Departamento de Engenharia Eletrotécnica e de Computadores
Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

Duração: 2 horas — ***Teste Prático de Processamento de Sinal*** — 14 de maio de 2025

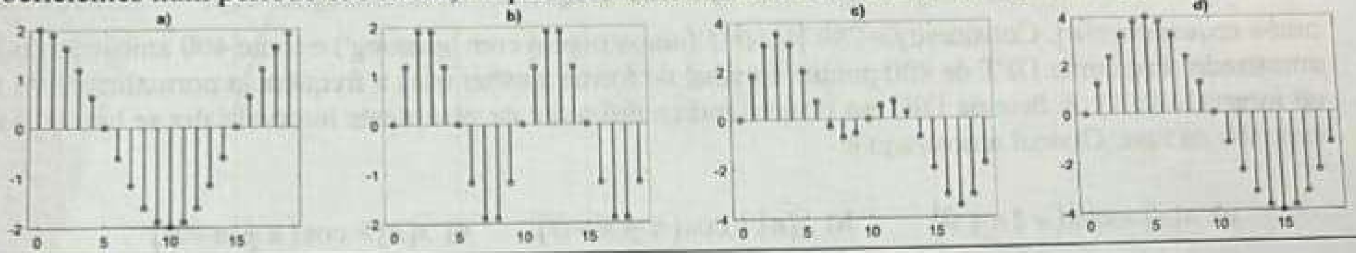
NOME:________________________________ **Nº:** ________

Para cada questão assinale na seguinte tabela a opção correta com um ✕.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a)										
b)										
c)										
d)										
e)										
f)										

Questão 1

Um sinal periódico $x[n]$ de período 20 tem os coeficientes de Fourier de $a_0=1$, $a_1=2$ e $a_{-1}=-2$ (os outros 17 coeficientes num período são nulos). A parte real do sinal vale 1 (verifique); a parte imaginária é:



Questão 2

O sinal periódico, $x[n]$, de período 100, é dado num período por (código Matlab):

```
clear; N=100; n=0:N-1; x=abs(tan(3*n))-abs(tan(2*n));
```

Represente o módulo dos respetivos coeficientes de Fourier de forma a identificar os dois harmónicos mais fortes do sinal, que são:

a) 32 e 36 **b)** 18 e 27 **c)** 18 e 22 **d)** 9 e 36 **e)** 9 e 18 **f)** 32 e 41

Questão 3

Seja $x[n]$ um sinal periódico par, de período N=500, definido da seguinte forma:

$$x[n]=\begin{cases} n^2+1, n=-5:5 \\ 0 \quad , n=6:500-6 \end{cases}; \quad x[n]=x[n+500]$$

Calcule os coeficientes de Fourier do sinal. Para k=50, o coeficiente de Fourier a_{50} vale:

a) -0.2572 **b)** -0.5096 **c)** -0.2765 **d)** -0.1567 **e)** -0.3415 **f)** -0.4162

Questão 4

Seja $x[n]=a^n\left(u[n]-u[n-31]\right)$ de comprimento 31, com a=0.96. Calcule uma DFT deste sinal com `Nfft=1024` pontos, $X[k]$. O segundo maior máximo de $|X[k]|$ é:

a) $|X[46]|$= 4.4267 **b)** $|X[59]|$= 4.5368 **c)** $|X[49]|$= 3.4304
d) $|X[57]|$= 3.5820 **e)** $|X[66]|$= 2.8267 **f)** $|X[35]|$= 6.4706

Questão 5

Considere uma janela triangular, $x[n]$, definida com valores **[1:9,8:-1:1]** para 17 valores de n. Se for n=-8:8 (janela centrada na origem), a DTFT de $x[n]$ é não só real como não-negativa. Significa que, para $n=n_0-8:n_0+8$, a DTFT de $x[n]$ é $X(e^{j\omega})=e^{-j\omega n_0}\left|X(e^{j\omega})\right|$. Tomando uma DFT de $x[n]$ com `Nfft=512`, para o caso de n_0=4 então $X[10]$ vale:

a) $X[10]$ = 59.8353 -42.1408i **b)** $X[10]$ = 24.6554 -68.9073i **c)** $X[10]$ = 64.5438 -34.4994i
d) $X[10]$ = -1.7961 -73.1634i **e)** $X[10]$ = 47.8028 -55.4167i **f)** $X[10]$ = 54.2268 -49.1483i

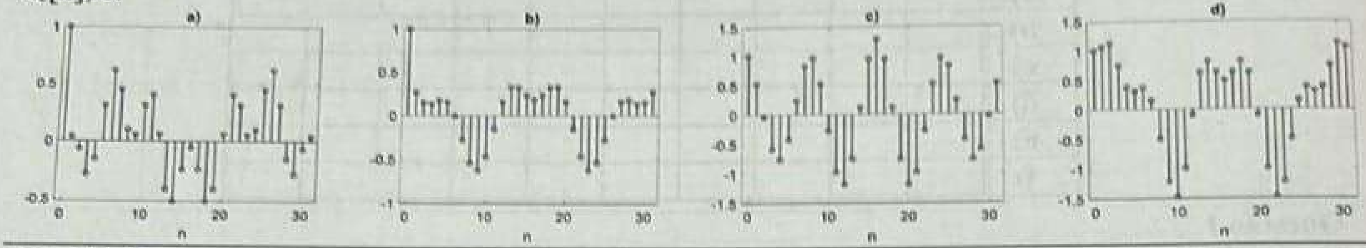
Questão 6

Crie uma função com protótipo **y=menos_n(x,N)**, que dado $x[n]$, n=0:N-1 produz

$$y[n] = x[-n \bmod N] = x[((-n))_N] \ .$$

Por exemplo, se for `x=[1,2,3,4,5]` gera `y=[1,5,4,3,2]`.

Dado `N=32; n=0:N-1; x=cos(n*2*pi/5)+sin(n*2*pi/17);` o gráfico da **parte par** de $x[n]$, $x_e[n]$, é:



Questão 7

Um sinal $x(t) = \cos(2\pi f_0 t + \theta)$ é amostrado com uma frequência de amostragem de f_s=400 Hz resultando numa sequência $x[n]$. Considere f_0=784 Hz, θ=1 (amostragem com 'aliasing') e tome 400 amostras do sinal amostrado. Faça uma DFT de 400 pontos ao sinal de forma a saber qual a frequência normalizada do sinal no intervalo [0,1]. A fase da DFT no (único) índice diferente de zero neste intervalo diz se houve ou não inversão de fase. O sinal amostrado é:

a) $x[n] = \cos(\pi \frac{6}{7} n + \theta)$ **b)** $x[n] = \cos(\pi \frac{2}{25} n - \theta)$ **c)** $x[n] = \cos(\pi \frac{2}{25} n + \theta)$

d) $x[n] = \cos(\pi \frac{3}{8} n - \theta)$ **e)** $x[n] = \cos(\pi \frac{3}{8} n + \theta)$ **f)** $x[n] = \cos(\pi \frac{1}{8} n - \theta)$

Questão 8

Considere o sinal `x=[2,-1,1,0,1]`. Pretende-se interpolar este sinal 10 vezes, com interpolação de banda limitada. Para tal, considere um filtro FIR de interpolação de ordem 100 (comprimento 101), ganho 10. A amostra em n=45 do sinal interpolado vale:

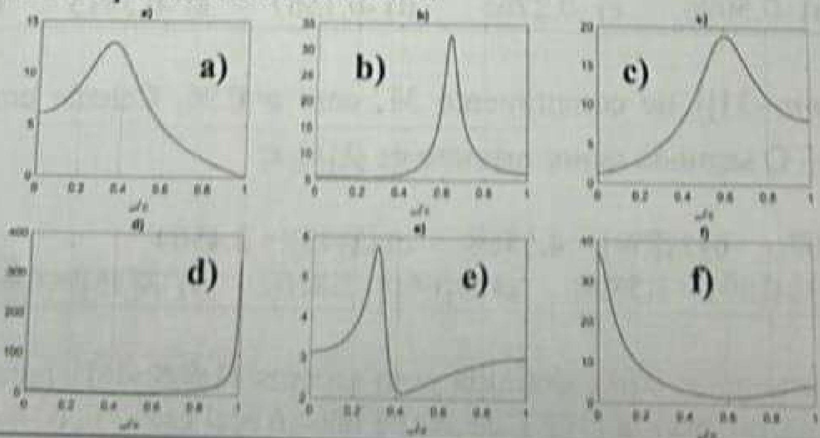
a) 1.3490 **b)** 1.1103 **c)** 0.7283 **d)** 1.1775 **e)** 0.3852 **f)** 1.8072

Questão 9

Considere um sistema LTI, causal e estável, definido pela seguinte equação de diferenças:

$$y[n] - \frac{4}{5} y[n-1] + \frac{16}{25} y[n-2] + \frac{3}{25} y[n-3] = 2x[n] - 2x[n-1] + 3x[n-2]$$

O módulo da resposta em frequência deste sistema é:



Questão 10

Considere a seguinte transformada de z: $X(z) = \dfrac{1}{1 - \frac{5}{2} z^{-1} + z^{-2}}, \frac{1}{2} < |z| < 2$. Calcule $x[n]$. Para n=-1 $x[n]$ vale:

a) $x[-1]$= -5/24 **b)** $x[-1]$= -1/20 **c)** $x[-1]$= -4/15 **d)** $x[-1]$= -3/8 **e)** $x[-1]$= -2/3 **f)** $x[-1]$=-1/2