

INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA  
LICENCIATURA EM ENGENHARIA INFORMÁTICA E MULTIMÉDIA  
**PROCESSAMENTO DIGITAL DE SINAIS**  
**1ª Chamada** – 7 de Julho de 2015

---

- Repetição do 1º Teste: Duração 1h30, grupos 1 a 3
  - Repetição do 2º Teste: Duração 1h30, grupos 4 a 6
  - Exame: Duração 2h30, todos os grupos excepto as alíneas 1.(d), 2.(a), 3.(b) e 5.(b)
- 

1. Considere os seguintes sinais contínuos,

$$x(t) = 2 + 2 \cos(2\pi 21t + \frac{\pi}{3}) \quad \text{e} \quad y(t) = x(t - \frac{2\pi}{3}) + \cos(2\pi 9t).$$

- (a) Represente graficamente dois períodos de  $x(t)$  no domínio do tempo.
- (b) Represente graficamente os espectros de amplitude, e de fase dos sinais  $x(t)$  e  $y(t)$ .
- (c) Pretende-se digitalizar o sinal  $y(t)$ . Qual a frequência adequada? Justifique.
- (d) Considerando que  $y(t)$  é digitalizado com  $F_s = 100$  Hz, e codificado com 16 bits por amostra, qual o tamanho do ficheiro produzido quando  $y(t)$  tem uma duração de 7 minutos?

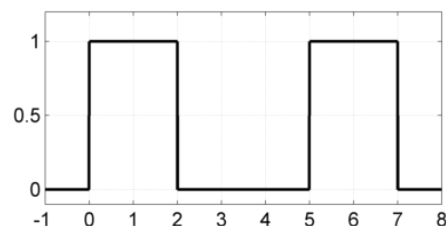
2. Considere que  $X_k$  representa os coeficientes da série de Fourier do sinal  $x(t)$ , cujo a frequência fundamental,  $f_0$ , é 25Hz.

$$X_k = \begin{cases} -4/j & , \quad k = 3 \\ +4/j & , \quad k = -3 \\ 10 & , \quad k = \pm 5 \\ 2 & , \quad k = 0 \end{cases}$$

- (a) Represente graficamente em função de  $k$ ,  $|X_k|$  e  $\angle X_k$ .
- (b) Determine a expressão analítica de  $x(t)$  (com base em sinusoides). O sinal  $x(t)$  é periódico? Caso seja determine o seu período.
- (c) Calcule a potência de  $x(t)$  através da relação de Parseval.

3. Considere o sinal contínuo e periódico,  $x(t)$  de período  $T_0 = 5$  segundos, do qual se representa um troço na figura.

- (a) Determine a série de Fourier de  $x(t)$ .
- (b) Seja  $y(t) = x(t - 2) - 2$ . Represente graficamente  $y(t)$ . Calcule  $Y_k$ .



4. Considere que a entrada de um SLIT é o sinal:

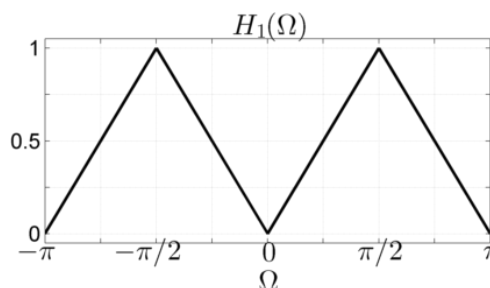
$$x[n] = \left(\frac{4}{5}\right)^n u[n]$$

onde  $u[n]$  é o escalão unitário. Considere ainda que a transformada- $z$  da sua saída é:

$$Y(z) = \frac{1}{1 + 0.81z^{-2}}$$

- (a) Determine a transformada- $z$ ,  $H(z)$  do SLIT.
- (b) Determine resposta impulsional,  $h[n]$  do SLIT.
- (c) Esboce a resposta em frequência,  $H(\Omega)$ . Que tipo de filtragem realiza o sistema?
5. Considere os sistemas  $S_1$ , cuja resposta em frequência está representada na Figura (assuma fase nula) e  $S_2$  com resposta em frequência dada por  $H_2(\Omega) = 1 - H_1(\Omega)$ . Considere ainda o sinal  $x[n] = 2 + \cos\left[\frac{\pi}{4}n\right] + \frac{1}{2}\cos\left[\frac{\pi}{2}n\right]$

- (a) Qual o sinal à saída de  $S_1$  quando à sua entrada está  $x[n]$ ?
- (b) Qual o sinal à saída de  $S_2$  quando à sua entrada está  $x[n]$ ?



6. Considere os sistemas  $S_1$  e  $S_2$ , caracterizados pela sua resposta em frequência e resposta impulsiva, respectivamente:

$$S_1 : H_1(\Omega) = \frac{1}{1 + 0.9e^{-j\Omega}}$$

$$S_2 : h_2[n] = \delta[n] - 0.9\delta[n - 1]$$

- (a) Determine a equação às diferenças dos sistemas. Caracterize os sistemas quanto à sua resposta impulsiva.
- (b) Determine a função de transferência do sistema  $S_3$  obtido da associação em série de  $S_1$  com  $S_2$ . Esboce a resposta em frequência do sistema equivalente, assim como o diagrama de pólos e zeros.
- (c) Calcule o sinal à saída do sistema da alínea anterior quando à entrada está o sinal  $x[n] = 2\delta[n] - \delta[n - 2]$ . (Se não fez a alínea anterior assuma o sistema  $S_1$ .)

### Cotações:

Q	Teste 1	Global
1.(a)	2.0	1.0
1.(b)	2.0	1.5
1.(c)	2.0	1.0
1.(d)	2.0	×
2.(a)	2.0	×
2.(b)	2.5	2.0
2.(c)	2.0	1.5
3.(a)	2.5	2.0
3.(b)	3.0	×

Q	Teste 2	Global
4.(a)	2.5	1.5
4.(b)	2.5	1.5
4.(c)	2.5	1.0
5.(a)	2.5	2.0
5.(b)	2.5	×
6.(a)	2.5	1.5
6.(b)	2.5	2.0
6.(c)	2.5	1.5