CHRISTIANO

EA513 — 2^0 Semestre de 2008 — Prof. Christiano Lyra Filho

Segunda Prova — 16 de outubro de 2008

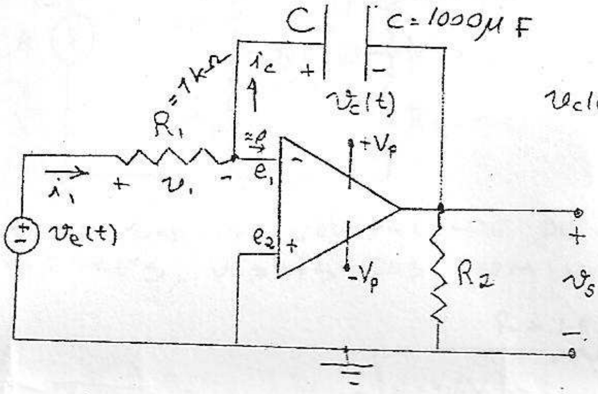
2,5 PONTOS

1. No circuito com amplificador operacional representado a seguir, tem-se: $V_p = 10$ Volts, $R_1 = R_2 = 1\ k\Omega$, $C = 1000\ \mu F$ e $v_c(0) = 0$.

   (a) Encontre a tensão de saída $v_s(t)$ em termos da tensão de entrada $v_e(t)$. 1,5 PTOS

   (b) Conhecendo $v_e(t) = 20t$ Volts, encontre a tensão $v_s(t)$ para t entre 0 e 2 seg. 1 PTO

   $(-0{,}5$ se $v_s(t) < -V_p)$



$v_c(0) = 0$

(a) $i_1 = i_c$

$$i_1 = \frac{v_e}{R_1}, \quad i_c = C\frac{dv_c}{dt}$$

$$\frac{v_e}{R_1} = C\frac{dv_c}{dt} = C\frac{d(-v_s)}{dt}$$

$$v_e = -R_1 C_1 \frac{dv_s}{dt}$$

$$v_e = -1\cdot 10^3 \cdot 10^3 \cdot 10^{-6}\frac{dv_s}{dt}$$

$$v_s(t) - v_s(0) = -\int_0^t v_e(\tau)\,d\tau$$

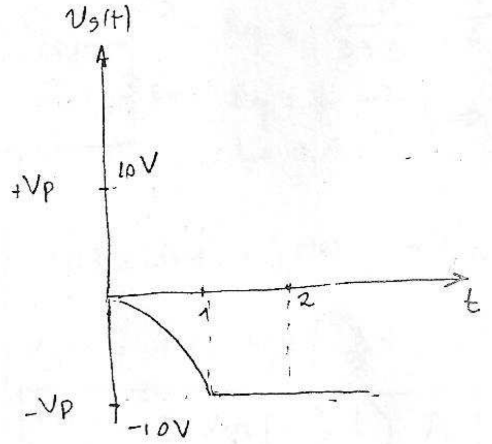
$$v_s(t) = v_s(0) - \int_0^t v_e(\tau)\,d\tau$$

$$v_s(t) = -v_c(0) - \int_0^t v_e(\tau)\,d\tau$$

(b) $v_e(t) = 20t$ Volts.

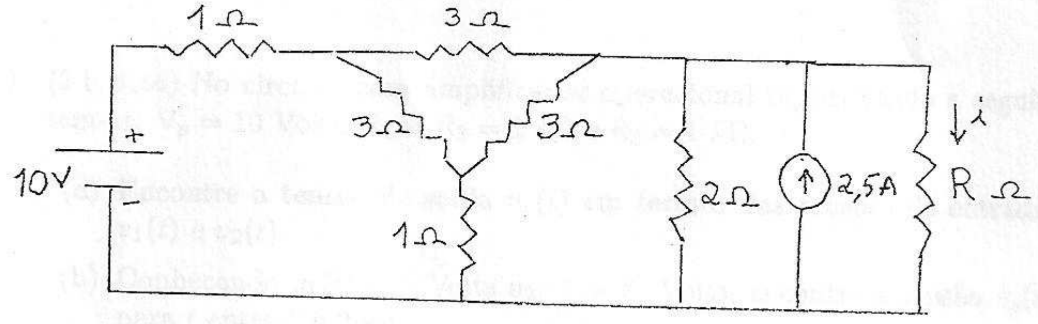
$v_c(0) = 0$

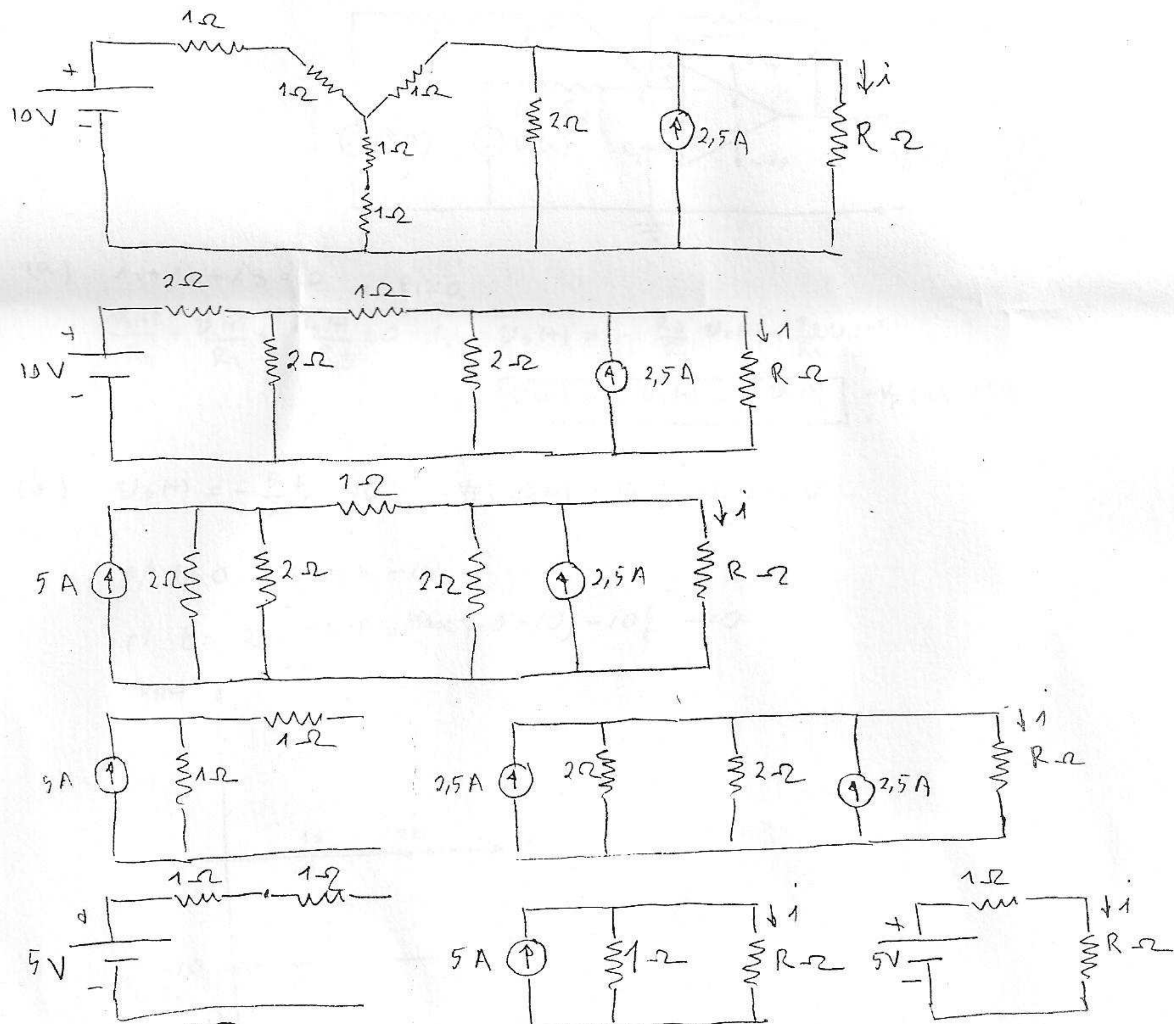
$$v_s(t) = -\int_0^t (20\tau)\,d\tau = -\frac{20t^2}{2} = -10t^2$$

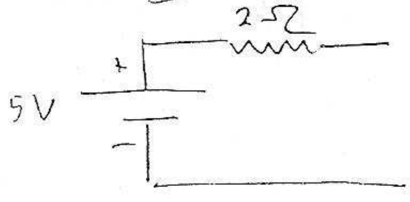


0,5 Δ-Y
0,5 EQ. THÉVENIN-NORTON
2,5 PONTOS 1,5 RESP. CORRETA

2. Considere o circuito representado abaixo. Obtenha a corrente i como função da resistência R.







$$\boxed{i = \frac{5}{1+R} \ \mathrm{A}}$$

2,5 PONTOS — (a) 0,5; (b) 1,0; (c) 1,0 (Se $v(0) \neq 150V$, $-0,5$)

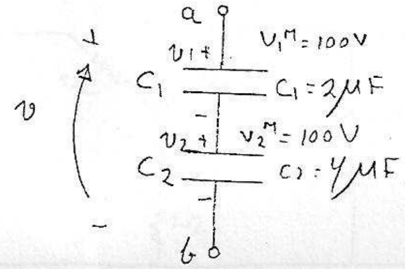
3. Considere a associação de capacitores lineares representada na figura (A) abaixo, onde cada capacitor pode suportar uma tensão máxima de 100 Volts. O capacitor C_1 tem capacitância de 2 μF e o capacitor C_2 tem capacitância de 4 μF.

   (a) Determine a capacitância equivalente da associação de capacitores.

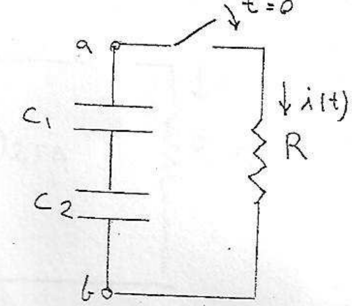
   (b) Determine a tensão máxima (v^M) que pode ser aplicada entre os terminais a e b da associação.

   (c) Suponha que entre os terminais a e b da associação seja conectada uma resistência R = 1 $k\Omega$, como ilustra a figura (B), num momento em que a associação esteja carrega com a carga máxima suportada pela mesma. Determine a corrente $i(t)$, para $t \geq 0$.

$v = v_1 + v_2$



(A)



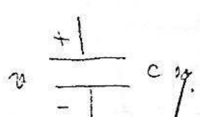
(B)

(a) $\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$

$C_{eq} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \frac{2\mu F \cdot 4\mu F}{2\mu F + 4\mu F} = \frac{8}{6}\mu F$

$\boxed{C_{eq} = \frac{4}{3}\mu F}$

(b)



$C_{eq} \cdot v = C_1 v_1 = C_2 v_2$

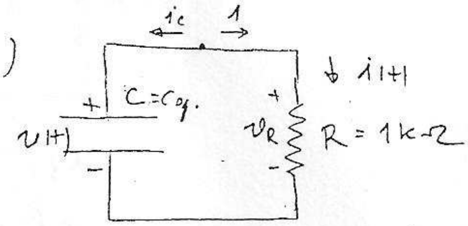
$\frac{4}{3} v_a^M = 2 v_1^M \therefore v_a^M = \frac{6}{4} v_1^M = \frac{3}{2}(100) = 150V$

$\frac{4}{3} v_b^M = 4 v_2^M \therefore v_b^M = \frac{12}{4} v_2^M = 3(100) = 300V$

$v^M = \min\{v_a^M, v_b^M\} = \min\{150V, 300V\}$

$\boxed{v^M = 150\ V}$

(c)



$v(0) = v^M = 150V$

$v_R - v(t) = 0$

$i_c + i = 0 \therefore i = -i_c = -C\frac{dv}{dt}$

$v_R = Ri$

$i_c = C\frac{dv}{dt}$

$Ri - v = 0 \therefore R(-C\frac{dv}{dt}) - v = 0$

$RC\frac{dv}{dt} + v = 0$, $RC = RC_{eq} = 1 \cdot 10^3 \times \frac{4}{3} \cdot 10^{-6}$

$\tau = RC = \frac{4}{3} 10^{-3} s$.

$v(t) = k \exp(-\frac{t}{\tau})$

$v(t) = k \exp(-\frac{3}{4} 10^3 t)$

$k = v(0) = 150V$

$\boxed{v(t) = 150 \exp(-\frac{3}{4} 10^3 t)\ V}$

$i(t) = \frac{v(t)}{R}$

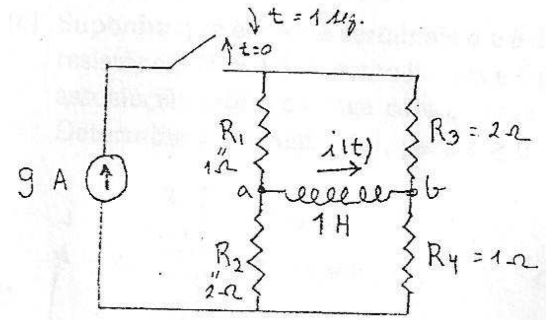
$\boxed{i(t) = 0,15 \exp(-\frac{3}{4} 10^3 t)\ A}$

2,5 PONTOS — (a) 1,5 PTOS; (b) 1 PTO.

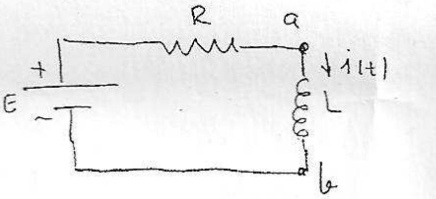
4. Considere o circuito linear de primeira ordem não autônomo representado abaixo, onde $R_1 = R_4 = 1\ \Omega$, $R_2 = R_3 = 2\ \Omega$ e o indutor tem indutância $L = 1$ H. Suponha que a chave, depois de muito tempo fechada, é aberta em $t = 0$.

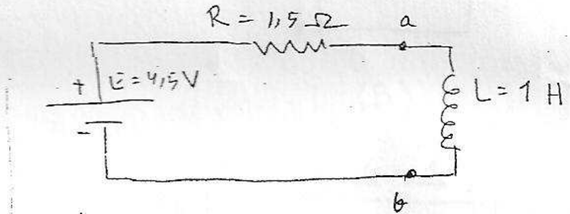
   (a) Determine a corrente $i(t)$, através do indutor, para $t \geq 0$.

   (b) Suponha que a chave é novamente fechada em $t = 1$ segundo. Determine a corrente $i(t)$ para $t \geq 1$ seg.

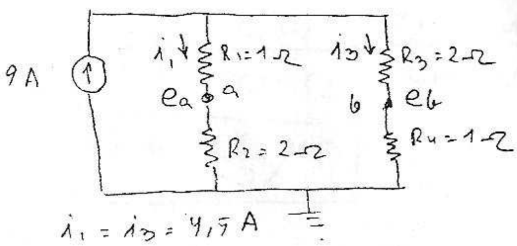


(a) VAMOS INICIALMENTE DETERMINAR UM EQUIVALENTE DE THÉVENIN PARA O CIRCUITO DA FONTE E RESISTORES, VISTOS DOS TERMINAIS a e b.





PARA O CIRCUITO ABERTO, $v_{ab} = E$.



$i_1 = i_3 = 4,5$ A

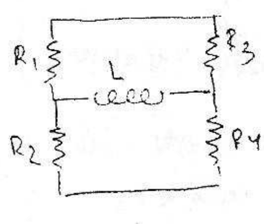
$e_a = R_2 \cdot i_1 = 9$ V

$e_b = R_4\, i_2 = 4,5$ V

$v_{ab} = e_a - e_b = 4,5\text{ V} \Rightarrow E = 4,5$ V

$i(0^-) = i(0) = \frac{E}{R} = 3$ A

$i(\infty) = 0$



$R_{eq} = \overbrace{(R_1 + R_3)}^{3\Omega} \,//\, \overbrace{(R_2 + R_4)}^{3\Omega}$

$R_{eq} = \frac{3 \cdot 3}{3+3} = \frac{9}{6} = \frac{3}{2}\ \Omega$

$\left.\begin{array}{l} R_{eq} = \frac{3}{2}\ \Omega \\ L = 1\text{ H} \end{array}\right\} \Rightarrow \tau = \frac{L}{R} = \frac{1}{3/2}$

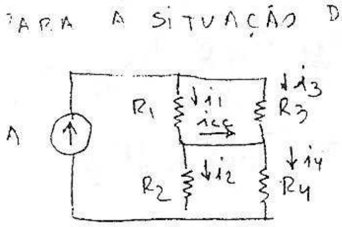
$\tau = \frac{2}{3}$ seg.

$i(t) = i(\infty) + [i(0) - i(\infty)] \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right)$

$i(t) = i(0) \exp\left(-\frac{3}{2}t\right)$

$\boxed{i(t) = 3 \exp\left(-\frac{3}{2}t\right) \text{ A}}$

PARA A SITUAÇÃO DE CURTO CIRCUITO, $i_{cc} = I$.



$R_1 i_1 = R_3 i_3$

$R_2 i_2 = R_4 i_4$

$i_1 + i_3 = i_2 + i_4 = 9$ A

$i_1 = 6,\ i_3 = 3$

$i_2 = 3,\ i_4 = 6$

$i_{cc} + i_3 = i_4$

$i_{cc} + 3 = 6 \therefore i_{cc} = 3$A

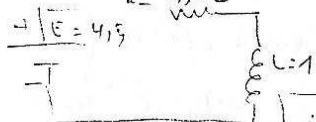
$\boxed{I = 3\text{A}}$

$I = 3$A

$E = 4,5$V $\therefore R = \frac{E}{I} = \frac{4,5}{3} \therefore \boxed{R = 1,5\ \Omega}$

(b)

$i(1) = 3 \exp(-3/2) = 3(0,22) = 0,66$



$i(\infty) = \frac{E}{R} = 3$A.

$\boxed{i(t) = 3 + [0,66 - 3] \exp\left[-\frac{3}{2}(t-1)\right]}$ A.

$t \geq 1$