

**Questão 01.** Analise os sistemas abaixo e classifique-os quanto aos seguintes critérios: memória, linearidade, causalidade, variância no tempo e estabilidade.

- Sistema de atraso ideal (*Ideal Delay System*): Esse sistema promove um atraso temporal de ordem  $n_d$ . Matematicamente,

$$y[n] = x[n - n_d]$$

com  $n_d$  positivo. (Obs.: se  $n_d$  for negativo, então o sistema deveria deslocar a entrada para a direita, correspondendo a um avanço temporal)

- Sistema de Média Móvel (*Moving Average*): Esse sistema calcula a média de  $M$  amostras,  $(\{x[n - M + 1] \ x[n - M + 2] \ \dots \ x[n - 1] \ x[n]\})$ , de um sinal  $x[n]$  para produzir a  $n$ -ésima saída do sinal  $y[n]$ . Matematicamente,

$$y[n] = \frac{1}{M} \sum_{k=0}^{M-1} x[n - k]$$

- Sistema Acumulador (*Accumulator System*): Esse sistema calcula a soma da amostra atual de sua entrada,  $x[n]$ , com todas as amostras prévias da entrada. Matematicamente,

$$y[n] = \sum_{k=-\infty}^n x[k]$$

- Sistema Compressor de taxa de amostragem (*Compressor System*): Considerando uma constante  $M$  positiva, o sistema compressor de taxa de amostragem é definido pela relação:

$$y[n] = x[Mn], \quad -\infty < n < \infty$$

Este sistema seleciona toda a  $M$ -ésima amostra de uma sequência de entrada, descartando  $M - 1$  amostras entre duas amostras consecutivas selecionadas.

- Sistema de diferenças em avanço e em atraso (*Forward and Backward Difference Systems*): A diferença em avanço.

$$y[n] = x[n + 1] - x[n],$$

Diferença em atraso.

$$y[n] = x[n] - x[n - 1],$$

**Questão 02.** Determine a resposta ao impulso  $h[n]$  de cada um dos sistemas da questão 1, demonstrando novamente os resultados obtidos quanto aos critérios de causalidade e à estabilidade.

**Questão 03.** Demonstre que todo sinal discreto  $\{x[n]\}$  pode ser expresso por:  $x[n] = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} x[k] \delta[n - k]$

**Questão 04.** Deduza, para um sistema LTI (*Linear Time-Invariant System*), a expressão que permite calcular a saída para qualquer entrada  $\{x[n]\}$  a partir de sua resposta ao impulso unitário  $\{h[n]\}$ . Matematicamente,

$$y[n] = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} x[k] h[n - k] \quad (\text{SOMA DE CONVOLUÇÃO})$$

**Questão 5.** Seja considerado um sistema cuja resposta ao impulso unitário é dada por  $h[n]$ , submetido a uma entrada  $x[n]$ , ambos os sinais apresentados abaixo.

(a) Represente os sinais graficamente.

(b) Determine a resposta do sinal através da Soma de Convolução e a represente graficamente.

**Dados:**

$$\begin{aligned} \{h[n]\} &= \{ \downarrow 1. \ 0.5 \ 0.25 \ 0.125 \ 0.0625 \ 0.0312 \ 0.0156 \ 0.00781 \ 0.00390 \ 0.00195 \} \\ \{x[n]\} &= \{ \downarrow 1. \ 1. \ 1. \ 1. \ 1. \} \end{aligned}$$