1ª LISTA DE EXERCÍCIOS

1) Determine se o sinal é periódico; caso afirmativo, especifique o período fundamental correspondente.

a) $x(t) = 3\cos(4t + \pi/3)$ b) $x(t) = \mathrm{e}^{-\mathrm{j}(\pi t - 1)}u(t)$

c) $x(t) = \mathrm{sen}(6\pi t) + \cos(8\pi t)$ d) $x(t) = \mathrm{sen}(2\pi t) + \cos(3t)$

2) Determine e esboce as componentes pares e ímpares dos seguintes sinais:

a) $x(t) = \mathrm{sen}(\omega_0 t)u(t)$ b) $x(t) = \cos(\omega_0 t)u(t)$

3) Classifique os sinais indicados abaixo como sendo de energia ou de potência, especificando também E_x e P_x.

a) $x(t) = \mathrm{e}^{-2t}u(t)$ b) $x(t) = \mathrm{e}^{-\mathrm{j}\left(2t + \frac{\pi}{4}\right)}$ c) $x(t) = \cos(t)$

4) Considerando $x_1(t) = \cos(t)$, $x_2(t) = \mathrm{sen}(\pi t)$ e $x_3(t) = x_1(t) + x_2(t)$

a) Determine o período fundamental de $x_1(t)$ e $x_2(t)$.

b) Demonstre que $x_3(t)$ não é periódico.

c) Determine a potência de $x_1(t)$, $x_2(t)$ e $x_3(t)$.

5) Para o sinal $x(t)$ mostrado na Figura 1, esboce

a) $y(t) = x(t + 6)$ b) $y(t) = x(3t)$ c) $y(t) = x(t/2)$ d) $y(t) = \frac{d}{dt}x(t)$

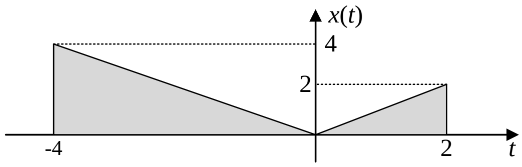
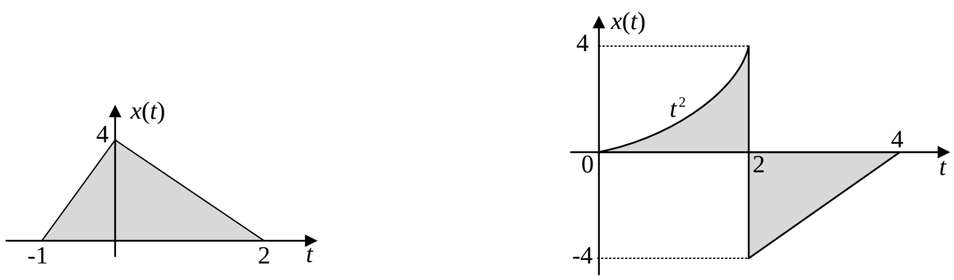


Figura 1.

6) Obtenha uma expressão que descreve os sinais $x_1(t)$ e $x_2(t)$ apresentados na Figura 2.



(a) (b)

Figura 2.

7) Calcule as seguintes integrais:

a) $\int_{-\infty}^{\infty} x(t - \tau)\delta(\tau)\,d\tau$ b) $\int_{-\infty}^{\infty} \delta(2t - 3)\mathrm{sen}(\pi t)\,dt$

c) $\int_{-\infty}^{\infty} \delta(t + 3)\mathrm{e}^{-t}\,dt$ d) $\int_{-\infty}^{\infty} (3t - 1)^2\delta(2t + 2)\,dt$

8) Considere que um sinal senoidal $x(t)$, definido como

$$x(t) = 3\cos(200t + \pi)$$

passa através de um dispositivo definido pela seguinte relação de entrada-saída:

$$y(t) = x^2(t).$$

Diante disso,
a) determine o sinal de saída $y(t)$;
b) especifique a amplitude do componente DC; e
c) especifique a amplitude e a frequência fundamental do componente sinusoidal de $y(t)$.

9) Para cada uma das relações de entrada $x(t)$ e a saída $y(t)$ dadas a seguir, verifique (justificando suas respostas) se o sistema correspondente é: (i) sem memória; (ii) invariante no tempo; (iii) linear; (iv) causal; e (v) estável.

a) $y(t) = x(t-2) + x(2-t)$

b) $y(t) = t^2 x(t)$

c) $y(t) = x^2(t)$

d) $y(t) = \int_{-\infty}^{t} x(\tau)d\tau$

10) Considere um sistema linear e invariante no tempo (LTI) cuja resposta ao sinal $x_1(t)$, representado na Figura 3(a), é o sinal $y_1(t)$, mostrado na Figura 3(b). Diante do exposto, determine e represente graficamente as respostas do sistema para as entradas $x_2(t)$ e $x_3(t)$ correspondentes as Figuras 3(c) e 3(d), respectivamente.

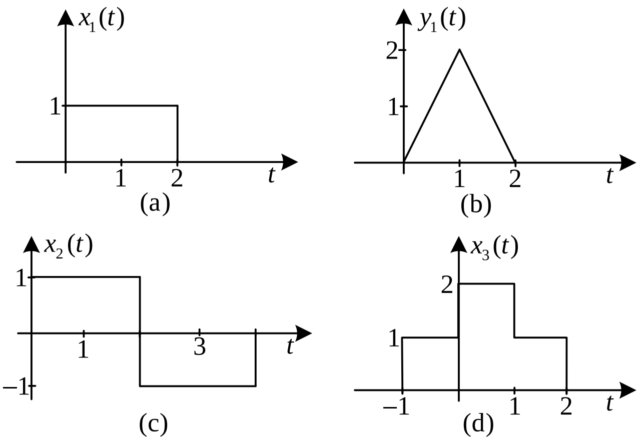


Figura 3.

11) Considere que um dado sistema S pode ser representado em função de seus subsistemas conforme ilustrado na Figura 4. Então, assumindo que a relação de entrada $x(t)$ e saída $y_1(t)$ do subsistema S_1 é dada por

$$y_1(t) = tx(t)x(t-1)$$

a relação de entrada $x(t)$ e saída $y_2(t)$ do subsistema S_2, por

$$y_2(t) = x^2(t)$$

a relação de entrada $x(t)$ e saída $y_3(t)$ do subsistema S_3, por

$$y_3(t) = 1 - x(t)$$

e a relação de entrada $y_3(t)$ e saída $y_4(t)$ do subsistema S_4, por

$$y_4(t) = \cos[0,5\pi y_3(t)]$$

determine:
a) a relação de entrada $x(t)$ e saída $y(t)$ que descreve o sistema S;
b) se o sistema S é (i) sem memória, (ii) invariante no tempo, (iii) linear; (iv) causal; e

(v) estável; e
c) a energia do sinal obtido na saída $y(t)$ do sistema S para $x(t) = u(t) - u(t-1)$.
Vale salientar que o desenvolvimento deve ser realizado no domínio do tempo, isto é, sem o auxílio da transformada de Laplace e da transformada de Fourier. Também, é importante destacar que as respostas apresentadas devem ser adequadamente justificadas.

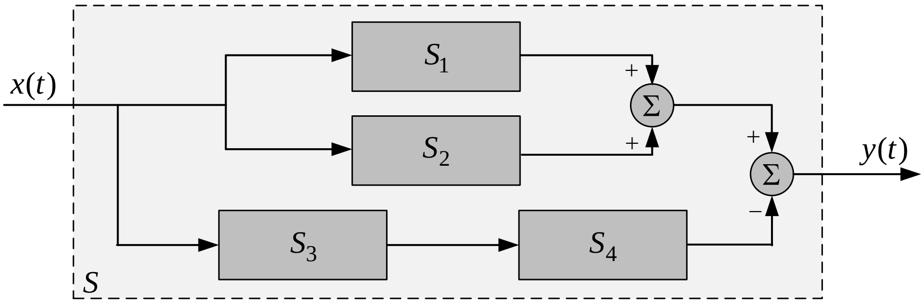


Figura 4.

12) Considere que um dado sistema S apresenta os pares de entrada e saída ilustrados na Figura 5. A partir disso, <u>verifique e demonstre</u> se o sistema S é
a) linear;
b) causal;
c) invariante no tempo; e
d) sem memória.

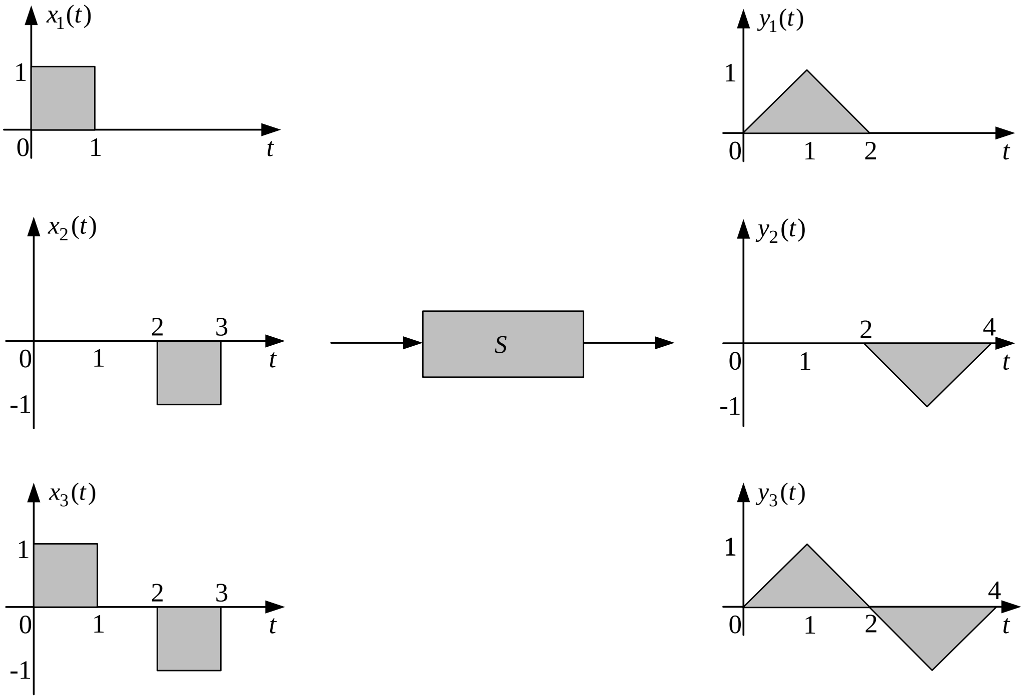


Figura 5.

Vale salientar que o desenvolvimento deve ser realizado no domínio do tempo, isto é, sem o auxílio da transformada de Laplace e da transformada de Fourier. Também, é importante destacar que as respostas apresentadas devem ser adequadamente justificadas.

13) É sabido que um sinal arbitrário $x(t)$ pode ser expresso como

$$x(t) = x_{\text{par}}(t) + x_{\text{ímpar}}(t)$$

onde

$$x_{\text{par}}(t) = \frac{x(t) + x(-t)}{2}$$

e

$$x_{\text{ímpar}}(t) = \frac{x(t) - x(-t)}{2}$$

denotam a componente par e a componente ímpar do sinal, respectivamente. Diante disso,
a) demonstre que a energia do sinal é dada pela soma da energia das componentes par e ímpar [assume-se aqui que $x(t)$ é um sinal de energia];
b) verifique a validade do resultado obtido [no Item a)] considerando o sinal $x(t)$ apresentado na Figura 6;
c) determine a energia do sinal $x(t)$ (ilustrado na Figura 6) obtido na saída de um sistema cuja relação de entrada $x(t)$ e saída $y(t)$ é dada por

$$y(t) = 2\frac{d}{dt}x_{\text{par}}(t) + 2\frac{d}{dt}x_{\text{ímpar}}(t)$$

Vale salientar que o desenvolvimento deve ser realizado no domínio do tempo, isto é, sem o auxílio da transformada de Laplace e da transformada de Fourier. Também, é importante destacar que as respostas apresentadas devem ser adequadamente justificadas.

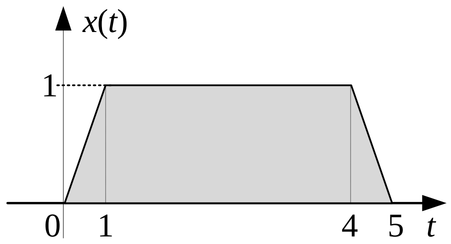


Figura 6.

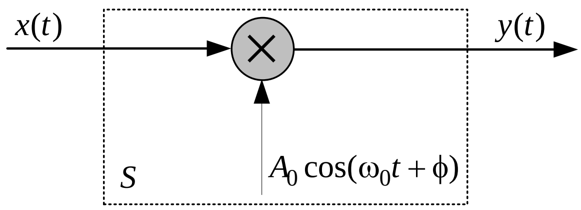


Figura 7.

14) Assumindo que

$$x(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} e^{-(2t-n)} u(2t - n)$$

a) determine se o sinal é periódico e, caso afirmativo, especifique o período fundamental;
b) esboce o sinal; e
c) verifique e demonstre se o sinal é de energia ou de potência.

15) Considere que um dado sistema S pode ser representado através do diagrama de blocos ilustrado na Figura 7. A partir disso, determine e demonstre se o sistema S é
a) linear;
b) causal;
c) invariante no tempo; e
d) sem memória.

RESPOSTAS

1)a) Periódico $(T_0 = \pi/2)$ b) Não periódico c) Periódico $(T_0 = 1)$ d) Não periódico

2) a)
$$x_p(\mathrm{t}) = \frac{1}{2}[\mathrm{sen}(\omega_0 t)\,\mathrm{u}(t) - \mathrm{sen}(\omega_0 t)\,\mathrm{u}(-t)]$$
$$x_i(\mathrm{t}) = \frac{1}{2}[\mathrm{sen}(\omega_0 t)\,\mathrm{u}(t) + \mathrm{sen}(\omega_0 t)\,\mathrm{u}(-t)]$$

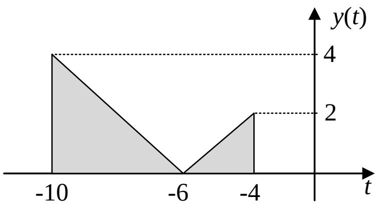
b)
$$x_p(t) = \frac{1}{2}[\cos(\omega_0 t)\,\mathrm{u}(t) + \cos(\omega_0 t)\,\mathrm{u}(-t)]$$
$$x_i(t) = \frac{1}{2}[\cos(\omega_0 t)\,\mathrm{u}(t) - \cos(\omega_0 t)\,\mathrm{u}(-t)]$$

3)a) Sinal de energia $E_x = \frac{1}{4}$ b) Sinal de potência $P_x = 1$ c) Sinal de potência $P_x = \frac{1}{2}$.

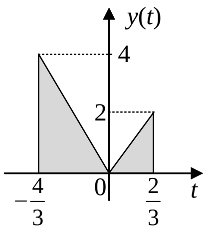
4)a) $T_1 = 2\pi$ e $T_2 = 2$ b) ------------------------------ c) $P_1 = \frac{1}{2}$, $P_2 = \frac{1}{2}$ e $P_3 = 1$

5)

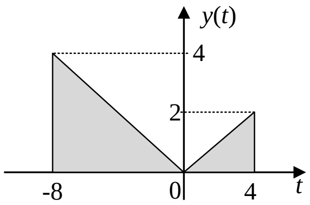
a)



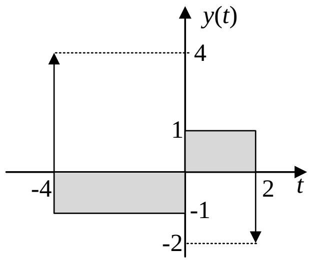
b)



c)



d)



6)a) $x(t) = 4(t+1)[u(t+1) - u(t)] + (-2t+4)[u(t) - u(t-2)]$

b) $x(t) = t^2[u(t) - u(t-2)] + (2t-8)[u(t-2) - u(t-4)]$

7)a) $\int_{-\infty}^{\infty} x(t-\tau)\delta(\tau)d\tau = x(\mathrm{t})$

b) $\int_{-\infty}^{\infty} \delta(2t-3)\mathrm{sen}(\pi t)\,dt = -\frac{1}{2}$

c) $\int_{-\infty}^{\infty} \delta(t+3)\mathrm{e}^{-t}\,dt = e^3$

d) $\int_{-\infty}^{\infty} (3t-1)^2\delta(2t+2)dt = 8$

8)a) $y(t) = \frac{9}{2}[1 + \cos(400t + 2\pi)]$ b) DC=$\frac{9}{2}$ c) $A = \frac{9}{2}$ e $\omega_0 = 400 \to f_0 = \frac{200}{\pi}$

9)a) (iii) e (v) b) (i), (iii) e (iv) c) (i), (ii), (iv) e (v) d) (ii),(iii) e (iv)

10) $y_2(t) = y_1(t) - y_1(t-2)$ $y_3(t) = y_1(t+1) + y_1(t)$

11)Veja o material complementar.

12) Veja o material complementar.

13) Veja o material complementar.

14) Veja o material complementar.

15) Veja o material complementar.