Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Toledo
Curso de Engenharia Eletrônica
ET45A – Sinais e Sistemas
Prof. Eduardo Vinicius Kuhn

5ª LISTA DE EXERCÍCIOS

1) Para cada um dos sinais fornecidos abaixo, identifique i) a frequência e o período fundamental do sinal; e ii) as harmônicas que compõem o referido sinal.

a) $x(t) = \cos\left(\frac{2}{3}t + \frac{\pi}{6}\right) + \text{sen}\left(\frac{4}{5}t + \frac{\pi}{4}\right)$ b) $x(t) = [\text{sen}(3t) + \text{sen}(5t)]^2$

2) Determine o período fundamental e os coeficientes da série (exponencial) de Fourier do sinal ilustrado na Figura 1. Em seguida, trace o espectro de magnitude e fase do sinal.

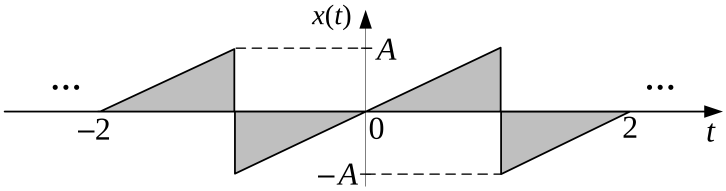


Figura 1.

3) Considerando os sinais mostrados na Figura 2,
a) obtenha os coeficientes a_k e b_k da série (*trigonométrica*) de Fourier;
b) trace o espectro de magnitude e de fase de cada sinal; e
c) discuta o motivo dos termos em seno e/ou cosseno estarem ausentes em cada caso.

(a)   (b)

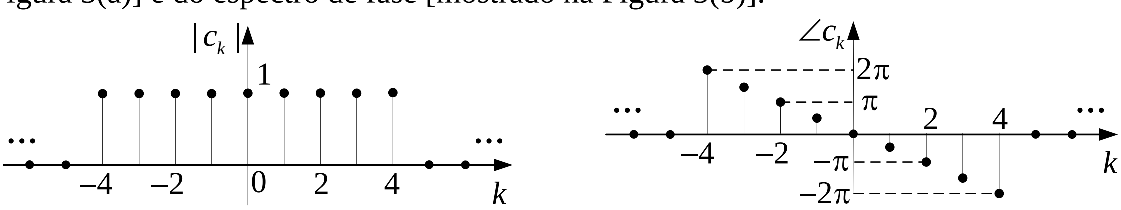
Figura 2.

4) Para os seguintes sinais periódicos em que $T_0 = 6,$ determine:

$$x(t) = 1 + \cos(\omega_0 t) \qquad y(t) = \text{sen}(\omega_0 t + \pi) \qquad z(t) = x(t)y(t)$$

a) os coeficientes da série (exponencial) de Fourier de $x(t)$ e de $y(t)$ (*por inspeção*);
b) os coeficientes da série de Fourier de $z(t)$ a partir da propriedade da multiplicação; e
c) a potência de $z(t)$ a partir dos coeficientes da série de Fourier (teorema de Parseval).

5) Considerando que $\omega_0 = \pi / 2,$ obtenha $x(t)$ a partir do espectro de magnitude [mostrado na Figura 3(a)] e do espectro de fase [mostrado na Figura 3(b)].



(a)   (b)

Figura 3.

6) Determine a transformada de Fourier do sinail periódico apresentado abaixo em função dos coeficientes da série de Fourier.

$$x(t) = 1 + \cos\left(6\pi t + \frac{\pi}{8}\right)$$

7) Considere que a resposta em frequência de um dado sistema linear e invariante no tempo (LIT) causal é dada por

$$H(\mathrm{j}\omega) = \frac{\mathrm{j}\omega}{(\mathrm{j}\omega)^2 L + \mathrm{j}\omega + \dfrac{1}{C}}$$

onde $L = 10\ \mathrm{mH}$ e $C = 100\ \mu\mathrm{F}.$ Então, levando em conta que $H(\mathrm{j}\omega)$ caracteriza um filtro passa-faixa com frequência central de $\omega_\mathrm{c} = \sqrt{10^6}$, determine a saída (aproximada) $y(t)$ para o sinal periódico $x(t)$ ilustrado na Figura 1 com $T = 2\pi$ ms e $T_0 = \pi/2$ ms. Note que as componentes de frequência fora da banda passante devem ser assumidas igual a zero.

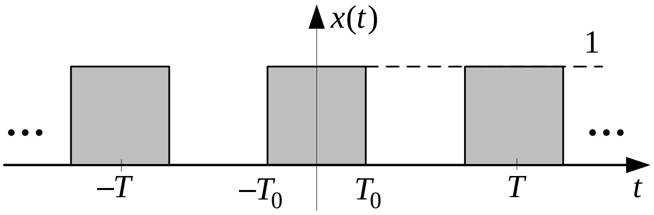


Figura 1.

8) Para o sinal periódico $x(t)$ ilustrado na Figura 2,
a) determine os coeficientes da série de Fourier e a frequência fundamental;
b) esboce o espectro de magnitude e fase (use o MATLAB® se necessário); e
c) comprove a aplicabilidade do teorema de Parseval, dado que

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^4} = \frac{\pi^4}{90}.$$

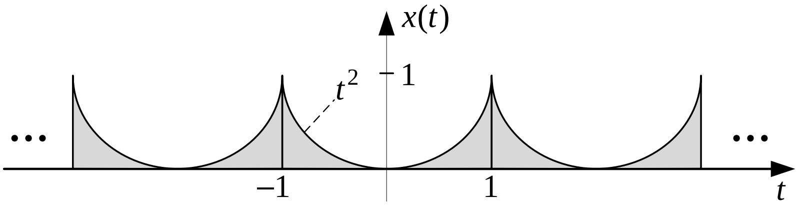


Figura 2.

RESPOSTAS

1) a) $\omega_0 = \dfrac{2}{15}$, $T_0 = 15\pi$ - Quinta e sexta harmônica.

b) $\omega_0 = 2$, $T_0 = \pi$ - Primeira, terceira, quarta e quinta harmônica.

2) $T_0 = 2$, $c_0 = 0$ e $c_k = \dfrac{A(-1)^k}{k\pi} e^{j\frac{\pi}{2}}$

3) a) Figura 2(a) $\quad a_0 = \dfrac{1}{2}, \quad a_k = 0, \quad k \neq 0 \quad b_k = -\dfrac{1}{\pi k}$

Figura 2(b) $\quad a_0 = \dfrac{1}{2}, \quad a_k = \text{sinc}\left(k\dfrac{\pi}{2}\right) \quad b_k = 0, \quad \forall k$

b) ---------------------------

c) A Figura 2(a) não apresenta simetria enquanto a Figura 2(b) apresenta simetria par.

4) a) $x(t) \rightarrow c_0 = 1,\ c_1 = c_{-1} = \dfrac{1}{2}$ $\qquad y(t) \rightarrow d_1 = d_{-1}^{*} = -\dfrac{1}{2j}$

b) $z(t) \rightarrow e_1 = e_{-1}^{*} = -\dfrac{1}{2j}$ e $e_2 = e_{-2}^{*} = -\dfrac{1}{4j}$

c) $P_z = \dfrac{5}{8}$

5) $x(t) = 1 + 2\cos(2\pi t) - 2\,\text{sen}\left(\dfrac{3}{2}\pi t\right) - 2\cos(\pi t) + 2\,\text{sen}\left(\dfrac{\pi}{2} t\right)$

6) $X(\omega) = \pi e^{-j\frac{\pi}{8}}\delta(\omega + 6\pi) + 2\pi\delta(\omega) + \pi e^{j\frac{\pi}{8}}\delta(\omega - 6\pi)$

7) Veja o material complementar.

8) Veja o material complementar.