Sinais e Sistemas – Exame

Data: 14/6/2019. Duração: 3 horas

Número:	Nome:

- Identifique este enunciado e a folha de respostas com o seu número e os seus primeiro e último nomes.
- Para as questões 1 a 11, indique as suas respostas, com cruzes, na tabela seguinte. Respostas erradas têm cotação negativa: uma resposta errada a uma questão de cotação C e n alternativas de resposta é cotada com $-C/(n-1)$.
- Resolva os problemas 1 a 5 na folha de respostas, justificando todos os passos.

Respostas às questões 1 a 11

Questão 1	a	b	c	d	e	f	g	
Questão 2.1	a	b	c					
Questão 2.2	a	b	c					
Questão 2.3	a	b	c					
Questão 2.4	a	b	c					
Questão 3	a	b	c	d	e	f		
Questão 4.1	a	b	c					
Questão 4.2	a	b	c					
Questão 4.3	a	b	c					
Questão 5	a	b	c	d	e			
Questão 6	a	b	c	d				
Questão 7	a	b	c	d				
Questão 8.1	a	b	c	d	e	f	g	h
Questão 8.2	a	b	c	d	e	f		
Questão 9	a	b	c	d	e	f		
Questão 10.1	a	b	c	d	e			
Questão 10.2	a	b	c	d	e	f	g	
Questão 11	a	b	c	d	e	f		

Questão 1 (0.75 valores)

Um dado sinal $x(n)$ é periódico de período 4 e verifica $x(n) = (n-1)(n-3)$ para $n \in \{0, 1, 2, 3\}$. Indique $x(-5)$.

a) -48 b) -3 c) -1 d) 0 e) 1 f) 3 g) 48

Questão 2

Considere o sistema de tempo contínuo de relação entrada-saída $y(t) = x(t) + u(t-1)$.

2.1 (0.375 valores) Classifique o sistema no que respeita à linearidade.

a) Sistema linear b) Sistema não-linear c) Não há informação suficiente para decidir

2.2 (0.375 valores) Classifique o sistema no que respeita à estabilidade.

a) Sistema estável b) Sistema instável c) Não há informação suficiente para decidir

2.3 (0.375 valores) Classifique o sistema no que respeita à memória.

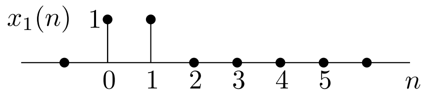
a) Sistema sem memória b) Sistema com memória c) Não há informação suficiente para decidir

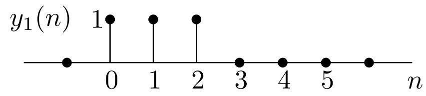
2.4 (0.375 valores) Classifique o sistema no que respeita à invariância no tempo.

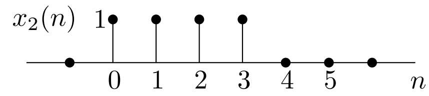
a) Sistema invariante b) Sistema variante c) Não há informação suficiente para decidir

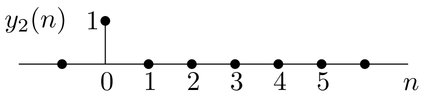
Questão 3 (0.75 valores)

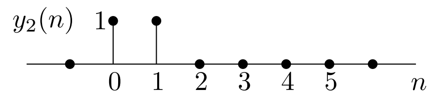
Um SLIT de tempo discreto responde a $x_1(n)$ com $y_1(n)$, sinais abaixo representados. Indique a sua resposta a $x_2(n)$. (Todos os sinais são nulos na região não representada.)

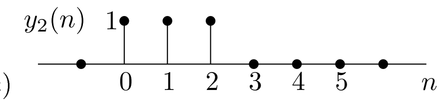


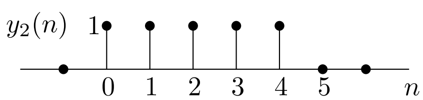


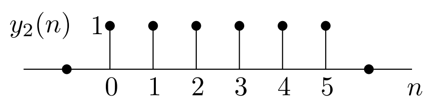


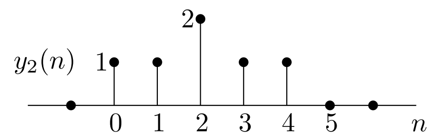
a) 

b) 

c) 

d) 

e) 

f) 

Questão 4

Considere o SLIT de tempo contínuo com resposta ao impulso unitário $h(t) = 3e^{-2|t|}$.

4.1 (0.25 valores) Classifique o sistema no que respeita a memória.

a) Sistema com memória b) Sistema sem memória c) Não há informação suficiente para decidir

4.2 (0.25 valores) Classifique o sistema no que respeita a causalidade.

a) Sistema causal b) Sistema não-causal c) Não há informação suficiente para decidir

4.3 (0.25 valores) Classifique o sistema no que respeita a estabilidade.

a) Sistema estável b) Sistema instável c) Não há informação suficiente para decidir

Questão 5 (0.75 valores)

Um sinal de tempo contínuo é periódico, de período fundamental π, e tem série de Fourier com coeficientes

$$a_{-3} = j\,,\ a_{-2} = 1\,,\ a_2 = 1\,,\ a_3 = -j\,, \text{e } a_k = 0 \text{ para restantes valores de } k\,.$$

Indique a sua expressão.

a) $2\cos(\pi t) - 2\sin(2\pi t)$ b) $2\cos(2\pi t) - 2\sin(3\pi t)$ c) $2\cos(t) + 2\sin(2t)$ d) $2\cos(4t) + 2\sin(6t)$ e) $\sqrt{2}\cos(2t)$

Questão 6 (0.75 valores)

Indique a expressão da transformada de Fourier do sinal de tempo contínuo $x(t) = u(t) - u(t-4)$.

a) $X(j\omega) = \dfrac{e^{-j4\omega}}{j\omega}$ b) $X(j\omega) = \dfrac{1-e^{-j2\omega}}{j\omega} + \pi\delta(\omega)$ c) $X(j\omega) = \dfrac{2\sin(2\omega)e^{-j2\omega}}{\omega}$ d) $X(j\omega) = \dfrac{\sin(\omega)e^{-j4\omega}}{\omega}$

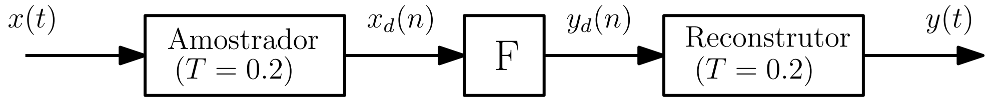
Questão 7 (0.75 valores)

Indique a expressão da transformada de Fourier do sinal de tempo discreto $x(n) = u(n) - u(n-3)$.

a) $X(e^{j\omega}) = \dfrac{\sin(3\omega)e^{-j\omega}}{\omega}$ b) $X(e^{j\omega}) = \dfrac{\sin(3\omega/2)}{\sin(\omega/2)}$ c) $X(e^{j\omega}) = \dfrac{e^{-j3\omega}}{1-e^{-j\omega}}$ d) $X(e^{j\omega}) = 1 + e^{-j\omega} + e^{-j2\omega}$

Questão 8

Na figura, F é o filtro real passa-alto ideal de frequência de corte $\Omega_c = \pi/3$, o amostrador e o reconstrutor são ideais.



Questão 8.1 (0.75 valores)

Indique uma condição que garanta que $x(t)$ pode ser recuperado a partir de $x_d(n)$.

a) $x(t) = 0$ para $|t| \leq 5\pi$ b) $x(t) = 0$ para $|t| \geq 2\pi$ c) $X(j\omega) = 0$ para $|\omega| \leq 5\pi$ d) $X(j\omega) = 0$ para $|\omega| \geq 2\pi$

e) $x(t) \neq 0$ para $|t| \leq 5\pi$ f) $x(t) \neq 0$ para $|t| \geq 2\pi$ g) $X(j\omega) \neq 0$ para $|\omega| \leq 5\pi$ h) $X(j\omega) \neq 0$ para $|\omega| \geq 2\pi$

Questão 8.2 (0.75 valores)

Sendo $x(t) = 2 + \cos(\pi t) + 4\cos(4\pi t)$, indique a expressão de $y(t)$.

a) 0 b) 2 c) $2 + \cos(\pi t)$ d) $2 + \cos(\pi t) + 4\cos(4\pi t)$ e) $\cos(\pi t) + 4\cos(4\pi t)$ f) $4\cos(4\pi t)$

Questão 9 (0.75 valores)

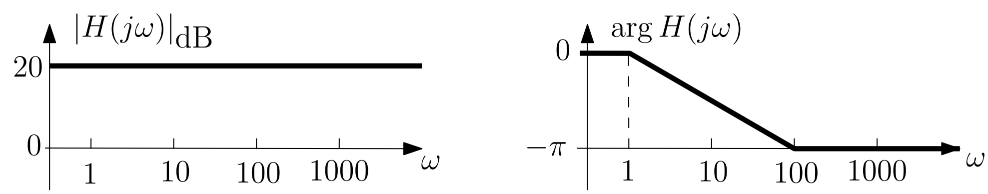
Indique a função de transferência do SLIT causal que se rege pela equação diferencial $y''(t) - 9y(t) = 4x'(t) - 2x(t)$.

a) $H(s) = \dfrac{4s-2}{s^2-9}$, $\mathrm{Re}(s) < -3$ b) $H(s) = \dfrac{4s-2}{s^2-9}$, $-3 < \mathrm{Re}(s) < 3$ c) $H(s) = \dfrac{4s-2}{s^2-9}$, $\mathrm{Re}(s) > 3$

d) $H(s) = \dfrac{s^2-9}{4s-2}$, $\mathrm{Re}(s) < 3$ e) $H(s) = \dfrac{s^2-9}{4s-2}$, $-3 < \mathrm{Re}(s) < 3$ f) $H(s) = \dfrac{s^2-9}{4s-2}$, $\mathrm{Re}(s) > 3$

Questão 10

Na figura seguinte representa-se a aproximação assimptótica do diagrama de Bode de um SLIT.



10.1 (0.75 valores) Indique a expressão aproximada da sua resposta ao sinal $x(t) = \sin(1000t)$.

a) $y(t) = 20$ b) $y(t) = \sin(1000t)$ c) $y(t) = 10\sin(1000t)$ d) $y(t) = -\sin(1000t)$ e) $y(t) = -10\sin(1000t)$

10.2 (0.75 valores) Indique uma possível expressão para a função de transferência do sistema, $H(s)$.

a) $\dfrac{s-10}{s+10}$ b) $\dfrac{10s-100}{s+10}$ c) $\dfrac{100-10s}{s+10}$ d) $\dfrac{s+100}{s+1}$ e) $\dfrac{s-10}{s+1}$ f) $\dfrac{10s-100}{s+1}$ g) $\dfrac{10}{(s+1)(s+100)}$

Questão 11 (0.75 valores)

Um sistema de segunda ordem sem zeros tem pólos em $Ae^{\pm j0.6\pi}$, onde $A > 0$. A sua resposta ao degrau unitário converge através de oscilações amortecidas, atinjindo o valor máximo (a que corresponde uma sobre-elevação S) no instante t_p. Quando se aumenta A, que alterações se notam nestes parâmetros?

a) S aumenta, t_p diminui b) S aumenta, t_p não se altera c) S aumenta, t_p aumenta

d) S não se altera, t_p diminui e) S não se altera, t_p não se altera f) S não se altera, t_p aumenta

Problema 1

Considere o SLIT causal de tempo discreto que se rege pela equação às diferenças $y(n) - \frac{2}{3}y(n-1) = 9x(n)$.

1.1 (1.25 valores)

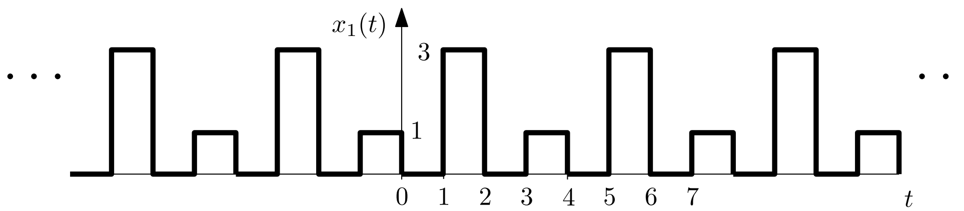
Determine, na forma de uma expressão tão simples quanto possível, a sua resposta $y_1(n)$ ao sinal $x_1(n) = \left(-\frac{1}{3}\right)^n u(n)$.

1.2 (1.25 valores)
Determine e esboce a sua resposta $y_2(n)$ ao sinal $x_2(n) = u(n) - u(n-10)$.

Problema 2

Considere o filtro real de tempo contínuo, passa-baixo ideal de frequência de corte $\omega_c = 3$.

2.1 (1.25 valores)
Determine, na forma de uma expressão tão simples quanto possível, a sua resposta $y_1(t)$ ao sinal periódico abaixo esboçado.



2.2 (1.25 valores)
Determine e esboce a transformada de Fourier da sua resposta $y_2(t)$ ao sinal $x_2(t) = e^{-|t|}$.

Problema 3 (1.25 valores)

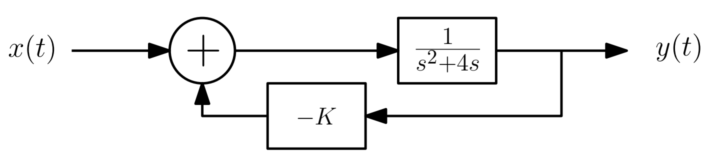
Considere o reconstrutor ideal para o período de amostragem $T = 1/3$, com entrada $x_d(n)$ e saída $x_r(t)$.

3.1 Sendo $X_d(e^{j\Omega}) = \cos(\Omega)$ a transformada de Fourier (TF) de $x_d(n)$, esboce a TF de $x_r(t)$, ou seja, $X_r(j\omega)$.

3.2 Sendo $x_d(n) = \delta(n) + \delta(n-1)$, determine $x_r(t)$, na forma de uma expressão tão simples quanto possível.

Problema 4 (1.25 valores)

Para o sistema causal $x(t) \to y(t)$ da figura seguinte, determine a gama de valores da constante real K que garante que resposta ao degrau unitário converge para um valor superior a $1/10$ de forma monótona, ou seja, sem oscilações.



Problema 5 (2 valores)

Considere o SLIT causal de tempo discreto que se rege pela equação às diferenças

$$y(n) - ay(n-1) = ax(n) - x(n-1)\,, \quad a \in \mathbb{R}\,, \quad |a| < 1\,.$$

Sendo $y(n)$ a sua resposta ao sinal $x(n) = 1 + \cos(bn)$, mostre que $y(n) \leq 0, \forall_n$ (quaisquer que sejam os valores de a e b).