



ETE103 - Fundamentos de Circuitos Analógicos

Trabalho – 4. Bimestre 2020 – Exercícios

Prezados alunos. O objetivo deste trabalho é resolver os exercícios apresentados. Para isso, leiam as instruções a seguir:

- Este trabalho será aplicado apenas para os alunos do período diurno.
- Nas questões os enunciados apresentam uma dependência do valor da variável N, onde $N = A + C$ obtido a partir do RA do aluno, conforme explicado a seguir:

RA: . -

• O trabalho é individual. Divulgação no Moodle a partir de 26/11/2020 (quinta-feira). Entrega até o dia 28/11/2020 (sábado). Os trabalhos não serão aceitos após esta data; o MoodleRooms estará programado para isto. Não deixem para entregar em cima da hora, para evitar problemas (por exemplo, problemas de conexão com a internet).

• Os exercícios devem ser resolvidos e, depois de concluídos, digitalizados, gerando um arquivo em PDF o qual deverá ser postado no MoodleRooms, fazendo o Upload na Tarefa “Trabalho do 4. Bimestre – Diurno” na pasta “Ensino-Aprendizagem Mediados por Tecnologias – Repositórios”. Serão aceitos arquivos no formato PDF.

RA: . -

Meu dígito é $N = A + C = \underline{8}$ e $B = \underline{4}$

Aluno: Igor Eiki Ferreira Kubota

Valores das questões:

Questão	Valor	Nota
1ª Questão	3,0	
2ª Questão	3,0	
3ª Questão	2,0	
4ª Questão	2,5	
Total (Máximo)	10,0	

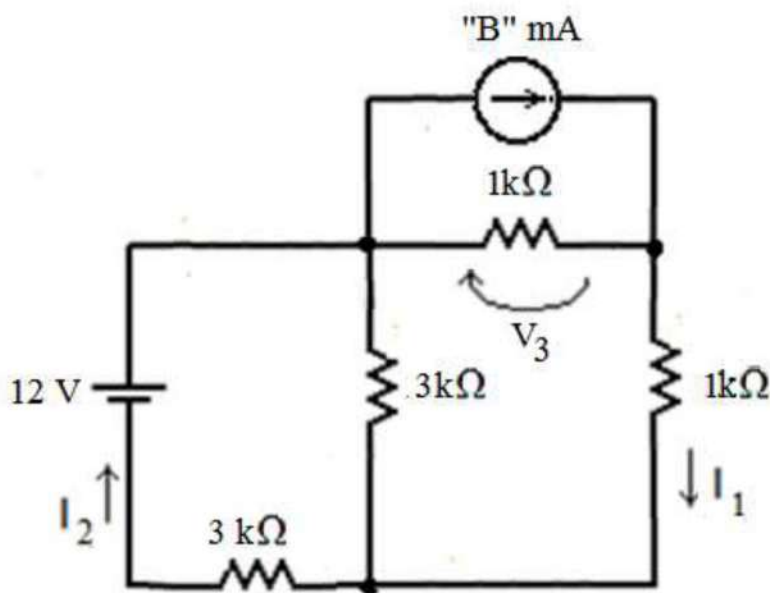
Orientações adicionais:

- Não se esqueçam de assinar na primeira página e preencher o RA determinando os dígitos “N” e “B”.
- É essencial que todos os cálculos teóricos sejam apresentados. A estratégia de utilizar softwares de simulação para comprovar os resultados pode ser adotada, mas apenas para conferir se os resultados calculados estão coerentes. Contudo, todos os resultados apresentados têm que ser comprovados pelos cálculos.
- Não deixem para resolver de última hora, pois apesar de serem apenas três questões, as mesmas são trabalhosas.
- Os cálculos devem obrigatoriamente ser realizados com 4 casas decimais para garantir boa precisão nos resultados.
- Todas as tensões e correntes pedidas devem ser obtidas considerando a polaridade indicada.
- Se precisar de folhas em branco adicionais para resolver as questões pode adicioná-las livremente.
- Quando for postar a solução na tarefa do Moodle, não precisa incluir todas as folhas; basta incluir as questões referentes aos seus dígitos específicos “N” e “B”. Contudo fique atento para que, quando for enviar o trabalho, não se esqueça de nenhuma página; confira após fazer o *upload*.
- Lembre-se que não é permitido o “plágio” portanto jamais copie a solução desenvolvida por um colega; cópias flagrantes identificadas, podem resultar em “0” na questão ou até na prova inteira.
- Verifiquem a qualidade do escaneamento realizado para garantir que a solução possa ser visualizada claramente pelo professor. Escreva de forma clara, pois o que não pode ser lido ou visto, não pode ser corrigido.

1ª Questão (3,0 pontos)

Essa questão deve ser resolvida apenas por alunos que apresentam N = 6, 7 8, 9, 10 e 11. Observe que a fonte de corrente do circuito depende do dígito B, específico de cada aluno. Se $B = 0$, considere que a fonte é de 10 mA (ou seja, assuma $B = 10$).

Considere o seguinte circuito. Analise o circuito para determinar as correntes I_1 e I_2 e a tensão V_3 . Resolva utilizando obrigatoriamente o “Teorema de Thevenin” ou “Teorema da Superposição”.

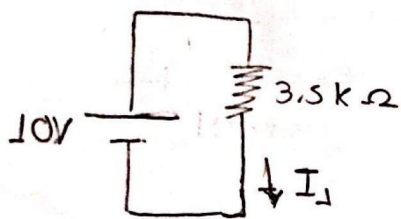
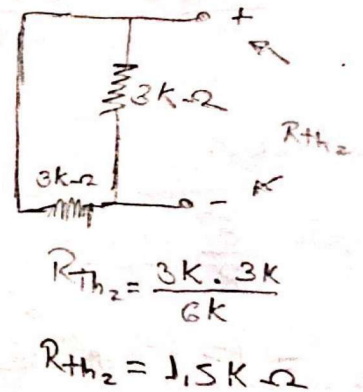
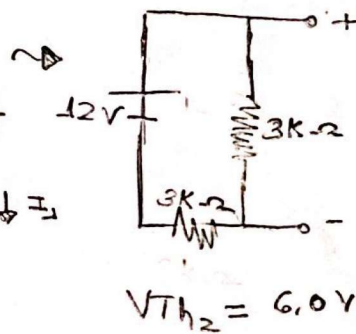
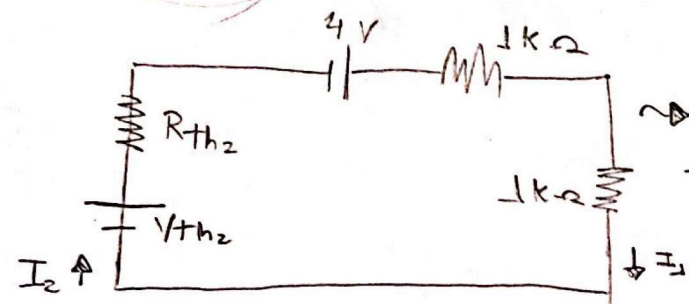
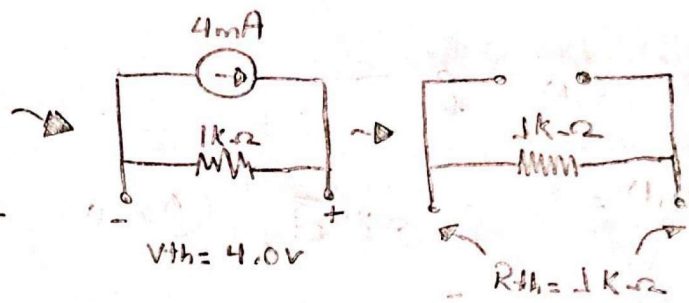
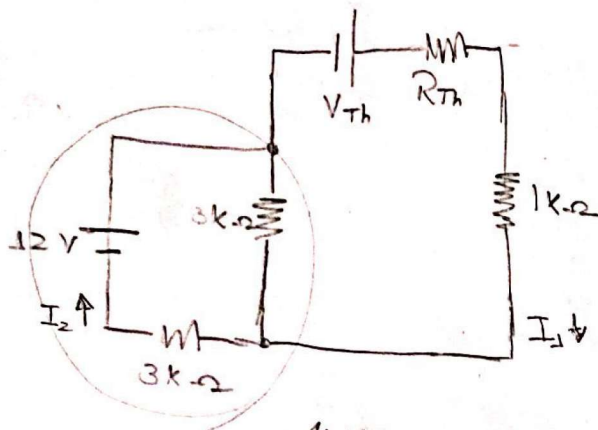
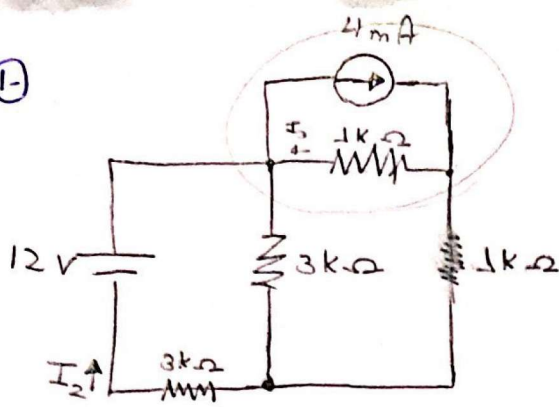


Resultados: $I_1 = \underline{2,8571}$ (mA)

$I_2 = \underline{3,4286}$ (mA)

$V_3 = \underline{-1,1429}$ (V)

1-



$$I_1 = \frac{U}{R}$$

$$I_1 = \frac{10}{3.5} \Rightarrow$$

$$I_1 = 2.8571 \text{ mA}$$

$$V_3 = I_3 \cdot R_3$$

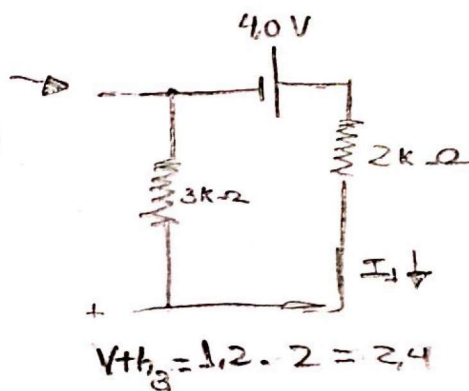
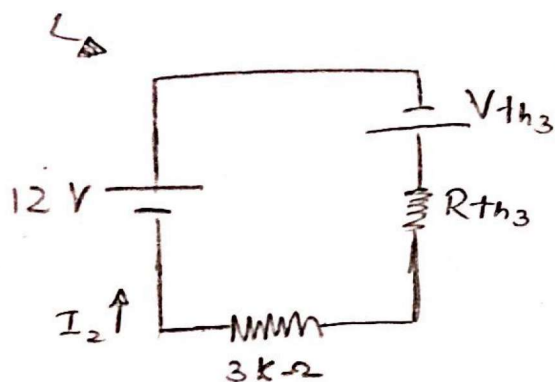
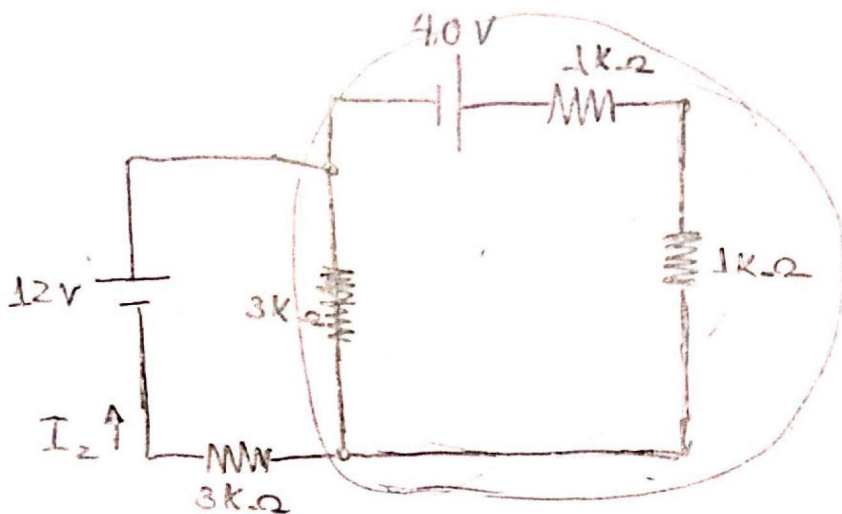
$$V_3 = 1.1429 \text{ V}$$

$$V_3 = -1.1429 \text{ V}$$

$$I_3 = 4 - I_1$$

$$I_3 = 4 - 2.8571$$

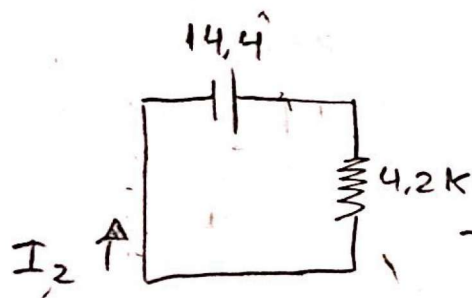
$$I_3 = 1.1429$$



$$R_{th3} = \frac{3 \cdot 2}{3 + 2}$$

$$= \frac{6}{5}$$

$$R_{th3} = 1.2 \text{ k}\Omega$$



$$I_2 = \frac{V}{R}$$

$$I_2 = \frac{14.4}{4.2}$$

$$\Rightarrow I_2 = 3.4286 \text{ mA}$$

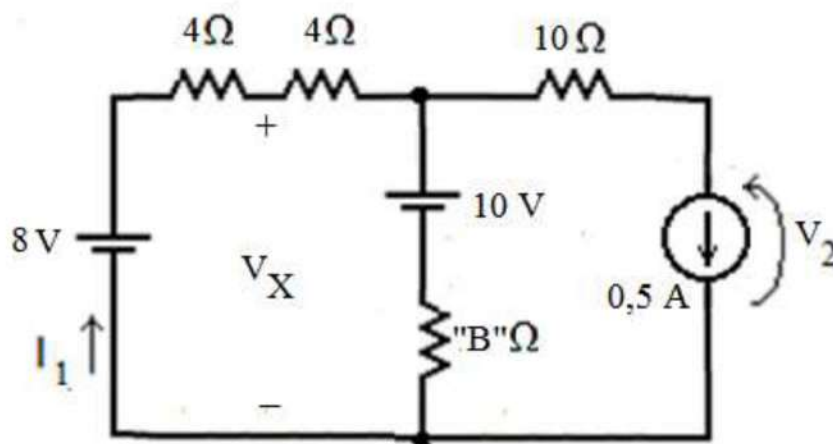
2ª Questão (3,0 pontos)

Essa questão deve ser resolvida apenas por alunos que apresentam $N = 6, 7, 8, 9, 10$ e 11 .

Observe que há um resistor cujo valor depende do dígito B , específico de cada aluno.

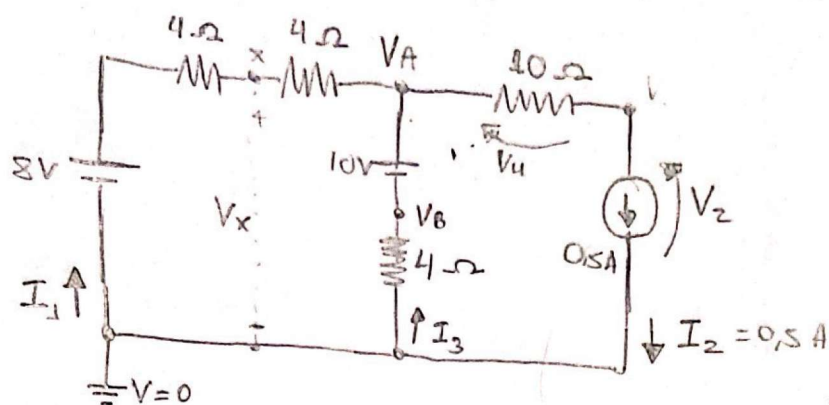
Se $B = 0$, considere uma resistência de $10\ \Omega$ (ou seja, assumo $B = 10$).

Considere o seguinte circuito. Analise o circuito e resolva-o utilizando obrigatoriamente o “Método da Análise Nodal” para determinar a corrente I_1 e as tensões V_2 e V_X .



Resultados: $I_1 = \underline{0}$ (A) $V_2 = \underline{3,0000}$ (V) $V_x = \underline{8,0000}$ (V)

2-



1- no A

$$I_1 + I_3 = I_2$$

$$I_1 + I_3 = 0,5 \text{ A}$$

$$I_1 = \frac{8 - V_a}{4}$$

$$I_3 = \frac{-V_b}{4}$$

$$I_2 = \frac{V_a - V_2}{10} = 0,5$$

2- $V_a - V_b = 10$
 $V_a = 10 + V_b$

3- $2 - \frac{V_a}{4} - \frac{V_b}{4} = 0,5$

$$\frac{V_a + V_b}{4} = 1,5$$

$$V_a + V_b = 6$$

$$(0 + V_b) + V_b = 6$$

$$2V_b = 6 - 10$$

$$2V_b = -4$$

$$V_b = -2$$

$\Delta V_a = 10 + V_b$
 $V_a = 8$

4-

$$I_1 = \frac{8 - V_a}{4} = \frac{0}{4}$$

$I_1 = 0 \text{ A}$

5-

$$V_a - V_2 = 5$$

$$8 - V_2 = 5$$

$V_2 = 3,0 \text{ V}$

6-

$$I_1 = \frac{8 - V_x}{4} \Rightarrow 2 - \frac{V_x}{4}$$

$$0 = 2 - \frac{V_x}{4} \Rightarrow 2 = \frac{V_x}{4}$$

$V_x = 8,0 \text{ V}$

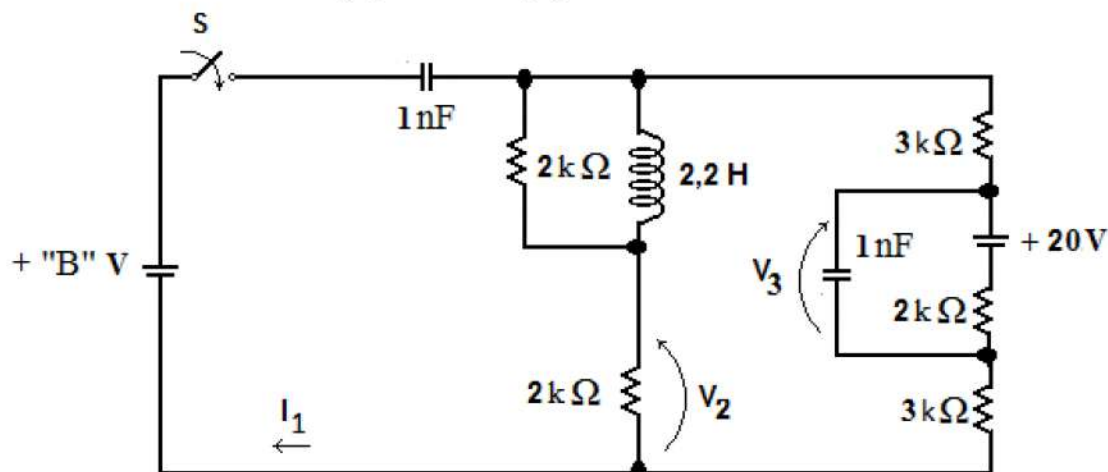
3ª Questão (2,0 pontos)

Essa questão deve ser resolvida por todos alunos independente do dígito do RA.

Observe que há uma fonte cujo valor depende do dígito B, específico de cada aluno.

Se $B = 0$, considere uma fonte de 10 V (ou seja, assuma $B = 10$).

Considere a seguinte aplicação utilizando capacitor e indutor, onde as tensões iniciais nesses componentes são inicialmente: $v_C(0^-) = 0$ V e $v_L(0^-) = 0$ V.



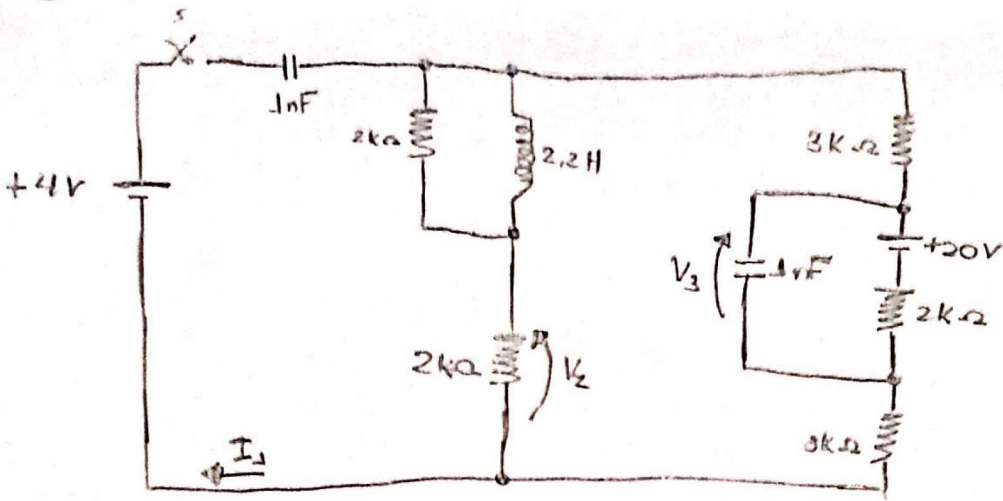
- a) Assumindo que a chave S estava inicialmente aberta e foi fechada em $t \rightarrow 0$, determine a corrente I_1 e as tensões V_2 e V_3 no instante de fechamento da chave. **(1,0 pontos)**

Resultados: $I_1 = \underline{1,6667 \text{ mA}}$ $V_2 = \underline{2,0000 \text{ V}}$ $V_3 = \underline{0 \text{ V}}$

- b) Assumindo que a chave permaneceu fechada durante um longo tempo suficiente para estabilização das tensões ($t \rightarrow \infty$), determine a corrente I_1 e as tensões V_2 e V_3 que serão obtidas após essa estabilização. **(1,0 pontos)**

Resultados: $I_1 = \underline{0 \text{ A}}$ $V_2 = \underline{4,0000 \text{ V}}$ $V_3 = \underline{16,0000 \text{ V}}$

5. a)



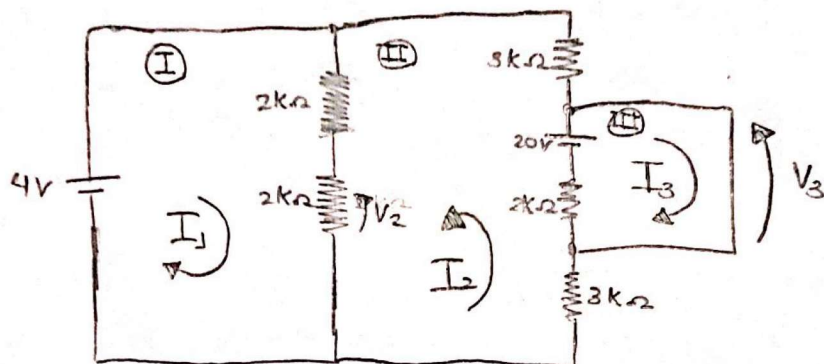
$$V_C(0) = 0V$$

$$V_L(0) = 0V$$

$t = 0 :$

Capacitor : curto-circuito

Indutor : circuito aberto



$$\textcircled{I} \rightarrow 4(I_1 + I_2) = 4 \rightarrow I_1 + I_2 = 1 \rightarrow I_2 = 1 - I_1$$

$$\textcircled{II} \rightarrow 2(I_2 + I_3) = 20 \rightarrow I_2 + I_3 = 10 \rightarrow I_3 = 10 - I_2 \rightarrow I_3 = 9 + I_1$$

$$\textcircled{III} \rightarrow 6I_2 + 4(I_1 + I_2) + 2(I_2 + I_3) = 20$$

$$6I_2 + 4I_1 + 4I_2 + 2I_2 + 2I_3 = 20$$

$$4I_1 + 12I_2 + 2I_3 = 20 \rightarrow 2I_1 + 6I_2 + I_3 = 10$$

Substituindo

$$\rightarrow 2I_1 + 6(1 - I_1) + 9 + I_1 = 10 \rightarrow 2I_1 + 6 - 6I_1 + 9 + I_1 = 10$$

$$I_1 = \frac{10 - 15}{-3} = \frac{5}{3} \Rightarrow I_1 = 1,6667 \text{ mA}$$

$$\rightarrow V_2 = 2(I_1 + I_2) \quad V_3 = 20 - 2(I_2 + I_3)$$

$$V_2 = 2,0 \text{ V}$$

$$V_3 = 20 - 20$$

$$V_3 = 0 \text{ V}$$

$$I_2 = -0,6667 \text{ mA}$$

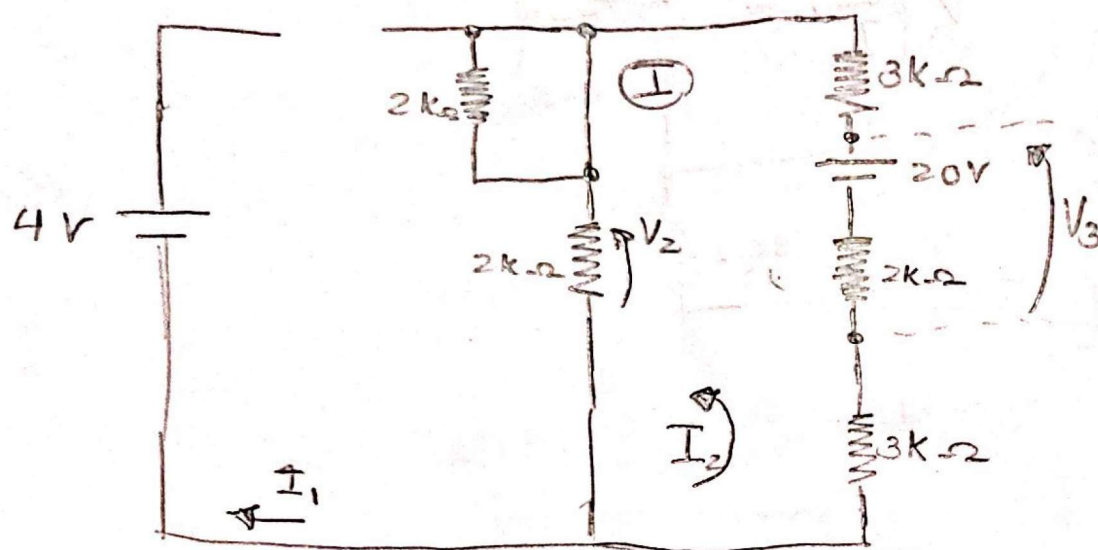
$$I_3 = 10,6667 \text{ mA}$$

b)

$t \rightarrow \infty$

Capacitor = circuito aberto

Indutor = curto-circuito



$I_1 = 0A$
 ↳ circuito aberto //

$$\textcircled{I} \rightarrow I_2 = \frac{U}{R_{eq}} = \frac{20}{10} = 2mA$$

$$V_2 = 2 \cdot I_2 \Rightarrow V_2 = 2.2$$

$$\boxed{V_2 = 4,0V} //$$

$$V_3 = 20 - 2I_2 \Rightarrow V_3 = 20 - (2.2)$$

$$\boxed{V_3 = 16,0V} //$$

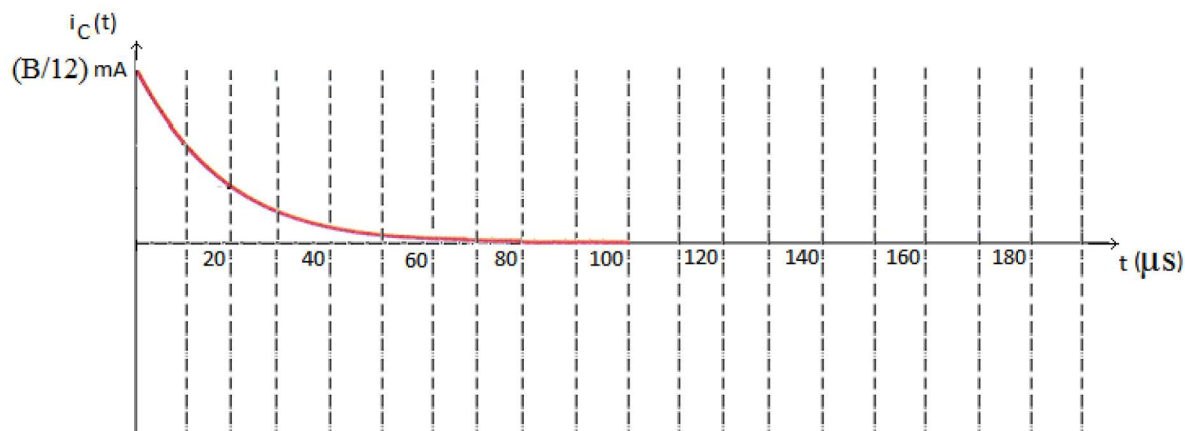
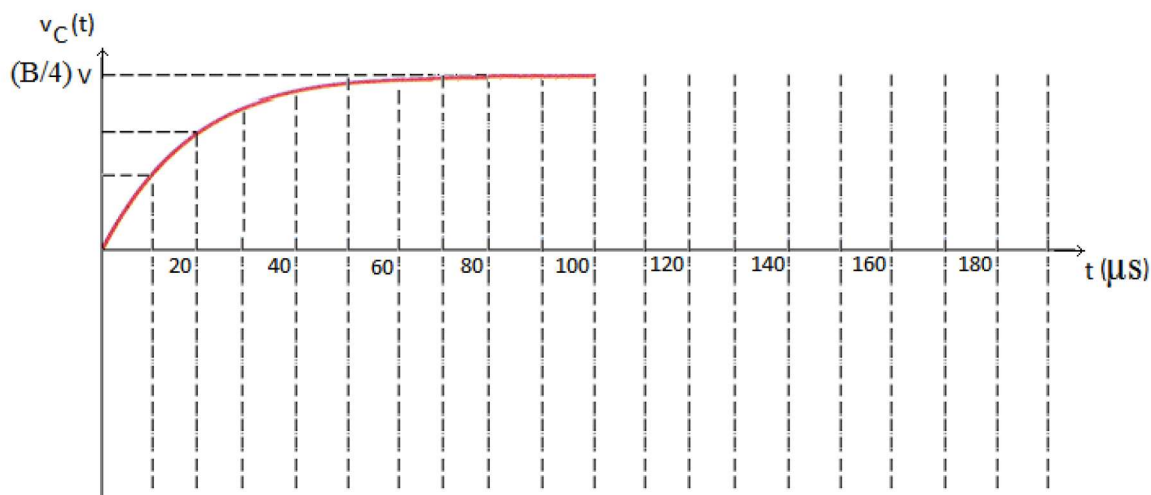
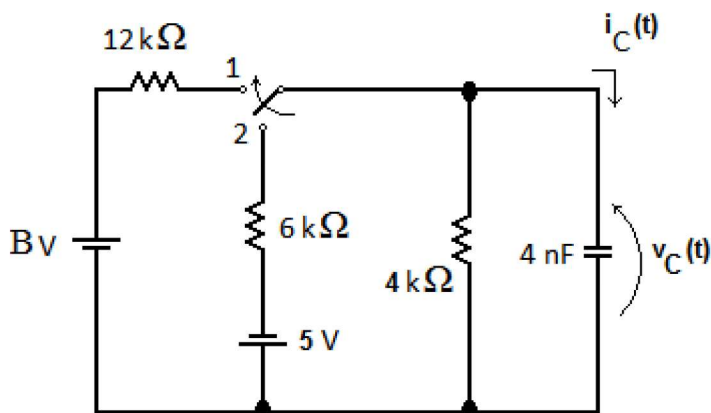
4ª Questão (2,5 pontos)

Essa questão deve ser resolvida por todos alunos independente do dígito do RA.

Observe que há uma fonte de tensão cujo valor depende do dígito B, específico de cada aluno.

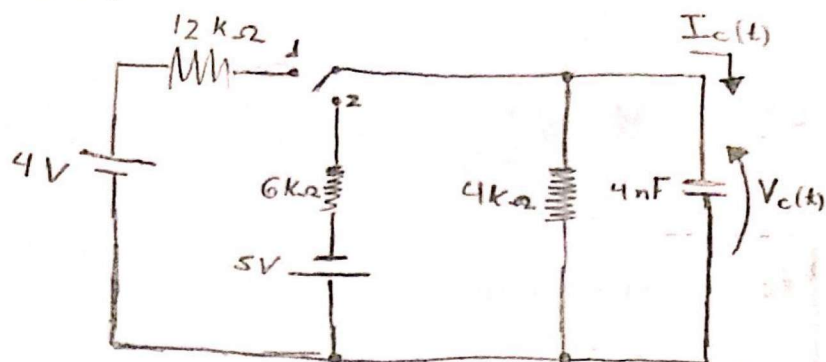
Se $B = 0$, considere que a fonte apresenta valor de 10 V (ou seja, assuma $B = 10$).

O circuito a seguir mostra o acionamento de um capacitor por meio de duas fontes, onde, estando a chave na posição 1 durante um tempo de $100\mu\text{s}$, a tensão e corrente no capacitor se apresentam como ilustrado abaixo:

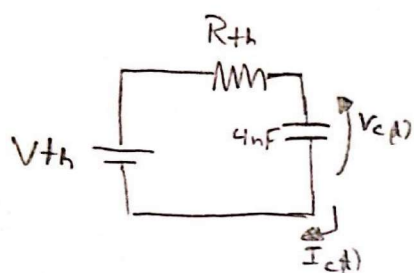


- Sabendo-se que a chave foi transferida para a posição 2 em $t = 100\mu\text{s}$, complete as formas de onda de $v_C(t)$ e $i_C(t)$, esboçando os sinais até cerca de $180\mu\text{s}$.
- Nas formas de onda determine a tensão e a corrente quando $t = 107,0461\mu\text{s}$, ou seja, $7,0461\mu\text{s}$ após a mudança da posição da chave.

④ a.)



Chaque am. 1:



$$R_{th} = 12 // 4 = 3 \text{ k}\Omega$$

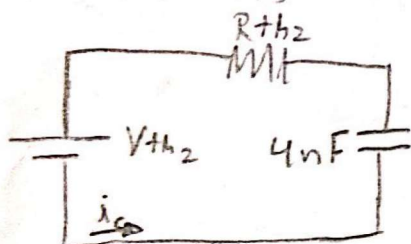
$$\frac{4}{16 \text{ k}} = \frac{V_{th}}{4 \text{ k}} \quad V_{th} = \frac{4 \cdot 4}{16} = 1,0 \text{ V}$$

$$\boxed{V_{th} = V_C}$$

$$\boxed{V_C = 1,0 \text{ V}}$$

$$\tau_1 = R_{th} \cdot C$$

$$= 3 \text{ k} \cdot 4 = 12 \mu\text{s} \rightarrow 5\tau_1 = 60 \mu\text{s}$$



$$\frac{-5}{10 \text{ k}} = \frac{V_{th2}}{4 \text{ k}} \rightarrow \boxed{V_{th2} = -2,0 \text{ V}}$$

$$R_{th2} = 6 // 4 \Rightarrow \boxed{R_{th2} = 2,4 \text{ k}\Omega}$$

$$\tau_2 = R_{th2} \cdot C$$

$$\tau_2 = 2,4 \cdot 4,0$$

$$\boxed{\tau_2 = 9,6 \mu\text{s}}$$

$$5\tau_2 = 48 \mu\text{s}$$

En $t=0$; $t=100 \mu\text{s}$: $V_{th2} = -2,0 \text{ V}$; $V_C(t) = 1,0 \text{ V}$

$$t = 100 + 48 = 148 \mu\text{s}$$

$$i_C(t) = \frac{-2 - 1}{2,4 \text{ k}} = \frac{-3}{2,4 \text{ k}} \Rightarrow \boxed{-1,25 \text{ mA}}$$

$$V_C(t) = 1 + (-2 - 1)(1 - e^{-t/\tau_2}) = 1 - 3(1 - e^{-t/\tau_2})$$

$$\boxed{V_C(t) = -2 + 3e^{-t/\tau_2}}$$

$$\begin{matrix} t=0 \\ t=\infty \end{matrix} \quad \begin{cases} V_C(0) = 1,0 \text{ V} \\ V_C(\infty) = -2,0 \text{ V} \end{cases}$$

$$I_c(t) = \frac{V_{th2} - V_c(t)}{R_{th2}} = \frac{-2 - (-2 + 3e^{-t/\tau_2})}{2,4} \Rightarrow \frac{-2 + 2 - 3e^{-t/\tau_2}}{2,4}$$

$$I_c(t) = \frac{-3e^{-t/\tau_2}}{2,4}$$

$$t=0$$

$$t=\infty$$

$$i_c(0) = -1,25 \text{ mA}$$

$$i_c(\infty) = 0 \text{ A}$$

$$b) V_c(t) = -2 + 3e^{-t/\tau_2}$$

$$\frac{-7,0461}{9,6}$$

$$t = 7,0461 \text{ s} \Rightarrow V_c(7,0461) = -2 + 3e^{-7,0461/9,6}$$

$$V_c(7,0461) = -0,5560 \text{ V}$$

$$I_c(t) = \frac{-3e^{-t/\tau_2}}{2,4} \Rightarrow t = 7,0461 \Rightarrow I_c(7,0461) = \frac{-3e^{-7,0461/9,6}}{2,4}$$

$$I_c(7,0461) = -0,6000 \text{ mA}$$

