



## PÓS-GRADUAÇÃO EM MODELAGEM COMPUTACIONAL

### GA-032 Sistemas Lineares 4P22 – Segunda Lista de Exercícios

#### EXERCÍCIO 1

Classifique os sistemas abaixo (entrada  $x \in \mathbb{C}$ , saída  $y \in \mathbb{C}$ ,  $k \in \mathbb{Z}$ ,  $t \in \mathbb{R}$ ) quanto à linearidade, à causalidade e à invariância no tempo. Encontre também a resposta impulsiva, se houver.

- $y(k) = \begin{cases} 2x(k), & k \geq 0 \\ x(k) & k < 0 \end{cases}$
- $y(t) = x(-t)$
- $y(k) = x(|k| - 3) - x(k - 1)$  out
- $y(t) = \left(\frac{d}{dt}x(t)\right)^2 - x(t)\frac{d^2}{dt^2}x(t)$ , com  $x \in C^2$ , i.e., duplamente diferenciável
- $y(k) = \frac{k}{2}y(k-1) + x(k) - \frac{k}{2}x(k-1)$ , com  $x(k) = 0, \forall k < 0$  e  $y(-1) = 0$
- $y(t) = \frac{d^2}{dt^2}(x(t) + t)$ , com  $x \in C^2$
- $y(k) = \frac{1}{2}y(k-1) + 2x(k-1)$ , com  $x(k) = 0, \forall k < 0$  e  $y(-1) = 0$

#### EXERCÍCIO 2

Um SLIT a tempo contínuo tem resposta impulsiva  $h(t) = u(t - 1)$ , onde  $u(t)$  é o degrau unitário.

- O SLIT é BIBO-estável?
- Calcule a resposta  $y(t)$  do SLIT à entrada  $x(t) = e^{-|t|}$ .

#### EXERCÍCIO 3

Considere os sistemas lineares com as respostas ao impulso abaixo (hipotéticas). Determine se tais sistemas são estáveis ou instáveis no sentido BIBO (*Bounded-Input Bounded-Output*).

- $h_l(t) = \delta(5 - l - t)$
- $h(k) = \left(\frac{j}{2}\right)^{-|k|}$ ,  $j = \sqrt{-1}$
- $h(t) = e^{\lambda t}u(t) + te^{\lambda t}u(t)$ , com  $\lambda \in \mathbb{C}$  e  $Re\{\lambda\} < 0$  (finita)
- $h(k) = -3^k u[-3 - k]$
- $h(k) = a^k u(k) + ka^k u(k)$ , com  $|a| < 1$

#### EXERCÍCIO 4

Discuta as afirmativas abaixo, i.e., justifique se são verdadeiras ou falsas.

- A convolução das respostas impulsivas de dois SLITs distintos, um causal e outro não-causal, resulta sempre em um SLIT equivalente não-causal.
- A ligação em paralelo de dois SLITs, ambos IIR, pode resultar em um SLIT FIR.
- Na ligação em série de dois sistemas lineares distintos, basta que um seja variante no tempo para que o sistema resultante seja variante no tempo.
- É BIBO-estável todo sistema SLIT a tempo discreto com resposta impulsiva FIR e pertencente ao  $\ell_\infty$ .
- A convolução das respostas impulsivas de dois SLITs, um IIR e outro FIR, resulta sempre em um SLIT IIR.



### EXERCÍCIO 5

Um sinal a tempo contínuo  $x_1(t)$  é linearmente distorcido ao passar por um canal de transmissão causal, cuja saída é  $y_1(t)$  e é modelada pela equação diferencial ordinária (EDO)

$$\frac{d}{dt}y_1(t) - ay_1(t) = x_1(t),$$

com  $a \in \mathbb{C}$  (finito), para  $t \geq 0$ .

- a) Qual é a ordem do SLIT?
- b) Determine a resposta impulsiva  $h_1(t)$  do SLIT que representa o canal de transmissão e a classifique quanto à duração.
- c) Discuta a estabilidade BIBO do SLIT dado em relação ao parâmetro  $a$ .
- d) Encontre a EDO do SLIT causal inverso ao do canal dado e a sua resposta impulsiva.