**TE – 060: PRINCÍPIOS DE COMUNICAÇÃO**
**PROF: EVELIO M. G. FERNÁNDEZ**

## LISTA DE EXERCÍCIOS N$^{\text{O}}$. 1

1 – Represente graficamente os seguintes sinais:

a) $x(t) = A\,\text{tri}\left(\dfrac{t}{T}\right)$

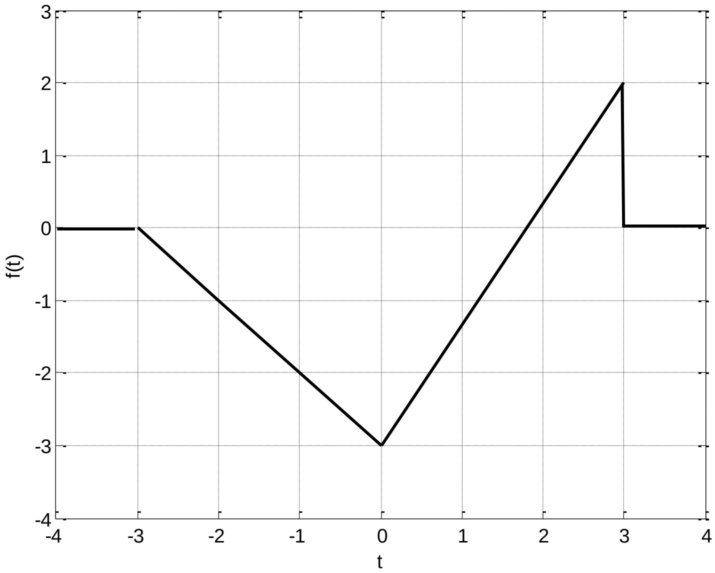
b) $y(t) = A\,\text{tri}\left(\dfrac{t}{T}\right)\text{rect}\left(\dfrac{t}{T} - \dfrac{1}{2}\right)$

c) $z_1(t) = y(t - T)$

d) $z_2(t) = y(-t)$

e) $z_3(t) = y(T - t)$

2 – Considere a função $f(t)$ da figura abaixo:




a) Esboce a função $g(t) = f(9 - 3t)$

b) Calcule a energia e a potência média de $f(t)$. É um sinal de potência ou de energia?

3 – Determine se os seguintes sinais são sinais de potência ou sinais de energia. Calcule a energia e a potência média de cada sinal.

a) $x_1(t) = \cos(\pi t)\sin(3\pi t)$

b) $x_2(t) = \begin{cases} \cos(3\pi t), & -3 \le t < 3 \\ 0 \quad , & \text{fora} \end{cases}$

c) $x_3(t) = \begin{cases} t, & 0 \le t \le 2 \\ 4 - t, & 2 \le t \le 4 \\ 0, & \text{fora} \end{cases}$

4 – Determine a Transformada de Fourier dos seguintes sinais:

a) $x(t) = \text{sinc}^2(t)$
b) $y(t) = \prod(t-3) + \prod(t+3)$
c) $z(t) = \cos^2(10\pi t)\text{sinc}(t)$

5 – O sinal contínuo $x(t)$ é a entrada de um sistema linear invariante no tempo (LIT) e tem a seguinte representação em série de Fourier:

$$x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} \alpha^{|k|} e^{j2\pi k 10t}$$

onde $\alpha$ é um número real entre 0 e 1. A resposta de amplitude do sistema LIT é,

$$H(f) = \begin{cases} 1, & |f| \leq W \\ 0, & |f| > W \end{cases}$$

Qual o menor valor de $W$ de forma tal que a saída do sistema contenha no mínimo, 90% da potência média por período de $x(t)$?

Dica: $\sum_{k=0}^{\infty} x^{2k} = \frac{1}{1-x^2}$

6 – Seja $x(t)$ um sinal cuja transformada de Fourier é:

$$X(f) = \delta(f) + \delta\left(f - \tfrac{1}{2}\right) + \delta\left(f - \tfrac{5}{2\pi}\right)$$

e seja $h(t) = u(t) - u(t-2)$.

a) É $x(t)$ periódico?
b) É $x(t) * h(t)$ periódico?
c) Pode a convolução de dois sinais não periódicos dar como resultado um sinal periódico?

7 – Se a entrada de um sistema LIT é $x(t) = e^{-t}u(t)$ e a saída $y(t) = t^2 e^{-t}u(t)$, encontre a resposta impulsiva do sistema, $h(t)$.

8 – Um sistema LIT causal e estável tem a seguinte função de transferência:

$$H(f) = \frac{j2\pi f + 4}{6 - (2\pi f)^2 + 5j2\pi f}$$

a) Encontre a resposta impulsiva do sistema.
b) Qual a saída do sistema quando a entrada é,

$$x(t) = e^{-4t}u(t) - te^{-4t}u(t)$$

9 – Seja $Y$ uma variável aleatória uniformemente distribuída no intervalo [0, 5]. Qual a probabilidade das raízes da equação abaixo serem reais?

$$4x^2 + 4xY + Y + 2 = 0$$

10 – A função densidade de probabilidade da variável aleatória *X*, que representa o tempo de vida (medido em horas) de um dispositivo eletrônico, é dada por,

$$f_X(x) = \begin{cases} \dfrac{10}{x^2}, & x > 10 \\ 0 \ , & x \le 10 \end{cases}$$

a) Determine $P\{X \ge 20\}$
b) Qual a função cumulativa de *X*?
c) Qual a probabilidade que dentre 6 desses dispositivos, pelo menos 3 não funcionar durante no mínimo 15 horas? Suponha que os eventos relacionados com o tempo de vida de cada um dos 6 dispositivos são mutuamente independentes.

11 – Seja $X(t)$ um processo aleatório estacionário com função de autocorrelação:

$$R_X(\tau) = e^{-\alpha|\tau|}, \qquad \alpha > 0$$

Este processo é a entrada de um sistema LIT com $h(t) = e^{-\beta t}u(t)$, $\beta > 0$. Determine a densidade espectral de potência do processo de saída, $Y(t)$. Considere os casos $\alpha = \beta$ e $\alpha \ne \beta$ separadamente.

## RESPOSTAS

2 – b) $E = 16\,\text{J}$

3 – a) $P_{x_1} = 1/4\,\text{W}$ b) $E_{x_2} = 3\,\text{J}$ $E_{x_3} = 16/3\,\text{J}$

4 – a) $X(f) = \Lambda(f)$ b) $Y(f) = 2\,\text{sinc}(f)\cos(6\pi f)$ c) $Z(f) = \dfrac{1}{4}[\Pi(t+10) + \Pi(t-10)] + \dfrac{1}{2}\Pi(t)$

5 – $10(N-1) < W < 10N$ Hz, onde *N* é o número de harmônicas que devem ser consideradas na representação em série de Fourier de $x(t)$ para garantir a potência requerida.

6 – a) Não b) Sim c)Sim

7 – $h(t) = 2te^{-t}u(t)$

8 – a) $h(t) = [2e^{-2t} - e^{-3t}]u(t)$ b) $y(t) = [\tfrac{1}{2}e^{-2t} - \tfrac{1}{2}e^{-4t}]u(t)$

9 – $\text{Pr} = \dfrac{3}{5}$

10 – a) $P\{X \ge 20\} = \dfrac{1}{2}$ b) $F_X(x) = \begin{cases} 1 - \dfrac{10}{x}, & x > 10 \\ 0 \ , & x \le 10 \end{cases}$ c) $\text{Pr} = 0{,}9$

11 – $\alpha = \beta, \quad S_Y(f) = \dfrac{2\alpha}{(\alpha^2 + 4\pi^2 f^2)^2}$ $\alpha \ne \beta, \quad S_Y(f) = \dfrac{2\alpha}{(\alpha^2 + 4\pi^2 f^2)(\beta^2 + 4\pi^2 f^2)}$