



Instituto Superior Técnico

Sinais e Sistemas

2º exame – 27 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 (2 val): Considere dois sinais discretos, $x(n)$ e $y(n)$, tais que

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

Sendo $x(n)$ um sinal **par** e **periódico** com período fundamental $N_0 = 4$, qual das seguintes afirmações é verdadeira?

- | | | | |
|---------------------|--------------------------|--------------------------------------|--------------------------|
| i) $y(n)$ é par | <input type="checkbox"/> | ii) $y(n)$ é periódico com $N_0 = 2$ | <input type="checkbox"/> |
| iii) $y(n)$ é ímpar | <input type="checkbox"/> | iv) $y(n)$ é periódico com $N_0 = 4$ | <input type="checkbox"/> |
| | | v) $y(n)$ não é periódico | <input type="checkbox"/> |

Problema 2 (2 val): As respostas no tempo à entrada escalão unitário de dois sistemas de 2ª ordem sem zeros estão representadas na Figura 1.

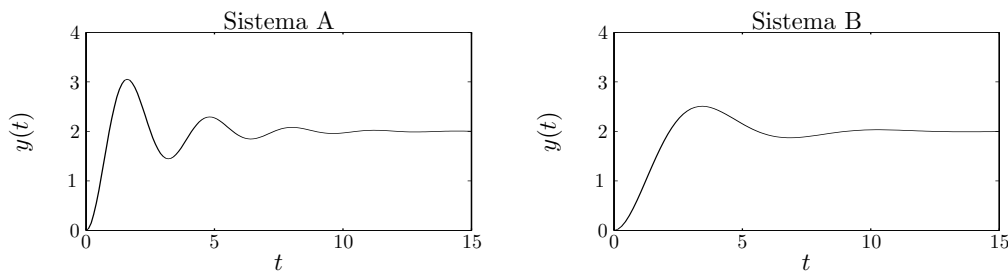


Figure 1:

Selecione as afirmações verdadeiras:

- | | |
|---|--------------------------|
| i) O coeficiente de amortecimento do sistema A é superior ao do sistema B | <input type="checkbox"/> |
| ii) Os dois sistemas têm o mesmo ganho estático | <input type="checkbox"/> |
| iii) O tempo de crescimento do sistema A é superior ao do sistema B | <input type="checkbox"/> |
| iv) A sobre-elevação do sistema A é aproximadamente igual a 50 % | <input type="checkbox"/> |
| v) Os polos do sistema B são reais | <input type="checkbox"/> |

Problema 3 (3 val): Considere o sistema **linear e invariante no tempo** contínuo cuja resposta impulsional se representa na Figura 2

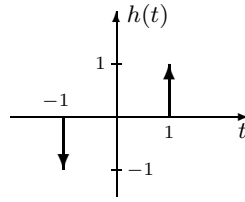


Figure 2:

- (0.5 val) a) O sistema tem memória? sim não
- (0.5 val) b) O sistema é causal? sim não
- (0.5 val) c) O sistema é estável? sim não
- (1.5 val) d) Considere que o sinal à entrada do sistema é o representado na Figura 3.

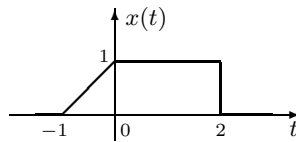


Figure 3:

Qual dos seguintes sinais representa a resposta do sistema?

- i)
- ii)
- iii)
- iv)

Problema 4 (1 val): Considere o sinal discreto, $x(n)$, cujo espectro de frequência é

$$X(e^{j\Omega}) = \frac{1}{1 + \frac{1}{2}e^{-j\Omega}} + \pi \sum_{\ell=-\infty}^{+\infty} \delta(\Omega - 2\pi\ell) .$$

(0.6 val) a) O sinal $x(n)$ tem componente contínua? Em caso afirmativo indique a sua amplitude no domínio do tempo.

- i) Não
- ii) Sim, com amplitude
- ii.1) $\frac{\pi}{2}$ ii.2) π ii.3) $\frac{1}{2}$ ii.4) 1

(0.4 val) b) O sinal $x(n)$ é real? sim não



Instituto Superior Técnico
Sinais e Sistemas

2º exame – 27 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, de que se sabe o

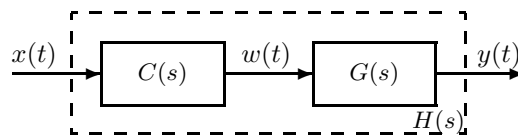


Figure 4:

seguinte:

1. O sistema $C(s)$ é representado pela equação diferencial de coeficientes constantes

$$\frac{d}{dt}w(t) + \alpha w(t) = \beta \frac{d}{dt}x(t) + \gamma x(t) ,$$

em que $x(t)$ e $w(t)$ representam, respectivamente, os sinais de entrada e de saída.

2. O mapa polos/ zeros do sistema $G(s)$ é o representado na Figura 5, em que, como se sabe, a parte ima-

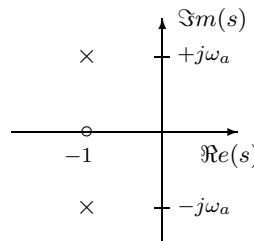


Figure 5:

ginária do par de polos complexos conjugados, ω_a , representa a frequência das oscilações amortecidas na resposta ao escalão unitário.

3. O sistema $G(s)$ tem ganho estático

$$K_{G_0} = 10 .$$

(0.5 val) a) Determine, em função de α , β e γ , a função de transferência $C(s)$. Justifique a resposta.

(0.5 val) b) Que condições devem satisfazer α , β e γ para que o sistema $C(s)$ seja estável e de fase mínima? Justifique a resposta.

(1 val) c) Determine, em função da frequência natural, ω_n , do par de polos complexos conjugados, a função de transferência $G(s)$. Justifique a resposta.

(3 val) d) Sabendo que a característica de amplitude da resposta de frequência assintótica do sistema global, $H(s)$, é a representada na Figura 6, determine $C(s)$ e $G(s)$. Justifique a resposta.

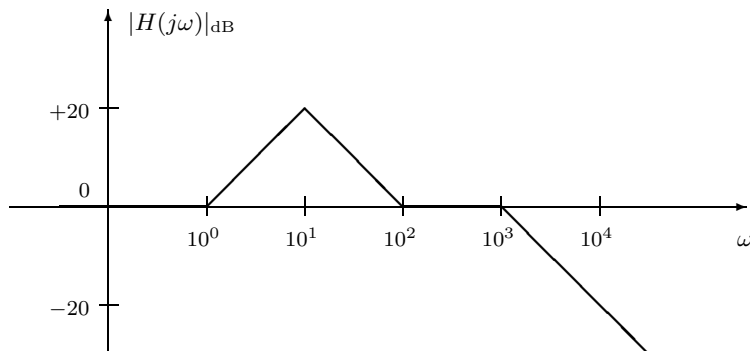


Figure 6:

(2 val) e) Esboce a característica de amplitude real do diagrama de Bode do sistema $H(s)$. Para responder a esta alínea, utilize o gráfico com a característica assintótica, determinando e indicando no diagrama apenas os pontos que lhe pareçam relevantes para esboçar de forma aproximada a característica de amplitude da resposta de frequência do sistema. Justifique a resposta.

Problema 6 (5 val): Seja

$$y(n) = \begin{cases} x\left(\frac{1}{2}n\right) & ; n \text{ par} \\ 0 & ; n \text{ ímpar} \end{cases}$$

a saída de um sistema discreto ao sinal de entrada $x(n)$.

(3 val) a) Diga, justificando, se o sistema dado é

1. com memória
2. causal
3. invariante no tempo
4. linear
5. estável.

(2 val) b) O sistema é invertível? Em caso afirmativo, determine o sistema inverso. Caso contrário, dê um contra-exemplo. Justifique a resposta.