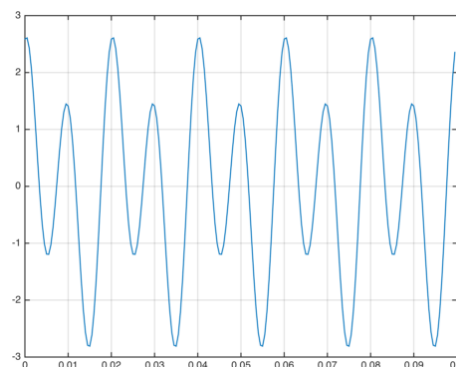


Departamento de Electrónica, Telecomunicações e Informática
Sistemas Multimédia

Exercícios sobre os trabalhos prático 1A, 1B e 1C

1. Considere a seguinte sequência de comandos em MATLAB e o gráfico resultante

```
F= 2000;  
t= 0:1/F:0.1-1/F;  
x= 2*cos(2*pi*100*t) + cos(2*pi*50*t+pi/5);  
figure(1)  
plot(t,x)  
grid on
```



Responda às seguintes questões:

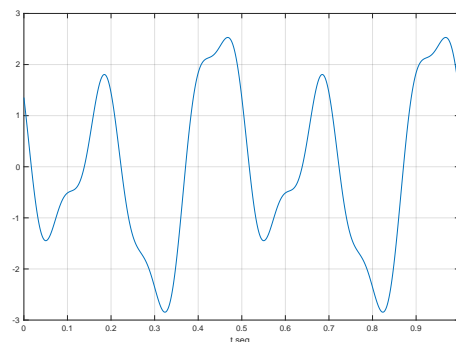
- (a) Qual é a frequência de amostragem usada?
- (b) E o período de amostragem?
- (c) Quantas amostras tem o sinal x ?
- (d) Qual o período do sinal gerado?
- (e) Qual é a amplitude, frequência e fase de cada uma das sinusóides?
- (f) Se diminuísse a frequência de amostragem para metade o período do sinal mudava?
- (g) Se mudasse a 3ª linha do programa para

$x = 2\cos(2\pi \cdot 100 \cdot t) + \cos(2\pi \cdot 60 \cdot t + \pi/5);$

qual seria o período do sinal gerado?

2. O código Matlab em baixo realiza a soma de 3 sinusóides.

```
T= 0.001;  
A= [1 2 0.5];  
F= [2 4 10];  
phi=[0 pi/2 pi/4];  
t=0:T:1;  
x=zeros(1,length(t));  
for k=1:3  
    x=x+A(k)*cos(2*pi*F(k)*t+phi(k));  
end  
plot(t,x)  
xlabel('t seg.')
```



Responda às seguintes questões:

- (a) Qual é o período de amostragem?
- (b) Qual é a frequência de amostragem?
- (c) Quantas amostras tem o sinal x ?
- (d) Qual é a amplitude, frequência e fase de cada uma das sinusóides?
- (e) Obtenha o período do sinal a partir do gráfico.
- (f) Se mudasse a fase da senoide de frequência mais elevada o período mudava?
- (g) Se alterasse o vetor das frequências para $F=[2 \ 4 \ 11]$ qual seria o novo período do sinal?
- (h) Se alterasse o período de amostragem para 0.1 s, seria suficiente para representar convenientemente o sinal?
- (i) Desenhe o espectro em frequência do sinal indicando a frequência, amplitude e fase de cada uma das componentes. Considere um espectro com frequências negativas e positivas.

3. Considere o seguinte comando MATLAB

```
audiowrite('som.wav',x,Fa,'BitsPerSample',nb)
```

em que o sinal x tem 24000 amostras, a frequência de amostragem $F_a=48000$ e o número de bits por amostra $nb=24$.

- (a) Quantos bytes por amostra são usados no ficheiro wav?
- (b) A partir destes dados indique de forma aproximada o espaço ocupado (em bytes) pelo ficheiro no disco.
- (c) Se reproduzisse o ficheiro ' $som.wav$ ' com o audacity quanto tempo duraria?

4. Considere o seguinte comando MATLAB

```
[x,FA]= audioread('som_In.wav');  
audiowrite('som_Out.wav',x,2*Fa)
```

em que o sinal x tem 48000 amostras e a frequência de amostragem $F_a=48000$.

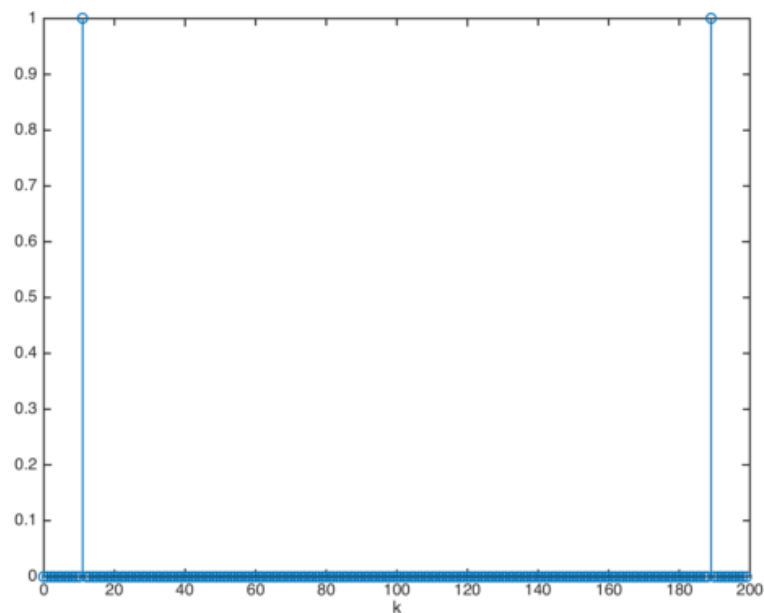
- (a) Se o ficheiro $som_In.wav$ tiver sido gravado com 16 bits por amostra qual será o espaço aproximado ocupado em disco?

- (b) Qual o tempo de reprodução do ficheiro `som_In.wav`?
- (c) Qual o tempo de reprodução do ficheiro `som_Out.wav`?
5. No MATLAB foram geradas duas sinusoides com o seguinte código

```
t= 0:1/2000:0.1;  
x1= cos(2*pi*300*t);  
x2= sin(2*pi*2300*t+pi/2);
```

Responda às seguintes questões

- (a) Qual a frequência da senoide armazenada em `x1`?
- (b) Qual a frequência da senoide armazenada em `x2`?
- (c) Mostre analiticamente que as duas expressões geram a mesma sequência de amostras?
6. Considere o seguinte gráfico obtido a partir da FFT de um sinal sinusoidal com 200 amostras e amostrado a 2000 amostras por segundo. O eixo das abcissas do gráfico é dado em amostras $k \in [0 \dots 199]$ e os dois valores diferentes de zero ocorrem nos índices 11 e 189.

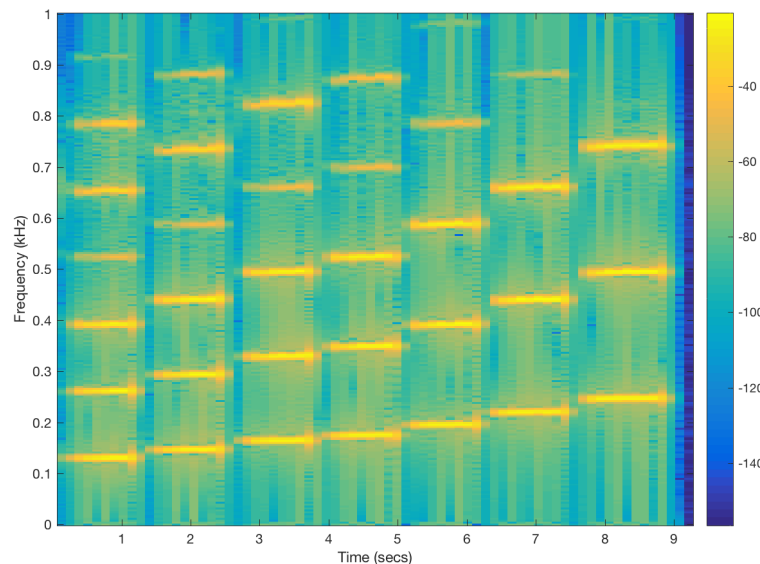


- (a) Quantas sinusóides estão presentes no sinal?
- (b) Determine a sua frequência em Hz.
- (c) Escreva um comando MATLAB que converta o eixo das abcissas de amostras k para Hertz.

7. O resultado de aplicar a série discreta de Fourier (DFT) a um sinal $x(n)$ com N amostras foi a seguinte

$$X(k) = [0 \ 0 \ 4 \ 0 \ 0 \ 0 \ 4 \ 0] \quad (1)$$

- (a) Quantas sinusóides estão presentes no sinal?
- (b) Determine a sua frequência em Hz considerando uma frequência de amostragem de 1000 Hz.
8. Na figura em baixo pode observar o espectrograma de uma flauta a tocar várias notas em sequência, onde cada uma das notas tem uma duração um pouco superior a segundo. Responda às seguintes questões



- (a) Quantas notas foram tocadas?
- (b) Qual a frequência em Hz de cada uma das notas?
- (c) Para cada nota pode-se observar várias componentes de frequência. Existe alguma relação entre elas?
- (d) Qual a frequência de amostragem utilizada?