



CATOLICA
ESCOLA SUPERIOR
DE BIOTECNOLOGIA
PORTO

Licenciatura em Bioengenharia
3º ano – 1º Semestre
UC – Processamento de Sinal e Imagem
Ano letivo 2022/2023
Prof. Pedro M. Rodrigues
Data: 04.01.2023

Tempo: 2:15h + 15 min tolerância *Exame Época Normal* Nota Máxima: 200 pontos

Nome: _____	Número: _____	Nota Final: _____
-------------	---------------	-------------------

Grupo I – Escolha múltipla (cada alínea vale 5 pontos)

As questões que se seguem são de escolha múltipla. Das respostas, apenas uma está correta. Identifique-a na sua folha de exame.

1. A convolução circular só é aplicável em sistemas:
 - A. lineares e invariantes no tempo.
 - B. não lineares e invariantes no tempo.
 - C. lineares e variantes no tempo.
 - D. Nenhuma das respostas anteriores está correta.
2. Qual é a frequência de *Nyquist* do seguinte sinal: $x(t) = 5\cos(100\pi t) - 10\sin(200\pi t) - 5\cos(200\pi t)$?
 - A. 1000 Hz
 - B. 200 Hz
 - C. 400 Hz
 - D. 500 Hz
3. Qual dos seguintes processos deve ser feito de forma a converter um sinal discreto ($x[n]$) num sinal contínuo ($x(t)$)?
 - A. Integração.
 - B. Amostragem.
 - C. Diferenciação.
 - D. Nenhuma das respostas anteriores está correta.

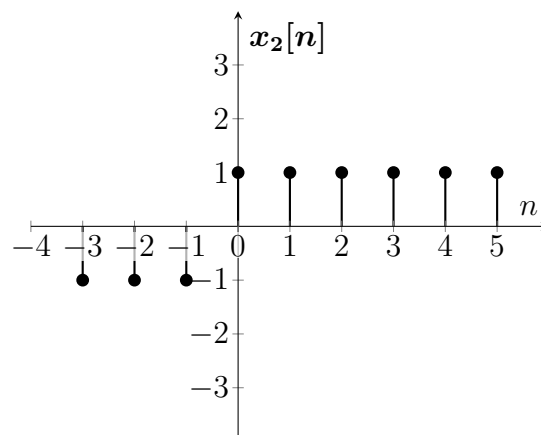
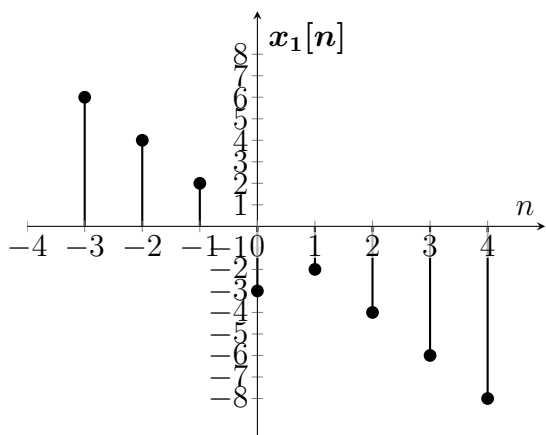
4. Um sinal de 3000 amostras foi decomposto pela Transformada Discreta de *Wavelet* até ao nível 2. Qual é o tamanho do sinal dos coeficientes *Wavelet* de detalhe do nível 3?
- A. 1000
 - B. 500
 - C. 4000
 - D. Nenhuma das respostas anteriores está correta.
5. Qual das seguintes opções é normalmente a variável dependente dos sinais de fala, EEG e ECG?
- A. Magnitude.
 - B. Pressão.
 - C. Tempo.
 - D. Amplitude.
6. A um sistema, cuja saída $y(t)$ num dado instante de tempo depende apenas da sua entrada $x(t)$ nesse instante de tempo chama-se...
- A. não causal.
 - B. com memória.
 - C. sem memória.
 - D. causal.
7. Qual das seguintes componentes é a componente par do sinal $x(t) = -e^{jt}$?
- A. $-j * \sin(t)$;
 - B. $-j * \cos(t)$;
 - C. $j * \cos(t)$;
 - D. $j * \sin(t)$;
8. Qual é a Transformada Z da seguinte sequência $x[n] = [2, -3, 2, \underset{\uparrow}{6}, 6, 7, 2]$?
- A. $2z^{-1} + 7z^2 + 2z^3 + 6z^1 + 6 - 3z^{-2} + 2z^{-3}, |z| > 0$
 - B. $2z^{-1} + 6 + 2z^{-4} + 6z^{-2} + 2z^2 + 3z + 7z^{-3}, 0 < |z| < \infty$
 - C. $2z + 6 + 2z^4 + 6z^2 + 2z^{-2} + 3z^{-1} + 7z^3, 0 < |z| < \infty$
 - D. Nenhuma das respostas anteriores está correta.

9. Para evitar o *aliasing* no processo de amostragem de um sinal analógico $x(t)$, devemos passar um filtro *anti-aliasing*, com uma banda de frequências limitada em B (Hz), de modo a que o sinal digital $x[n]$ apresente uma...
- A. $F_s \leq B$
 - B. $F_s > 2B$
 - C. $F_s \leq 2B$
 - D. $F_s = B$
10. A máxima componente de um sinal $x[n]$ em frequência pode ser encontrada em...
- A. $F_s/2$
 - B. $2 \cdot F_s$
 - C. F_s
 - D. Nenhuma das respostas anteriores está correta.

Grupo II – Respostas de desenvolvimento

Sempre que lhe for solicitada uma resposta em Matlab[®] identifique o script desenvolvido na folha de exame (nome do ficheiro m) e guarde o ficheiro numa pasta com o seu nome.

1. Observe os seguintes sinais discretos ($x_1[n]$ e $x_2[n]$) (30 pontos)



- (a) Gere automaticamente os sinais. [5]
- (b) Represente os seguintes sinais discretos, $y[n]$, em Matlab[®]:
- $y[n] = x_2[n-1] \cdot (x_1[n+2] \cdot x_1[-n-2]);$ [15]
 - $y[n] = x_1[n+1] \cdot (n \cdot \sin(u[n] + u[n-1]) \cdot x_2[n-1];$ [10]
2. Em papel, calcule a transformada Z (Tz) do sinal $x[n]$ abaixo indicado, identificando a sua região de convergência. Em Matlab[®], verifique a expressão da Tz , calcule os polos e os zeros e faça um plot ao círculo unitário incluindo os zeros e os polos da Tz . (30 pontos)

$$x[n] = [n+2](4)^{\frac{1}{n}}u[n]$$

3. Calcule em papel a FFT da série finita $[4,8,8,4,4,8,8,4]$ pelo método DIT (*Decimation-in-time*) Root 2..... (25 pontos)
4. Realize as convoluções lineares e circulares dos sinais $x_1[n]$ e $x_2[n]$ de acordo com o indicado nas alíneas seguintes, em papel e Matlab[®]:..... (35 pontos)
- $x_1[n] = [5, -3, 2], x_2[n] = (\frac{1}{4})^n \cdot (u[n-1] - u[n-5] + \delta[n]);$ [18]
 - $x_1[n] = 5^n \cdot (u[n] - u[n-3]), x_2[n] = [-1, -2, 0, 4];$ [17]

Nota: em Matlab[®], realize ...

- as convoluções lineares no tempo e em frequência pela DFT;
- as convoluções circulares através da DFT.

5. Em Matlab[®], faça load à Srec.mat fornecida para exame na Blackboard. Esta variável vai gerar dois sinais: (1) um sinal ECG amostrado à frequência (Fs) de 1000Hz (Sorig) e (2) o mesmo sinal contaminado (Scont) com ruído gaussiano. Remova as componentes de ruído do sinal contaminado (Scont) de tal forma que o erro entre o sinal original (Sorig) e o sinal resultante seja menor que 0.06. (30 pontos)