



**PROCESSAMENTO DIGITAL DE SINAL – 4EE / 4EI**

*Exame de 2002/09/03*

*Duração: 2h30; Sem consulta*

1. Considere o seguinte sistema discreto com resposta impulsional:

$$h(n) = 0.25\delta(n) + 0.25\delta(n-3)$$

- a. Determine a resposta do sistema à entrada  $x(n) = 0.5\delta(n) + 2\delta(n-3)$ .
- b. Determine a resposta em frequência  $H(e^{j\omega})$  e represente-a graficamente.
- c. Determine um sinal  $x_p(n)$  não nulo que, aplicado à entrada do sistema dado, origine uma saída constantemente nula, justificando.

2. Considere o seguinte sistema discreto, causal:

$$y(n) = x(n) - 0.375x(n-1) - 0.0625x(n-2) + 0.0109375y(n-2) + 0.01171875y(n-3)$$

- a. Determine a sua função de transferência,  $H(z)$ .
- b. Determine a sua resposta impulsional,  $h(n)$ .
- c. Implemente este sistema.

3. Seja  $h(n) = 0.125\delta(n) + 0.25\delta(n-2) + \delta(n-3) + 0.25\delta(n-4) + 0.125\delta(n-6)$

- a. Que tipo de filtro digital é este? Justifique.
- b. Determine a sua resposta em frequência  $H(e^{j\omega})$  e represente-a graficamente em módulo e em fase.

4. O sinal discreto  $x(n)$  tem comprimento 16 e a sua DFT é :

$$\begin{aligned} X(0) &= 0.5 \\ X(1) &= X(15) = 0.175 \\ X(3) &= X(13) = 0.25 \end{aligned}$$

- a. Determine  $x(n)$ .
- b. Represente graficamente  $x(n)$ .
- c. Considere o sinal discreto  $y(n)$  com DFT  $Y(k)$  com comprimento 8:

$$Y(k) = \frac{X(k-2) + 4X(k) + X(k+2)}{4}$$

Relacione  $y(n)$  com  $x(n)$ .



5. Pretende-se projectar um filtro digital do tipo passa-baixo, tendo como base um protótipo analógico de Butterworth de 3<sup>a</sup> ordem e usando o método da transformação bilinear, de tal modo que, com uma frequência de amostragem de 20 kHz, a frequência superior de corte seja de 3 kHz.
- Determine a frequência de corte do filtro analógico pretendido.
  - Determine a partir de que frequência o filtro tem uma atenuação superior a 40 dB.