

6ª Aula de Exercícios

PSI3211: Circuitos Elétricos I

Monitores:

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

Felipe H. Mashiba (fhmashiba@usp.br)

Baseado nos slides dos ex-monitores Flávio R. M. Pavan e Fábio B. Ferreira; e baseada nas provas antigas

1º semestre de 2019

Tópicos abordados

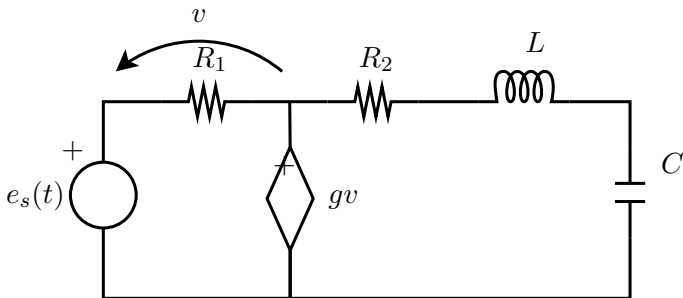
Os exercícios desta aula abordam os seguintes tópicos da matéria:

- ▶ **Redes de 2ª Ordem:**

- ▶ Comportamento livre,
- ▶ Resolução no domínio do tempo (tratamento generalizado),
- ▶ Ressonância e índice de mérito.

Exercício 1

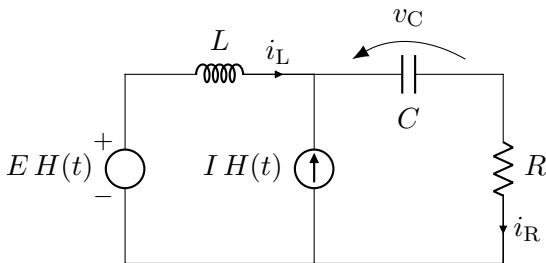
Considere o circuito a seguir.



Escreva as expressões de α e ω_0 .

Exercício 2

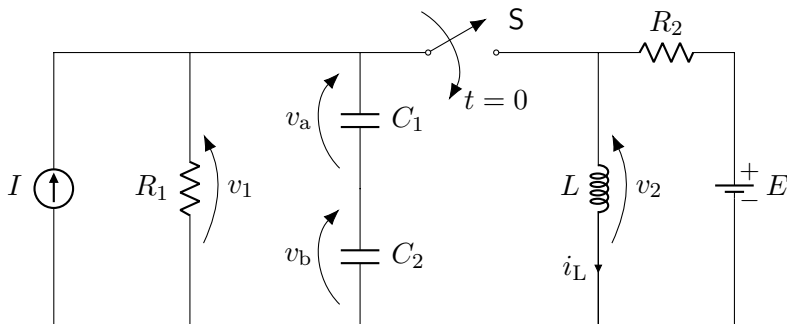
Considere o circuito da figura a seguir.



- (a) Escreva as expressões de α e ω_0 .
- (b) Com $E = 10 \text{ V}$, $I = 4 \text{ A}$, $L = 2 \text{ H}$, $C = 0,5 \text{ F}$, $R = 4 \Omega$, $i_L(0_-) = 1 \text{ A}$ e $v_C(0_-) = 0$, calcule $\left. \frac{di_L(t)}{dt} \right|_{t=0_+}$ e a componente permanente de $i_L(t)$.
- (c) Nas mesmas condições do item (b), calcule a resposta completa $i_L(t)$ para $t \geq 0$.

Exercício 3

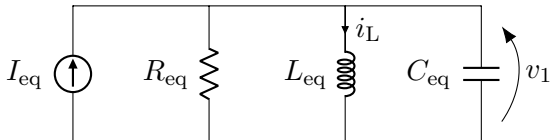
O circuito a seguir foi montado com os capacitores C_1 e C_2 inicialmente descarregados. A chave S permaneceu aberta por muito tempo e foi fechada em $t = 0$.



- (a) Escreva as expressões de $v_1(0_-)$, $v_a(0_-)$, $v_b(0_-)$, $i_L(0_-)$ e $v_1(0_+)$ em função dos parâmetros do circuito, sendo E e I constantes.

Exercício 3 (cont.)

- (b) Com a chave S fechada, o circuito anterior é equivalente ao circuito da figura a seguir, para $t > 0$.



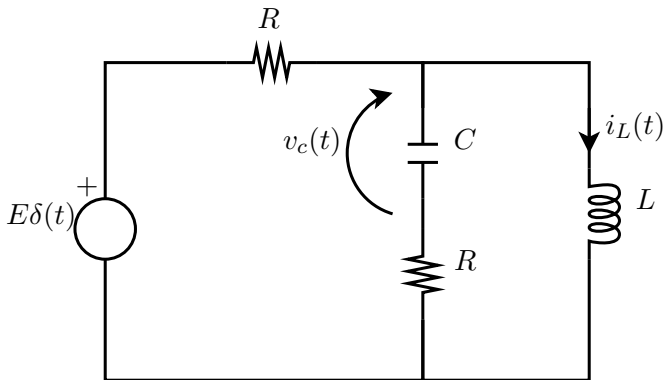
Calcule os valores de I_{eq} , R_{eq} , L_{eq} e C_{eq} em função dos parâmetros do circuito original.

- (c) Com $I = \frac{1}{6} \text{ mA}$, $R_1 = 6 \text{ k}\Omega$, $L = 62,5 \text{ H}$, $C_1 = 5 \text{ }\mu\text{F}$, $C_2 = 5 \text{ }\mu\text{F}$, $R_2 = 3 \text{ k}\Omega$ e $E = 9 \text{ V}$, foram obtidos os seguintes valores para o circuito original: $v_1(0_-) = 1 \text{ V}$ e $i_L(0_-) = 3 \text{ mA}$.

Obtenha os parâmetros α e ω_0 do circuito. Caracterize seu comportamento livre e forneça a expressão de $v_1(t)$ para $t \geq 0$, substituindo os valores numéricos correspondentes.

Exercício 4

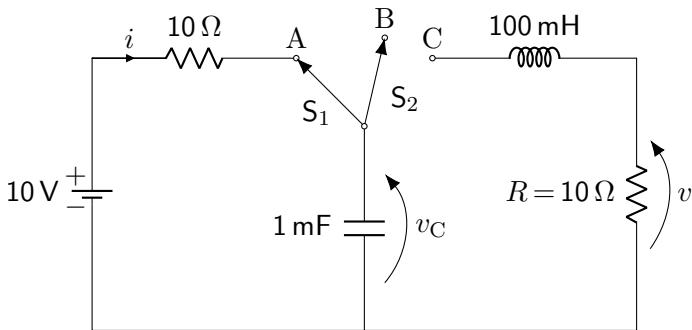
Considere o circuito a seguir.



Obtenha as expressões de $v_c(0_+)$ e $i_L(0_+)$ em função dos parâmetros do circuito, das condições iniciais nulas (em $t = 0_-$) e da tensão impulsiva $E\delta(t)$.

Exercício 5

Considere o circuito a seguir. O capacitor está inicialmente descarregado e as chaves S_1 e S_2 são conectadas em A e B, respectivamente, no instante $t = 0$.



- (a) Forneça a expressão de $i(t)$ para $t > 0$.
- (b) Em $t = 1\text{ s}$, as chaves S_1 e S_2 mudam respectivamente para B e C de forma abrupta. Forneça a expressão de $v(t)$ para $t \geq 1\text{ s}$.

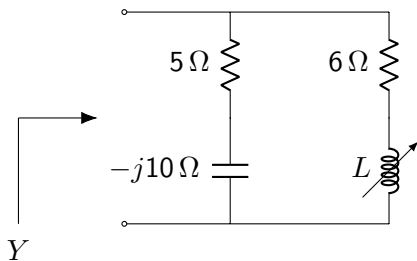
Exercício 5 (cont.)

- (c) Qual é o índice de mérito Q_1 do circuito com as chaves S_1 em B e S_2 em C? Se o valor de R fosse alterado para que o circuito tivesse amortecimento crítico, qual seria o novo valor Q_2 do índice de mérito?
- (d) Considere agora que a chave S_1 muda para a posição A e a chave S_2 permanece em C. Nesse caso, quanto vale a tensão v_C no capacitor para $t \rightarrow +\infty$?

Exercício 6

A admitância do circuito a seguir, em $f = 2 \text{ kHz}$, vale

$$Y = \left(\frac{6}{36 + X_L^2} + \frac{5}{136} \right) + j \left(\frac{10}{136} - \frac{X_L}{36 + X_L^2} \right), \text{ com } X_L = 2\pi f L.$$



Quais são os valores de L para que a ressonância a fase nula ocorra em $f = 2 \text{ kHz}$?

Respostas

1. $\alpha = \frac{R_2}{2L}$ e $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$.

2. (a) $\alpha = \frac{R}{2L}$ e $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$.

(b) $\left. \frac{di_L(t)}{dt} \right|_{t=0_+} = -5 \text{ A s}^{-1}$ e $i_{LP}(t) = -4 \text{ A}$.

(c) $i_L(t) = 5e^{-t} - 4 \text{ (A, s)}, t \geq 0$.

3. (a) $v_a(0_-) = \frac{C_2}{C_1 + C_2} R_1 I$, $v_b(0_-) = \frac{C_1}{C_1 + C_2} R_1 I$,

$$v_1(0_-) = R_1 I, i_L(0_-) = \frac{E}{R_2} \text{ e } v_1(0_+) = v_1(0_-) = R_1 I.$$

(b) $I_{eq} = I + \frac{E}{R_2}$, $R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$, $L_{eq} = L$ e $C_{eq} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$.

(c) $\alpha = 100 \text{ s}^{-1}$, $\omega_0 = 80 \text{ rad s}^{-1}$.

Comportamento livre: superamortecido.

$$v_1(t) \approx 0,2222e^{-40t} + 0,7778e^{-160t} \text{ (V, s)}, t \geq 0.$$

Respostas (cont.)

4. $i_L(0_+) = \frac{E}{2L}$; $v_c(0_+) = \frac{E}{2RC}$

5. (a) $i(t) = e^{-100t}$ (A,s), $t > 0$.

(b) $v(t) = 11,54e^{-50(t-1)} \cos(86,6(t-1) - 90^\circ)$ (V,s), $t \geq 1$ s.

(c) $Q_1 = 1$ e $Q_2 = 0,5$.

(d) $v_C(+\infty) = 5$ V.

6. $L_1 = 0,8$ mH e $L_2 = 0,29$ mH.