

Aula de Exercícios para a P1

PSI3211: Circuitos Elétricos I

Monitores:

Daniel Gilio Tiglea (daniel.tiglea@usp.br)

Felipe Hiroshi (fhmashiba@usp.br)

Baseado nos slides dos ex-monitores Flávio R. M. Pavan e Fábio B. Ferreira

1º semestre de 2019

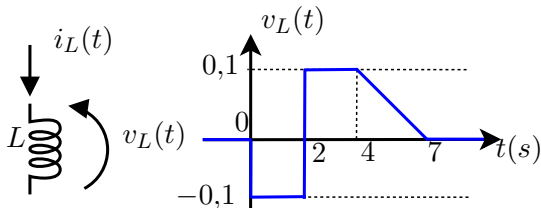
Tópicos abordados

Os exercícios desta aula abordam os seguintes tópicos da matéria:

- ▶ Conceitos básicos: carga, corrente, tensão, energia e potência,
- ▶ Bipolos elementares passivos: resistor, capacitor e indutor,
- ▶ Geradores independentes e funções de excitação,
- ▶ Números complexos e relações fasoriais nos bipolos elementares,
- ▶ Grafos e Leis de Kirchhoff,
- ▶ Resposta em Frequência.

Exercício 1

A tensão em um indutor ideal com $L = 0,1 \text{ H}$ e corrente inicial $i(0) = -1 \text{ A}$ é da forma mostrada no gráfico abaixo

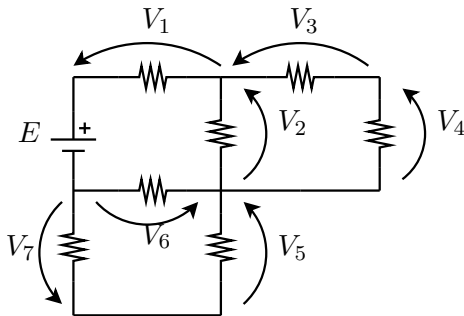


Pede-se:

- (a) Escreva uma expressão analítica para a tensão nesse indutor usando a função de Heaviside.
- (b) Encontre uma expressão analítica e esboce o gráfico da corrente que atravessa o indutor ao longo do tempo para $t \geq 0$.

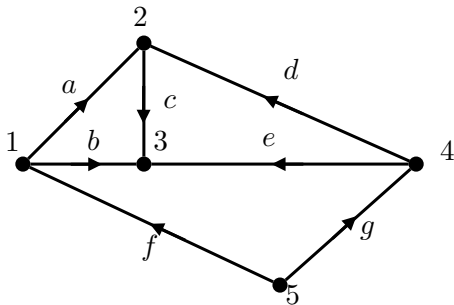
Exercício 2

Considerando que as tensões nos resistores estão na convenção de receptor, determine as Leis de Kirchhoff do circuito.



Exercício 3

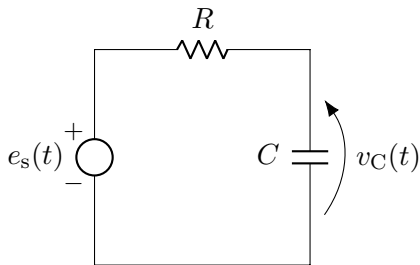
A partir do seguinte grafo e considerando a árvore $\{a, c, e, g\}$, determine:



- (a) Todos os cortes fundamentais.
- (b) Todos os laços fundamentais.
- (c) Sabendo que $\hat{I}_b = 1\angle 90^\circ$, $\hat{I}_d = 3\sqrt{2}\angle 45^\circ$ e $\hat{I}_f = 2\angle -90^\circ$ (todas em ampères), aplique a primeira Lei de Kirchhoff fasorial para determinar todas as correntes do circuito.

Exercício 4

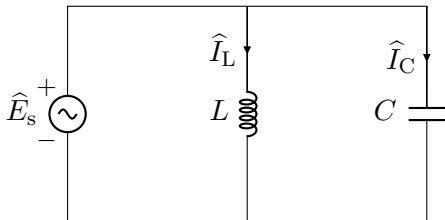
Considere o circuito a seguir, excitado por um gerador senoidal cuja tensão é dada por $e_s(t) = E_s \cos(\omega t + \theta)$ (V,s), com $E_s > 0$.



- (a) Para que o módulo do fasor $\hat{V}_C$ seja $E_s/2$, quanto deve valer a capacitância C ?
- (b) Qual deve ser o valor da resistência R para que $v_C(t)$ fique atrasada de 45° em relação a $e_s(t)$?

Exercício 5

Considere o circuito a seguir, em unidades SI, operando em regime permanente senoidal de frequência angular ω .



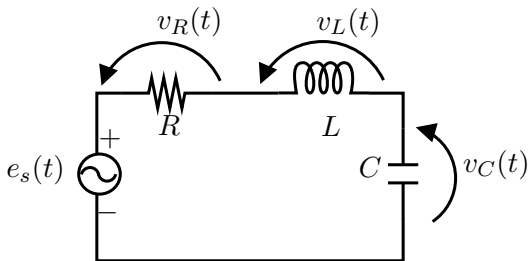
Sabe-se que $\hat{I}_C = I/30^\circ$ A.

(a) Se $\hat{I}_L = I_L/\varphi$ A, quanto vale φ ?

(b) Determine a função de excitação da tensão do gerador, ou seja, $e_s(t)$, em função de I , C e ω .

Exercício 6

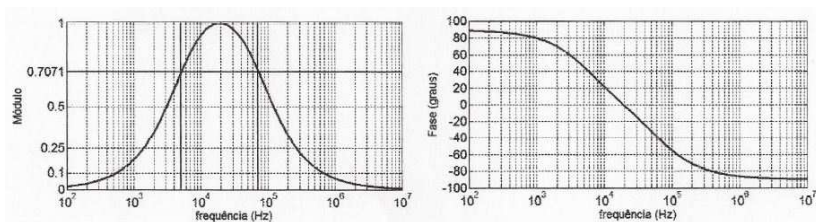
O circuito da Figura a seguir foi utilizado como um filtro passa-faixa. Para isso considerou-se a tensão $v_R(t)$ no resistor como saída.



- (a) Escreva a expressão analítica do **módulo** da resposta em frequência desse circuito, ou seja, $\left| \frac{\hat{V}_R}{\hat{E}_s} \right|$ em função de R , L , C e ω .

Exercício 6 (continuação)

Para um conjunto de parâmetros, foram obtidos os gráficos do módulo e da fase da resposta em frequência $\left| \frac{\hat{V}_R}{\hat{E}_s} \right|$ da Figura a seguir



(b) Considerando $L = 600\mu\text{H}$, determine os valores de R e C .

Dica: O índice de mérito desse circuito é dado por $Q = \frac{\omega_0 L}{R}$, sendo ω_0 sua frequência de ressonância

Exercício 6 (continuação)

- (c) Considerando ainda os gráficos da Figura anterior, escreva a expressão de $v_R(t)$ assumindo que

$$e_s(t) = 20 \cos(2\pi \cdot 3 \cdot 10^3 t - 60^\circ) + 10 \cos(2\pi \cdot 7 \cdot 10^5 t - 10^\circ)$$

em (V, s).

- (d) Escolhendo outra tensão de saída, é possível utilizar o mesmo circuito como um filtro passa-baixas? Em caso afirmativo, obtenha a expressão da **fase** da resposta em frequência e esboce-a. Em caso negativo, justifique.

Respostas

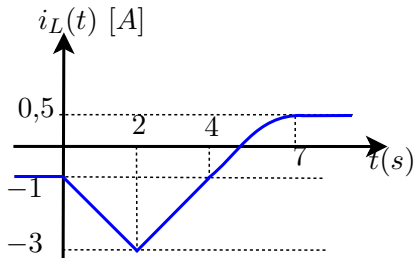
1. (a) Em (V, s):

$$\begin{aligned}v_L(t) &= -0,1 [H(t) - H(t - 2)] \\&\quad + 0,1 [H(t - 2) - H(t - 4)] \\&\quad + \left[-\frac{1}{30}(t - 7) \right] [H(t - 4) - H(t - 7)]\end{aligned}$$

(b) Em (A, s):

$$\begin{aligned}v_L(t) &= [-t - 1] \cdot [H(t) - H(t - 2)] \\&\quad + [t - 5] [H(t - 2) - H(t - 4)] \\&\quad + \left[\frac{-t^2 + 14t - 46}{6} \right] [H(t - 4) - H(t - 7)] \\&\quad + \frac{1}{2}H(t - 7)\end{aligned}$$

Respostas (continuação)



2.

1º LK *:

$$\begin{cases} -i_E + i_1 = 0 \\ -i_1 + i_2 + i_3 = 0, \\ -i_3 + i_4 = 0 \\ -i_2 - i_4 + i_5 + i_6 = 0 \\ -i_5 + i_7 = 0 \\ i_E - i_7 - i_6 = 0 \end{cases}$$

*considerando convenção do receptor em todos os resistores e convenção do gerador na fonte E

Respostas (continuação)

2ºLK:

$$\begin{cases} -E + V_1 + V_2 + V_6 = 0, \\ -V_2 + V_3 + V_4 = 0 \\ V_5 - V_6 + V_7 = 0 \\ -E + V_1 + V_3 + V_4 + V_5 + V_7 = 0 \\ -E + V_1 + V_3 + V_4 + V_6 = 0 \\ -E + V_1 + V_2 + V_5 + V_7 = 0 \end{cases}$$

3. (a) $\{a, b, f\}$, $\{c, b, d, f\}$, $\{e, d, f\}$, $\{g, f\}$ (ramos de árvore destacados em vermelho)
- (b) $\{b, a, c\}$, $\{d, c, e\}$, $\{f, a, c, e, g\}$ (ramos de ligação destacados em azul)
- (c) $\hat{I}_a = 3/\underline{-90^\circ}$, $\hat{I}_c = 3/\underline{0^\circ}$, $\hat{I}_e \approx 3,16/\underline{-161,57^\circ}$, $\hat{I}_g = 2/\underline{90^\circ}$
(em ampères)

4. (a) $C = \frac{\sqrt{3}}{\omega R}$
- (b) $R = \frac{1}{\omega C}$

Respostas (continuação)

5. (a) $\varphi = -150^\circ$

(b) $e_s(t) = \frac{I}{\omega C} \cos(\omega t - 60^\circ) \text{ (V, s)}$

6. (a) $|F(j\omega)| = \frac{R}{\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}}$

(b) $\omega_0 = 2\pi \cdot 10^4 \text{ rad/s} \rightarrow C \approx 106 \text{ nF}, R = 245\Omega$

(c) $v_R(t) \approx 10 \cos(2\pi \cdot 3 \cdot 10^3 t) + \cos(2\pi \cdot 7 \cdot 10^5 - 95^\circ) \text{ (V, s)}$

(d) Sim, se considerarmos a tensão no capacitor como saída.

Neste caso, a fase será dada por

$$\phi(\omega) = -90^\circ - \arctan\left(\frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R}\right).$$