Problemas de Sinais e Sistemas
Sistemas Lineares e Invariantes no Tempo

1. Seja $x(n) = \delta(n) + 2\delta(n-1) - \delta(n-3)$ e $h(n) = 2\delta(n+1) + 2\delta(n-1)$. Calcule e represente os resultados seguintes:

   (a) $y_1(n) = x(n) * h(n)$

   (b) $y_2(n) = x(n+2) * h(n)$

   (c) $y_3(n) = x(n) * h(n+2)$

2. Considere um sistema com resposta ao impulso unitário $h(n)$:

$$h(n) = u(n+2)$$

   Se a entrada do sistema $x(n)$ valer:

$$x(n) = \left(\frac{1}{2}\right)^{n-2} u(n-2)$$

   Calcule e desenhe a saída do sistema $y(n) = x(n) * h(n)$.

3. Um sistema linear S tem uma relação entre a entrada $x(n)$ e a saída $y(n)$:

$$y(n) = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} x(k) g(n-2k)$$

   onde $g(n) = u(n) - u(n-4)$.

   (a) Determine $y(n)$ quando $x(n) = \delta(n-1)$

   (b) Determine $y(n)$ quando $x(n) = \delta(n-2)$

   (c) O sistema S é linear e invariante no tempo?

   (d) Determine $y(n)$ quando $x(n) = u(n)$

4. Determine e esboce a convolução dos dois seguintes sinais

$$x(t) = \begin{cases} t+1, & 0 \leq t < 1 \\ 2-t, & 1 \leq t \leq 2 \\ 0, & \text{no caso contrário} \end{cases}$$

$$h(t) = \delta(t+2) + 2\delta(t+1)$$

5. Quais das seguintes respostas impulsivas correspondem a sistemas lineares e invariantes no tempo estáveis?

   (a) $h_1(t) = e^{-(1-2j)t} u(t)$

   (b) $h_2(t) = e^{-t} cos(2t) u(t)$

6. Quais das seguintes respostas impulsivas correspondem a sistemas lineares e invariantes no tempo estáveis:

(a) $h_1(n) = n\cos\left(\frac{\pi n}{4}\right)u(n)$
(b) $h_2(n) = 3^n u(-n+10)$

7. Considere que os seguintes sinais são respostas ao impulso de sistemas discretos, lineares e invariantes no tempo. Indique para cada sistema se é estável e/ou causal. Justifique as suas respostas.

   (a) $h(n) = \left(\frac{1}{5}\right)^n u(n)$
   (b) $h(n) = 0.8^n u(n+2)$
   (c) $h(n) = \left(\frac{1}{2}\right)^n u(-n)$
   (d) $h(n) = 5^n u(3-n)$
   (e) $h(n) = \left(-\frac{1}{2}\right)^n u(n) + 1{,}01^n u(n-1)$
   (f) $h(n) = \left(-\frac{1}{2}\right)^n u(n) + 1{,}01^n u(1-n)$
   (g) $h(n) = n\left(\frac{1}{3}\right)^n u(n-1)$

8. Considere que os seguintes sinais são respostas ao impulso de sistemas contínuos, lineares e invariantes no tempo. Indique para cada sistema se é estável e/ou causal. Justifique as suas respostas.

   (a) $h(t) = e^{-4t}u(t-2)$
   (b) $h(t) = e^{-6t}u(3-t)$
   (c) $h(t) = e^{-2t}u(t+50)$
   (d) $h(t) = e^{2t}u(-1-t)$
   (e) $h(t) = e^{-6|t|}$
   (f) $h(t) = te^{-t}u(t)$
   (g) $h(t) = \left(2e^{-t} - e^{\frac{t-100}{100}}\right)u(t)$

9. Seja:

$$x(t) = u(t-3) - u(t-5) \quad \text{e} \quad h(t) = e^{-3t}u(t)$$

   (a) Calcule $y(t) = x(t) * h(t)$.
   (b) Calcule $g(t) = \frac{dx(t)}{dt} * h(t)$.
   (c) Relacione $g(t)$ com $y(t)$.

10. Considere um sistema linear e invariante no tempo em que a entrada $x(t)$ e a saída $y(t)$ estão relacionadas pela equação diferencial:

$$\frac{dy(t)}{dt} + 4y(t) = x(t)$$

    O sistema satisfaz a condição de repouso inicial.

    (a) Se $x(t) = e^{(-1+3j)t}u(t)$, determine $y(t)$.
    (b) Determine a saída $y(t)$ quando $x(t) = e^{-t}\cos(2t)u(t)$. Note que $\Re\{x(t)\}$ e $\Re\{y(t)\}$ satisfazem a equação anterior.

11. Considere um sistema causal, linear e invariante no tempo cuja entrada $x(n)$ e saída $y(n)$ estão relacionadas pela equação às diferenças:

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

    Determine $y(n)$ quando $x(n) = \delta(n-1)$

12. Considere a equação às diferenças de primeira ordem:

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

    Assumindo a condição de repouso inicial (se $x(n) = 0$ para $n < n_0$ então $y(n) = 0$ para $n < n_0$), determine a resposta impulsiva do sistema cuja entrada e saídas estão relacionadas por esta equação.

13. Desenhe a representação em diagrama de blocos dos sistemas lineares e invariantes no tempo descritos pelas seguintes equações às diferenças:

    (a) $y(n) = \frac{1}{3}y(n-1) + \frac{1}{2}x(n)$
    (b) $y(n) = \frac{1}{3}y(n-1) + x(n-1)$

14. Desenhe a representação em diagrama de blocos dos sistemas lineares e invariantes no tempo descritos pelas seguintes equações às diferenciais:

    (a) $y(t) = -\frac{1}{2}\frac{dy(t)}{dt} + 4x(t)$
    (b) $\frac{dy(t)}{dt} + 3y(t) = x(t)$