



# Universidade da Beira Interior

CURSOS: Engenharia Electrotécnica e de Computadores / Ciências Biomédicas

DISCIPLINA: Processamento de Sinal(is) e Imagem

TESTE DE AVALIAÇÃO: Frequência

ANO LECTIVO: 2017/18 DATA: 16/1/2018

Justifique as respostas.

- (a) Obtenha a função de transferência na forma factorizada de um Filtro de Butterworth passa alto de ordem 3 com frequência de corte  $f_c = 10$  KHz.  
(b) Obtenha o filtro digital equivalente para uma frequência de amostragem de 840 KHz.  
(c) Qual é a frequência de corte do filtro digital resultante?  
(d) Quais as vantagens e desvantagens de usar um filtro de Butterworth comparado com um filtro de Chebyshev?

- (a) Considere o filtro discreto tipo FIR dado por

$$h[n] = \delta[n] + u[n-1] - 2u[n-2] + u[n-4]$$

Qual a função de transferência do filtro FIR?

- (b) Escreva este filtro na forma de equação às diferenças.  
(c) Explique relativamente à colocação dos polos porque é que os filtros FIR são sempre estáveis.  
(d) Este filtro FIR tem fase linear? Se for linear qual é?  
(e) Qual a resposta do filtro ao sinal  $x[n] = 2\delta[n] - \delta[n-2]$ ?
3. Considere um processo aleatório com função autocorrelação dada por  $R_d[k] = 6 \times (-1)^{|k|} \times \cos(k\pi/3)$ .  
(a) Porque é que a função  $R_d[k]$  pode ser considerada uma função de autocorrelação?  
(b) O que pode concluir sobre o sinal  $d[n]$  considerando as propriedades de  $R_d[k]$ ?  
(c) Considere que o sinal  $d[n]$  é corrompido com ruído aleatório gaussiano aditivo com densidade espectral de potência  $\sigma_v^2 = 3$ , resultando em  $x[n] = d[n] + v[n]$ . Obtenha a resposta impulsiva de um filtro FIR de Wiener de ordem 2 que permita obter uma estimativa  $\hat{d}[n]$  do sinal original  $d[n]$ .

4. Considere os vectores descritores, representativos de uma base de dados:

$$\vec{v}_0 = (1, 4, 2, 9) \quad \vec{v}_1 = (3, 2, 1, 6) \quad \vec{v}_2 = (7, 3, 1, 5)$$

$$\vec{v}_3 = (6, 2, 4, 7) \quad \vec{v}_4 = (2, 4, 6, 1) \quad \vec{v}_5 = (1, 8, 2, 1) \quad \vec{v}_6 = (0, 9, 0, 3)$$

Considere os primeiros 3 vectores pertencentes a uma classe A e os restantes à classe B.

- (a) Qual seria a classificação do vector  $\vec{v}_q = (1, 3, 5, 4)$  considerando pelo vizinho mais próximo e distâncias de Manhattan?  
(b) E caso se fizesse classificação com o KNN com  $K=3$ ?  
(c) Considere um sistema inteligente de detecção de defeitos numa fábrica de motores automóvel. Os defeitos acontecem numa percentagem de motores muito reduzida. Comente sobre as vantagens e desvantagens de trabalhar nos seguintes 2 pontos de calibração do sistema: Ponto A - (Precisão=98%, Sensibilidade=96%); Ponto B - (Precisão=96%, Sensibilidade=98%).

5. Considere a imagem multínivel representada na figura ao lado

- (a) Obtenha a Erosão da imagem pelo elemento estruturante ao lado

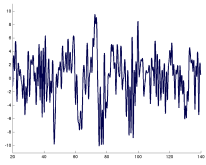
	5	
10		10
	5	

- (b) Obtenha a Filtragem com a máscara ao lado

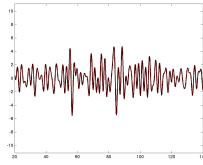
2		2
	-3	
2		2

20	25	30	40
20	25	30	30
25	30	10	40
30	30	40	45

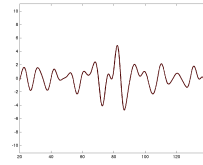
6. Considere um sinal contínuo com uma banda limitada  $(0, \omega_B)$ . Se pretedermos amostrar este sinal com um sistema cuja frequência máxima da amostragem  $\omega_a$ , é tal que  $\omega_B = (3/5) \times \omega_a$  o que teria que ser feito?
7. Considere o sinal da figura (i) que representa um EEG. Este sinal foi filtrado por um conjunto de filtros FIR de fase linear passa baixo com a mesma ordem e frequências de corte  $\omega_1 < \omega_2 < \omega_3$ , resultando nos sinais  $y_1, y_2, y_3$ . Nas figuras (ii), (iii) e (iv) estão representados os sinais  $y_2 - y_1, y_3 - y_2$  e  $y_3 - y_1$ . Identifique-os.



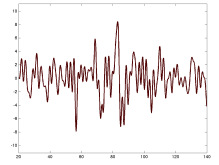
(i)



(ii)



(iii)



(iv)

8. Considere a imagem da figura ao lado. As figuras seguintes representam resultados de processamento desta imagem. Responda às questões seguintes.



- (a) As imagens seguintes são resultados de filtragem FIR por três filtros passa banda com frequências de corte  $(\omega_1, \omega_3)$ ,  $(\omega_2, \omega_4)$  e  $(\omega_2, \omega_3)$  em que  $\omega_1 < \omega_2 < \omega_3 < \omega_4$ . Identifique as imagens.



(a)



(b)



(c)

- (b) Considere as imagens da figura em que se representam três operações morfológicas estudadas usando um elemento estruturante do tipo disco com parâmetro com valor 5. Diga, justificando quais são?



(a)

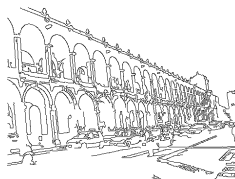


(b)

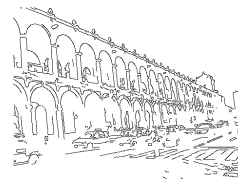


(c)

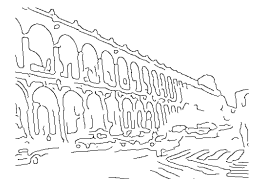
- (c) Considere os três resultados de detecção de arestas com o algoritmo de Canny. Da imagem (a) para a (b) e da (b) para a (c) que tipo de alteração de parâmetros existiu? Considere que existe apenas alteração do  $\sigma$  da filtragem gaussiana, ou dos parâmetros de histerese.



(a)

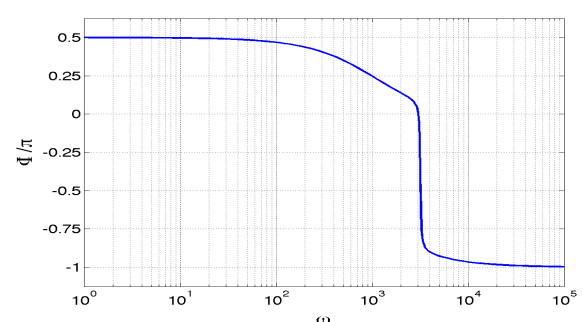
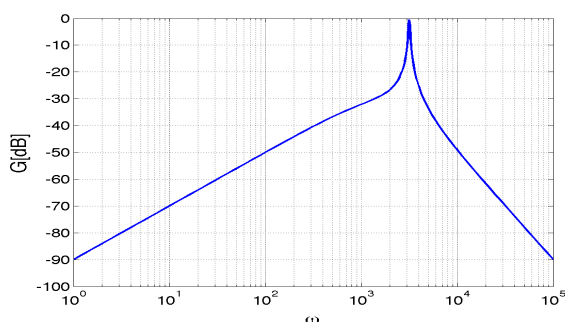


(b)



(c)

9. Considere os diagramas de bode da figura:



Qual seria a onda de saída para um circuito com esta função de transferência e com uma entrada:  $v_i(t) = \cos(1000t) + 0.2 \cos(3160t)$