



**PÓS-GRADUAÇÃO EM MODELAGEM COMPUTACIONAL**  
GA-038 Processamento Digital de Sinais – **Segunda Lista de Exercícios**

**(Prazo de entrega: dia 25 de outubro de 2012, 9h)**

Indique a linha de raciocínio pela qual chegou às soluções e embase as suas respostas com argumentações e justificativas adequadas. Para os exercícios que envolverem simulação computacional, apresente também os scripts e resultados gráficos produzidos.

**EXERCÍCIO 1**

Classifique os sistemas abaixo (entrada  $x[n]$  e saída  $y[n]$ ) quanto à linearidade, à causalidade e à invariância no tempo. Para aqueles que forem lineares, encontre também a resposta impulsiva.

- a)  $y[n] = x^2[n] - x[n-1]x[n+1]$
- b)  $y[n] = x[n-1] + \pi^3 x[n-10]$
- c)  $y[n] = \frac{1}{5}y[n-1] + 2x[n]$ , com  $x[n] = 0, \forall n < 0$  e  $y[-1] = 0$
- d)  $y[n] = x[5-n]$

**EXERCÍCIO 2**

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*).

- a)  $h_k[n] = \delta[-k-n+5]$
- b)  $h[n] = a^{|n|}$ , com  $a = \frac{j}{10}$  e  $j = \sqrt{-1}$
- c)  $h_k[n] = 2\delta[n-k] - \text{tg}\left[\frac{\pi(n-3)}{20}\right]\delta[n-3-k]$
- d)  $h[n] = -u[-3-n]4a^n$ , com  $a = 2$

**EXERCÍCIO 3**

A famosa fórmula de Tchebychev para o cálculo do cosseno de arco múltiplo é:

$$\cos(n\theta) = 2 \cos(\theta) \cos((n-1)\theta) - \cos((n-2)\theta), \text{ com } n \in \mathbb{Z} \text{ e } \theta \text{ em rad.}$$

- a) Obtenha a representação funcional e as condições auxiliares de uma ED homogênea cuja solução seja  $y_h[n] = \cos(n\theta)$ , para  $n \geq 0$ .
- b) Encontre um sistema causal LTI (inicialmente relaxado), representado por uma ED não-homogênea, cuja resposta impulsiva  $h[n] = \cos(n\theta)$ .

**EXERCÍCIO 4**

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

- a) A ligação em paralelo (soma) de dois sistemas LTI, ambos IIR, pode resultar em um sistema FIR.
- b) Na ligação em série de dois sistemas lineares distintos, basta que um seja invariante no tempo para que o sistema resultante seja variante no tempo.
- c) É BIBO-estável todo sistema LTI com resposta impulsiva FIR.
- d) É necessariamente IIR todo sistema LTI causal que admite uma realização recursiva, i.e., a sua saída  $y[n]$  no instante  $n$  depende de saídas  $y[k]$  em instantes anteriores  $k < n$ .

**EXERCÍCIO 5**

Encontre um sistema LTI causal inverso ao sistema média-móvel (LTI causal) de primeira ordem, definido pela ED  $y[n] = \frac{1}{2}x[n] + \frac{1}{2}x[n-1]$ .