

# Sinais e Sistemas – Exame

Data: 17/1/2019. 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 10, indique as suas respostas, com cruces, 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 7 na folha de respostas, justificando todos os passos.

## Respostas às questões 1 a 10

<b>Questão 1</b>	a	b	c	d	e	f	g
<b>Questão 2.1</b>	a	b	c	d	e	f	g
<b>Questão 2.2</b>	a	b	c				
<b>Questão 2.3</b>	a	b	c				
<b>Questão 3.1</b>	a	b	c	d	e	f	
<b>Questão 3.2</b>	a	b	c	d			
<b>Questão 4.1</b>	a	b	c	d	e		
<b>Questão 4.2</b>	a	b	c	d	e		
<b>Questão 5</b>	a	b	c	d			
<b>Questão 6</b>	a	b	c	d	e		
<b>Questão 7</b>	a	b	c	d	e	f	
<b>Questão 8</b>	a	b	c	d	e	f	
<b>Questão 9.1</b>	a	b	c	d	e		
<b>Questão 9.2</b>	a	b	c	d	e		
<b>Questão 10</b>	a	b	c	d	e	f	g

### Questão 1 (0.75 valores)

Um dado sinal é ímpar, periódico de período 4, e definido por  $x(t) = t^2$  para  $t \in [0, 2]$ . Indique o valor de  $x(3)$ .

- a) 9      b) -9      c) 4      d) -4      e) 1      f) -1      g) 0

### Questão 2

Considere o sistema de tempo discreto de relação entrada-saída  $y(n) = n - x(n)$ .

**2.1** (0.75 valores) Sendo  $h(n)$  a sua resposta ao impulso unitário  $\delta(n)$ , indique o valor de  $h(0)$ .

- a)  $-\infty$       b) -2      c) -1      d) 0      e) 1      f) 2      g)  $+\infty$

**2.2** (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

**2.3** (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**

Considere o SLIT de tempo contínuo com resposta ao impulso unitário  $h(t) = u(t - 2)$ .

**3.1** (0.75 valores) Indique a expressão da sua resposta  $y(t)$  ao sinal  $x(t) = 2\delta(t - 1)$ .

- a)  $2\delta(t - 1)$       b)  $2u(t - 1)$       c)  $2\delta(t - 2)$       d)  $2u(t - 2)$       e)  $2\delta(t - 3)$       f)  $2u(t - 3)$

**3.2** (0.75 valores) Classifique o sistema no que respeita à estabilidade e à memória.

- a) Estável, com memória      b) Instável, com memória      c) Estável, sem memória      d) Instável, sem memória

**Questão 4**

Considere o filtro real de tempo contínuo, passa-baixo ideal de frequência de corte  $\omega_c = 5$ .

**4.1** (0.75 valores) Indique a expressão da sua resposta ao sinal  $x_1(t) = \cos(6t + 2)$ .

- a)  $y_1(t) = \cos(6t)$       b)  $y_1(t) = \cos(6t + 2)$       c)  $y_1(t) = \cos(5t)$       d)  $y_1(t) = \cos(5t + 2)$       e)  $y_1(t) = 0$

**4.2** (0.75 valores) Indique a expressão da sua resposta ao sinal  $x_2(t) = \frac{\sin(6t)}{\pi t}$ .

- a)  $y_2(t) = 0$       b)  $y_2(t) = \frac{\sin(6t)}{\pi t}$       c)  $y_2(t) = \sin(6t)$       d)  $y_2(t) = \frac{\sin(5t)}{\pi t}$       e)  $y_2(t) = \sin(5t)$

**Questão 5** (0.75 valores)

Indique a resposta em frequência do SLIT que se rege pela equação às diferenças  $y(n) - \frac{1}{6}y(n - 2) = 3x(n) + x(n - 1)$ .

- a)  $H(e^{j\omega}) = \frac{3 + e^{-j2\omega}}{1 - \frac{1}{6}e^{-j\omega}}$       b)  $H(e^{j\omega}) = \frac{1 - \frac{1}{6}e^{-j\omega}}{3 + e^{-j2\omega}}$       c)  $H(e^{j\omega}) = \frac{3 + e^{-j\omega}}{1 - \frac{1}{6}e^{-j2\omega}}$       d)  $H(e^{j\omega}) = \frac{1 - \frac{1}{6}e^{-j2\omega}}{3 + e^{-j\omega}}$

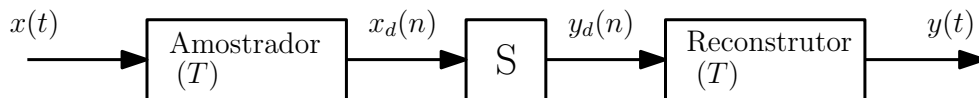
**Questão 6** (0.75 valores)

Pretende-se amostrar um sinal real, de modo a respeitar as condições do teorema da amostragem (TA). Sabe-se que a transformada de Fourier desse sinal é nula para  $\omega \in [0, \pi)$  e para  $\omega \in (4\pi, +\infty)$ . Assinale a restrição a que deve obedecer o período de amostragem  $T$  ou a afirmação verdadeira.

- a)  $T \in (0, 1/4)$       b)  $T \in (0, 1)$       c)  $T \in \{(0, 1/4) \cup (1, +\infty)\}$       d)  $T \in (1/4, 1)$       e) Não é possível cumprir o TA

**Questão 7** (0.75 valores)

Na figura seguinte, o sistema S é real e tem resposta em frequência  $H_d(e^{j\Omega}) = |1 - \Omega|e^{-j2\Omega}$ , para  $\Omega \in [0, \pi)$ . O amostrador e o reconstrutor são ideais, com  $T = 0.25$ . O sinal de entrada é  $x(t) = 2 + 3\cos(4t)$ . Indique a expressão de  $y(t)$ .



- a) 0      b) 2      c)  $3\cos(4t)$       d)  $2 + 9\cos(4t)$       e)  $3\cos(4t - 4)$       f)  $9\cos(4t - 8)$

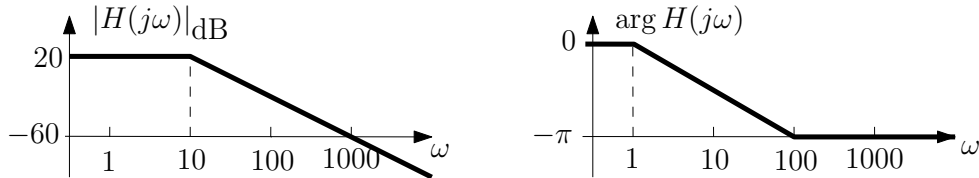
**Questão 8** (0.75 valores)

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

- a)  $H(s) = \frac{s^2 - s - 2}{4s - 2}$ ,  $\text{Re}(s) < 1$       b)  $H(s) = \frac{s^2 - s - 2}{4s - 2}$ ,  $-1 < \text{Re}(s) < 1$       c)  $H(s) = \frac{s^2 - s - 2}{4s - 2}$ ,  $\text{Re}(s) > 1$   
 d)  $H(s) = \frac{4s - 2}{s^2 - s - 2}$ ,  $\text{Re}(s) < -1$       e)  $H(s) = \frac{4s - 2}{s^2 - s - 2}$ ,  $-1 < \text{Re}(s) < 2$       f)  $H(s) = \frac{4s - 2}{s^2 - s - 2}$ ,  $\text{Re}(s) > 2$

**Questão 9**

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



**9.1** (0.75 valores) Indique a expressão aproximada da sua resposta ao sinal  $x(t) = 3 + \sin t$ .

- a)  $y(t) = 30$       b)  $y(t) = \sin t$       c)  $y(t) = 30 + 10 \sin t$       d)  $y(t) = 3 + \sin(t - \pi)$       e)  $y(t) = 30 + \sin(t - \pi/2)$

**9.2** (0.75 valores) Indique uma possível expressão para a função de transferência do sistema.

- a)  $\frac{100}{s + 10}$       b)  $\frac{1000}{s + 10}$       c)  $\frac{100}{s^2 + 100}$       d)  $\frac{1000}{s^2 + 10s + 100}$       e)  $\frac{100}{s^2 + 110s + 100}$

**Questão 10** (0.75 valores)

Indique a melhor aproximação do valor máximo da resposta ao degrau unitário do SLIT com f. tranf.  $H(s) = \frac{50}{s^2 + s + 25}$ .

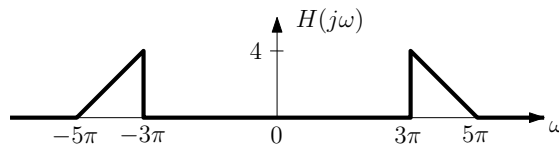
- a) 0      b) 0.73      c) 1.73      d) 1.46      e) 2      f) 3.46      g) 4

**Problema 1** (1.25 valores)

Considere o SLIT de tempo discreto cuja resposta ao impulso unitário é  $h(n) = 3^{-n}u(n)$ . Determine e esboce a sua resposta  $y(n)$  ao sinal  $x(n) = 2^n[u(n) - u(n - 10)]$ .

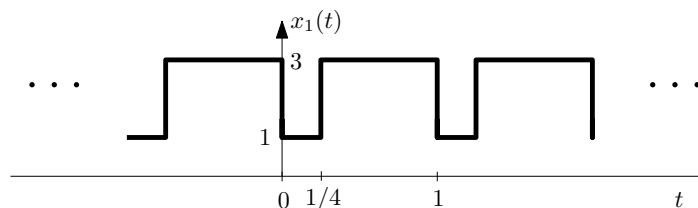
**Problema 2**

A figura seguinte representa a resposta em frequência de um SLIT de tempo contínuo ( $H(j\omega) = 0$  na região não esboçada).



**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, na forma de uma expressão tão simples quanto possível, a sua resposta  $y_2(t)$  ao sinal  $x_2(t) = \frac{\sin(20t)}{t}$ .

**Problema 3** (1.25 valores)

Considere o SLIT causal que obedece à equação às diferenças  $y(n) + \frac{1}{4}y(n-2) = 2x(n) + x(n-1)$ .

Determine, na forma de uma expressão tão simples quanto possível, a sua resposta  $y(n)$  ao sinal  $x(n) = \left(\frac{1}{2}\right)^n u(n)$ .

**Problema 4** (1.25 valores)

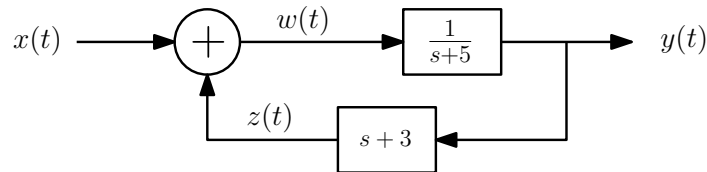
O sinal  $x_c(t) = \frac{\sin^2(4\pi t)}{t}$  é amostrado com período de amostragem  $T = 1/7$ , originando o sinal  $x_d(n)$ .

Considerando o amostrador ideal, determine a expressão do sinal  $x_d(n)$  e esboce a sua transformada de Fourier (TF).

*Nota: caso pretenda determinar a TF de  $x_c(t)$ , pode ter interesse em começar por escrever  $x_c(t) = \left[\frac{\sin(4\pi t)}{\pi t}\right] [\pi \sin(4\pi t)]$ .*

**Problema 5** (1.25 valores)

Considere o sistema da figura seguinte, onde os blocos representam SLITs causais com a função de transferência indicada.



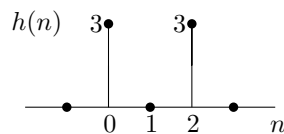
Sendo  $x(t) = u(t)$ , determine os sinais  $w(t)$ ,  $y(t)$  e  $z(t)$ , na forma de expressões tão simples quanto possível.

**Problema 6** (1 valor)

Um SLIT de tempo contínuo responde a qualquer sinal periódico de período fundamental 5 com um sinal periódico de período fundamental menor que 5. O que pode concluir sobre a sua resposta em frequência?

**Problema 7** (1 valor)

Considere o SLIT de tempo discreto cuja resposta ao impulso unitário é nula excepto na região abaixo representada.



O sistema invertível? (Lembre-se de que deve justificar rigorosamente a resposta!)