

## Sinais e Sistemas – Exame

Data: 19/1/2017. 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 12, 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 6 na folha de respostas, justificando todos os passos.

### Respostas às questões 1 a 12

<b>Questão 1</b>	a	b	c	d	e	f	g	h
<b>Questão 2</b>	a	b	c	d	e	f	g	h
<b>Questão 3</b>	a	b	c	d				
<b>Questão 4</b>	a	b	c	d				
<b>Questão 5</b>	a	b	c	d				
<b>Questão 6</b>	a	b	c	d	e	f		
<b>Questão 7</b>	a	b	c	d	e	f		
<b>Questão 8</b>	a	b	c	d				
<b>Questão 9.1</b>	a	b	c	d	e	f	g	h
<b>Questão 9.2</b>	a	b	c	d				
<b>Questão 10</b>	a	b	c	d	e	f		
<b>Questão 11.1</b>	a	b	c	d	e	f	g	
<b>Questão 11.2</b>	a	b	c	d	e	f		
<b>Questão 12</b>	a	b	c	d				

#### Questão 1 (0.75 valores)

Considere o sinal de tempo contínuo  $x(t) = u(t) - u(t - 4)$ . Indique a expressão do sinal  $y(t) = x(1 - t)$ .

- a)  $u(t + 4) - u(t + 1)$       b)  $u(t + 3) - u(t)$       c)  $u(t + 2) - u(t - 1)$       d)  $u(t + 1) - u(t - 2)$   
 e)  $u(t + 3) - u(t - 1)$       f)  $u(t + 2) - u(t - 2)$       g)  $u(t + 1) - u(t - 3)$       h)  $u(t - 1) - u(t - 5)$

#### Questão 2 (0.75 valores)

Considere o sistema descrito pela equação às diferenças  $y(n) - 2y(n - 1) = 3x(n)$  e pela condição  $y(-1) = 5$ . Sendo o sinal de entrada  $x(n) = \delta(n)$ , indique o valor de  $y(1)$ .

- a) 0      b) 1      c) 5      d) 10      e) 11      f) 13      g) 26      h) 29

#### Questão 3 (0.75 valores)

Classifique quanto a linearidade e causalidade o sistema com relação entrada-saída  $y(t) = x(t) + 3x(t - 1)$ .

- a) Linear, causal      b) Linear, não-causal      c) Não-linear, causal      d) Não-linear, não-causal

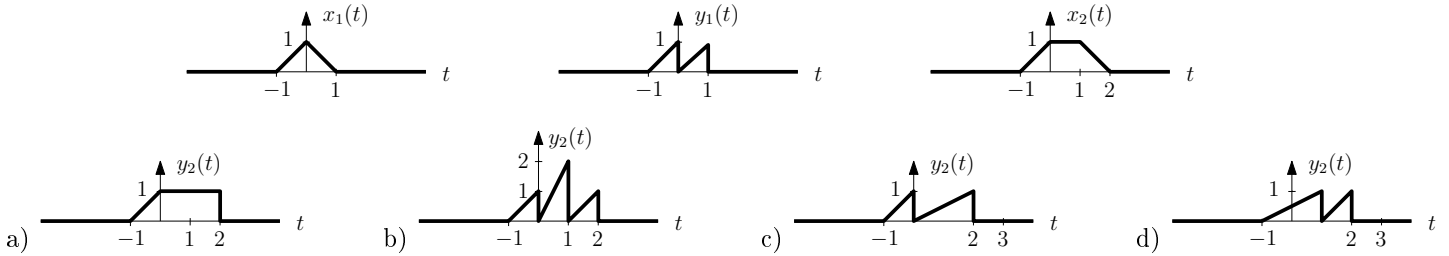
#### Questão 4 (0.75 valores)

Classifique quanto a estabilidade e memória o SLIT de tempo discreto com resposta ao impulso unitário  $h(n) = 3u(n)$ .

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

**Questão 5** (0.75 valores)

Um SLIT responde a  $x_1(t)$  com  $y_1(t)$ . Indique a sua resposta a  $x_2(t)$ . (Os sinais são nulos excepto na região esboçada).



**Questão 6** (0.75 valores)

O SLIT com resposta em frequência  $H(j\omega) = \cos \omega$  tem à entrada o sinal  $x(t) = 3 + \cos(\pi t)$ . Indique o sinal de saída.

- a)  $y(t) = 0$     b)  $y(t) = 3$     c)  $y(t) = \cos(\pi t)$     d)  $y(t) = -\cos(\pi t)$     e)  $y(t) = 3 + \cos(\pi t)$     f)  $y(t) = 3 - \cos(\pi t)$

**Questão 7** (0.75 valores)

As transformadas de Fourier da entrada e saída de um sistema de tempo contínuo relacionam-se por  $Y(j\omega) = 2X(j\omega)e^{-j\omega}$ . Indique a relação entrada-saída dos sistema.

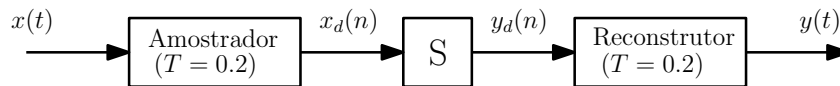
- a)  $y(t) = 2x(t - 1)$     b)  $y(t) = 2\frac{dx(t)}{dt}$     c)  $y(t) = 2e^{x(t)}$   
 d)  $y(t) = 2x(t) + x(t - 1)$     e)  $y(t) = 2x(t) + \frac{dx(t)}{dt}$     f)  $y(t) = 2x(t) + e^{x(t)}$

**Questão 8** (0.75 valores)

Indique a resposta em frequência do SLIT causal que obedece à equação às diferenças  $y(n) - \frac{1}{3}y(n - 2) = 2x(n - 1)$ .

- a)  $H(e^{j\omega}) = \frac{2e^{j\omega}}{1 - \frac{1}{3}e^{j2\omega}}$     b)  $H(e^{j\omega}) = \frac{1 - \frac{1}{3}e^{j2\omega}}{2e^{j\omega}}$     c)  $H(e^{j\omega}) = \frac{2e^{-j\omega}}{1 - \frac{1}{3}e^{-j2\omega}}$     d)  $H(e^{j\omega}) = \frac{1 - \frac{1}{3}e^{-j2\omega}}{2e^{-j\omega}}$

Nas questões 9.1 e 9.2, considere a figura seguinte, onde S é um filtro real, passa-baixo ideal, de freq. corte  $\Omega_c = 2$ .



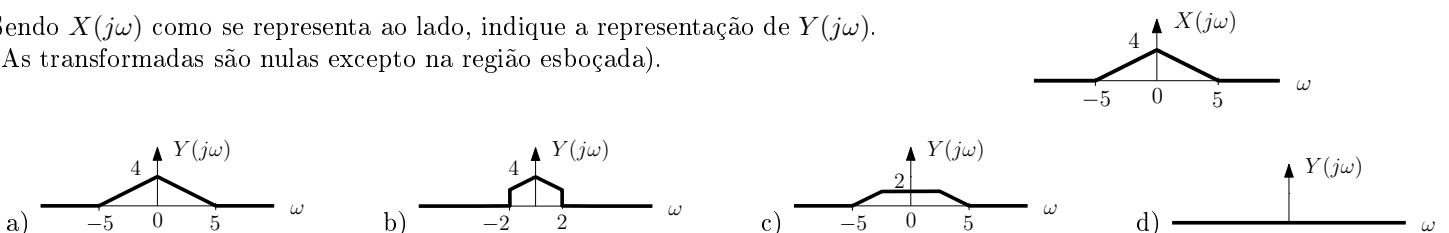
**Questão 9.1** (0.75 valores)

Indique uma condição que garanta que  $x(t)$  é univocamente determinado por  $x_d(n)$ .

- a)  $X(j\omega) = 0$  para  $|\omega| > 10\pi$     b)  $X(j\omega) = 0$  para  $|\omega| < 10\pi$     c)  $X(j\omega) = 0$  para  $|\omega| > 10$     d)  $X(j\omega) = 0$  para  $|\omega| < 10$   
 e)  $X(j\omega) \neq 0$  para  $|\omega| > 10\pi$     f)  $X(j\omega) \neq 0$  para  $|\omega| < 10\pi$     g)  $X(j\omega) \neq 0$  para  $|\omega| > 10$     h)  $X(j\omega) \neq 0$  para  $|\omega| < 10$

**Questão 9.2** (0.75 valores)

Sendo  $X(j\omega)$  como se representa ao lado, indique a representação de  $Y(j\omega)$ . (As transformadas são nulas excepto na região esboçada).

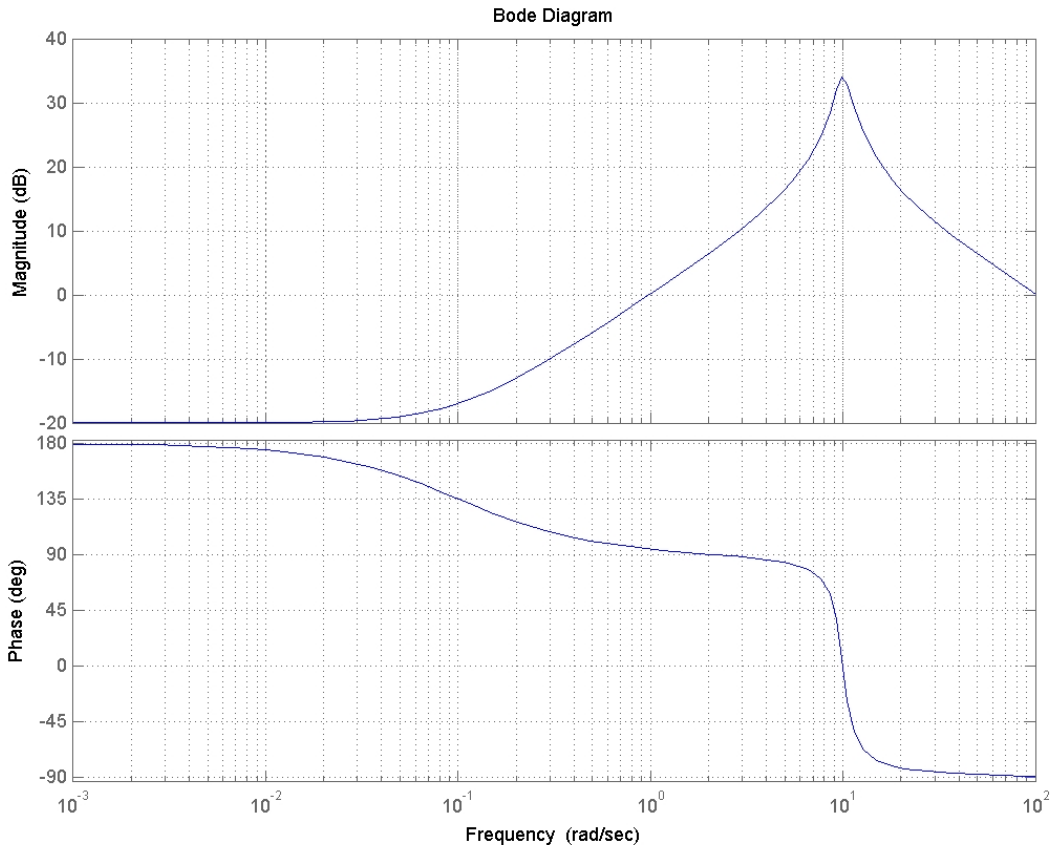


**Questão 10** (0.75 valores)

Indique a função de transferência do SLIT estável que obedece à equação diferencial  $\frac{d^2y(t)}{dt^2} - 4y(t) = \frac{dx(t)}{dt} + 3x(t)$ .

- a)  $H(s) = \frac{s^2 - 4}{s + 3}$ ,  $-3 < \text{Re}(s) < 3$       b)  $H(s) = \frac{s^2 - 4}{s + 3}$ ,  $\text{Re}(s) > -3$       c)  $H(s) = \frac{s^2 - 4}{s + 3}$ ,  $\text{Re}(s) < -3$   
d)  $H(s) = \frac{s + 3}{s^2 - 4}$ ,  $-2 < \text{Re}(s) < 2$       e)  $H(s) = \frac{s + 3}{s^2 - 4}$ ,  $\text{Re}(s) > -2$       f)  $H(s) = \frac{s + 3}{s^2 - 4}$ ,  $\text{Re}(s) > 2$

Nas questões **11.1** e **11.2**, considere o sistema cujo diagrama de Bode se representa na figura seguinte.



**Questão 11.1** (0.75 valores)

Indique a expressão aproximada da saída do sistema quando a entrada é  $\sin t$ .

- a) 0      b)  $\sin t$       c)  $\cos t$       d)  $10 \sin t$       e)  $10 \cos t$       f)  $-10 \sin t$       g)  $-10 \cos t$

**Questão 11.2** (0.75 valores)

Indique uma possível função de transferência para o sistema.

- a)  $\frac{10s}{s^2 + 2s + 10}$       b)  $\frac{10s - 1}{s^2 + 2s + 10}$       c)  $\frac{100s}{s^2 + 2s + 10}$       d)  $\frac{100s - 10}{s^2 + 2s + 100}$       e)  $\frac{10s - 1}{s^2 + 2s + 100}$       f)  $\frac{100s}{s^2 + 2s + 100}$

**Questão 12** (0.75 valores)

Das seguintes funções de transferência, indique uma que corresponda a um sistema cuja resposta ao degrau unitário não exceda o valor 7 mas tenha valor final superior a 4.

- a)  $H_1(s) = \frac{5}{s^2 + 0.2s + 1}$       b)  $H_2(s) = \frac{9}{s^2 + 3s + 2}$       c)  $H_3(s) = \frac{6}{s + 2}$       d)  $H_4(s) = \frac{2}{s + 0.2}$

**Problema 1**

Considere o SLIT de tempo discreto com resposta ao impulso unitário  $h(n) = 2^{-|n|}$ .

1.1 (1.25 valores) Determine e esboce a sua resposta ao degrau unitário.

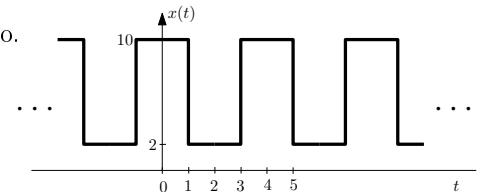
1.2 (1.25 valores) Determine, na forma de uma expressão tão simples quanto possível, a sua resposta a  $x(n) = \sin(n\pi/2)$ .

**Problema 2**

Considere o filtro real de tempo contínuo, passa-banda ideal, de banda passante  $\omega \in [13, 15]$ .

2.1 (1.25 valores) Determine, na forma de uma expressão tão simples quanto possível, a sua resposta ao impulso unitário.

2.2 (1.25 valores) Determine e esboce a sua resposta ao sinal periódico representado.

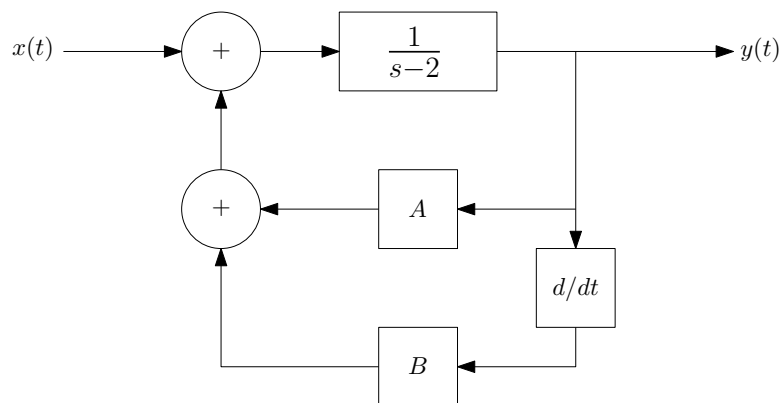
**Problema 3** (1.25 valores)

O sinal  $x(t) = \frac{\sin(11\pi t)}{t}$  foi amostrado com período de amostragem  $T = 0.1$ .

Determine e esboce a transformada de Fourier do sinal resultante,  $x_d(n) = x(nT)$ .

**Problema 4** (1.25 valores)

No sistema causal da figura seguinte,  $A = -3$  e  $B = -3$ . Para a entrada  $x(t) = e^{-3t}u(t)$ , determine  $y(t)$ .

**Problema 5** (1 valor)

Classifique quanto a invertibilidade o SLIT cuja resposta ao impulso unitário é  $h(n) = \sum_{k=0}^N \delta(n-k)$ , onde  $N \geq 1$ .

**Problema 6** (1 valor)

O sinal  $x(t)$  é nulo excepto para  $-1 < t < 1$  e tem transformada de Fourier  $X(j\omega)$ . O sinal  $y(t)$  é periódico de período  $T$  e tem série de Fourier de coeficientes  $a_k = X(jk)$ . Expresse  $y(t)$  em termos de  $x(t)$  de forma tão simples quanto possível.

## Sinais e Sistemas – Exame

Data: 19/1/2017. 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 12, 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 6 na folha de respostas, justificando todos os passos.

### Respostas às questões 1 a 12

<b>Questão 1</b>	a	b	c	d	e	f	g	h
<b>Questão 2</b>	a	b	c	d	e	f	g	h
<b>Questão 3</b>	a	b	c	d				
<b>Questão 4</b>	a	b	c	d				
<b>Questão 5</b>	a	b	c	d				
<b>Questão 6</b>	a	b	c	d	e	f		
<b>Questão 7</b>	a	b	c	d	e	f		
<b>Questão 8</b>	a	b	c	d				
<b>Questão 9.1</b>	a	b	c	d	e	f	g	h
<b>Questão 9.2</b>	a	b	c	d				
<b>Questão 10</b>	a	b	c	d	e	f		
<b>Questão 11.1</b>	a	b	c	d	e	f	g	
<b>Questão 11.2</b>	a	b	c	d	e	f		
<b>Questão 12</b>	a	b	c	d				

#### Questão 1 (0.75 valores)

Considere o sinal de tempo contínuo  $x(t) = u(t) - u(t - 5)$ . Indique a expressão do sinal  $y(t) = x(3 - t)$ .

- a)  $u(t + 2) - u(t)$       b)  $u(t + 1) - u(t - 1)$       c)  $u(t) - u(t - 2)$       d)  $u(t - 2) - u(t - 5)$   
 e)  $u(t + 3) - u(t - 2)$       f)  $u(t + 2) - u(t - 3)$       g)  $u(t + 1) - u(t - 4)$       h)  $u(t - 3) - u(t - 8)$

#### Questão 2 (0.75 valores)

Considere o sistema descrito pela equação às diferenças  $y(n) - 3y(n - 1) = 2x(n)$  e pela condição  $y(-1) = 2$ . Sendo o sinal de entrada  $x(n) = \delta(n)$ , indique o valor de  $y(1)$ .

- a) 26    b) 24    c) 16    d) 8    e) 6    f) 3    g) 1    h) 0

#### Questão 3 (0.75 valores)

Classifique quanto a causalidade e linearidade o sistema com relação entrada-saída  $y(t) = x(t) + 5x(t - 2)$ .

- a) Causal, não-linear      b) Causal, linear      c) Não-causal, não-linear      d) Não-causal, linear

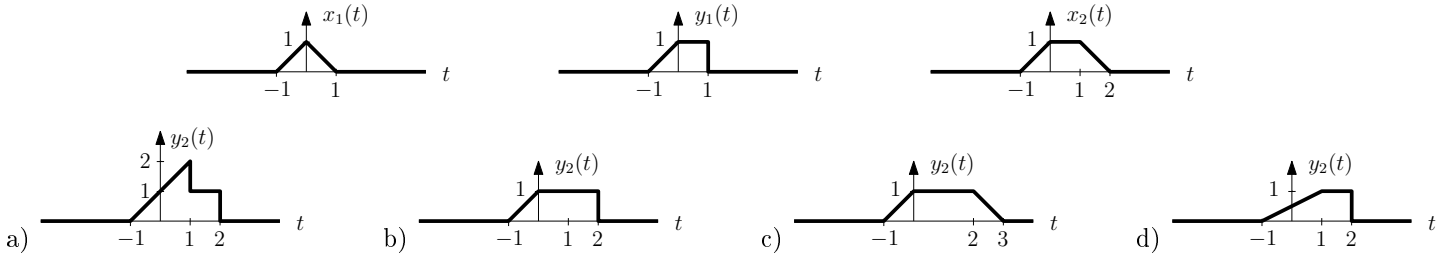
#### Questão 4 (0.75 valores)

Classifique quanto a memória e estabilidade o SLIT de tempo discreto com resposta ao impulso unitário  $h(n) = 2u(n)$ .

- a) Sem memória, instável    b) Sem memória, estável    c) Com memória, instável    d) Com memória, estável

**Questão 5** (0.75 valores)

Um SLIT responde a  $x_1(t)$  com  $y_1(t)$ . Indique a sua resposta a  $x_2(t)$ . (Os sinais são nulos excepto na região esboçada).



**Questão 6** (0.75 valores)

O SLIT com resposta em frequência  $H(j\omega) = \cos \omega$  tem à entrada o sinal  $x(t) = 2 + \cos(2\pi t)$ . Indique o sinal de saída.

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

**Questão 7** (0.75 valores)

As transformadas de Fourier da entrada e saída de um sistema de tempo contínuo relacionam-se por  $Y(j\omega) = 3X(j\omega)e^{-j\omega}$ . Indique a relação entrada-saída dos sistema.

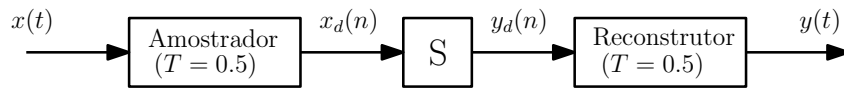
- a)  $y(t) = 3x(t) + x(t - 1)$     b)  $y(t) = 3x(t) + \frac{dx(t)}{dt}$     c)  $y(t) = 3x(t) + e^{x(t)}$   
 d)  $y(t) = 3x(t - 1)$     e)  $y(t) = 3\frac{dx(t)}{dt}$     f)  $y(t) = 3e^{x(t)}$

**Questão 8** (0.75 valores)

Indique a resposta em frequência do SLIT causal que obedece à equação às diferenças  $y(n) - \frac{1}{2}y(n - 2) = 3x(n - 1)$ .

- a)  $H(e^{j\omega}) = \frac{3e^{j\omega}}{1 - \frac{1}{2}e^{j2\omega}}$     b)  $H(e^{j\omega}) = \frac{3e^{-j\omega}}{1 - \frac{1}{2}e^{-j2\omega}}$     c)  $H(e^{j\omega}) = \frac{1 - \frac{1}{2}e^{j2\omega}}{3e^{j\omega}}$     d)  $H(e^{j\omega}) = \frac{1 - \frac{1}{2}e^{-j2\omega}}{3e^{-j\omega}}$

Nas questões 9.1 e 9.2, considere a figura seguinte, onde S é um filtro real, passa-baixo ideal, de freq. corte  $\Omega_c = 3$ .



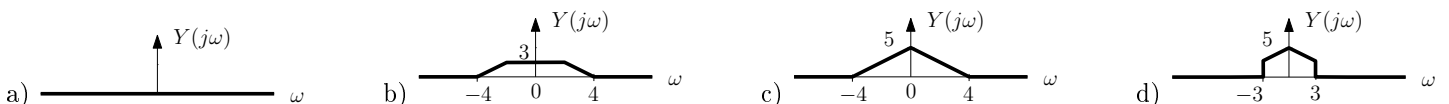
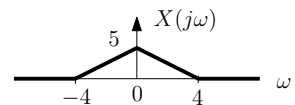
**Questão 9.1** (0.75 valores)

Indique uma condição que garanta que  $x(t)$  é univocamente determinado por  $x_d(n)$ .

- a)  $X(j\omega) \neq 0$  para  $|\omega| > 4\pi$     b)  $X(j\omega) \neq 0$  para  $|\omega| < 4\pi$     c)  $X(j\omega) \neq 0$  para  $|\omega| > 4$     d)  $X(j\omega) \neq 0$  para  $|\omega| < 4$   
 e)  $X(j\omega) = 0$  para  $|\omega| > 4\pi$     f)  $X(j\omega) = 0$  para  $|\omega| < 4\pi$     g)  $X(j\omega) = 0$  para  $|\omega| > 4$     h)  $X(j\omega) = 0$  para  $|\omega| < 4$

**Questão 9.2** (0.75 valores)

Sendo  $X(j\omega)$  como se representa ao lado, indique a representação de  $Y(j\omega)$ . (As transformadas são nulas excepto na região esboçada).

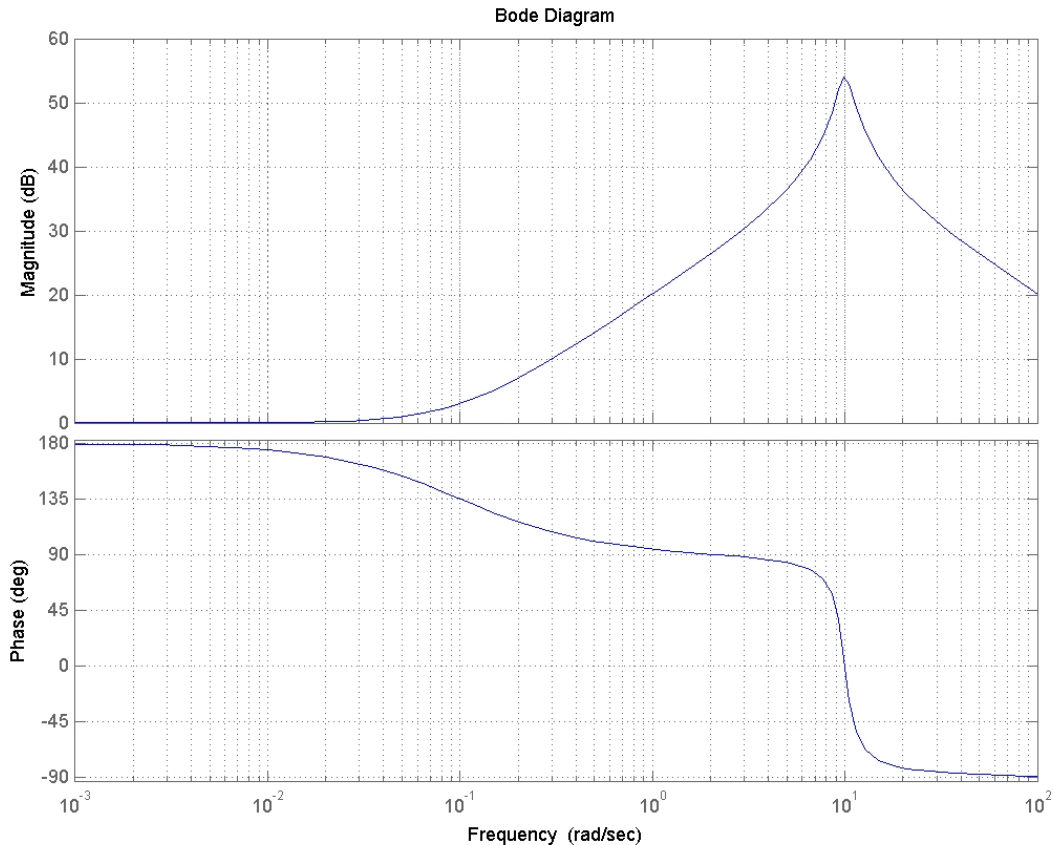


**Questão 10** (0.75 valores)

Indique a função de transferência do SLIT estável que obedece à equação diferencial  $\frac{d^2y(t)}{dt^2} - 9y(t) = \frac{dx(t)}{dt} + 2x(t)$ .

- a)  $H(s) = \frac{s+2}{s^2-9}$ ,  $-3 < \text{Re}(s) < 3$       b)  $H(s) = \frac{s+2}{s^2-9}$ ,  $\text{Re}(s) > -3$       c)  $H(s) = \frac{s+2}{s^2-9}$ ,  $\text{Re}(s) > 3$   
d)  $H(s) = \frac{s^2-9}{s+2}$ ,  $-2 < \text{Re}(s) < 2$       e)  $H(s) = \frac{s^2-9}{s+2}$ ,  $\text{Re}(s) > -2$       f)  $H(s) = \frac{s^2-9}{s+2}$ ,  $\text{Re}(s) < -2$

Nas questões **11.1** e **11.2**, considere o sistema cujo diagrama de Bode se representa na figura seguinte.



**Questão 11.1** (0.75 valores)

Indique a expressão aproximada da saída do sistema quando a entrada é  $\sin t$ .

- a) 0      b)  $\sin t$       c)  $\cos t$       d)  $10 \sin t$       e)  $10 \cos t$       f)  $-10 \sin t$       g)  $-10 \cos t$

**Questão 11.2** (0.75 valores)

Indique uma possível função de transferência para o sistema.

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

**Questão 12** (0.75 valores)

Das seguintes funções de transferência, indique uma que corresponda a um sistema cuja resposta ao degrau unitário não exceda o valor 5 mas tenha valor final superior a 3.

- a)  $H_1(s) = \frac{6}{s+3}$       b)  $H_2(s) = \frac{3}{s+0.3}$       c)  $H_3(s) = \frac{12}{s^2+4s+3}$       d)  $H_4(s) = \frac{4}{s^2+0.2s+1}$

**Problema 1**

Considere o SLIT de tempo discreto com resposta ao impulso unitário  $h(n) = 3^{-|n|}$ .

1.1 (1.25 valores) Determine e esboce a sua resposta ao degrau unitário.

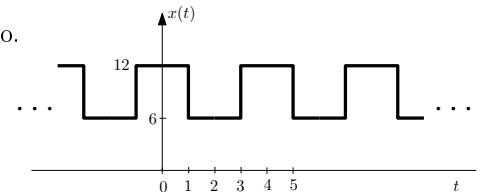
1.2 (1.25 valores) Determine, na forma de uma expressão tão simples quanto possível, a sua resposta a  $x(n) = \cos(n\pi/2)$ .

**Problema 2**

Considere o filtro real de tempo contínuo, passa-banda ideal, de banda passante  $\omega \in [7, 9]$ .

2.1 (1.25 valores) Determine, na forma de uma expressão tão simples quanto possível, a sua resposta ao impulso unitário.

2.2 (1.25 valores) Determine e esboce a sua resposta ao sinal periódico representado.

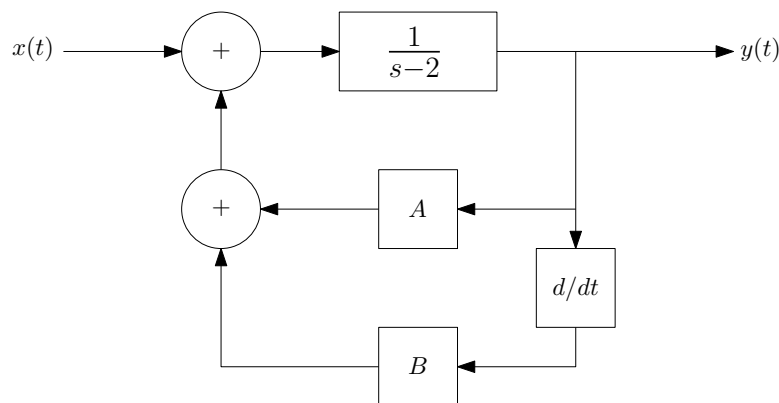
**Problema 3** (1.25 valores)

O sinal  $x(t) = \frac{\sin(6\pi t)}{t}$  foi amostrado com período de amostragem  $T = 0.2$ .

Determine e esboce a transformada de Fourier do sinal resultante,  $x_d(n) = x(nT)$ .

**Problema 4** (1.25 valores)

No sistema causal da figura seguinte,  $A = -3$  e  $B = -2$ . Para a entrada  $x(t) = e^{-4t}u(t)$ , determine  $y(t)$ .

**Problema 5** (1 valor)

Classifique quanto a invertibilidade o SLIT cuja resposta ao impulso unitário é  $h(n) = \sum_{k=0}^N \delta(n-k)$ , onde  $N \geq 1$ .

**Problema 6** (1 valor)

O sinal  $x(t)$  é nulo excepto para  $-1 < t < 1$  e tem transformada de Fourier  $X(j\omega)$ . O sinal  $y(t)$  é periódico de período  $T$  e tem série de Fourier de coeficientes  $a_k = X(jk)$ . Expresse  $y(t)$  em termos de  $x(t)$  de forma tão simples quanto possível.