

---

## Análise de Sinais

### 2ª Época – 19 de Julho 2003

Crie um ficheiro para cada uma das questões. Coloque um *pause* após cada uma das alíneas.

---

#### A

Considere os seguintes sinais

$$x[n] = 4 \operatorname{sen}\left(n \frac{\pi}{4}\right)$$

$$x_1[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} (-1)^k \delta[n-k]$$

$$x_2[n] = \sum_{l=0}^1 \sum_{k=-\infty}^{\infty} (-1)^k \delta[n-2k-l]$$

$$x_3[n] = \sum_{l=0}^3 \sum_{k=-\infty}^{\infty} (-1)^k \delta[n-4k-l]$$

1. Represente os sinais.
2. Verifique se os sinais  $x_1[n]$ ,  $x_2[n]$  e  $x_3[n]$  são ortogonais.
3. Determine os valores dos coeficientes  $a_1$ ,  $a_2$  e  $a_3$  da expressão  $x[n] = a_1 x_1[n] + a_2 x_2[n] + a_3 x_3[n] + x_e[n]$  de forma a que a energia do sinal  $x_e[n]$  seja mínima..
4. Represente o sinal  $x[0.5n - 2]$

Considere os seguintes sinais

$$x_1[n] = 2\delta[n+2] + \delta[n+1] + \delta[n-1] + 2\delta[n-2]$$

$$x_2[n] = \sum_{k=0}^2 \delta[n-12k]$$

5. Represente a convolução entre os sinais. Comente o resultado.

---

#### B

Considere o sinal

$$x_p(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} (\Lambda(t-1-4k) - \Lambda(t-3-4k))$$

6. Determine a expressão da TF do sinal recorrendo ao cálculo simbólico.
7. Calcule os primeiros 6 coeficientes da SF ( $C_0$  a  $C_5$ ) com base na expressão obtida na alínea 6.
8. Calcule a percentagem da potência dos sinais contida até à 5ª harmónica
9. Amostre o sinal com uma frequência  $f_s = 100$ , calcule os coeficientes da DFT do sinal amostrado, compare o valor dos primeiros 6 coeficientes com os coeficientes da SF obtidos na alínea 7, e comente.

---

## C

Considere o sinal

$$x(t) = e^{-0.1t} u(t)$$

presente à entrada de um sistema com resposta impulsiva

$$h(t) = \frac{2}{\pi t} \cos(\pi t) \operatorname{sen}(\pi t)$$

10. Determine a expressão de  $X(\omega)$  e represente  $|X(\omega)|$
11. Determine a expressão de  $H(\omega)$  e represente  $|H(\omega)|$
12. Determine a expressão do espectro da saída do sistema,  $Y(\omega)$ , e represente  $|Y(\omega)|$ .  
Comente.

---

## D

Considere o SLIT causal caracterizado pelos parâmetros

$$a = [1.0000 \quad -1.5704 \quad 1.2756 \quad -0.4844 \quad 0.0762]$$

$$b = [0.0186 \quad 0.0743 \quad 0.1114 \quad 0.0743 \quad 0.0186]$$

, com condições iniciais nulas. Considere que à entrada do sistema é apresentado o sinal  $x(t) = \cos(n \pi/4) + \cos(n 2\pi/4) + \cos(n 3\pi/4)$ .

13. Determine a expressão da função de transferência do sistema,  $H(z)$ .
14. Represente o sistema no plano-z. Verifique se o sistema é estável.
15. Represente graficamente a resposta em frequência do sistema.
16. Calcule os coeficientes da DFT do sinal de entrada e represente graficamente  $|X(\Omega)|$  com  $\Omega \in [0, \pi]$ .
17. Calcule os coeficientes da DFT do sinal de saída do sistema e represente graficamente  $|Y(\Omega)|$  com  $\Omega \in [0, \pi]$ .
18. Comente comparativamente os gráficos obtidos em 15, 16 e 17.

---

## E

Consideremos o SLIT causal caracterizado pela resposta impulsiva

$$h[n] = (0.5)^n \cos\left(n \frac{\pi}{3}\right) u[n] + (0.2)^n u[n]$$

19. Determine a expressão da função de transferência do sistema,  $H(z)$ .
20. Determine a expressão da equação às diferenças que caracteriza o sistema.