

---

# Análise de Sinais

## 1ª Época – 17 de Janeiro 2004

Coloque um *pause* após cada uma das alíneas.

---

### Exercício 1.

Considere o sinal  $x[n]$  resultante da amostragem do sinal  $x(t) = 2 \cos(2t) e^{jt}$  com uma frequência de amostragem  $f_s = 20/\pi$ .

1. Represente graficamente o módulo (**fig. 1**) e o argumento (**fig. 2**) do sinal  $x[n]$  para  $n \in [-40, 40]$ .
2. Calcule a potência do sinal  $x[n]$  (**dad. 1**).

### Exercício 2.

Considere os seguintes sinais

$$x_1[n] = \frac{n}{6} (u[n+6] - u[n-7]) \quad x_2[n] = \frac{1}{6} \Lambda\left(\frac{n}{6}\right)$$

$$x[n] = (u[n+6] - u[n-1])$$

3. Verifique se os sinais  $x_1[n]$  e  $x_2[n]$  são ortogonais (**com. 1**).
4. Determine os valores dos coeficientes  $a_1$  (**dad. 2**) e  $a_2$  (**dad. 3**) da expressão  $x[n] = a_1 x_1[n] + a_2 x_2[n] + x_e[n]$  de forma a que a energia do sinal  $x_e[n]$  seja mínima.
5. Represente graficamente a convolução (**fig. 3**) entre os sinais  $x_1[n]$  e  $x_2[n]$ .

### Exercício 3.

Considere os seguintes sinais

$$x_1(t) = \Pi\left(\frac{t}{8}\right) - \Lambda\left(\frac{t}{3}\right) \quad x_2(t) = -x_1(t)$$

6. Verifique se os sinais  $x_1(t)$  e  $x_2(t)$  são ortogonais (**com. 2**).
7. Represente o sinal  $y(t) = x_1(0.5t - 4)$  (**fig. 4**).
8. Recorra à *Matlab Symbolic Toolbox* para calcular a convolução entre os sinais  $x_1(t)$  e  $x_2(t)$  e represente-a graficamente (**fig. 5**).

### Exercício 4.

Considere o sinal

$$x_1[n] = \sum_k \left( \Pi\left[\frac{n-200k}{80}\right] - \Lambda\left[\frac{n-200k}{30}\right] \right)$$

9. Calcule e represente o módulo dos coeficientes da SF do sinal no intervalo  $\Omega \in [-\pi, \pi]$  (**fig. 6**).
10. Recorrendo à *fft*, calcule e represente o módulo dos coeficientes da SF do sinal no intervalo  $\Omega \in [-\pi, \pi]$  (**fig. 7**).

### Exercício 5.

Considere o sinal

$$x_2[n] = \Pi\left[\frac{n}{80}\right] - \Lambda\left[\frac{n}{30}\right]$$

11. Com base na sequência de 100 valores do sinal em torno da origem, calcule a fft com  $M = 2^{12}$  pontos, e represente o módulo (**fig. 8**) e o argumento (**fig. 9**) da TF do sinal no intervalo  $\Omega \in [-\pi, \pi[$ .

### Exercício 6.

Considere o sinal

$$x_3(t) = \sum_k \left( \Pi\left[\frac{t - 20k}{8}\right] - \Lambda\left[\frac{t - 20k}{3}\right] \right)$$

12. Calcule a percentagem da potência do sinal contida até à 20ª harmónica (**dad. 4**).

13. Considere o sinal  $x_4[n]$  resultante da amostragem do sinal  $x_3(t)$  com uma frequência de amostragem  $f_s = 10$ . Calcule os coeficientes da SF do sinal  $x_4[n]$  recorrendo à fft, e represente o seu módulo no intervalo  $\omega \in [-20\omega_0, 20\omega_0[$  (**fig. 10**).

### Exercício 7.

Considere o sinal

$$x_5(t) = e^{-0.5t}u(t) - e^{0.5t}u(-t)$$

14. Determine uma expressão simplificada para a TF do sinal (**exp. 1**), e represente graficamente o seu módulo no intervalo  $\omega \in [-20, 20]$  (**fig. 11**).

15. Represente o espectro de amplitude do sinal  $y(t) = x_5(t) \cos(200t)$  para  $\omega \in [-300, 300]$  (**fig. 12**).

16. Considerando uma frequência de amostragem  $f_s = 5$ , crie um vector  $x_6[n]$  com amostra do sinal  $x_5(t)$ . Recorrendo ao cálculo dos coeficientes da DFT em  $M = 2^8$  pontos, represente o módulo da TF do sinal  $x_6[n]$  no intervalo  $\omega \in [-\omega_s/2, \omega_s/2]$  sobreposto à figura obtida na alínea 14 (**fig. 11**).

### Exercício 8.

Consideremos o SLIT causal caracterizado pela equação às diferenças

$$y[n] = 0.5x[n] + 0.2x[n-1] + 0.8y[n-1] + 0.1y[n-2]$$

, condições iniciais  $x(-1) = 1$ ,  $x(-2) = 0.5$ ,  $y(-1) = 2$  e  $y(-2) = 0.2$ , e sinal de entrada  $x[n] = 0.9^n u(n)$ .

17. Escreva a expressão da resposta impulsiva do sistema (**exp. 2**).

18. Represente graficamente a resposta em frequência do sistema, ganho (**fig. 13**) e fase (**fig. 14**), para  $\omega \in [0, \pi[$ .

19. Determine a expressão da resposta do sistema ao sinal de entrada, admitindo condições iniciais não nulas (**exp. 3**).

20. Represente a resposta do sistema ao sinal de entrada, admitindo condições iniciais não nulas, para  $n \in [0, 50]$  (**fig. 15**).