

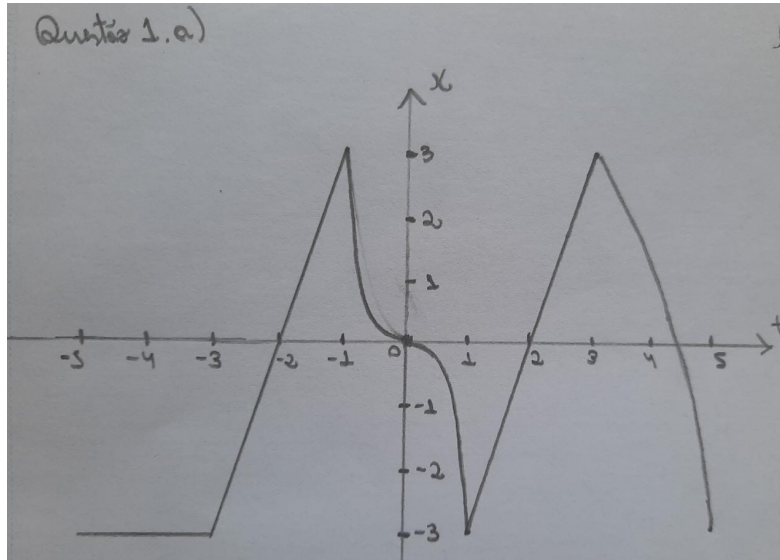
# Sinais e Sistemas - Trabalho 1 - Grupo 2

Leonardo Soares da Costa Tanaka  
Matheus Henrique Sant Anna Cardoso  
Theo Rudra Macedo e Silva

Setembro de 2022

1.) Para o sinal abaixo, contínuo por partes e definido para  $t \in [-5, 5]$ : (a) esboçar gráfico, (b) encontrar uma expressão analítica usando sinais singulares, (c) escrever um programa que rode em Octave/MatLab para plotar o gráfico. Nos dados a seguir, as expressões entre vírgulas se referem, na ordem de apresentação, aos valores do sinal nos intervalos  $I_1 = [-5, -3]$ ,  $I_2 = [-3, -1]$ ,  $I_3 = [-1, 1]$ ,  $I_4 = [1, 3]$ ,  $I_5 = [3, 5]$ . **G2:**  $x(t) = -3, 3t + 6, -3t^3, 3t - 6, -t^2 + 5t - 3$

(a) Esboçando o gráfico:



(b) Analisando para os intervalos, teremos:

Para  $-5 \leq t < -3$ ,  $x(t) = -3$ , ou,  $x(t) = -3 \cdot 1(-t)$  utilizando um degrau refletido.

Para  $-3 \leq t < -1$ ,  $x(t) = 3t + 6$ , ou,  $x(t) = 3t \cdot 1(-t) + 6 \cdot 1(-t)$  utilizando degrau e rampa unitários.

Para  $-1 \leq t < 0$ ,  $x(t) = -3t^3$ , ou,  $x(t) = -6t \cdot \frac{t^2}{2} 1(-t)$  utilizando a parábola unitária.

Para  $0 \leq t < 1$ ,  $x(t) = -3t^3$ , ou,  $x(t) = -6t \cdot \frac{t^2}{2} 1(t)$  utilizando a parábola unitária.

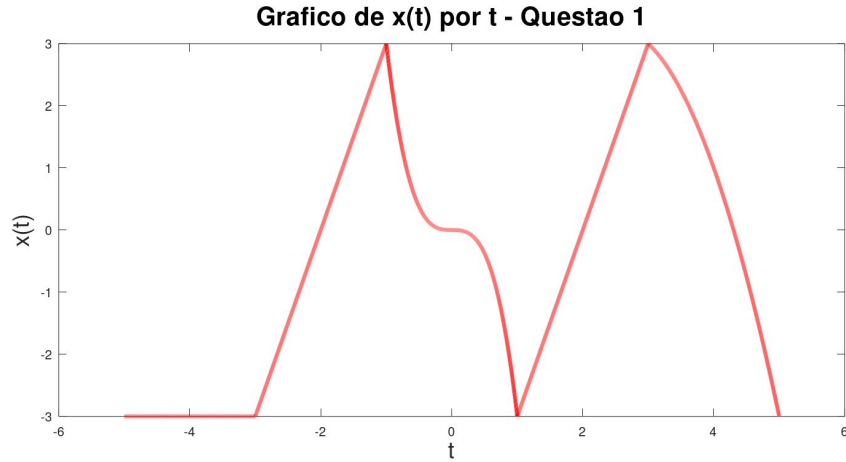
Para  $1 \leq t < 3$ ,  $x(t) = 3t - 6$ , ou,  $x(t) = 3t \cdot 1(t) - 6 \cdot 1(t)$  utilizando degrau e rampa unitários.

Para  $3 \leq t < 5$ ,  $x(t) = -t^2 + 5t - 3$ , ou,  $x(t) = -2 \cdot \frac{t^2}{2} 1(t) + 5t \cdot 1(t) - 3 \cdot 1(t)$  utilizando parábola, rampa e degrau unitários.

Dessa forma, teremos  $x(t)$  definido como:

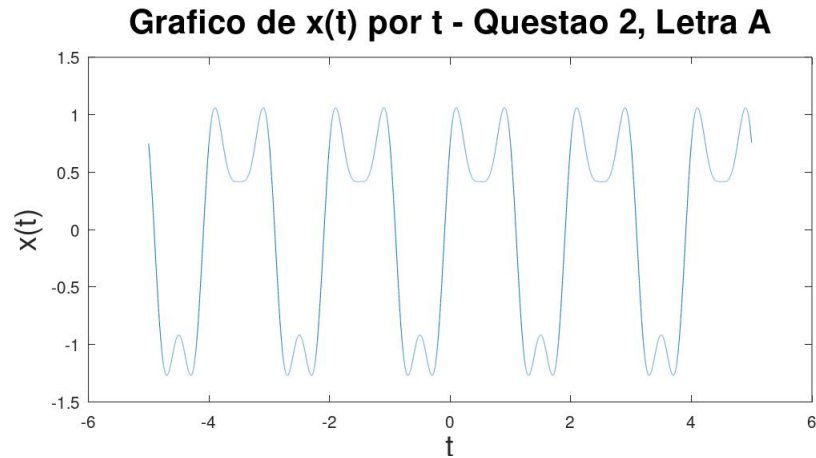
$$x(t) = \begin{cases} -3 \cdot 1(-t) & -5 \leq t < -3 \\ 3t \cdot 1(-t) + 6 \cdot 1(-t) & -3 \leq t < -1 \\ -6t \cdot \frac{t^2}{2} 1(-t) & -1 \leq t < 0 \\ -6t \cdot \frac{t^2}{2} 1(t) & 0 \leq t < 1 \\ 3t \cdot 1(t) - 6 \cdot 1(t) & 1 \leq t < 3 \\ -2 \cdot \frac{t^2}{2} 1(t) + 5t \cdot 1(t) - 3 \cdot 1(t) & 3 \leq t < 5 \end{cases}$$

(c) Executando os códigos escritos no arquivo `questao1.m` (feito no Octave), plotamos o seguinte gráfico:

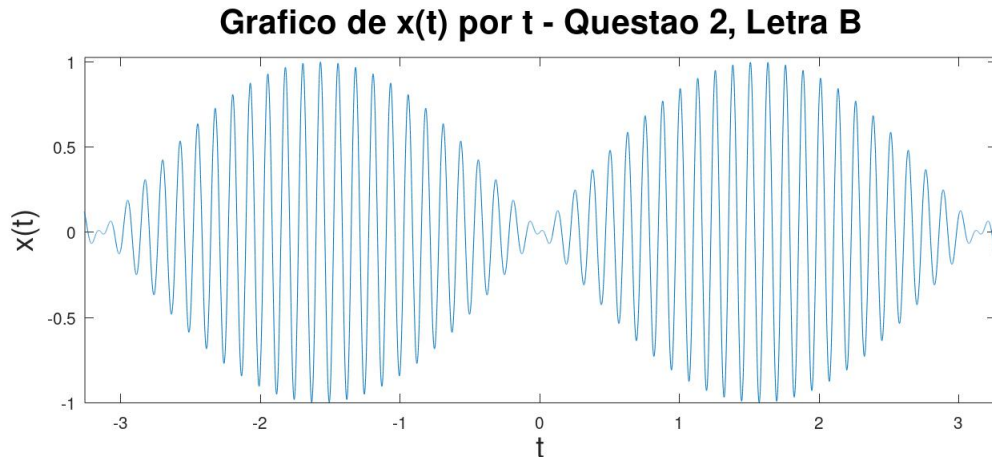


2.) Plotar o gráfico dos sinais a seguir, com escalas adequadas e usando os valores numéricos desejados para os eventuais parâmetros. Dizer se estes sinais são periódicos e, em caso afirmativo quais os seus períodos fundamentais. (a)  $x(t) = \sin(\pi t) + \cos(2\pi t)/2 + \sin(3\pi t)/3 + \cos(4\pi t)/4$ , (b)  $x(t) = \sin(\omega t)\cos(50\omega t)$ , (c)  $x(t) = \sin(\omega t^2)$ , (d)  $x(t) = \sin(\omega_1 \sin(\omega_2 t)t)$

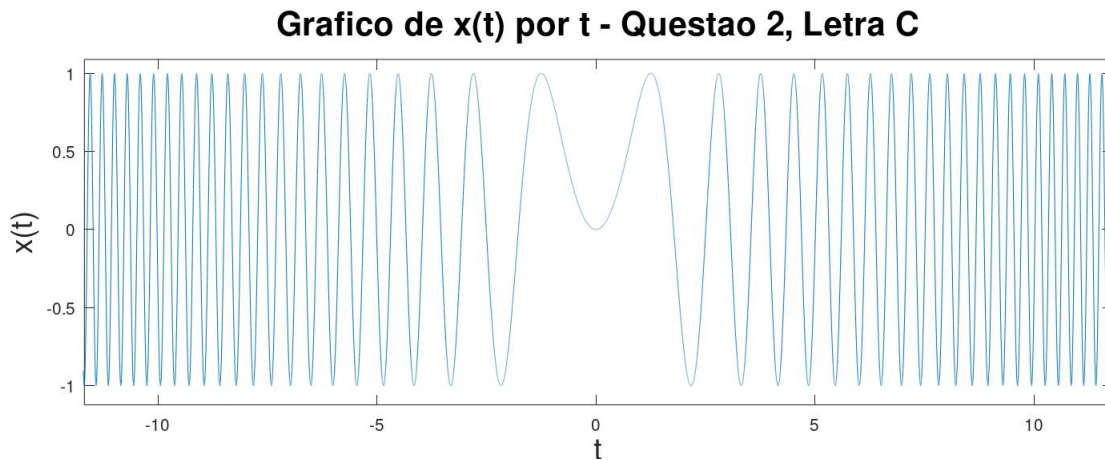
(a) Plotando o gráfico no Octave, temos:



(b) Plotando o gráfico no Octave, temos:

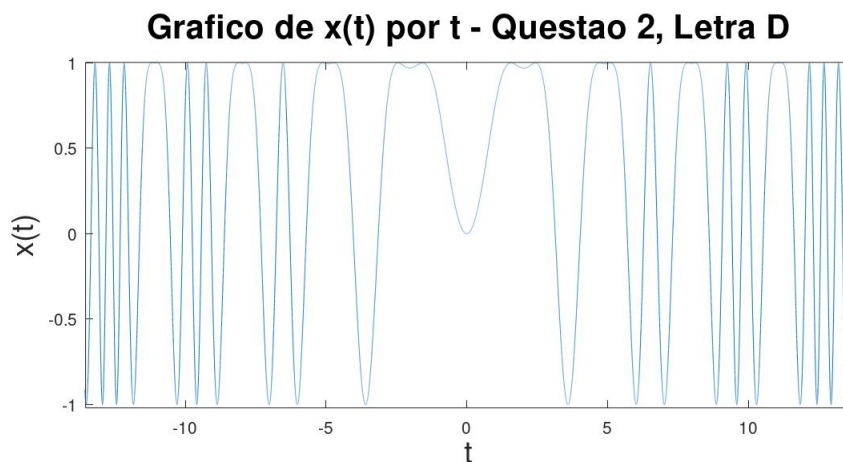


(c) Plotando o gráfico com o Octave para  $\omega = 7$ , temos:



Daqui, já se nota que o sinal não é periódico. Além de ser bem destoante para valores próximos à zero, conforme  $t \rightarrow \infty$  ou  $t \rightarrow -\infty$ , a distância entre as cristas e entre os vales diminui.

(d) Plotando o gráfico com o Octave para  $\omega_1 = \omega_2 = 1$ , temos:



Do gráfico, nota-se que este sinal não é periódico. As distâncias entre as cristas e entre os vales não é fixa ao longo do gráfico.

3.) Um sinal periódico com período fundamental  $T_0 = 4$  é descrito por **G2**:  $x(t) = 1 - e^{|t|}$  para  $-T_0/2 \leq t < T_0/2$  (a) Esboce o seu gráfico; (b) calcule analiticamente sua potência total  $P$ ; (c) calcule  $X_0$  usando  $k = 0$  na fórmula geral de  $X_k$ ; (d) calcule analiticamente os coeficientes  $X_k$  e verifique se a expressão obtida leva a  $X_0$  sem indeterminações; (e) esboce os espectros de módulo e fase; (f) para  $k = 0, 1, 2$  e  $3$ , calcule a potência acumulada  $P_k^a$  contida nos harmônicos de  $0$  a  $k$ ; (g) para  $k = 0, 1, 2$  e  $3$ , calcule a potência relativa  $P_k^a/P$ ; (h) quantos harmônicos são necessários para uma aproximação reter 90.00% da potência?

4.) O grupo  $i$  trabalhará com o sinal periódico  $x(t)$  usado pelo grupo  $i + 1$  na questão 1 (ao grupo 7: sinal 1). As aproximações numéricas para Octave/MatLab vistas, podem e devem ser utilizadas. (a) Traçar gráfico; (b) encontrar potência total  $P$ ; (c) calcular os  $X_k$  para  $k \in [-10 \ 10]$ ; (d) traçar os espectros de magnitude, fase e potência; (e) estimar quantos harmônicos são necessários para reter 90.00% da potência; (f) calcular os coeficientes  $a_k$  e  $b_k$  correspondentes; (g) traçar, num mesmo gráfico,  $x(t)$  e as aproximações.

5.) Na escala de tempo  $t=0:1/2000:5$ , considere um sinal de áudio simples  $x_b(t) = \sin(2\pi f_0 t)$  ou  $x_b(t) = \cos(2\pi f_0 t)$  com frequência **G2**:  $f_0 = 132 \text{ Hz}$ . Ouça este som usando o comando `sound(xb)` no Octave; o resultado é, provavelmente, desagradável pois se trata de uma frequência pura e a sensação é seca, metálica. Para melhorar o **timbre** do som é preciso colocar mais harmônicos. Crie, na mesma escala de tempo, com a mesma frequência fundamental  $f_0$ , com parâmetros a seu critério e usando até o harmônico  $k = 6$  ( $6f_0 \text{ Hz}$ ) os sinais a seguir. Ouça cada um deles e compare a qualidade do timbre. (a) Uma onda quadrada  $x_q(t)$ ; (b) uma onda triangular  $x_t(t)$ ; (c) um seno semi-retificado sem o nível DC  $x_s(t)$ ; (d) Opcional: adicionando senos e co-senos harmônicos a seu critério, imagine-se projetando um sintetizador de som e crie um sinal periódico  $x(t)$  com frequência fundamental  $f_0$  e um timbre agradável.