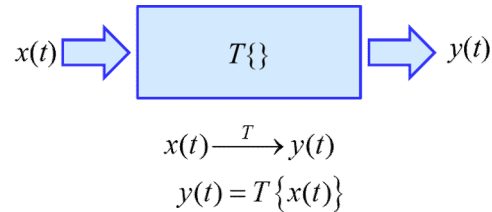


Exercícios de Sinais e Sistemas Contínuos

Professor

Jorge Leonid Aching Samatelo

jlasm001@gmail.com



Lista de Exercícios

Sinais contínuos

Exercício 1

- ☐ Determine se as seguintes sinais são sinais periódicas, no caso de ser periódicas determine o período fundamental.

➤ a)

$$x(t) = \cos\left(\frac{\pi}{3}t\right) + \sin\left(\frac{\pi}{4}t\right)$$

➤ b)

$$x(t) = \cos(t) + \sin(\sqrt{2}t)$$

➤ c)

$$x(t) = \sin^2(t)$$

12

Lista de Exercícios

Sinais contínuos

Exercício 2

- ☐ Determine se os seguintes sinais são sinais de energia ou potência.

➤ a)

$$x(t) = tu(t)$$

➤ b)

$$x(t) = A \sin(w_o t + \varphi)$$

➤ c)

$$x(t) = e^{-at}u(t), \quad a > 0$$

14

Lista de Exercícios

Sistemas contínuos

Exercício 3

- ☐ Seja o sistema abaixo.

$$y(t) = \frac{e^{x(t)}}{x(t - t_0)}; \quad t_0 > 0$$

- ☐ Verifique:

- O sistema é linear? Mostre.
- O sistema é invariante no tempo? Mostre.
- O sistema é estável? Mostre.

16

Lista de Exercícios

Sistemas contínuos

Exercício 4

- ☐ Suponha que $x(t)$ seja um sinal de tempo contínuo, e que

$$y_1(t) = x(2t)$$

$$y_2(t) = x(t/2)$$

- ☐ Considere as seguintes afirmações:

- Se $x(t)$ é periódico, então $y_1(t)$ é periódico.
- Se $y_1(t)$ é periódico, então $x(t)$ é periódico.
- Se $x(t)$ é periódico, então $y_2(t)$ é periódico.
- Se $y_2(t)$ é periódico, então $x(t)$ é periódico.

- ☐ Determine se cada uma das afirmações é ou não verdadeira. Se for, determine a relação entre os períodos fundamentais dos dois sinais considerados na declaração. Se a declaração for falsa, produza um contraexemplo para ela.

19

Lista de Exercícios

Sistemas contínuos

Exercício 5

- ☐ Prove as seguintes relações:

- Se $g_1(t)$ e $g_2(t)$ são sinais pares, então:

- ❖ $g_1(t) + g_2(t)$ é par.
- ❖ $g_1(t) - g_2(t)$ é par.
- ❖ $g_1(t)g_2(t)$ é par.
- ❖ $g_1(t)/g_2(t)$ é par.

- Se $g_1(t)$ e $g_2(t)$ são sinais ímpares, então:

- ❖ $g_1(t) + g_2(t)$ é ímpar.
- ❖ $g_1(t) - g_2(t)$ é ímpar.
- ❖ $g_1(t)g_2(t)$ é par.
- ❖ $g_1(t)/g_2(t)$ é par.

23

Lista de Exercícios

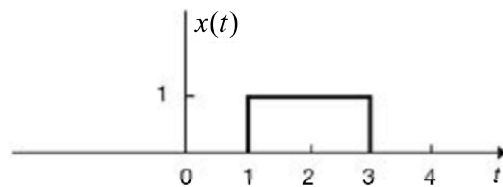
Sistemas contínuos

Exercício 6

- ☐ Seja o sistema contínuo LTI cuja resposta ao degrau é:

$$s(t) = e^{-t}u(t)$$

- ☐ Determinar a saída do sistema quando a entrada é:



27

Lista de Exercícios

Sistemas contínuos

Exercício 7

- ☐ Seja o sistema contínuo LTI descrito pela relação.

$$y(t) = T\{x(t)\} = \frac{1}{T} \int_{t-T/2}^{t+T/2} x(\tau) d\tau$$

- ☐ Determinar:

- A) a resposta impulsiva do sistema $h(t)$
- B) o sistema é causal?

- ☐ Dica

- Usar as relações

$$x(t) * u(t - t_o) = \int_{-\infty}^{t-t_o} x(\tau) d\tau$$

$$x(t) * h_1(t) + x(t) * h_2(t) = x(t) * (h_1(t) + h_2(t))$$

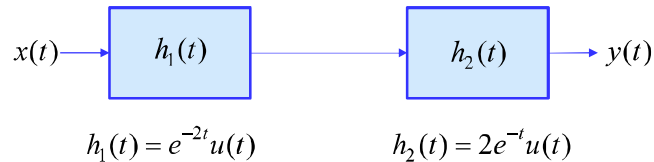
29

Lista de Exercícios

Sistemas contínuos

Exercício 8

- Seja o sistema mostrado na figura abaixo, cujas respostas ao impulso são dadas. Determine a resposta ao impulso do sistema completo e verifique se o sistema completo é BIBO estável.



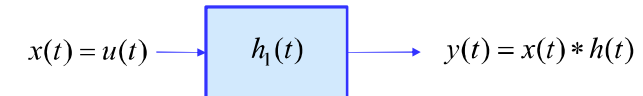
31

Lista de Exercícios

Sistemas contínuos

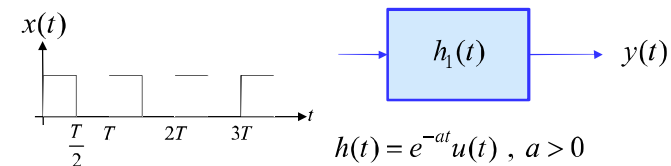
Exercício 9

- Primeiro, calcule via a integral de convolução, usando o método indicado em aula, a saída do sistema LTI



$$h(t) = e^{-at}u(t), \quad a > 0$$

- Segundo, usando a propriedade de linearidade de um sistema LTI, determine a saída $y(t)$ quando a entrada é uma onda quadrada.



➤ *Dica:* escrever a onda quadrada como a soma de sinais degrau.

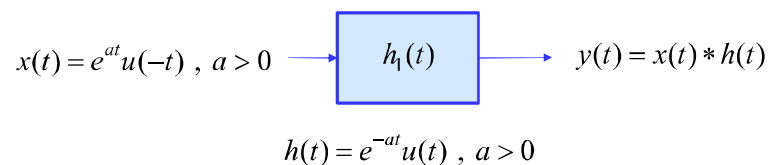
36

Lista de Exercícios

Sistemas contínuos

Exercício 10

- Calcule via a integral de convolução, usando o método indicado em aula, a saída do sistema LTI



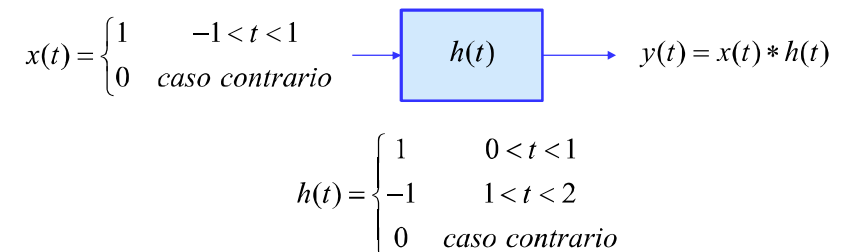
39

Lista de Exercícios

Sistemas contínuos

Exercício 11

- Para o sistema da Figura:
- Calcule, via a integral de convolução, USANDO O MÉTODO INDICADO EM AULA, a saída do sistema LTI.
 - Determine se o sistema é BIBO estável.
 - Determine se o sinal de saída $y(t)$ é um sinal de energia ou de potência.



43

Lista de Exercícios

Sistemas contínuos

Exercício 12

- ☐ Considere o sistema descrito pela EDO linear de coeficientes constantes:

$$\frac{d}{dt} y(t) + 2y(t) = x(t) + \frac{d}{dt} x(t)$$

- ☐ Determinar:

- A função de transferência do sistema $H(s)$.
- A resposta ao impulso $h(t)$, para cada um dos seguintes casos:
 - O sistema é CAUSAL.
 - O sistema é INSTÁVEL.
 - O sistema NÃO É CAUSAL e NÃO É ESTÁVEL.
- A magnitude e a fase da resposta em frequência da função de transferência calculada no item (A).

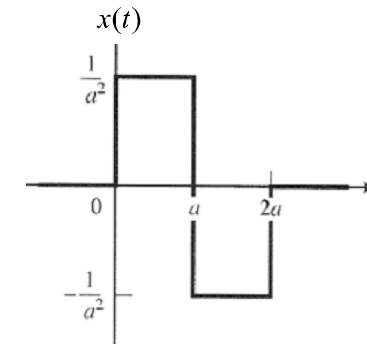
50

Lista de Exercícios

Transformada Bilateral de Laplace

Exercício 13

- ☐ Determinar a Transformada Bilateral de Laplace do sinal $x(t)$ representada na figura abaixo. Encontrar também o valor-limite de $X(s)$ quando a tende a zero.
- *Dica:* escrever $x(t)$ como a soma de sinais degrau.



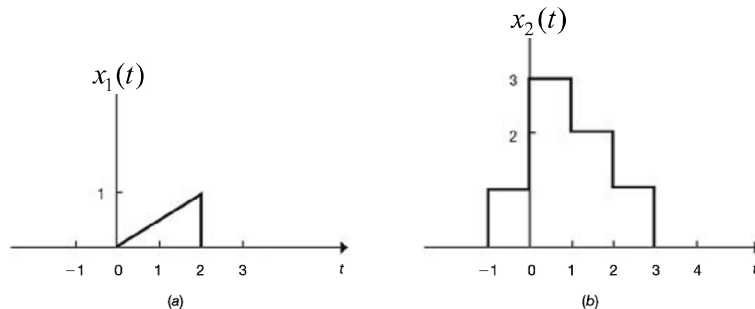
52

Lista de Exercícios

Transformada Bilateral de Laplace

Exercício 14

- ☐ Representar a $x_1(t)$ e $x_2(t)$ como uma soma de sinais degrau e calcular:
- As correspondentes Transformadas Bilaterais de Laplace.
 - A energia dos sinais $x_1(t)$ e $x_2(t)$.



53

Lista de Exercícios

Transformada Bilateral de Laplace

Exercício 15

- ☐ Determinar a Transformada Bilateral Inversa de Laplace das seguintes funções (pode-se empregar a tabela de pares de transformada).
- A)

$$X(s) = \frac{(s+5)}{s^2(s+2)}, \text{Re}\{s\} > 0$$

- B)

$$X(s) = \frac{10s^2}{(s+1)(s+3)}, \text{Re}\{s\} > 0$$

55

Lista de Exercícios

Transformada Bilateral de Laplace

Exercício 16

- ❑ Determinar a Transformada Bilateral Inversa de Laplace das seguintes funções (pode-se empregar a tabela de pares de transformada).

➤ A)

$$X(s) = \frac{s}{(s-3)(s^2-4s+5)}, \text{Re}\{s\} < 2$$

➤ B)

$$X(s) = \frac{5s+13}{s(s^2+4s+13)}, \text{Re}\{s\} > 0$$

58

Lista de Exercícios

Transformada Bilateral de Laplace

Exercício 17

- ❑ Determinar a Transformada Bilateral Inversa de Laplace das seguintes funções (pode-se empregar a tabela de pares de transformada).

➤ A)

$$X(s) = \frac{2s+4}{s^2+4s+3}, \text{Re}\{s\} > -1$$

➤ B)

$$X(s) = \frac{2s+4}{s^2+4s+3}, \text{Re}\{s\} < -3$$

➤ C)

$$X(s) = \frac{2s+4}{s^2+4s+3}, -3 < \text{Re}\{s\} < -1$$

61

Lista de Exercícios

Transformada Bilateral de Laplace

Exercício 18

- ❑ Determinar a saída $y(t)$ do sistema LTI usando a Transformada Bilateral de Laplace, quando:

➤ A)

$$h(t) = 5e^{-4t}u(t) \quad x(t) = u(t)$$

➤ B)

$$h(t) = 5e^{-4t}u(t) \quad x(t) = u(-t)$$

➤ C)

$$h(t) = 5e^{4t}u(-t) \quad x(t) = u(t)$$

➤ D)

$$h(t) = 5e^{4t}u(-t) \quad x(t) = u(-t)$$

64

Lista de Exercícios

Transformada Bilateral de Laplace

Exercício 19

- ❑ Considere o sistema LTI para o qual a entrada $x(t)$ e a saída $y(t)$ estão relacionadas:

$$\frac{d^2}{dt^2}y(t) + \frac{d}{dt}y(t) - 2y(t) = x(t)$$

➤ A) Determinar a função de transferência do sistema $H(s)$.

➤ B) Determinar a resposta ao impulso $h(t)$, para cada um dos seguintes casos:

❖ O sistema é causal.

❖ O sistema é estável.

❖ O sistema não é causal e não é estável.

66

Lista de Exercícios

Transformada Bilateral de Laplace

Exercício 20

- ☐ Considere o sistema descrito pela EDO linear de coeficientes constantes:

$$\frac{d}{dt}y(t) + 2y(t) = x(t) + \frac{d}{dt}x(t)$$

- ☐ Usando a transformada de Laplace, determine a resposta ao impulso $h(t)$ do sistema.

68

Lista de Exercícios

Transformada Bilateral de Laplace

Exercício 21

- ☐ Usando a transformada unilateral de Laplace, solucione as seguintes EDOs:

➤ A)

$$\frac{d}{dt}y(t) + 10y(t) = u(t), y(0^-) = 1$$

➤ B)

$$\frac{d^2}{dt^2}y(t) - 2\frac{d}{dt}y(t) + 4y(t) = u(t), y(0^-) = 0, \frac{d}{dt}y(0^-) = 4$$

➤ C)

$$\frac{d}{dt}y(t) + 2y(t) = \sin(2\pi t)u(t), y(0^-) = -4$$

70

Lista de Exercícios

Transformada Bilateral de Laplace

Exercício 22

- ☐ Considere o sistema descrito pela EDO linear de coeficientes constantes:

$$\frac{d^2}{dt^2}y(t) + 3\frac{d}{dt}y(t) + 2y(t) = 5x(t) + \frac{d}{dt}x(t)$$

- ☐ Determine

- Função de transferência $H(s)$
- A magnitude e a fase da resposta em frequência.
- A resposta ao impulso unitário $h(t)$ do sistema.
- O sinal de saída $y(t)$ se o sinal de entrada é:

$$x(t) = 20\sin(3t + 35^\circ)$$

73

Lista de Exercícios

Transformada Bilateral de Laplace

Exercício 23

- ☐ Seja a seguinte função de transferência

$$H(s) = \frac{s^2 + 2s + 17}{s^2 + 4s + 104}$$

- ☐ Determinar:

- A magnitude e a fase da resposta em frequência.
- A resposta ao impulso unitário $h(t)$.
- A resposta ao degrau unitário $s(t)$.

75

Lista de Exercícios

Transformada Bilateral de Laplace

Exercício 24

- ☐ Seja a resposta em frequência de um sistema

$$\|H(w)\| = \frac{1}{\sqrt{1+w^6}}$$

- ☐ Determinar:

- A função de transferência $H(s)$ do sistema.

- ☐ *Dica*

- Usar a seguinte propriedade

$$H(s)H(-s) = \|H(jw)\|^2 \Big|_{w^2 = -s^2}$$