



Instituto Superior Técnico

Sinais e Sistemas

1º exame – 11 de Janeiro de 2005

Duração da prova: 3 horas

Número: _____
Nome: _____

Parte I

Nos problemas de resposta múltipla, as respostas têm cotações tais que o valor médio da cotação de respostas dadas ao acaso seja zero. Se o problema não for respondido tem cotação de zero. Se for escolhida mais de uma resposta, a cotação será a soma das cotações das respostas escolhidas.

Problema 1 (0.5 val): Considere dois sinais discretos, $x(n)$ e $y(n)$, tais que

$$y(n) = x(2n + 3) .$$

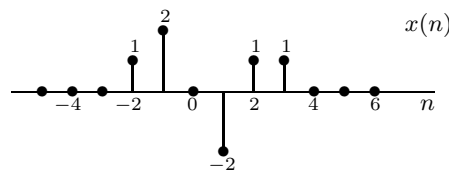


Figure 1:

Seo $x(n)$ o sinal discreto representado na Figura 1, qual dos seguintes sinais representa $y(n)$?

- | | |
|---------------------------------------|--------------------------------------|
| <p>i) <input type="checkbox"/></p> | <p>ii) <input type="checkbox"/></p> |
| <p>iii) <input type="checkbox"/></p> | <p>iv) <input type="checkbox"/></p> |

Problema 2 (1.5 val): Seja

$$y(t) = \left[\frac{1}{3} + \frac{2}{3}e^{-3t} \right] u_{-1}(t)$$

a resposta ao escalão unitário de um sistema **linear** e **invariante no tempo** contínuo. Qual das seguintes funções representa a resposta impulsional do sistema?

- | | |
|--|--|
| i) $h(t) = \delta(t) - 2e^{-3t}u_{-1}(t)$ <input type="checkbox"/> | ii) $h(t) = -2e^{-3t}u_{-1}(t)$ <input type="checkbox"/> |
| iii) $h(t) = \frac{2}{3}e^{-3t}u_{-1}(t)$ <input type="checkbox"/> | iv) $h(t) = \frac{1}{3}u_{-1}(t)$ <input type="checkbox"/> |

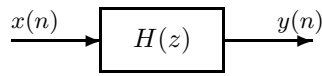
Problema 3 (1.5 val): Sejam $x(t)$ e $y(t)$, respectivamente, os sinais de entrada e de saída de um sistema contínuo, cujas transformadas de Fourier se relacionam pela seguinte equação:

$$Y(j\omega) = \frac{1}{3}e^{-j(\omega-10)^4}X\left(j\frac{1}{3}(\omega-10)\right) .$$

Qual a relação entre os sinais de entrada e de saída do sistema no domínio do tempo?

- | | |
|--|---|
| i) $y(t) = x(3t)e^{j10(t-4)}$ <input type="checkbox"/> | ii) $y(t) = x(3(t-4))e^{j10t}$ <input type="checkbox"/> |
| iii) $y(t) = x(3t)e^{j10t}$ <input type="checkbox"/> | iv) $y(t) = x(3(t-4))e^{j10(t-4)}$ <input type="checkbox"/> |

Problema 4 (4.5 val): Considere o **SLIT causal** discreto representado na Figura 2.



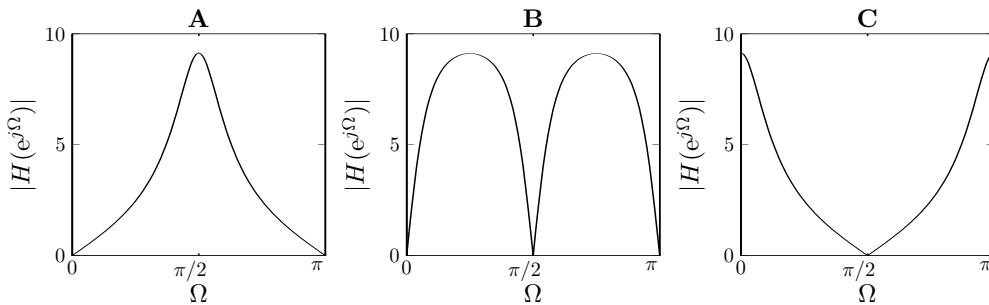
$$H(z) = 2 \frac{1 + z^{-2}}{1 - \frac{9}{16}z^{-2}}$$

Figure 2:

(0.5 val) a) Qual é o ganho estático do sistema?

- i) $-\frac{32}{9}$ ii) 2 iii) $\frac{32}{9}$ iv) $\frac{64}{7}$

Característica de Amplitude



Característica de Fase

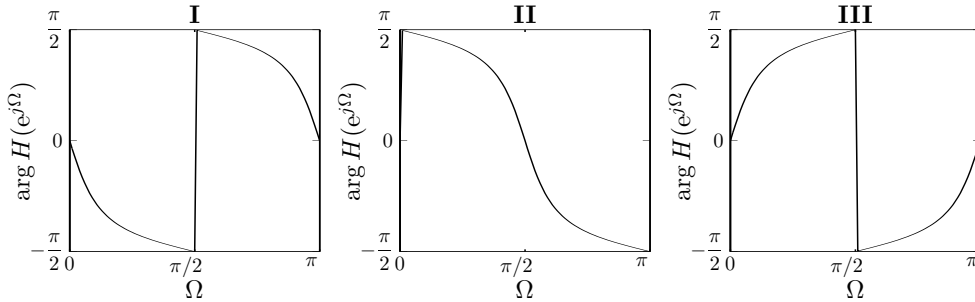


Figure 3:

(1 val) b) Selecione na Figura 3 a **característica de amplitude** da resposta de frequência do sistema:

- A** **B** **C**

(2 val) c) Selecione na Figura 3 a **característica de fase** da resposta de frequência do sistema:

- I** **II** **III**

(1 val) d) Qual é a equação às diferenças que descreve o sistema?

- i) $y(n) = 2x(n) + 2x(n - 2)$ ii) $y(n) - \frac{9}{16}y(n - 2) = 2x(n) + 2x(n - 2)$
- iii) $2y(n) = x(n) - \frac{9}{16}x(n - 2)$ iv) $2y(n) + 2y(n - 2) = x(n) - \frac{9}{16}x(n - 2)$



Instituto Superior Técnico

Sinais e Sistemas

1º exame – 11 de Janeiro de 2005

Duração da prova: 3 horas

Número: _____
 Nome: _____

Parte II

Nos problemas de resolução livre justifique cuidadosamente as suas respostas e apresente todos os cálculos efectuados.

Problema 5 (7 val): Considere o **SLIT causal** contínuo representado na Figura 4, em que

$$G(s) = \frac{s + 10}{s^2 - 1} ,$$

e K_1 e K_2 são constantes reais.

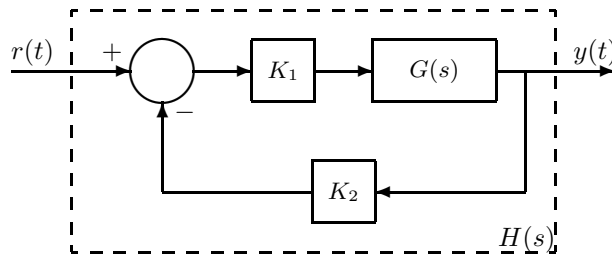


Figure 4:

Sobre o sistema em cadeia fechada, com função de transferência $H(s)$, sabe-se o seguinte:

1. O sistema é estável.
2. A característica de amplitude da resposta de frequência do sistema é a representada na Figura 5.

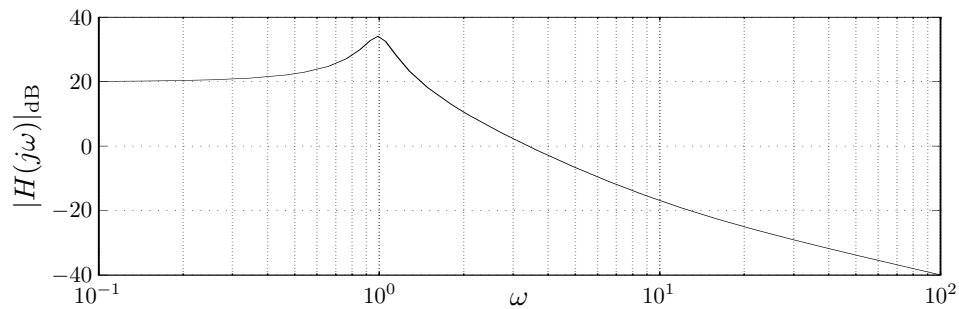


Figure 5:

3. A resposta no tempo do sistema à entrada escalão unitário é a representada na Figura 6.

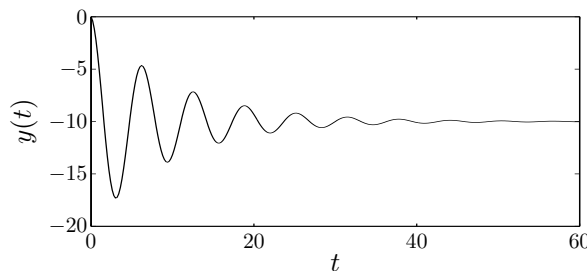


Figure 6:

(1 val) a) O sistema $G(s)$ é estável? Justifique a resposta.

(1 val) b) Determine, em função dos ganhos K_1 e K_2 , a função de transferência, $H(s)$, do sistema em cadeia fechada. Justifique a resposta.

(2 val) c) Dimensione K_1 e K_2 , e escreva a função de transferência $H(s)$ do sistema. Justifique a resposta.

(2 val) d) Desenhe a característica de fase assintótica da resposta de frequência do sistema. Justifique a resposta.

(1 val) e) Qual a resposta em regime estacionário do sistema $H(s)$ ao sinal de entrada

$$x(t) = 2 u_{-1}(t) ?$$

Justifique a resposta.

Nota: Se não respondeu à alínea **c)** considere para a resolução da alínea **d)**

$$H(s) = 10 \frac{s - 1}{s^2 + 2s + 100} .$$

Problema 6 (5 val): Seja

$$y_1(n) = -0.1 3^n u_{-1}(-n - 1) + 0.1 \left[\cos\left(\frac{\pi}{2}n\right) + 3 \sin\left(\frac{\pi}{2}n\right) \right] u_{-1}(n)$$

a resposta de um SLIT discreto ao sinal de entrada

$$x_1(n) = 3^n u_{-1}(-n - 1) .$$

(2 val) a) Determine a função de transferência do sistema. Justifique a resposta.

(1 val) b) Classifique o sistema quanto à estabilidade e à causalidade. Justifique a resposta.

(2 val) c) Qual o sinal que deverá colocar à entrada do sistema para que a sua saída seja

$$y_2(n) = -3^{n+1} u_{-1}(-n - 2) + \left[\cos\left(\frac{\pi}{2}(n + 1)\right) + 3 \sin\left(\frac{\pi}{2}(n + 1)\right) \right] u_{-1}(n + 1)$$

Justifique a resposta.