4ª Aula de Exercícios

PSI3213: Circuitos Elétricos II

Monitores:
Daniela B. Silva (daniela.brasil@usp.br)
Rodrigo M. Rodrigues (rodrigo.magalhaes.alves@usp.br)

2º semestre de 2017

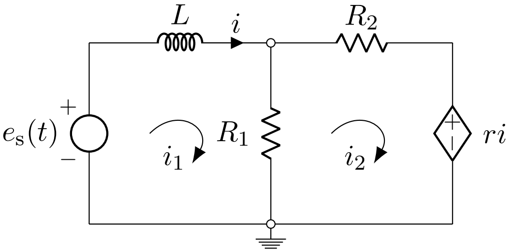
Tópicos abordados

Os exercícios desta aula abordam os seguintes tópicos da matéria:

- Análise de Malhas
- Funções de Rede e Estabilidade

Exercício 1

Considerando o circuito da figura abaixo, em que L, R_1, e $R_2 > 0$.



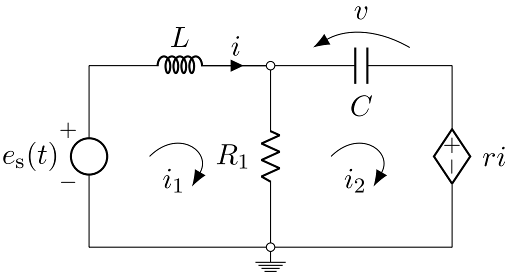
Obtenha:

(a) A equação característica (que permite determinar as FCPs).

(b) O valor de r para que o circuito seja assintoticamente estável.

Exercício 2

Substituindo R_2 por um capacitor C, foi realizada uma análise de malhas adotando a tensão do capacitor como incógnita (para evitar o aparecimento de integrais na análise).



Exercício 2 (cont.)

A partir dessa análise, obteve-se o seguinte sistema: (unidades S.I)

$$\begin{bmatrix} s+1 & -1 & 0 \\ -(1-r) & 1 & 1 \\ 0 & 1 & -s \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1(s) \\ I_2(s) \\ V(s) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (2/s^2+4)+2 \\ 0 \\ -5 \end{bmatrix}.$$

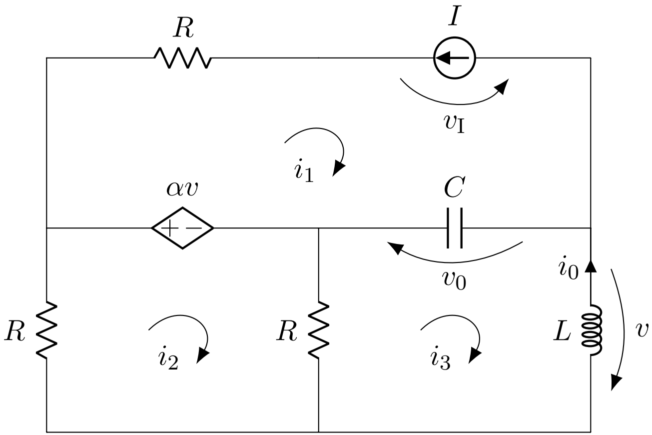
Encontre:

(a) Os valores de R_1, L e $i(0_-)$.

(b) O valor de r para que o circuito seja assintoticamente estável.

Exercício 3

Considere o circuito a seguir com condições iniciais v_0 e i_0 indicadas.



Exercício 3 (cont.)

I. Para o sistema de análise de malhas, classifique cada uma das seguintes afirmações como verdadeira ou falsa:

(a) 2 equações da 2ª LK nas malhas 2 e 3 nas incógnitas i_2 e i_3 são suficientes.

(b) v_I deve ser considerada incógnita, aparecendo em 2 equações da 2ª LK nas malhas.

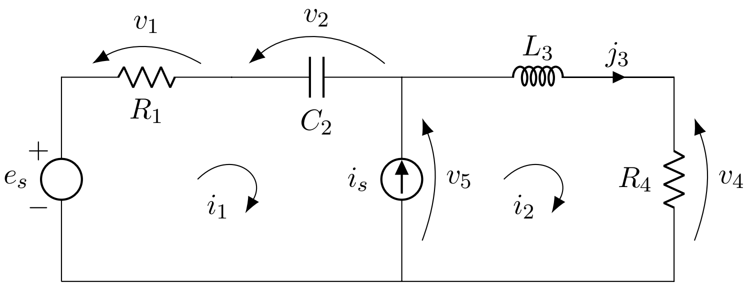
(c) Nunca é necessário escrever a 2ª LK em uma malha que tenha um gerador de corrente pertencente à malha externa.

II. Escreva a equação da malha 3 em Laplace e a equação da malha 2 no tempo.

III. Determine a equação que permite achar $V_\mathrm{I}(s)$ depois de resolvido o sistema em $I_2(s)$ e $I_3(s)$.

Exercício 4

Considere o circuito a seguir com condições iniciais $v_2(0) = v_{20}$ e $j_3(0) = j_{30}$ no Sistema Internacional de Unidades.



Exercício 4 (cont.)

Ao se fazer a análise de malhas no domínio de Laplace, obteve-se a seguinte equação matricial:

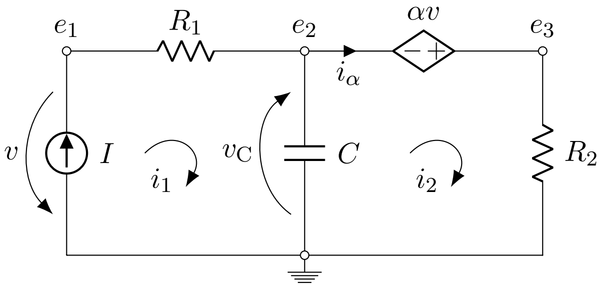
$$\begin{bmatrix} Z_{11} & 0 & 1 \\ 0 & Z_{22} & -1 \\ Z_{31} & Z_{32} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1(s) \\ I_2(s) \\ V_5(s) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_1(s) \\ A_2(s) \\ -I_\mathrm{s}(s) \end{bmatrix}.$$

(a) Calcule os elementos Z_{31}, Z_{32} e $A_1(s)$.

(b) Com condições iniciais nulas a excitações $e_\mathrm{s}(t) = E\,H(t)$ e $i_\mathrm{s}(t) = I\,H(t)$, quanto vale a tensão permanente $v_{4\mathrm{p}}(t)$?

Exercício 5

Considere o circuito a seguir com $v_C(0_-) = v_{C0}$.



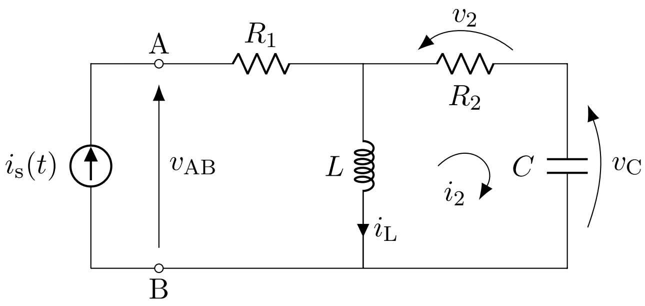
(a) Determine a equação de análise nodal em Laplace para o nó 2.

(b) Determine a equação de análise de malhas em Laplace para a malha 2.

(c) Sabendo-se que $C = 1\,\text{F}$, $R_1 = 2\,\Omega$, $R_2 = 1\,\Omega$, $\alpha = 2$, $I = 0$ e $v_{C0} = -4\,\text{V}$, calcule $i_\alpha(t)$ para $t \geq 0$.

Exercício 6

Considere o circuito a seguir com unidades SI para $t \geq 0$. Sabe-se que $R_2 = 1\,\Omega$.



Utilizando-se análise de malhas, chega-se à seguinte equação:

$$\left[s + 1 + \frac{2}{s}\right] I_2(s) = sI_s(s) - \frac{4}{s} - 5.$$

Exercício 6 (cont.)

(a) Determine os valores de L, C, $i_{\mathrm{L}}(0)$ e $v_{\mathrm{C}}(0)$.

(b) Obtenha a função de transferência

$$G_{\mathrm{I}}(s) = \frac{I_2(s)}{I_{\mathrm{s}}(s)}.$$

(c) Escreva a função de rede "impedância de entrada" dada por

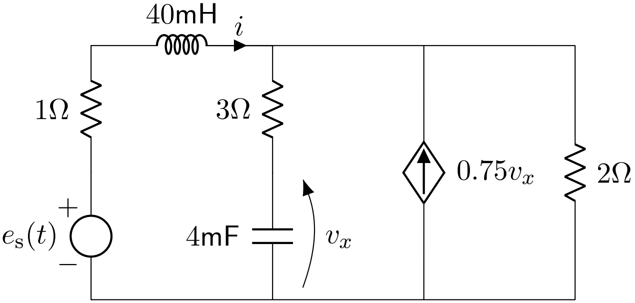
$$\left.\frac{V_{\mathrm{AB}}(s)}{I_{\mathrm{s}}(s)}\right|_{\mathsf{cin}},$$

em função de $G_{\mathrm{I}}(s) = \dfrac{I_2(s)}{I_{\mathrm{s}}(s)}$, R_1 e L.

(d) Para $i_{\mathrm{s}}(t) = 10\cos(5000t)$, quanto vale aproximadamente $v_2(t)$ em regime permanente senoidal?

Exercício 7

Considere o circuito da figura abaixo.



Sabendo que o circuito livre é assintoticamente estável. Encontre a expressão aproximada da corrente $i(t)$ em RPS.

Respostas

1. **(a)** $sL(R_1 + R_2) + R_1(R_2 + r) = 0$.
   (b) $r > -R_2$.

2. **(a)** $R_1 = 1$, $L = 1$, $i(0_-) = 2$.
   (b) $r > -1$.

3. **I.** **(a)** Verdadeira.
   (b) Falsa.
   (c) Falsa.

   II. Malha 3 em Laplace:

$$R\left[I_3(s) - I_2(s)\right] + \frac{I_3(s) + \frac{I}{s}}{sC} + \frac{v_0}{s} + sLI_3(s) + Li_0 = 0.$$

   Malha 2 no tempo:

$$Ri_2(t) + R\left[i_2(t) - i_3(t)\right] - \alpha L\frac{di_3(t)}{dt} = 0.$$

Respostas (cont. I)

3. **III.** 2ª LK na malha 1:

$$V_{\mathrm{I}}(s) = -\left[\frac{RI}{s} + \frac{\frac{I}{s} + I_3(s)}{sC} + \frac{v_0}{s} - \alpha\left(sLI_3(s) + Li_0\right)\right].$$

4. **(a)** $Z_{31} = 1$, $Z_{32} = -1$, $A_1(s) = E_{\mathrm{s}}(s) - \dfrac{v_{20}}{s}$.

(b) $v_{4\mathrm{p}} = R_4 I$.

5. **(a)** $-\dfrac{E_1(s)}{R_1} + \left(\dfrac{1}{R_1} + sC\right)E_2(s) + I_\alpha(s) = Cv_{\mathrm{C0}}$.

(b) $\left(R_2 + \dfrac{1}{sC}\right)I_2(s) - \alpha V(s) = \dfrac{v_{\mathrm{C0}}}{s} + \dfrac{I}{s^2C}$.

(c) $i_\alpha(t) = 4e^t H(t)\ \ (\mathsf{A}, \mathsf{s}),\ \ t \geq 0$.

Respostas (cont. II)

6. **(a)** $L = 1$ H, $C = 0{,}5$ F, $i_{\mathrm{L}}(0) = 5$ A e $v_{\mathrm{C}}(0) = 4$ V.

(b) $G_{\mathrm{I}}(s) = \dfrac{s^2}{s^2 + s + 2}$.

(c) $\left.\dfrac{V_{\mathrm{AB}}(s)}{I_{\mathrm{s}}(s)}\right|_{\text{cin}} = R_1 + sL - sLG_{\mathrm{I}}(s)$.

(d) $v_{2\mathrm{p}}(t) = 10\cos(5000t)$ (V, s).

7. $i(t) = 29{,}07\cos(50t + 3{,}95^\circ)$ (A,s).