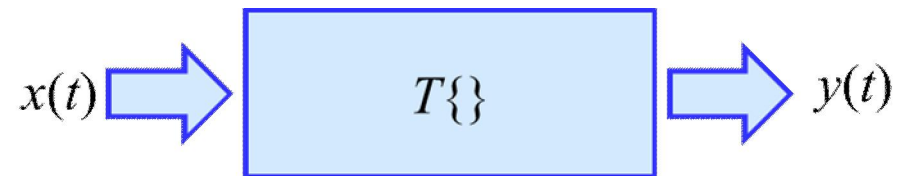


# Exercícios de Sinais e Sistemas Contínuos

*Professor*

Dr. Jorge Leonid Aching Samatelo

[jlasm001@gmail.com](mailto:jlasm001@gmail.com)



$$x(t) \xrightarrow{T} y(t)$$

$$y(t) = T\{x(t)\}$$

# **Sobre a Apresentação das Soluções**

# Sobre a Apresentação das Soluções

## Avaliação

### ❑ Método de Avaliação

- Cada grupo (2 alunos) apresentara em aula a solução de um problema proposto pelo professor.
- Cada problema terá um determinado valor em pontos que serão somados a nota da prova parcial correspondente.
  - ❖ Mínimo valor em pontos para um problema: 0,25
  - ❖ Máximo valor em pontos para um problema: 0,5

### ❑ Critérios para a avaliação da apresentação

#### ➤ Solução

- ❖ Correta: 100%
- ❖ Incorreta: 0%

#### ➤ Simulação em MATLAB (plus)

- ❖ Correta: +0,1
- ❖ Incorreta: 0,0

# Sobre a Apresentação das Soluções

## Indicações

### ❑ **Prazo:**

- Envio das soluções: Quarta 11/04/2018 - (23:59 hrs)
- Apresentação: Segunda 16/04/2018 - (15:00 - 17:00 hrs)

### ❑ **Procedimento para o envio da solução:**

- Os slides da solução de cada exercício devem ser enviados ao email [jlasam001@gmail.com](mailto:jlasam001@gmail.com) com o assunto: EXERCICIO\_SINAIS\_SISTEMAS\_CONTINUO\_2018\_1. O nome do arquivo **.PPT (ou PPTX)** deve iniciar com o rotulo SINAIS\_SISTEMAS\_CONTINUO seguido pelo numero do exercício e as iniciais dos nomes dos integrantes de cada dupla (por exemplo, a dupla conformada pelos alunos Pedro Farias e Joao Silva que solucionaram o exercício 3 enviariam o arquivo SINAIS\_SISTEMAS\_CONTINUO\_3\_PF\_JS.ppt).

### ❑ **Sobre a apresentação:**

- Cada dupla terá como máximo 8 minutos.

# Sobre a Apresentação das Soluções

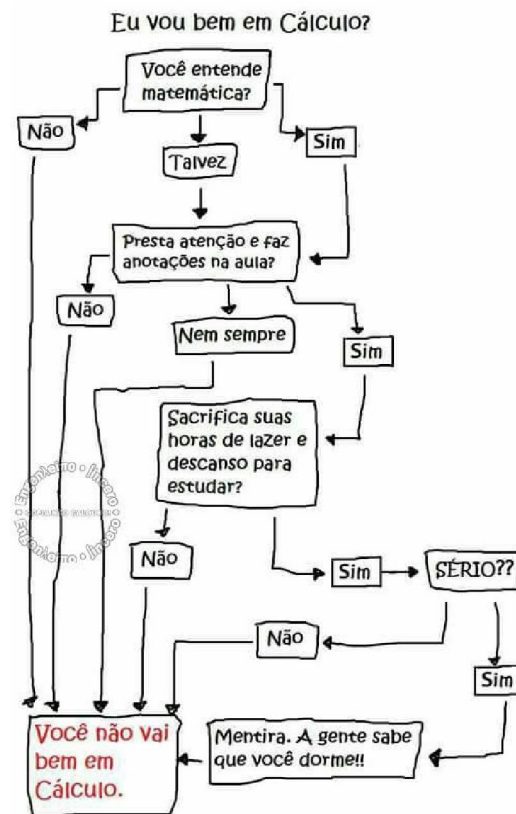
## Recomendações para a elaboração dos *slides*

- ❑ O primeiro *slide* deve conter o numero de exercício e os nomes dos integrantes de cada dupla.
- ❑ O segundo *slide* deve conter o enunciado do problema.
- ❑ Os *slides* restantes devem conter os critérios e os procedimentos usados na solução. É importante indicar que **devem ser didáticos na explicação da solução do problema.**
- ❑ Em relação as equações matemáticas, usar o editor de equações:
  - **MATHTYPE**
    - ❖ <http://mathtype.softonic.com.br/>
- ❑ No caso, que sejam usados programas editores de equações que trabalham com notação **LATEX**, incluir ao final da apresentação, como um anexo, o código TEX das equações.
- ❑ **IMPORTANTE:** Não é aceitável, incluir unicamente as imagens das equações **(menos colar imagens de equações de material de referência).**

## Exercícios por dupla

Integrantes	Nº de Exercício
LUCAS BATISTA LEITE & MATHEUS BELOTI MARIANI	10
RHUAN SOUZA CAETANO & FRANCO SCHMIDT ROSSI	4
BRUNO GAMA NUNES DE OLIVEIRA & LUCAS SANTANA DA CUNHA	20
KEVIN BENFIQUES BORGES & ANDRE FELIPE SANTOS PEREIRA	11
MATHEUS DE ABREU BOZZI & MATHEUS BONGIOVANI SATHLER	5
BRUNO FRIGERI PIRAJA & GABRIEL THEBALDI DA SILVA	17
MATHEUS FRANCO GRACIANO & MARCELO SANTOS HONORATO	2
TADEU ALVES HASTENREITER & EITEL ALEX EBONGUE NG	12
ARTHUR LORENCINI & ANATELLI ANNE FAGUNDES HERINGER	9
MATHEUS LIMA DE ASSIS BERNARDINO & FABRICIO NUNES PAIVA	21
DEBORA CRISTINA FORTUNA LOPES & MARIANNE PONTARA MARINHO	1
ISABEL MARIA ROCHA BUSTAMANTE & MATUSALEM MANSUR	22
DIEGO RODRIGO PEREZ PACHECO & TASSIO SANTUCHI	16
ORIEL DILSON FERREIRA & CLEIDSON ALVES FAVALESSA	3
LUCAS VALENTIM VIDOTO & VITOR MONTENEGRO DE OLIVEIRA SABBAGH	24
LUIZ CLAUDIO CAMPISTA JUNIOR & RODRIGO MANZOLI DOS SANTOS	8
RAFAEL FRICKS DOS SANTOS & LUANY TONIATO OLIVEIRA	23
JHEMES PARMA MIRANDA & LEONARDO MARTINS DA SILVA	15
SANDOR FERREIRA DA SILVA & MELINA SCHNEIDER CAMPO	19
JONAS MENDES FIORINI & GUSTAVO DE ANDRADE GARCIA	6
BRENO SCALZER COIMBRA & GABRIEL CARLOS FAVERO CHAGAS	14
HAYLANDER GOMES LOPES & HOZIANNA DE CACIA BRANDAO XIMENES	18
RAYANE NASCIMENTO & BRENO SCALZER COIMBRA	7
BERNARDO FIGUEIREDO DE A CAMPOS & GLAUCIANE SOUZA DA SILVA	13

# Lista de Exercícios



# Lista de Exercícios

## Sistemas contínuos

### Exercício 1

0,5 PT
--------

□ Seja o sistema abaixo.

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

□ Verifique:

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



# Lista de Exercícios

## Sistemas contínuos

### Exercício 2

0,5 PT
--------

- ❑ 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.

# Lista de Exercícios

## Sistemas contínuos

### Exercício 3

0,5 PT
--------

□ 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.

# Lista de Exercícios

## Sistemas contínuos

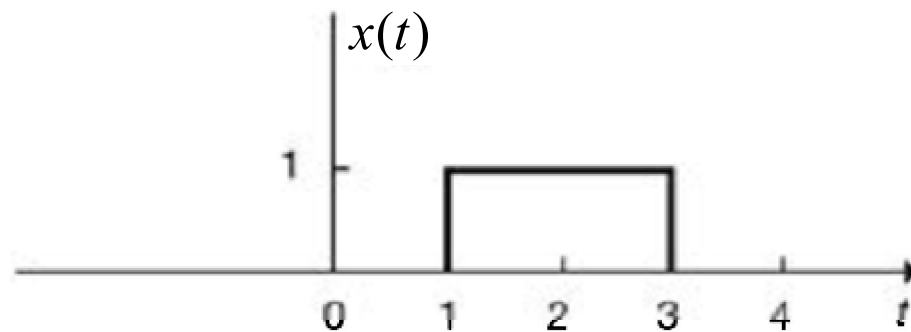
### Exercício 4

0,5 PT

- 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:



# Lista de Exercícios

## Sistemas contínuos

### Exercício 5

0,5 PT

- 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

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

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

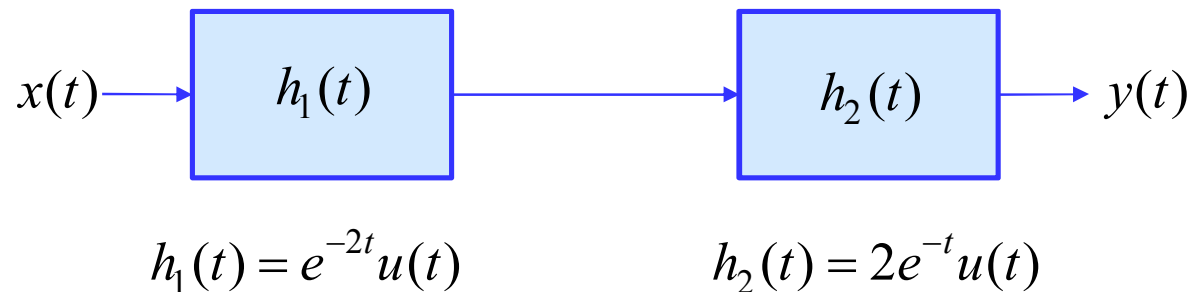
# Lista de Exercícios

## Sistemas contínuos

### Exercício 6

0,5 PT

- 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.



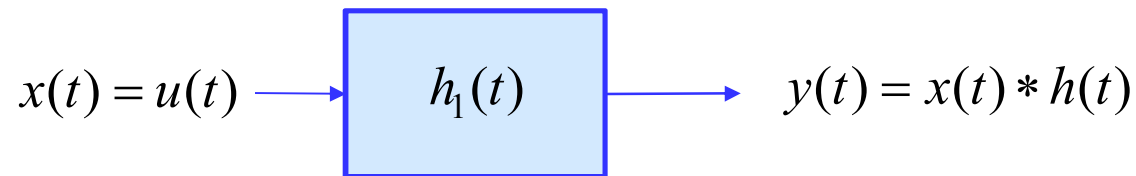
# Lista de Exercícios

## Sistemas contínuos

### Exercício 7

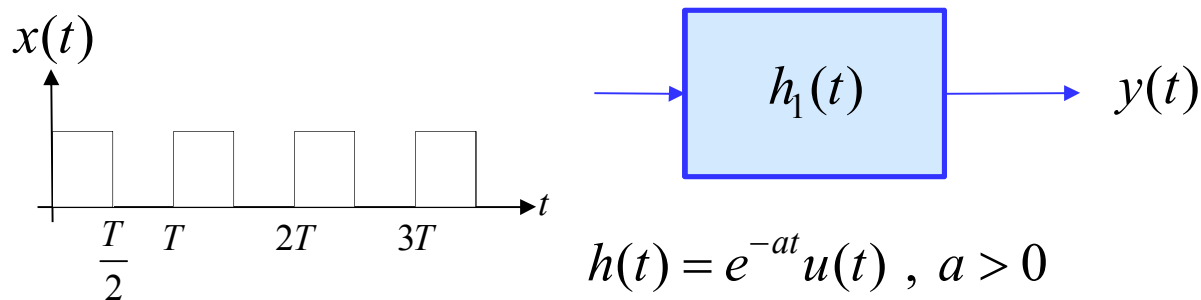
0,5 PT

- 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.

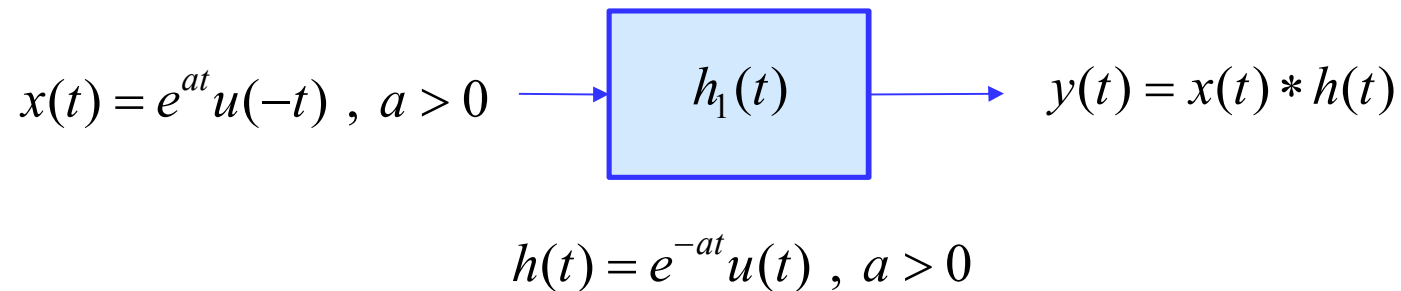
# Lista de Exercícios

## Sistemas contínuos

### Exercício 8

0,5 PT

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



# Lista de Exercícios

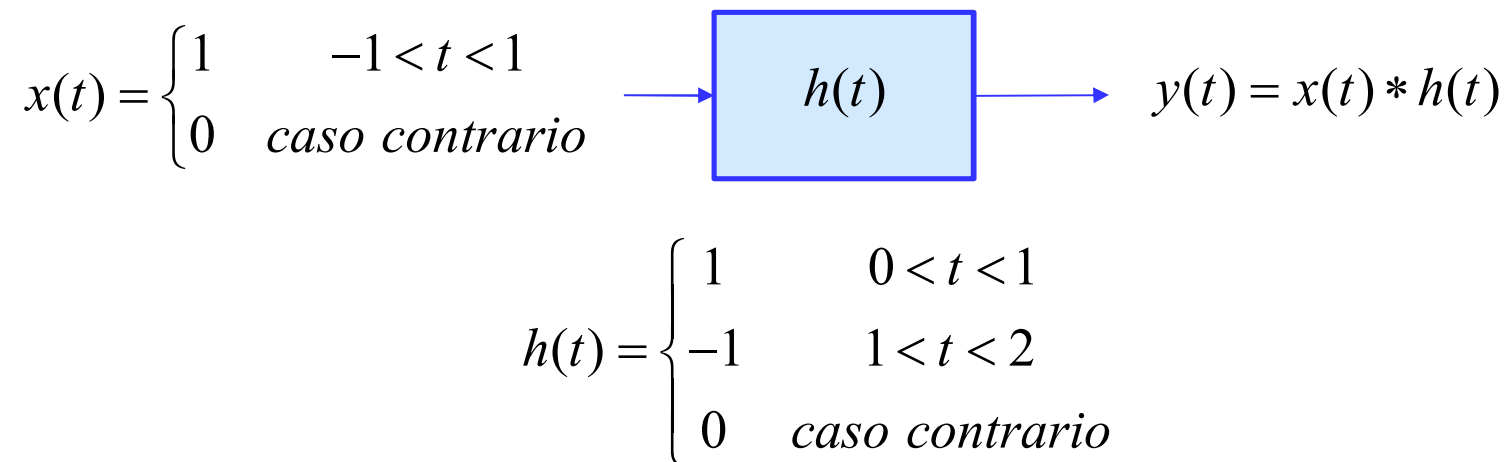
## Sistemas contínuos

### Exercício 9

0,5 PT

□ 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.





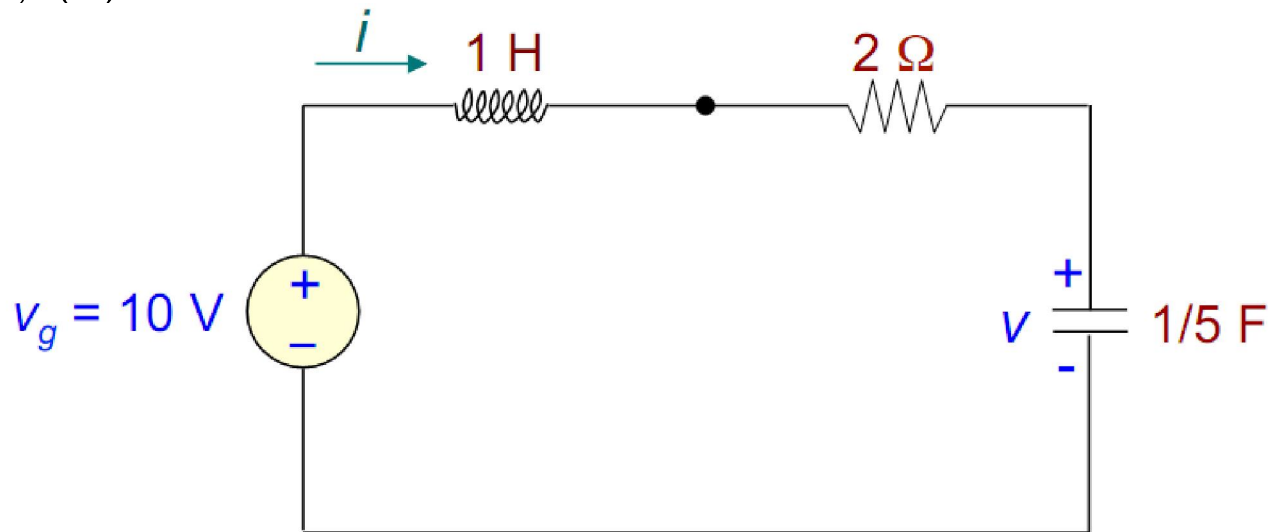
# Lista de Exercícios

## Sistemas contínuos

### Exercício 10

0,5 PT

- ❑ Considere o circuito da figura como um sistema cuja entrada é a tensão aplicada  $x(t) = v_g(t)$  e a saída é a tensão no capacitor  $y(t) = v(t)$ .
- ❑ Encontre
  - uma *equação diferencial* que descreva este sistema,
  - a *resposta natural* do sistema para  $t > 0$ .
  - a *resposta forçada e completa*, sabendo que, para  $t > 0$ ,  $x(t) = 10\text{V}$ ,  $v(0) = 6\text{V}$ ,  $i(0) = 2\text{A}$ .



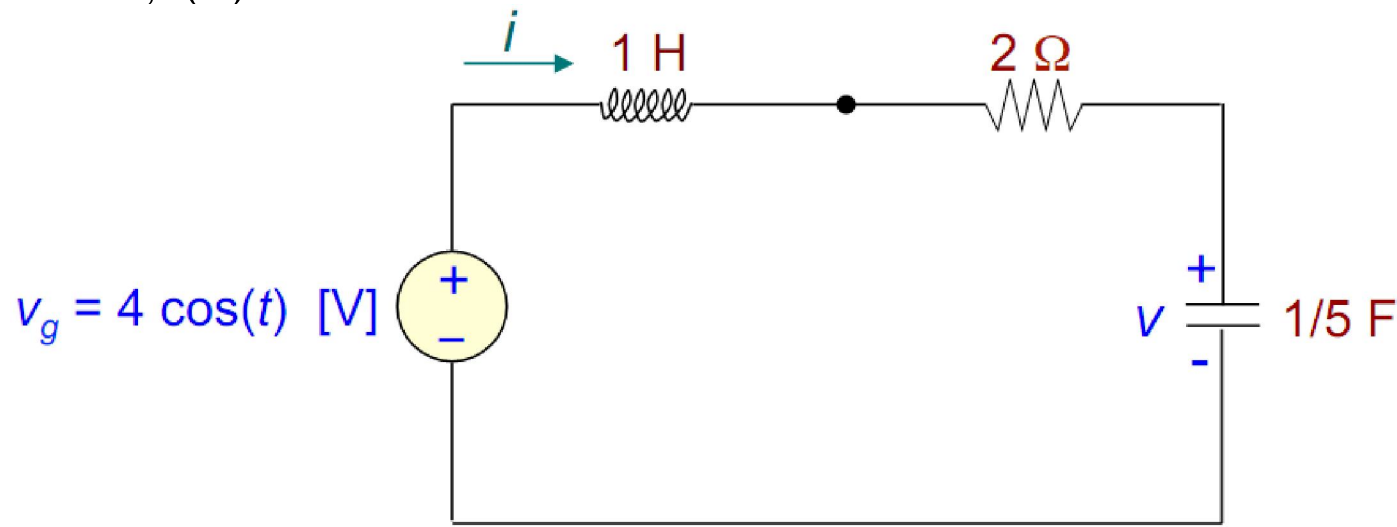
# Lista de Exercícios

## Sistemas contínuos

### Exercício 11

0,5 PT

- ❑ Considere o circuito da figura como um sistema cuja entrada é a tensão aplicada  $x(t) = v_g(t)$  e a saída é a tensão no capacitor  $y(t) = v(t)$ .
- ❑ Encontre
  - uma *equação diferencial* que descreva este sistema,
  - a *resposta natural* do sistema para  $t > 0$ .
  - a *resposta forçada e completa*, sabendo que, para  $t > 0$ ,  $x(t) = 4\cos(t)V$ ,  $v(0) = 6V$ ,  $i(0) = 2A$ .



# Lista de Exercícios

## Sistemas contínuos

### Exercício 12

0,5 PT

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

# Lista de Exercícios

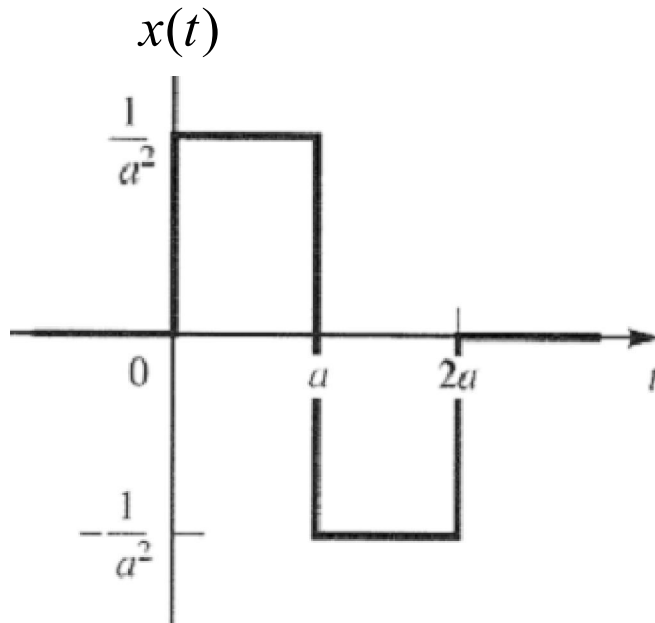
## Transformada Bilateral de Laplace

### Exercício 13

0,5 PT

- 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.



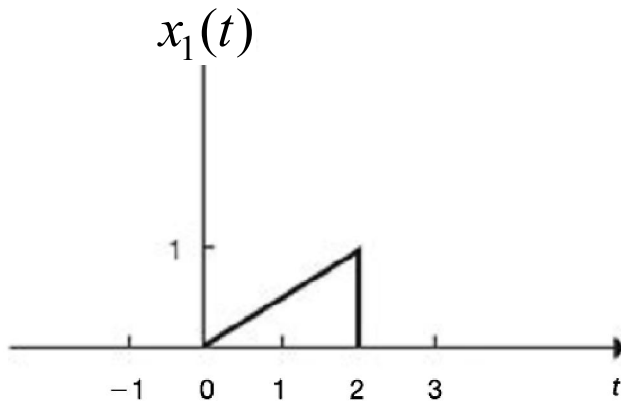
# Lista de Exercícios

## Transformada Bilateral de Laplace

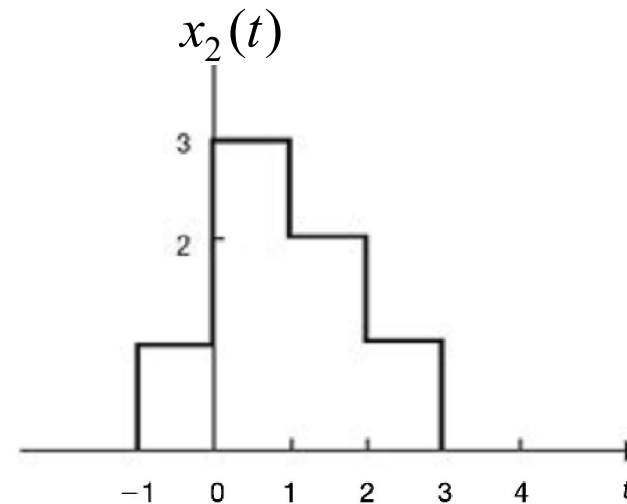
### Exercício 14

0,5 PT

- 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  $x_2(t)$ .



(a)



(b)

# Lista de Exercícios

## Transformada Bilateral de Laplace

### Exercício 15

0,5 PT
--------

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

➤ A)

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

➤ B)

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

# Lista de Exercícios

## Transformada Bilateral de Laplace

### Exercício 16

0,5 PT

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

➤ A)

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

➤ B)

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

# Lista de Exercícios

## Transformada Bilateral de Laplace

### Exercício 17

0,5 PT

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

➤ A)

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

➤ B)

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

➤ C)

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



# Lista de Exercícios

## Transformada Bilateral de Laplace

### Exercício 18

0,5 PT

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

➤ A)

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

$$x(t) = u(t)$$

➤ B)

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

$$x(t) = u(-t)$$

➤ C)

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

$$x(t) = u(t)$$

➤ D)

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

$$x(t) = u(-t)$$

# Lista de Exercícios

## Transformada Bilateral de Laplace

### Exercício 19

0,5 PT

- 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.

# Lista de Exercícios

## Transformada Bilateral de Laplace

### Exercício 20

0,5 PT
--------

- ☐ 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.

# Lista de Exercícios

## Transformada Bilateral de Laplace

### Exercício 21

0,5 PT

□ 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)

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

# Lista de Exercícios

## Transformada Bilateral de Laplace

### Exercício 22

0,5 PT

- ❑ 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:

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

# Lista de Exercícios

## Transformada Bilateral de Laplace

### Exercício 23

0,5 PT

- 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  $s(t)$ .

# Lista de Exercícios

## Transformada Bilateral de Laplace

### Exercício 24

0,5 PT

- ☐ 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

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

**Bom Trabalho!!!**

