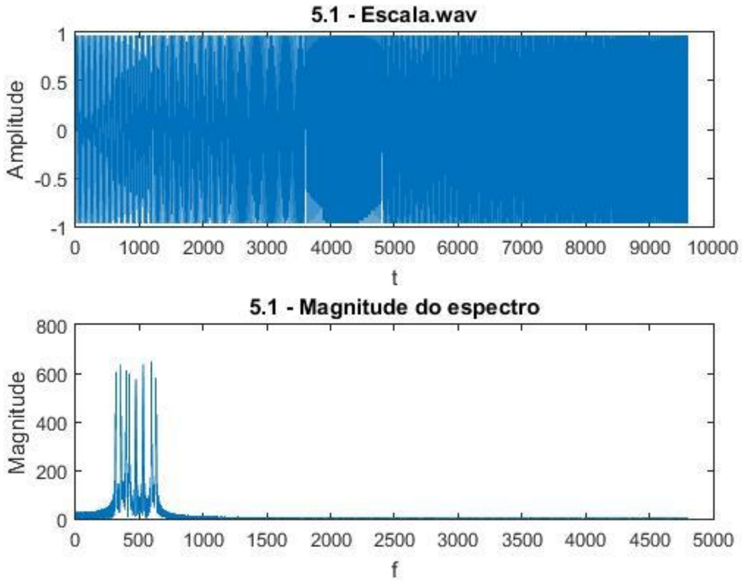
Exercício 4.3 - Frequências filtradas.



Exercício 4.4 - Sinal filtrado reconstruído.

4.5 – Como era expectável, são notáveis as diferenças entre o sinal original e o reconstruído. No entanto o timbre do saxofone perde-se durante o processo de reconstrução do sinal, por se reconstruir cada janela do novo sinal com uma onda sinusoidal. Já a frequência também se perde por se extrair apenas a frequência com magnitude máxima em cada janela.

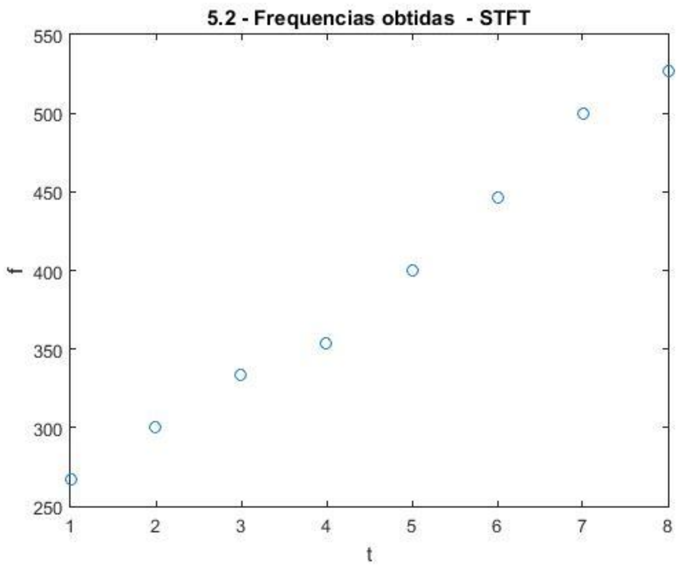
Exercício 5



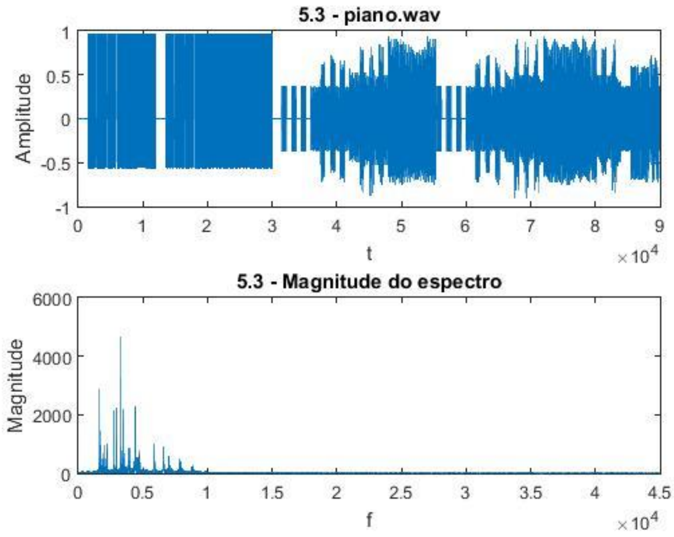
Exercício 5.1 - Escala e Magnitude do espectro.

5.2 - Notas musicais – Escala: 'D?' ; 'R?' ; 'Mi' ; 'F?' ; 'Sol'; 'L?' ; 'Si' ; 'D?2'.

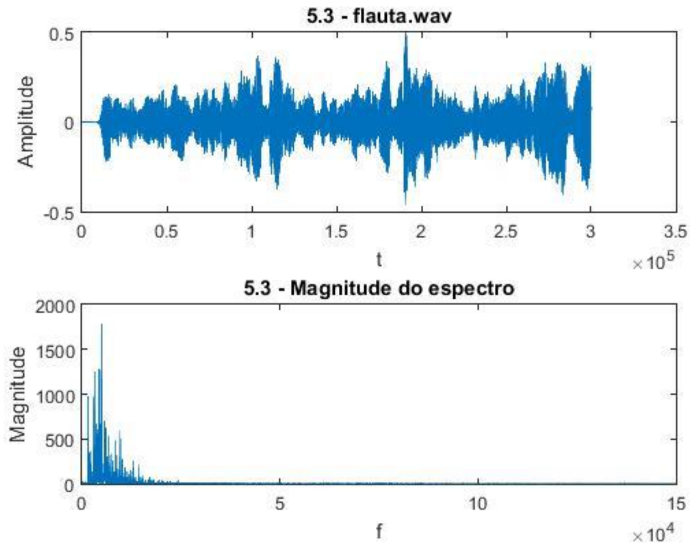
A resolução em frequência é: 6.6667 Hz.



Exercício 5.2 - STFT.



Exercício 5.3 - Piano e a sua magnitude do espectro.



Exercício 5.3 – Flauta e a sua magnitude do espectro.

5.4 - Notas musicais – Piano:

'D?'
'Sol'
'Sol'
'Sol’
'Mi'
'Mi'
'Mi'
'Mi'
'Sol#'
'F?'
'F?'
'F?'
'R?'
'R?'
'R?'
'R?'
'R?'
'R?'
'R?'
'R?'

'R?'
'Sol'
'Sol'
'Sol'
'D?'
'D?'
'D?'
'D?'
'D?'
'D?'
'D?'
'D?'
'D?2'
'D?2'
'D?2'
'D?2'
'D?2'
'Sol'
'Sol'
'Sol'

'R?'
'R?'
'R?'
'R?'
'Si'
'R?'
'R?'
'R?'
'R?'
'R?'
'R?'
'R?'
'R?'
'R?'
'R?'
'R?'
'D?'
'R?#'
'R?#'
'F?'

Resolucao em frequencia (Piano): 5.3476 Hz

Notas musicais – Flauta:

'D?'
'Sol'
'Sol'
'Sol'
'Mi'
'Mi'
'Mi'
'Mi'
'Sol#'
'F?'
'F?'
'F?'
'R?'
'R?'
'R?'
'R?'
'R?'
'R?'
'R?'
'R?'
'R?'
'Sol'
'Sol'
'Sol'
'D?'

'D?'
'D?'
'D?'
'D?'
'D?'
'D?'
'D?'
'D?2'
'D?2'
'D?2'
'D?2'
'D?2'
'Sol'
'Sol'
'Sol'
'R?'
'R?'
'R?'
'R?'
'Si'
'R?'
'R?'
'R?'
'R?'
'R?'

'R?'
'R?'
'R?'
'R?'
'R?'
'R?'
'D?'
'R?#'
'R?#'
'F?'
'D?'
'Sol'
'Sol'
'Sol'
'Mi'
'Mi'
'Mi'
'Mi'
'Sol#'
'F?'
'F?'
'F?'
'R?'
'R?'
'R?'

'R?'	'D?'	'R?'
'R?'	'D?'	'R?'
'R?'	'D?2'	'R?'
'R?'	'D?2'	'R?'
'R?'	'D?2'	'R?'
'R?'	'D?2'	'R?'
'Sol'	'D?2'	'R?'
'Sol'	'Sol'	'R?'
'Sol'	'Sol'	'R?'
'D?'	'Sol'	'R?'
'D?'	'R?'	'R?'
'D?'	'R?'	'D?'
'D?'	'R?'	'R?#'
'D?'	'R?'	'R?#'
'D?'	'Si'	'F?'

Resolução em frequência (Flauta): 36.7500 Hz

5.5 – Sim, o ajustamento da janela é fundamental para detetar as notas musicais com precisão, visto que se for demasiado pequena são detetados harmónicos e frequências mais altas (por terem um período menor), mas se a janela for demasiado grande poderá existir perda de notas, por serem detetadas frequências mais baixas. A janela deve ser ajustada de acordo com o tempo da nota mais curta presente no sinal, para se obter a melhor transição possível.