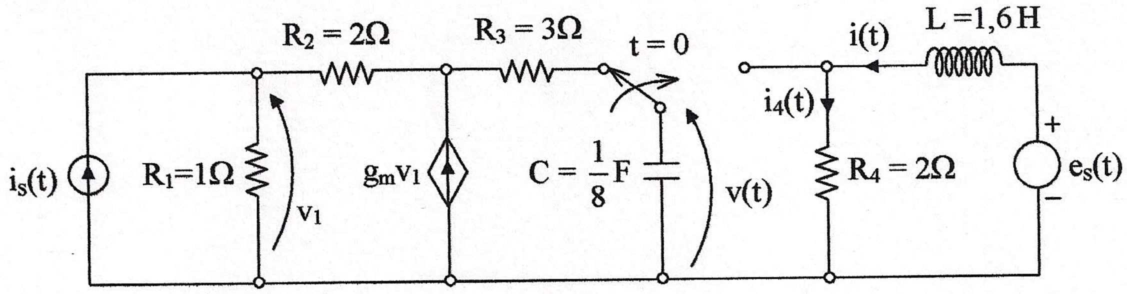
PSI.3211 – CIRCUITOS ELÉTRICOS I

3ª Prova Semestral – 17/06/19

GABARITO

1ª Questão: (4,0 pontos)

Considere o circuito da Figura 1.



$g_m = \frac{1}{2}\,S$

Figura 1

Nos itens **a)**, **b)** e **c)**, $i_s(t) = I_s = 5A$ e $e_s(t) = E_s = 6V$.

(1,0) **a)** Calcule as condições iniciais $v(0_-) = v_0$ e $i(0_-) = i_0$ sabendo-se que o interruptor estava na posição indicada à esquerda há muito tempo e muda de posição em $t = 0$.

(1,0) **b)** Determine as condições iniciais $i_4(0_+)$ e $\left.\frac{di_4(t)}{dt}\right|_{t=0_+}$

(1,5) **c)** Numa situação em que $i_4(0_+) = 4A$ e $\left.\frac{di_4(t)}{dt}\right|_{t=0_+} = 16$ A/s, resolva o problema de valor inicial que fornece $i_4(t)$ para $t > 0$.

(0,5) **d)** Em outra situação em que o interruptor se encontra na posição à direita permanentemente e $e_s(t) = 6\delta(t)$ (V,s), calcule $v(0_+)$ e $i(0_+)$. Neste item, considere condições iniciais nulas.

Gabarito

a) Notamos que em $t=0_-$ o circuito estará em regime permanente de corrente contínua no lado esquerdo e no lado direito.

No lado esquerdo, temos

$$\frac{dv(t)}{dt}=0,$$

ou seja, a corrente através do capacitor e de R_3 é nula.

Teremos, então, $v(0_-)=v_0$ igual à tensão de Thévenin vista por C. Para calculá-la, usamos análise nodal

$$\begin{bmatrix} G_1+G_2 & -G_2 \\ -G_2 & G_2 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} v_1 \\ v_0 \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} I_S \\ g_m v_1 \end{bmatrix}$$

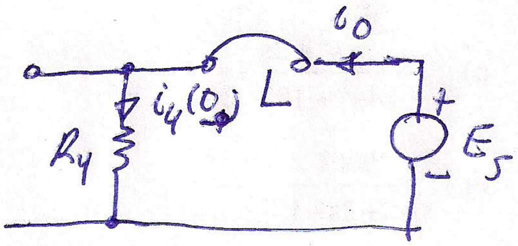
$$\underbrace{\begin{bmatrix} G_1+G_2 & -G_2 \\ -(g_m+G_2) & G_2 \end{bmatrix}}_{G_n}\begin{bmatrix} v_1 \\ v_0 \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} I_S \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\det(G_n) = G_1G_2 - G_2^2 - g_mG_2 - G_2^2 \rightarrow \det(G_n) = G_2(G_1-g_m)$$

$$v_0 = \frac{\begin{vmatrix} G_1+G_2 & I_S \\ -(g_m+G_2) & 0 \end{vmatrix}}{G_2(G_1-g_m)} = \frac{R_2(g_m+G_2)}{G_1-g_m}I_S \rightarrow v_0 = \frac{1+g_mR_2}{G_1-g_m}I_S$$

$$v_0 = \frac{1+\frac{1}{2}\times 2}{1-\frac{1}{2}}5V \rightarrow \boxed{v_0 = 20V}$$

No lado direito, temos



$$\frac{di(t)}{dt}=0$$

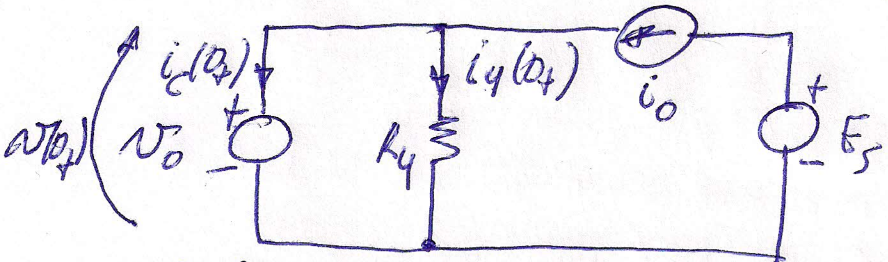
$$i_0 = \frac{E_S}{R_4}$$

$$= \frac{6}{2}A \rightarrow \boxed{i_0 = 3A}$$

b) No chaveamento de C sobre R_4, $v(t)$ se mantém. Por outro lado L mantém $i(t)$. Dessa forma, temos

$$v(0_+) = v_0 = 20V \quad \text{e} \quad i(0_+) = i_0 = 3A.$$

Temos o circuito instantâneo em $t = 0_+$:



Calculemos $i_4(0_+)$ por superposição dos efeitos individuais das fontes v_0, i_0 e E_S em cada caso com as outras duas inativadas:

para v_0 : $i_{4v} = \frac{v_0}{R_4}$

para i_0 : $i_{4i} = 0$

para E_S : $i_{4E} = 0$

com

$$i_4(0_+) = i_{4v} + i_{4i} + i_{4E}$$

$$i_4(0_+) = \frac{v_0}{R_4} = \frac{20}{2} A \longrightarrow \boxed{i_4(0_+) = 10A}$$

Cálculo de $\dot{i}_4(0_+)$:

$$\left.\begin{aligned} i_C(0_+) &= C\dot{v}(0_+) \\ \dot{v}(0_+) &= R_4\, \dot{i}_4(0_+) \end{aligned}\right\} \longrightarrow \dot{i}_4(0_+) = \frac{1}{R_4 C}\, i_C(0_+)$$

Cálculo $i_C(0_+)$ por superposição dos efeitos de v_0, i_0 e E_S:

$$i_C(0_+) = -\frac{v_0}{R_4} + i_0 + 0,$$

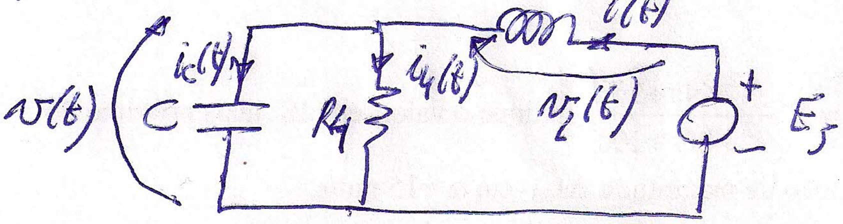
que substituímos na expressão de $\dot{i}_4(0_+)$, obtendo

$$\dot{i}_4(0_+) = \frac{1}{R_4 C}\left[-\frac{v_0}{R_4} + i_0\right]$$

$$= \frac{1}{2 \times \frac{1}{8}}\left[-\frac{20}{2} + 3\right]\frac{A}{s} \longrightarrow \boxed{\dot{i}_4(0_+) = \quad \frac{A}{s}}$$

$$= -28\,\frac{A}{s}$$

c) O circuito da esquerda, para $t>0$, torna-se



Notemos que, para a solução da equação diferencial homogênea, o circuito, com $E_5=0$, reduz-se ao RLC paralelo, cuja equação característica é

$$s^2+2\alpha s+\omega_0^2=0$$

com

$$\alpha=\frac{G_4}{2C}=\frac{1/2}{2\times\frac{1}{8}}s^{-1}\rightarrow\boxed{\alpha=2s^{-1}}\rightarrow\alpha^2=4s^{-2}$$

e

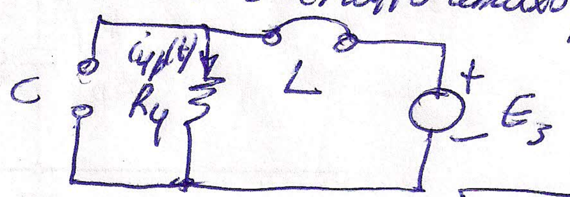
$$\omega_0^2=\frac{1}{LC}=\frac{1}{\frac{1}{6}\times\frac{1}{8}}\left(\frac{rad}{s}\right)^2\rightarrow\omega_0^2=5\left(\frac{rad}{s}\right)^2$$

Como $\omega_0^2>\alpha^2$, teremos comportamento oscilatório com frequência própria amortecida

$$\omega_d=\sqrt{\omega_0^2-\alpha^2}$$
$$=\sqrt{5-4}\ rad/s\rightarrow\boxed{\omega_d=1\ rad/s}$$

A solução permanente ocorre em regime permanente de corrente contínua, de forma que
$$\begin{cases}\frac{d}{dt}v_p(t)=0\rightarrow i_{cp}(t)=0\\ \frac{d}{dt}i_p(t)=0\rightarrow v_{Lp}(t)=0\end{cases}$$

e podemos considerar o circuito abaixo para cálculo de $i_{4p}(t)$



$$i_{4p}(t)=\frac{E_5}{R_4}=\frac{6}{2}A\rightarrow\boxed{i_{4p}(t)=3A}$$

Para o cálculo da solução $i_4(t)$, determinamos ainda

$$a=i_4(0_+)-i_{4p}(0_+)=4-3\ (A)\rightarrow\boxed{a=1\ (A)}$$
$$b=\dot{i}_4(0_+)-\dot{i}_{4p}(0_+)=16-0\ \left(\frac{A}{s}\right)\rightarrow\boxed{b=16\ \left(\frac{A}{s}\right)}$$

Calculamos

$$A = \sqrt{a^2 + \left(\frac{\alpha a + b}{\omega_d}\right)^2} = \sqrt{1 + \left(\frac{2\times 1 + 16}{1}\right)^2}$$

$$A = \sqrt{325}\ (A) \longrightarrow \boxed{A = 18{,}028\ (A)}$$

$$\psi = \text{atan2}\left(-\frac{\alpha a + b}{\omega_d}, a\right)$$

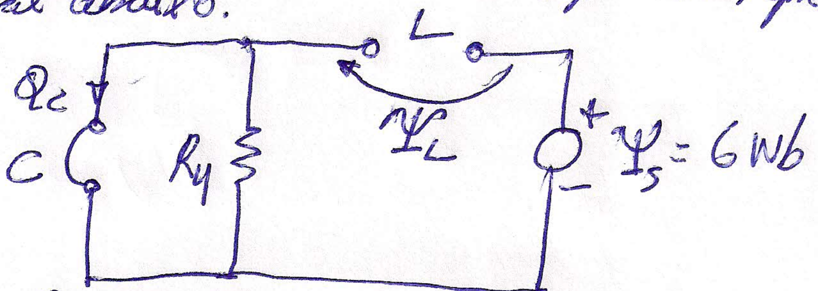
$$= \text{atan2}(-18, 1) \to \boxed{\psi = -86{,}82^\circ}$$

Assim a solução é

$$\boxed{i_4(t) = 18{,}028\, e^{-2t}\cos(t - 86{,}82^\circ) + 3\ (A, s),\ t \geq 0}$$

d) Com a fonte $e_g(t) = 0$ para $t < 0$, temos $\begin{cases} v(0_-) = 0 \\ i(0_-) = 0 \end{cases}$

A integração de $t = 0_-$ a $t = 0_+$ pode ser representada pelo circuito integral abaixo.



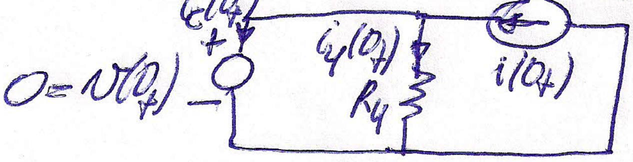
E calculamos $\begin{cases} \Psi_L = 6 \text{ Wb} \\ Q_C = 0 \end{cases}$

de forma que

$$v(0_+) = v(0_-) + 0 \to \boxed{v(0_+) = 0}$$

$$i(0_+) = i(0_-) + \frac{\Psi_L}{L} = 0 + \frac{6}{1{,}6}\ (A) \longrightarrow \boxed{i(0_+) = 3{,}75\,A}$$

resultando o circuito instantâneo em $t = 0_+$



$$i_4(0_+) = G_4 v(0_+) \to \boxed{i_4(0_+) = 0}$$

$$\left.\begin{aligned} i_C(0_+) &= i(0_+) \\ \dot{v}(0_+) &= \frac{i_C(0_+)}{C} \\ \dot{i}_4(0_+) &= G_4 \dot{v}(0_+) \end{aligned}\right\} \quad \dot{i}_4(0_+) = \frac{G_4}{C}\, i(0_+)$$

$$= \frac{1/2}{1/8} \cdot 3{,}75 \frac{A}{s} \to \boxed{\dot{i}_4(0_+) = 15 \frac{A}{s}}$$

Atenção: Preencher a folha ótica com seu nome, número USP e opções escolhidas para cada teste.

Para os **testes 1 e 2**, considere o circuito da Figura 2.

1 – A opção **verdadeira** é:

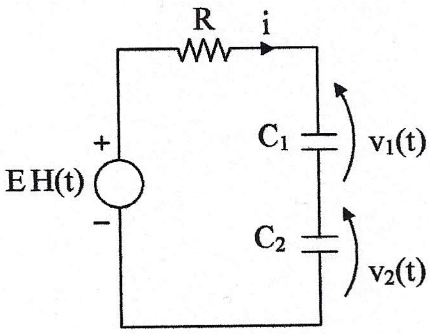
a) $i(0_+) = i(0_-)$

b) $v_1(t) + v_2(t) = E$ para $t \to \infty$

c) $v_1(0_+) + v_2(0_+) = E$

d) O circuito possui constante de tempo $R(C_1 + C_2)$

e) $v_1(t) = 0$ para $t \to \infty$



$v_1(0_-) = v_{10}$
$v_2(0_-) = v_{20}$

Figura 2

2 – Supondo que $v_1(0_-) = -v_2(0_-)$ pode-se escrever :

a) $v_1(t) + v_2(t) = 0\,,\ t \geq 0$

b) $v_2(t) = -v_{10} + \dfrac{E\,C_1}{C_1 + C_2}\left(1 - e^{-\left(\frac{C_2}{RC_1C_2}\right)t}\right)$

c) $v_1(t) + v_2(t) = E\,,\ t \geq 0$

d) $v_1(t) = v_{10} + \dfrac{E\,C_2\,C_1}{C_1 + C_2}\left(1 - e^{\frac{-C_1R}{C_1+C_2}t}\right)$

e) $v_1(t) + v_2(t) = E\left(1 - e^{-\left(\frac{C_1+C_2}{RC_1C_2}\right)t}\right)$

3 – O valor de $i(0_+)$ no circuito da Figura 3 é:

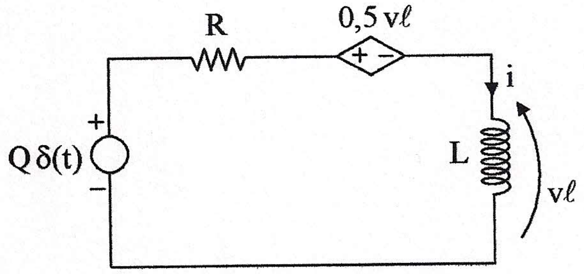
a) $i_0 + \dfrac{2Q}{3L}$

b) $\dfrac{Q}{2L}$

c) $i_0 + \dfrac{Q}{L}$

d) $i_0 + \dfrac{2Q}{L}$

e) $i_0 + \dfrac{Q}{2L}$



$i(0_-) = i_0$

Figura 3

4 – Considere o circuito da Figura 4 com o capacitor inicialmente descarregado e amp-op ideal. A expressão de $v_0(t)$ que descreve o comportamento do circuito em (V,s) é ?

a) $14 - 6\,e^{-10\,t}$

b) $10 - 6\,e^{-20\,t}$

c) $14 - 10\,e^{-20\,t}$

d) $6 - 10\,e^{-10\,t}$

e) $14 - 10\,e^{-10\,t}$

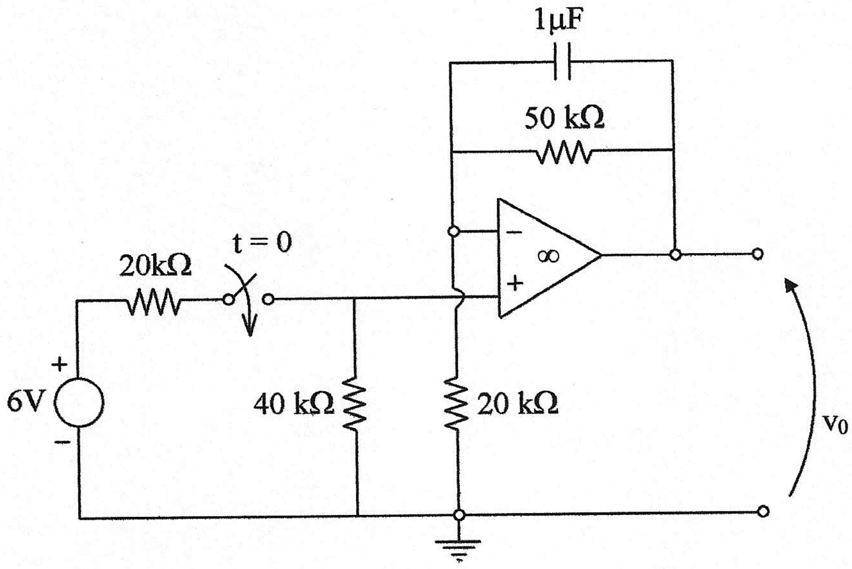


Figura 4

Teste 1

Para $t \to \infty$ os capacitores se comportam como circuitos abertos com $i=0$.

Logo $v_1(t) + v_2(t) = E$ pela 2ª lei de Kirchhoff

Teste 2

$$v_1 + v_2 = E - Ri \quad (1)$$

$$i = C_1 \frac{dv_1}{dt} = C_2 \frac{dv_2}{dt} \quad (2)$$

Derivando a expressão (1) e substituindo as expressões 2 vem

$$\frac{i}{C_1} + \frac{i}{C_2} = -R\frac{di}{dt}$$

reorganizando tem-se:

$$\frac{di}{dt} + \frac{C_1 + C_2}{RC_1C_2} i = 0 \ (3) \text{ com } i(0+) = \frac{E - v_{10} - v_{20}}{R}$$

Seja $\alpha \triangleq \dfrac{C_1 + C_2}{RC_1C_2}$

A solução da eq diferencial (3) é

$$i(t) = i(0+)e^{-\alpha t}$$

Voltando à expressão (2):

$$dv_1 = \frac{i}{C_1} dt = \frac{i(0+)e^{-\alpha t}}{C_1} dt \quad (4)$$

Integrando a expressão 4 entre 0 e t vem:

$$\int_0^v dv_1 = \frac{i(0+)}{C_1} \int_0^t e^{-\alpha t} dt$$

Notando que $v_1(0_+) = v_1(0_-) = v_{10}$ vem:

$$v_1 - v_{10} = \frac{i(0_+)}{C_1}\left(\frac{-1}{\alpha}\right)\left[e^{-\alpha t} - 1\right]$$

Logo $$v_1(t) = v_{10} + i(0_+)\frac{RC_2}{C_1+C_2}(1-e^{-\alpha t})$$

e analogamente

$$v_2(t) = v_{20} + i(0_+)\frac{RC_1}{C_1+C_2}(1-e^{-\alpha t})$$

$$v_1(t) + v_2(t) = \cancel{v_{10}} + \cancel{v_{20}} + i(0_+)R\frac{C_1+\cancel{C_2}}{C_1+\cancel{C_2}}(1-e^{-\alpha t})$$

$$= \frac{E - \cancel{v_{10}} - \cancel{v_{20}}}{\cancel{R}} \cdot \cancel{R}(1-e^{-\alpha t})$$

$$= \underline{E(1-e^{-\alpha t})}$$

Na verdade os dois capacitores podem ser considerados como um único com tensão inicial nula.

Teste 3

Uma parte da tensão impulsiva irá cair no indutor e outra no gerador vinculado

Seja $v_L = KQ\delta(t)$ $(K<1)$

Pela 2ª lei de Kirchhoff

$$Q\delta(t) = (0{,}5K + K)\,Q\delta(t)$$

$$1{,}5K = 1$$

$$K = \frac{2}{3}$$

Logo $i(0+) = i(0+) + \dfrac{KQ\delta(t)}{L} = i_0 + \dfrac{2Q}{3L}$

Teste 4

O capacitor se carrega com um resistor de $50\,k\Omega$ em paralelo, logo

$\tau = 50 \cdot 10^{3} \cdot 10^{-6} = 0{,}05\,s$

$\alpha = 20\,s^{-1}$

Quando a chave fecha a tensão no terminal positivo do amp-op é

$$v_+ = \frac{40}{40+20} \cdot 6 = 4V$$

É igual à tensão no terminal negativo $v_- = 4V$ pois o amp-op é ideal. Essas tensões são fixas para $t \geq 0$

Como a tensão inicial no capacitor é nula vem $v_o(0+) = 4V$

Para a situação final substitui-se o capacitor por um aberto e ainda temos $v_- = 4V$

Logo para $t \to \infty$

$$v_o(t) = 4 + \frac{4}{2\cancel{0}.\cancel{10^3}} \cdot 3\cancel{0}.\cancel{10^3} = 14 V$$

Finalmente

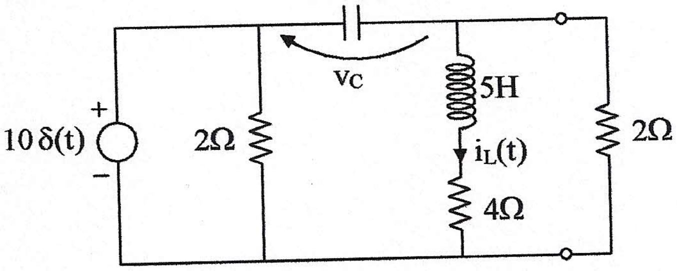
$$v_o(t) = 14 - 10e^{-20t} \quad (V, s) \quad \text{para} \quad t \geq 0$$

5 – Quanto vale a integral $\int_{-2}^{5}\left[\operatorname{sen}(t).H(t).\delta\left(t-\frac{\pi}{2}\right)+\frac{\cos(t)}{2}.\delta(t-\pi)\right]dt$?

a) 2
b) 1
c) 0,5
d) 1,5
e) 0

6 – Considere o circuito da Figura 5.
Quais são os valores de $v_C(0_+)$ e $i_L(0_+)$ (em V e A), respectivamente?

a) 5 ; 2
b) 5 ; 0
c) 2 ; 0
d) 2 ; 5
e) 5 ; −5



$v(0_-) = -5V$
$i_L(0_-) = -2A$

Figura 5

Considere o circuito da Figura 6 para os **testes 7 e 8**.

7 – A corrente de Norton de A para B vale (em A):

a) 5 I/4
b) 3 I/4
c) 2 I/3
d) I/2
e) I

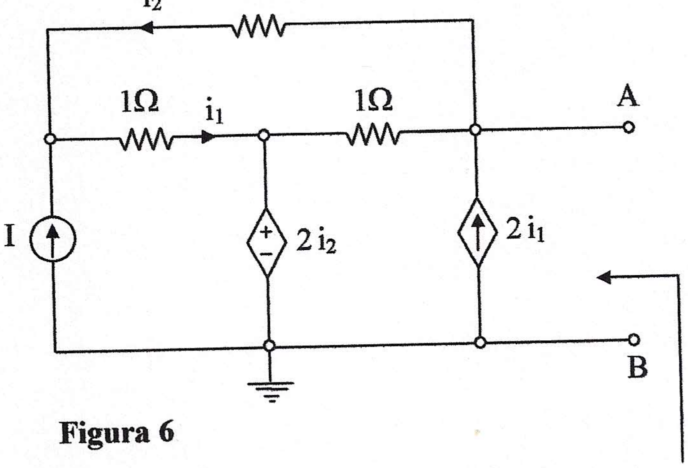


Figura 6

8 – Caso soldemos um capacitor de valor 1F entre A e B, a constante de tempo do circuito será (em s):

a) 5

b) 3

c) 4

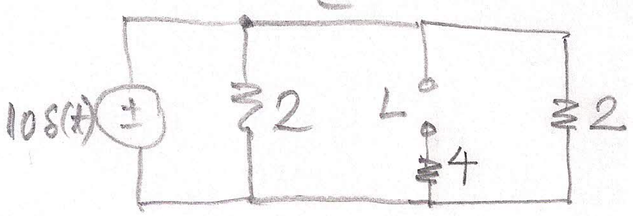
d) 2

e) 1

5) $\text{sen}\left(\frac{\pi}{2}\right) = 1$ $\quad H\left(\frac{\pi}{2}\right) = 1$ $\quad \cos\pi = -1$ e os impulsos estão em $(-2,5)$

Então $\int_{-2}^{5}\left[1\cdot\delta(t-\pi/2) - \frac{1}{2}\delta(t-\pi)\right]dt = 1 - \frac{1}{2} = \frac{1}{2}$

6)



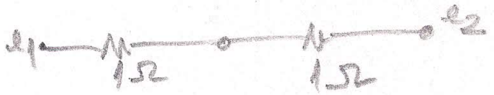
$v(0_-) = -5V$
$i_L(0_-) = -2A$

$i_C = 10/2 = 5\delta(t) \longrightarrow \Delta v_C = \frac{5}{0,5} = 10V$

$v_L = 10\delta(t) \longrightarrow \Delta i_L = \frac{10}{5} = 2A$

$v_C(0_+) = -5 + 10 = 5V \qquad i_L(0_+) = -2 + 2 = 0$

7)



Sistema para Thévenin:

e_1: $-I + (e_1 - 2\underbrace{i_{/2}}_{e_2-e_1}) + (e_1 - e_2) = 0$ ou $(3e_1 - 2e_2) + (e_1 - e_2) = I$

e_2: $-2\left[3e_1 - 2e_2\right] + (e_2 - 2\underbrace{i_{/2}}_{e_2-e_1}) + e_2 - e_1 = 0$

$$\begin{bmatrix} 4 & -3 \\ -5 & 4 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I \\ 0 \end{bmatrix} \rightarrow e_{Th} = e_2 = \frac{5I}{16-15} = 5I$$

O sistema para Norton é muito parecido com $+i_N$ na 2ª equação e com $e_2 = 0$.

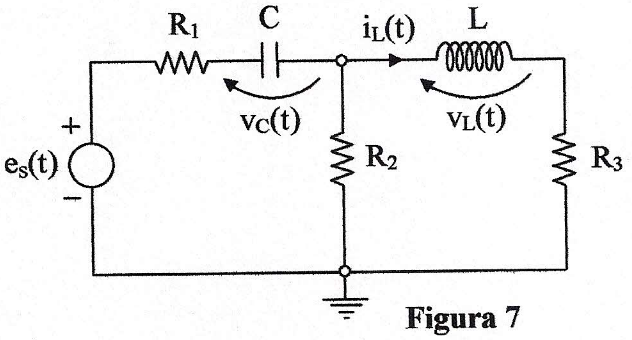
$$\begin{bmatrix} 4 & 0 \\ -5 & 1 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} e_1 \\ i_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I \\ 0 \end{bmatrix} \rightarrow i_N = \frac{5I}{4}$$

8) $R_{Th} = \frac{e_{Th}}{i_N} = 4 \longrightarrow \tau = R_{Th}\cdot C = 4s.$

Para os **testes de 09 a 12**, considere o circuito da Figura 7, cuja equação diferencial em $i_L(t)$ é

dada por $$\frac{d^2 i_L(t)}{dt^2} + \left[\frac{1}{(R_1+R_2)C} + \frac{R_1R_2+R_1R_3+R_2R_3}{L(R_1+R_2)}\right]\frac{d i_L(t)}{dt} + \frac{1}{LC}\left(\frac{R_2+R_3}{R_1+R_2}\right) i_L(t) =$$

$$= \frac{R_2}{L(R_1+R_2)}\frac{d e_s(t)}{dt}$$



$i_L(0_-) = i_0$

$v_C(0_-) = v_0$

Figura 7

9 – Para $R_1 = R_2 = R_3 = 2\Omega$, $L = \frac{3}{2}H$ e $C = \frac{1}{8}F$, pode-se afirmar que:

a) O circuito é superamortecido com $\alpha = 2\,s^{-1}$

b) O comportamento livre do circuito é do tipo crítico com $\omega_0 \approx 2{,}31$ rad/s

c) Pode-se observar batimento no transitório quando a frequência do gerador senoidal for $\omega \approx 377$ rad/s

d) O circuito entra em ressonância quando excitado com um gerador senoidal com frequência $\omega = 12{,}5$ rad/s

e) Trata-se de um circuito oscilatório com $\omega_d \approx 1{,}15$ rad/s

10 – Quando excitado com $e_s(t) = A\,\delta(t)$ [Sistema internacional] a "amplitude" do impulso que aparece em $v_L(t)$ do indutor é:

a) $\dfrac{AR_1}{R_1+R_2}$

b) $\dfrac{AR_1}{L(R_1+R_2)} + i_0$

c) $\dfrac{AR_2}{L(R_1+R_2)} + i_0$

d) $\dfrac{AR_2}{R_1+R_2}$

e) 0

11 – Para $R_1 = R_2 = R_3 = 2\Omega$, $L = 0{,}1H$, $e_s(t) = 10\,H(t)$, $v_C(0_-) = 2V$, $i_L(0_-) = -1A$,

o valor de $\left.\dfrac{d\,i_L(t)}{dt}\right|_{t=0_+}$ em (A/s) é igual a:

a) 70
b) 80
c) 90
d) 60
e) 50

12 – Para determinados valores de componentes, obteve-se $\alpha = \dfrac{7}{8}\,s^{-1}$ e $\omega_0 = \dfrac{1}{\sqrt{2}}$ rad/s.

Sabendo-se que $e_s(t) = 10\,H(t)$, $i_L(0_-) = 2A$ e $\left.\dfrac{d\,i_L(t)}{dt}\right|_{t=0_+} = \dfrac{7}{4}$ A/s,

a expressão completa de $i_L(t)$ para $t \geq 0$ é dada aproximadamente por:

a) $7{,}3\,e^{-1{,}51\,t} - 3{,}3\,e^{-0{,}42\,t} - 2$
b) $-2{,}2\,e^{-3{,}11\,t} + 4{,}2\,e^{-2{,}45\,t}$
c) $4{,}4\,e^{-0{,}36\,t} - 2{,}4\,e^{-1{,}39\,t}$
d) $5{,}2\,e^{-0{,}42\,t} - 3{,}2\,e^{-0{,}82\,t}$
e) $8{,}4\,e^{-0{,}22\,t} - 5{,}4\,e^{-3{,}11\,t} - 1$

P3 - 2019 - PSI3211 - gabarito dos Testes de 09 a 12

9)

$$2\alpha = \left[\frac{1}{(R_1+R_2)C} + \frac{R_1R_2+R_1R_3+R_2R_3}{L(R_1+R_2)}\right] = \frac{1}{4\cdot\frac{1}{8}} + \frac{12}{\frac{3}{2}\cdot 4}$$

$$2\alpha = 2+2 \Rightarrow \boxed{\alpha = 2s^{-1}}$$

$$\omega_0^2 = \frac{1}{LC}\cdot\left(\frac{R_2+R_3}{R_1+R_2}\right) = \frac{1}{\frac{3}{2}\cdot\frac{1}{8}}\cdot\frac{4}{4} = \frac{16}{3}$$

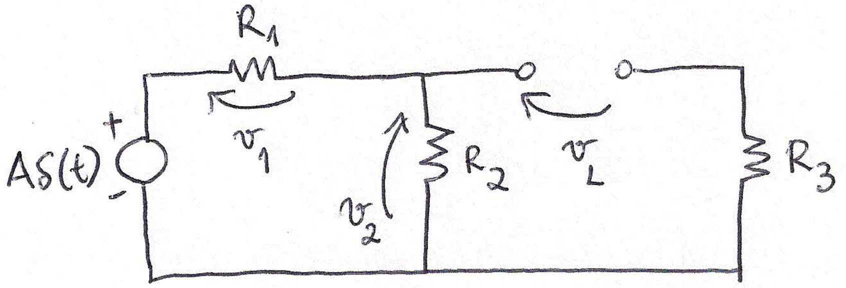
$$\boxed{\omega_0 = \frac{4}{\sqrt{3}} = \frac{4\sqrt{3}}{3} = 2{,}3094\ rad/s}$$

$\omega_0 > \alpha \Rightarrow$ oscilatório

$$\omega_d = \sqrt{\omega_0^2 - \alpha^2} = 1{,}15\ rad/s$$

$\Rightarrow$ Trata-se de um circuito oscilatório com $\omega_d \approx 1{,}15\ rad/s$

10) Pelo método "caipira"



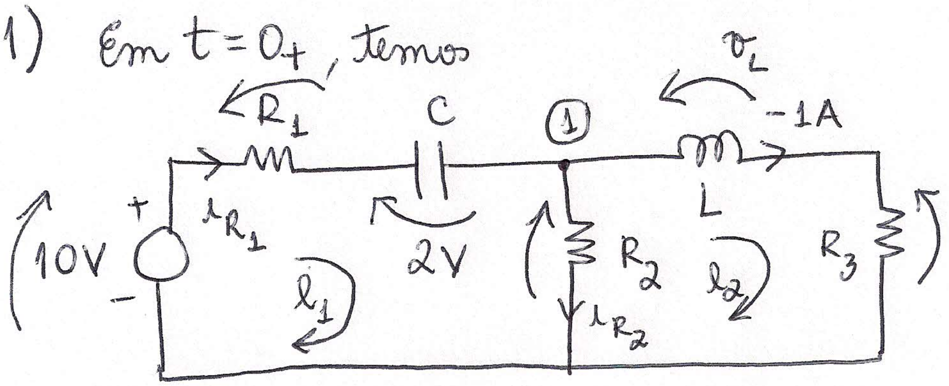
$$v_L = v_2 = A\delta(t)\frac{R_2}{R_1+R_2}$$

$$\int_{0_-}^{0_+} L\frac{di_L}{dt}dt = \frac{AR_2}{R_1+R_2}\int_{0_-}^{0_+}\delta(t)dt \Rightarrow i_L(0_+) = i_0 + \frac{AR_2}{(R_1+R_2)L}$$

Há um degrau de $\dfrac{AR_2}{(R_1+R_2)L}$ na corrente $i_L(t)$

que gera um impulso de amplitude $\boxed{\dfrac{AR_2}{R_1+R_2}}$ em $v_L(t)$

11) Em $t=0_+$, temos



$v_{R_3} = R_3 i_L(0_+)$
$= 2(-1) = -2V$

2ª LK no laço l_1

$R_1 i_{R_1} + R_2 i_{R_2} = 10-2$

1ª LK em 1

$-i_{R_1} + i_{R_2} - 1 = 0$

$\Rightarrow i_{R_1} - i_{R_2} = -1$

$$2i_{R_1} + 2i_{R_2} = 8$$
$$2i_{R_1} - 2i_{R_2} = -2$$

$4i_{R_1} = 6 \Rightarrow i_{R_1} = \dfrac{3}{2}$ A

$i_{R_2} = i_{R_1} + 1 = \dfrac{5}{2}$ A

$v_{R_2} = 2 \cdot \dfrac{5}{2} = 5V$

2ª LK no laço l_2

$-v_{R_2} + v_L + v_{R_3} = 0$

$$v_L(0_+) = v_{R_2}(0_+) - v_{R_3}(0_+) = 5-(-2) = 7V$$

$$v_L(0_+) = L\left.\frac{di_L(t)}{dt}\right|_{t=0_+} \Rightarrow \boxed{\left.\frac{di_L(t)}{dt}\right|_{t=0_+} = \frac{7}{0{,}1} = 70\ A/s}$$

12) 3

$\alpha > \omega_0 \rightarrow$ superamortecido

$i_{Lp}(t) = 0$

$a = i_L(0_+) - i_{Lp}(0_+) = 2$

$$b = \frac{d\,i_L(0_+)}{dt} + \cancel{\frac{d\,i_{Lp}(0_+)}{dt}}^{\,0} = \frac{7}{4}$$

$$s_1 = -\frac{7}{8} + \sqrt{\frac{49}{64} - \frac{1}{2}} = -0{,}3596$$

$$s_2 = -\frac{7}{8} - \sqrt{\frac{49}{64} - \frac{1}{2}} = -1{,}3904$$

$$A_1 = \frac{s_2 a - b}{s_2 - s_1} = 4{,}3955 \qquad A_2 = -\frac{s_1 a + b}{s_2 - s_1} = -2{,}3955$$

$$\boxed{i_L(t) \approx 4{,}4\,e^{-0{,}36t} - 2{,}4\,e^{-1{,}39t} \quad , \; t \geq 0}$$