UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ
FACULDADE DE COMPUTAÇÃO E ENGENHARIA ELÉTRICA
DISCIPLINA: PROCESSAMENTO DIGITAL DE SINAIS
Prof.: Claudio Coutinho

# 1ª Lista de Exercícios – Parte I

## Propriedades de sistemas (4,5)

1. Classifique os sinais abaixo em termos de *linearidade* e *invariância no tempo*.

   a. $y[n] = \cos(x[n])$

   b. $y[n] = 2n^2 x[n] + nx[n+1]$

   c. $y[n] = \begin{cases} x[n], & n\ par \\ x[n-1], & n\ ímpar \end{cases}$

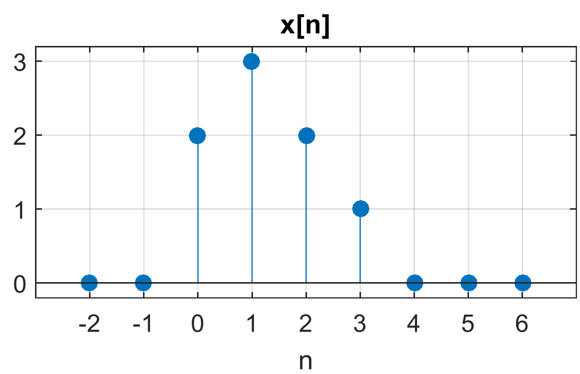
   d. $y[n] = x[n] + 2x[n-1] - 3x[n-2]$

   e. $y[n] = \sum_{k=0}^{\infty} \left(1/2\right)^k x[n-k]$

   f. $y[n] = x[2n]$

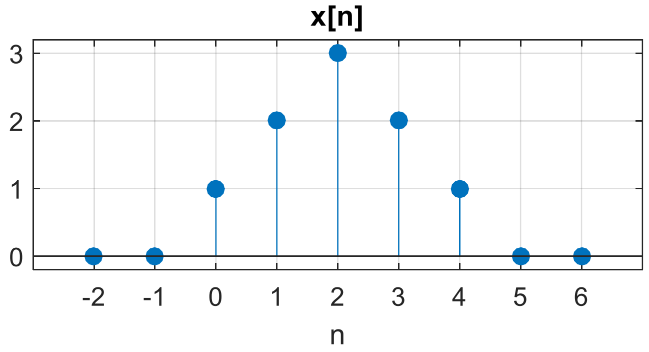
   g. $y[n] = 0{,}5x[2n] + 0{,}5x[2n-1]$

   Onde



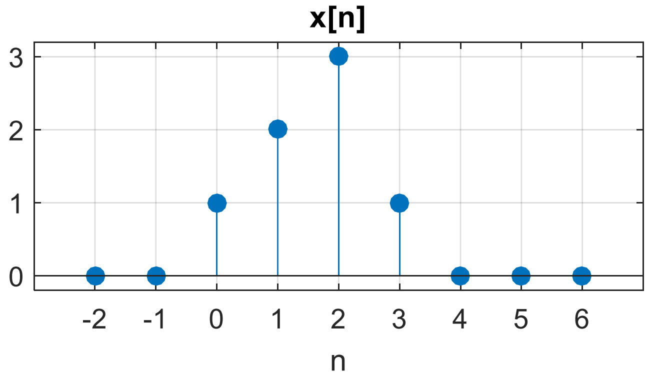

   h. $y[n] = \begin{cases} x[n], & n\ par \\ -x[n], & n\ ímpar \end{cases}$

   Onde:




Obs: esboce o sinal de saída

i. $y[n] = (-1)^n x[n] + 2x[n-1]$
Onde:




Obs: esboce o sinal de saída

## <u>Resposta ao impulso (1,5)</u>

2. Calcule e esboce as respostas ao impulso dos sistemas abaixo:

   a. $y[n] = x[n-5] + {}^{1}/_{2}\, x[n-7]$

   b. $y[n] = \sum_{k=0}^{\infty} \left({}^{1}/_{3}\right)^{k} x[n-k]$

3. Esboce o diagrama de blocos do sistema abaixo:

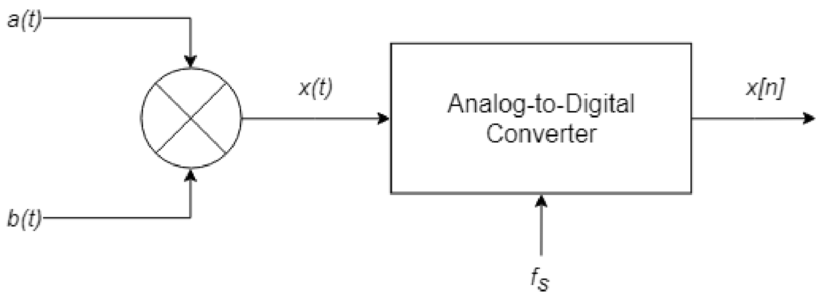
   a. $y[n] = \frac{x[n]}{5} + \frac{x[n-1]}{5} + \frac{x[n-2]}{5} + \frac{x[n-3]}{5} + \frac{x[n-4]}{5} = \sum_{k=n-4}^{n} \frac{x[k]}{5}$

**Amostragem (4,0)**

4. Considere o sinal $x(t) = \text{sen}\left(14000\pi t + {}^{3\pi}/_{2}\right) + \text{sen}\left(2\pi 12000t + {}^{\pi}/_{2}\right)$. Cada amostra é coletada a cada $20\ \mu s$. Calcule a sequência discreta resultante e indique se a haverá *aliasing* ou não no processo.

5. Considere os dois sinais contínuos definidos por:
$$a(t) = \cos(4000\pi t)$$
$$b(t) = \cos(200\pi t),$$

   cujo produto resulta no sinal $x(t)$ mostrado na figura abaixo. Qual a mínima taxa de amostragem $f_s$, medida em $Hz$, que resultaria em uma sequência $x[n]$ com nenhum erro de *aliasing*?




6. Encontre a frequência de amostragem para as relações entre sinais contínuos e discretos:

   a. $x(t) = \text{sen}(2\pi 250t)$
   $x[n] = \text{sen}(4\pi n)$

   b. $x(t) = \text{sen}\left(17000\pi t + {}^{3\pi}/_{2}\right)$
   $x[n] = \cos\left(\pi(8{,}5n + 1)\right)$

7. Considere um sinal discreto definido por:

   $x[n] = \text{sen}\left({}^{n\pi}/_{4}\right),$

   que foi amostrado de um sinal analógico $x(t) = \text{sen}(2\pi f_0 t)$ cuja frequência é $f_s\ Hz$. Se a taxa de amostragem é $160\ Hz$, quais as três possíveis frequências positivas, medidas em $Hz$, resultariam na sequência $x[n]$?

UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ
FACULDADE DE COMPUTAÇÃO E ENGENHARIA ELÉTRICA
DISCIPLINA: PROCESSAMENTO DIGITAL DE SINAIS
Prof.: Claudio Coutinho

# **1ª Lista de Exercícios – Parte II**

## **Convolução (10,0)**

1. Calcule e esboce a convolução $x[n] = (f * g)[n]$, onde:

   a. $f[n] = 2\delta[n+10] + 2\delta[n-10]$
   $g[n] = 3\delta[n+5] + 3\delta[n-5]$

   b. $f[n] = \delta[n-4] - \delta[n-1]$
   $g[n] = 2\delta[n-4] - \delta[n-1]$

   c. $f[n] = -\delta[n+2] - \delta[n+1] - \delta[n]$
   $g[n] = \delta[n] + \delta[n+1] + \delta[n+2]$

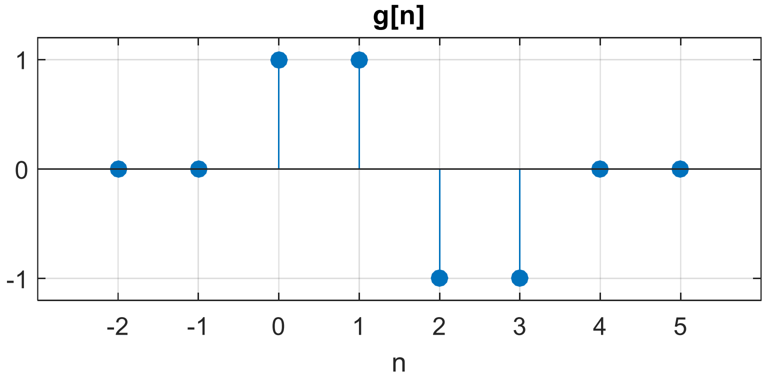
   d. $f[n] = 4$
   $g[n] = \delta[n] + 2\delta[n-1] + \delta[n-2]$

   e. $h[n] = 2\delta[n] + 3\delta[n-1] + \delta[n-2]$
   $x[n] = \delta[n] + 3\delta[n-1] + 2\delta[n-2]$

   f. $f[n] = \delta[n] + \delta[n-1] + 2\delta[n-2]$
   $g[n] = \delta[n-2] - \delta[n-3]$

   g. $f[n] = (-1)^n$
   $g[n] = \delta[n] + \delta[n-1]$

   h. $f[n] = \cos\left({}^{\pi n}/_{2}\right)$
   $g[n] = \cdots$




i. $f[n] = 2$
$g[n] = \left(1/_2\right)^n u[n]$

j. $f[n] = \beta^n u[n]$
$g[n] = f[-n]$
$\beta = 0{,}9$

k. $h[n] = \delta[n] + 2\delta[n-1] + \delta[n-2]$
$$x[n] = \sum_{k=0}^{\infty} \delta[n-4k]$$

l. $h[n] = 2\delta[n] - \delta[n-4]$
$x[n] = u[n]$

m. $h[n] = nu[n]$
$x[n] = \delta[n] - 2\delta[n-5] + \delta[n-10]$

OBS: Apresente os cálculos digitados ou à mão (de forma legível). Para os itens "a" até "f", apresente também um arquivo de Octave (ou Matlab) que realize a convolução e mostre em um gráfico o $f[n]$, $g[n]$ e $x[n]$.

2. A resposta ao impulso de um sistema de tempo discreto LIT é:

$$h[n] = u[n] - u[n-5]$$

Esboce a saída desse sistema quando a entrada for:

$$x[n] = \sum_{k=0}^{\infty} \delta[n-5k]$$