## Exercícios – Capítulo 1

### Sinais e sistemas discretos no tempo

1. Considere a seqüência $x(n) = (5-n)[u(n) - u(n-5)]$. Desenhe:

   a) $x(n)$
   b) $y_1(n) = x(n-2)$
   c) $y_2(n) = x(3-n)$
   d) $y_3(n) = x(2n-2)$

2. Um sinal discreto é definido por:

$$x(n) = \begin{cases} \dfrac{1}{|n|+1}, & -3 \le n \le 3 \\ 0, & c.c. \end{cases}$$

   (a) Determine a seqüência $x(n)$ e desenhe o sinal.
   (b) Desenhe o sinal $x(n-2)$.
   (c) Desenhe o sinal $x(n+2)$.
   (d) Desenhe o sinal $x(n).u(n)$.

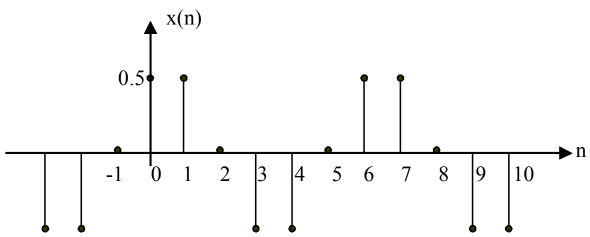
3. Desenhe as seguintes seqüências:

   (a) $x(n) = \cos[(\pi/2)n]$
   (b) $x(n) = \cos[(\pi/6)n]$
   (c) $x(n) = u(n) - u(n-5)$
   (d) $x(n) = (0.5)^n u(n)$
   (e) $x(n) = 2^n u(n)$

4. Para os itens (a) e (b) do exercício anterior, admitindo $T_a = 0.001$, determine os sinais contínuos no tempo que geraram as seqüências.

5. Expresse os sinais abaixo em termos de funções padrões. (admitida que eles sejam senoidais).

   (a)




   (b) $x(n)=\{1, 0, -1, 0, 1, 0, -1, ...\}$

6. Expresse a seqüência abaixo em função de funções degrau unitário ponderadas.

$$x(n) = \begin{cases} 1, & n = 0 \\ 2, & n = 1 \\ 3, & n = 2 \\ 0, & c.\,c. \end{cases}$$

7. Para cada um dos sinais abaixo, esboce x(n) e determine $E_x$ ou $P_x$ e $M_x$.

   (a) $x(n) = e^{-\pi n/2}u(n)$

   (b) $x(n) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} \cos[\pi(n-6k)/6]\{u(n-6k)-u(n-6k-3)\}$

8. Determine a convolução para os seguintes pares de sinais:

   a) $x(n) = \{1, 2\} \quad e \quad h(n) = \{1, 2, -1\}$

   b) $x(n) = \delta(n) \quad e \quad h(n) = \{1, 2, 3\}$

   c) $x(n) = \alpha^n u(n) \quad e \quad h(n) = \beta^n u(n) \quad \alpha \neq \beta$

   d) $x(n) = h(n) = \alpha^n u(n)$

9. Determine a resposta ao impulso dos sistemas dados abaixo. (considere condições iniciais nulas)

   (a) $y(n) = 2x(n) + 3x(n-1) + 4x(n-2) + x(n-4)$

   (b) $y(n) = 0.5x(n-2) + x(n-1) + 0.5x(n) + 0.25x(n-1)$

   (c) $y(n) = x(n) + ay(n-1)$

   (d) $y(n) = x(n) + ay(n-2)$

   (e) $y(n) = x(n) + x(n-1) + ay(n-1)$

   (f) $y(n) = x(n) + y(n-1) - \frac{1}{4}y(n-2)$

   (g) $y(n) = x(n)x(-n2) + y(n-1) - \frac{1}{4}y(n-2)$

10. Para cada sistema abaixo determine se eles são ou não: lineares, invariantes ao deslocamento, causais, estáveis, com ou sem memória. Prove as propriedades ou forneça um contra exemplo e encontre a resposta ao impulso.

   (a) $y(n) = x(n) + \frac{1}{2}y(n-1)$

   (b) $y(n) = \begin{cases} x(n), & n\ par \\ -x(n), & n\ ímpar \end{cases}$

   (c) $y(n) = \sum_{k=-1}^{1} x(n-k)$

   (d) $y(n) = \begin{cases} 1, & x(n) > 1 \\ x(n), & -1 \le x(n) \le 1 \\ -1, & x(n) < -1 \end{cases}$

   (e) $y(n) = x(2n)$

11. Para os sistemas abaixo encontre a resposta ao impulso, a resposta em freqüência (simplifique o máximo possível a equação), esboce o espectro de amplitude e descreva em termos gerais o efeito de filtragem em um sinal.

(a) $y(n) = x(n) - y(n-2)$

(b) $y(n) = 2x(n) + x(n-1) + \frac{1}{2}y(n-1)$

(c) $y(n) = \frac{1}{4}\{x(n) - 2x(n-1) + x(n-2)\}$

(d) $y(n) = x(n) + 2x(n-1) + 3x(n-2) + 2x(n-3) + x(n-4)$

12. Considere o sistema SLI descrito pela seguinte equação de diferenças:

$$y(n) = x(n) + x(n-1) + x(n-2)$$

(a) Determine h(n),
(b) Determine $H(e^{jw})$,
(c) Encontre a resposta deste sistema à entrada x = { 1, **0.5**, 0.25 }

13. Considere o sistema SLI descrito pela seguinte equação de diferenças:

$$y(n) = x(n) + 2x(n-1) + 0.5y(n-1)$$

(a) Determine h(n),
(b) Determine $H(e^{jw})$,
(c) Encontre a resposta deste sistema à entrada x(n) = u(n)
(d) Diagrama em blocos do sistema.

14. Considere o sistema causal SLI descrito pela seguinte equação de diferenças:

$$y(n) = ay(n-1) + x(n) - bx(n-1)$$

Encontre o valor de a ≠ b para que a sua resposta em amplitude seja constante para qualquer freqüência. Este tipo de filtro é chamado de passa tudo.

15. Calcule a transformada de Fourier das seguintes seqüências:

(a) $x(\ ) = \begin{cases} 1, & 0 \le n \le 5 \\ 0, & caso\ contrário \end{cases}$

(b) $x(n) = (-1)^n \{u(n) - u(n-8)\}$

(c) $x(n) = \begin{cases} 1, & n = 2 \\ -1, & n = -2 \\ 0, & c.c. \end{cases}$

(d) $x(n) = \cos\left(\frac{\pi}{10}n + \frac{\pi}{5}\right)$

(e) $y(n) = j^n x(n)$

(f) $y(n) = x(n) * x(-n)$

16. Determine a equação de diferenças que caracteriza o sistema cuja resposta em freqüência é dada por:

(a) $H(e^{jw}) = \dfrac{1 - \frac{1}{2}e^{-jw} + e^{-j3w}}{1 + \frac{1}{2}e^{-jw} + \frac{3}{4}e^{-j2w}}$

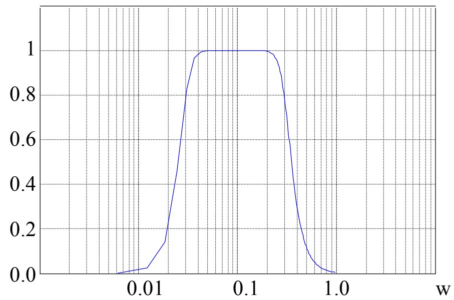
(b) $H(e^{jw}) = \dfrac{e^{-jw} + \frac{1}{2} e^{-j2w}}{1 - e^{-jw} + \frac{1}{2} e^{-j2w}}$

(c) $H(e^{jw}) = \dfrac{e^{jw} - \frac{1}{2}}{e^{j2w} + e^{jw} - \frac{1}{2}}$

17. Se a resposta ao degrau unitário de um sistema linear invariante ao deslocamento é: $s(n) = n\left(\dfrac{1}{a}\right)^n u(n), \quad a > 1$. Determine a resposta ao impulso h(n) deste sistema.

    Note que: $\delta(n) = u(n) - u(n-1) \Rightarrow h(n) = s(n) - s(n-1)$

18. Considere o filtro digital abaixo. Admitindo uma freqüência de amostragem igual 8000 Hz, determine as freqüências de corte inferior e superior e a largura de banda do filtro analógico equivalente.




**Exercícios no computador:**

19. Utilizando o Matlab gere e desenhe os sinais abaixo:

    (a) x(n) = cos[(π/N)n]u(n) : N = 2, 5 e 10
    (b) x(n) = u(n) – u(n-5)
    (c) x(n) = δ(n)
    (d) x(n) = $(0.5)^n$u(n)
    (e) x(n) = $2^n$u(n)
    (f) ruído branco gaussiano com valor médio zero e desvio padrão igual a 1.
    (g) Ruído branco com distribuição uniforme entre 0 e 1, e entre –0.5 e 0.5

20. Considere o seguinte sistema SLIT:

$$y(n) = \frac{1}{N}\{x(n) + x(n-1) + \cdots + x(n-N+1)\}$$

    (a) Determine $H(e^{jw})$ e também o módulo e a fase,
    (b) Utilize o Matlab para desenhar o módulo e a fase (|w| ≤ π ) admitindo N= 4, 5, 10 e 20.
    (c) Comente os resultados.

21. Considere o seguinte sistema SLIT:

$$y(n) = \frac{1}{3}\{x(n) + x(n-1) + x(n-3)\}$$

    Utilize o Matlab para desenhar (utilize a função stem) a saída y(n) admitindo:

(a) $x(n) = \begin{cases} 1, & 0 \le n \le 20 \\ 0, & c.c. \end{cases}$

(b) $x(n) = 2^{-n}\,\text{sen}\left(\dfrac{\pi}{4} n\right) u(n)$