Francilandio - 472644

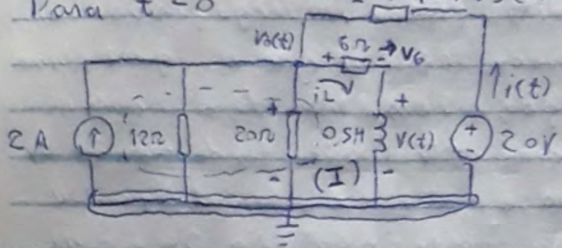
9,0

AP2 Circuitos elétricos I

Aluno: Francilândio Lima Serafim   Matrícula: 472644

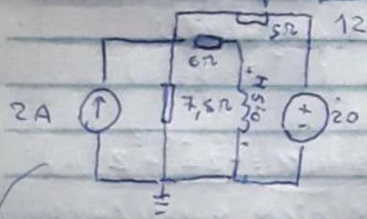
1. a) $v(t)$, $v_o(t)$ e $i(t)$ para $t<0$ 2,5

Para $t<0$



Fazemos a associação dos resistores em paralelo:

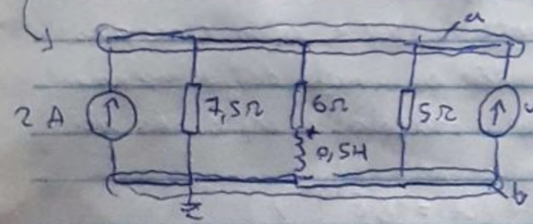
$R_{eq} = \frac{12 \cdot 20}{12+20} = \frac{12 \cdot 20}{32} = 7,5\,\Omega$



Fazemos a transformação da fonte de tensão para o equivalente de corrente, sendo:

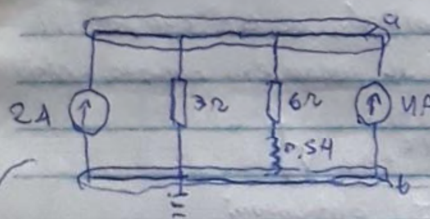
$V = R I_s \rightarrow I_s = V/R \rightarrow I_s = 20/5 \cong 4A$

e redesenhamos o circuito



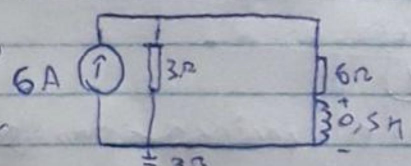
Os resistores de 7,5Ω e de 5Ω compartilham os mesmos nós em seus terminais, portanto podemos fazer o equivalente paralelo:

$R_{eq} = \frac{7,5 \cdot 5}{7,5+5} = \frac{37,5}{12,5} = 3\,\Omega$



Podemos fazer o equivalente das fontes de corrente em paralelo, por terem nós iguais em seus terminais, e como o sentido de suas correntes é o mesmo, somamos:

$I_{eq} = 2 + 4 = 6A$

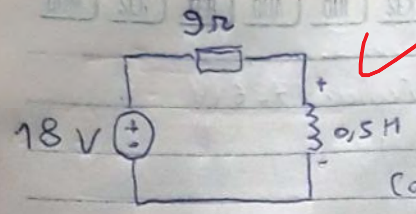


→ fazemos a transformação da fonte, sendo

$V = I_s \cdot R = 6 \cdot 3 \cong 18V$

→ Fazemos o equivalente série dos resistores:

$R_{eq} = 3 + 6 = \frac{18}{2}\Omega = 9\,\Omega$



Determinamos a constante de tempo do circuito, sendo:

$\tau = L/R = 0{,}5/9 \Rightarrow \frac{1}{\tau} = 9/0{,}5 = \boxed{18}$

Como o circuito passou um longo período com a chave fechada, infere-se que o regime permanente foi atingido, e nesse momento, o indutor se comporta como curto circuito, tendo tensão 0V. O que se espera, é que, como o indutor partiu descarregado, sua corrente inicial seja 0A e com o passar do tempo o mesmo se carregue estabilizando no valor de corrente V/R, onde V=18V e R=9Ω, e assim temos a expressão para iL(t):

$i_L(t) = \left[i_L(0) - \frac{V}{R}\right] \cdot e^{-t/\tau} + V/R \quad (\tau^{-1} = 9/0{,}5 = 18)$

$\hookrightarrow i_L(t) = [0 - 18/9]\, e^{-t/\tau} + 18/9 \rightarrow \boxed{i_L(t) = -2e^{-t/\tau} + 2 \text{ A}}$

O esperado também, é que de início o indutor tenha tensão igual a da fonte de 18V e após cinco constantes de tempo, essa tensão se anule devido ao armazenamento, então podemos calcular a expressão da seguinte forma:

$\boxed{v(t) = 18\, e^{-t/\tau} \text{ V}} \rightarrow \boxed{v(t) = 18\, e^{-18t} \text{ V}}$

Em relação ao circuito original, como o resistor de 6Ω compartilha o mesmo ramo do indutor, a mesma corrente iL passa em ambos, então pela Lei de Ohm, calculamos a tensão $V_6(t)$:

$V_6(t) = i_L(t) \cdot 6\Omega \equiv (-2e^{-t/\tau} + 2) \cdot 6 = \boxed{-12e^{-t/\tau} + 12 \text{ V}}$

Portanto, aplicando lei das malhas em (I), obtemos:

$-V_o(t) + V_6(t) + V(t) = 0 \rightarrow V_o(t) = V_6(t) + V(t)$

$V_o(t) = 18e^{-18t} - 12e^{-t/\tau} + 12 = \boxed{6e^{-18t} + 12 \text{ V}}$

Mas como o nó de potencial $V_o(t)$ e o nó de referência estão ligados ao ramo da fonte de 20V, podemos afirmar que a tensão nesse ramo equivale a $V_o(t)$, então podemos calcular a tensão no resistor de 5Ω (usando o mnemônico da pilha com LaM)

Na verdade: $V_s(t) = -V_o(t) + 20 = -6e^{-18t} - 12 + 20 = \boxed{-6e^{-18t} + 8\ V}$

~~$-20 + V_s(t) = V_o(t) \to V_s(t) = V_o(t) + 20 = 6e^{-18t} + 32\ V$~~

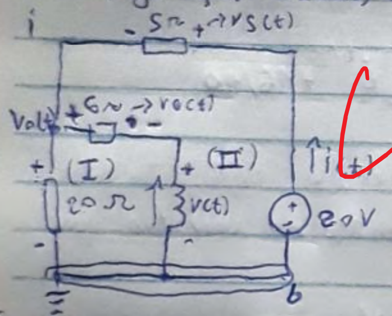
Tendo a tensão no resistor de 5Ω e sabendo que a corrente i(t) passa pelo mesmo, usamos a Lei de Ohm para calcular a expressão i(t):

$\cancel{V_s(t) = i(t) \cdot 5\Omega} \to i(t) = \frac{6e^{-18t} + 32}{5} \to \cancel{i(t) = 1,2e^{-18t} + 6,4\ A}$

↳ correção: $i(t) = \frac{-6e^{-18t} + 8}{5} = \boxed{-1,2e^{-18t} + 1,6\ A}$

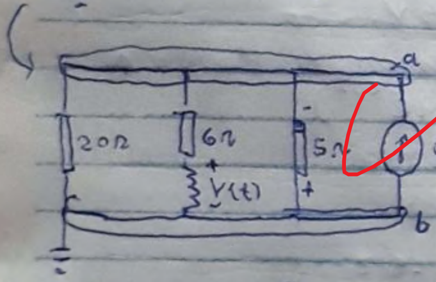
2,5

b) Como indutores não variam bruscamente a corrente, temos que, para a configuração atual, a corrente no indutor inicialmente é 2 A.



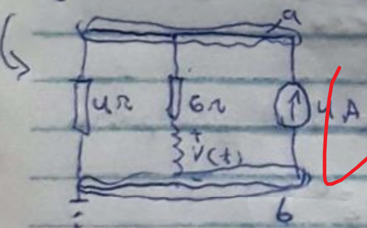
Como o resistor de 5Ω está no mesmo ramo da fonte, podemos transformá-la em fonte de corrente, mantendo-se os nós de ligação:

$I_s = 20/5 = 4A$



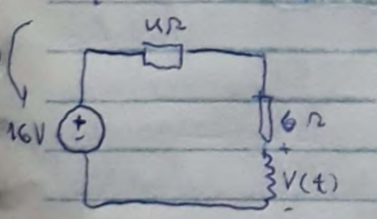
Como os resistores de 20Ω e 5Ω têm seus terminais ligados nos mesmos nós, podemos fazer seu equivalente paralelo:

$R_{eq} = \frac{5 \cdot 20}{5+20} = \frac{100}{25} = \underline{4\Omega}$



A fonte de corrente está em paralelo com o resistor de 4Ω, e portanto podemos aplicar transformação de fontes, sendo:

$V = 4 \cdot 4 = \underline{16V}$



Aplicamos equivalência de resistores em série, sendo:

$R_{eq} = 4 + 6 = \underline{10\Omega}$

TERRA DO SOL

A tendência da configuração do circuito atual, é que, como o indutor está carregado, o mesmo descarregue com o passar do tempo, sujeito a um degrau devido à presença da fonte.

A constante de tempo nesse caso é:

$\tau = L/R = 0,5/10 = 0,05\,s \to \tau = 50\,ms$ $1/\tau = 20$

Utilizamos a seguinte expressão para determinar a tensão do indutor:

$v(t) = [V - R.i_L(0)].e^{-t/\tau}$, onde $V = 16V$, $R = 10\Omega$ e $i_L(0) = 2A$

$v(t) = [16 - 10.2]\,e^{-20t} \to \boxed{v(t) = -4\,e^{-20t}\,V}$

A corrente no indutor é dada por:

$i_L(t) = [i_L(0) - V/R]\,e^{-t/\tau} + V/R \to i_L(t) = [2 - 16/10]\,e^{-t/\tau} + 16/10$

$\to \underline{i_L(t) = 0,4\,e^{-t/\tau} + 1,6\,A}$

Tendo a corrente no indutor, calculamos a tensão no resistor que compartilha o mesmo ramo, sendo:

$V_6(t) = (0,4e^{-t/\tau} + 1,6).6 = \underline{2,4\,e^{-t/\tau} + 9,6\,V}$

Assim, fazendo lei das malhas em (I), temos:

$V_o(t) = V_6(t) + v(t) = (2,4\,e^{-t/\tau} + 9,6) + (-4\,e^{-20t})$

$\underline{v_o(t) = -1,6\,e^{-t/\tau} + 9,6\ V}$ $(\tau = 50\,ms)$

Aplicando lei das malhas em (II), temos:

$V_S(t) = -V_o(t) + 20 \to V_S(t) = -9,6 + 1,6\,e^{-t/\tau} + 20$

$V_S(t) = \cancel{11,4} + 1,6\,e^{-t/\tau}\ V$

10,4

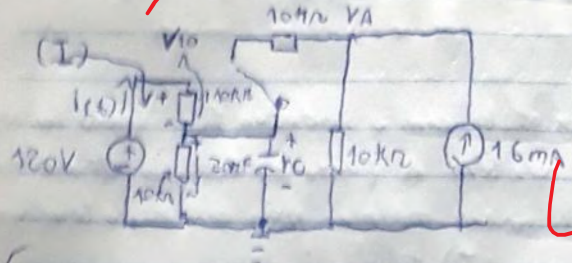
Logo, por lei de ohm, determinamos a corrente $i(t)$ que passa no resistor:

$i(t) = V_S(t)/5\Omega = \dfrac{\cancel{11,4} + 1,6\,e^{-t/\tau}}{5} = \boxed{2,08 + 0,32\,e^{-t/\tau}\ A}$

2,0

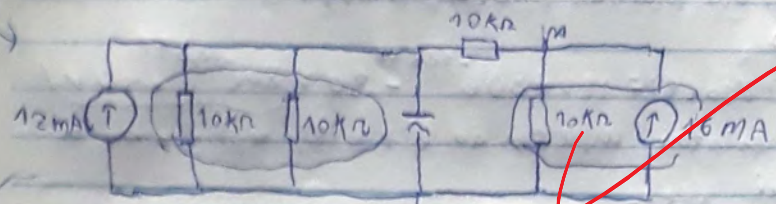
2. a) Para $t<0$; $V_C(t)$ e $i(t)$;

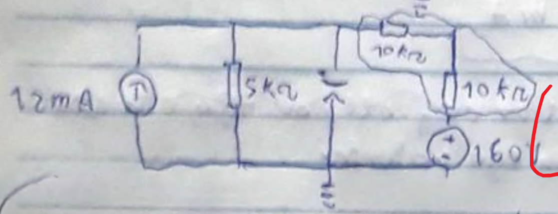
(I)



como a fonte de tensão está em série com um resistor, transformamos em fonte de corrente, sendo:

$I_S = V/R = 120/10k = \underline{12\ mA}$

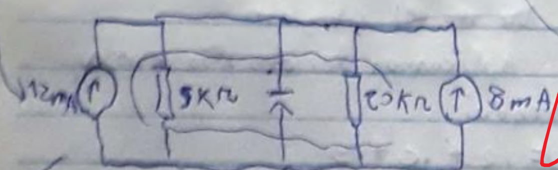




Fazemos o equivalente dos resistores em paralelo e a transformação de fonte:

$R_{eq} = \frac{10k \cdot 10k}{10k+10k} = 5k\Omega$

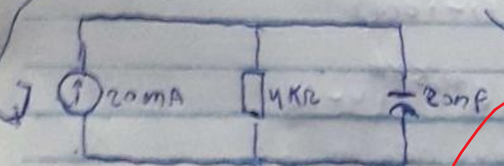
$V = I_S \cdot R = 16m \cdot 10k = \underline{160\ V}$



Fazemos o equivalente série dos resistores e transformamos a fonte:

$R_{eq} = 10k + 10k = 20k\Omega$

$I_S: V/R_{eq} = 160/20k = \underline{8\ mA}$



Associamos as fontes em paralelo e os resistores em paralelo:

$R_{eq} = \frac{20k \cdot 5k}{20k+5k} = \frac{100k}{25} = \underline{4\ k\Omega}$

$I_{eq} = 12m + 8m = 20m\ A$

Constante de tempo:

$\tau = RC = 4k \cdot 20n = 80\mu$

$\rightarrow 1/\tau = 12,5\ K$

A tendência é que o capacitor, inicialmente descarregado, com o passar de $t > 5\tau$ se carregue e sua tensão parta de 0 V até atingir $20m \cdot 4k = 80\ V$, ou seja, para $V_C(t)$:

$V(t) = -80e^{-12,5kt} + 80\ V$, como o capacitor no regime permanente atua como circuito aberto, espera-se que sua corrente inicial seja

20 mA e final 0 A então a expressão da corrente é:

$\boxed{i_c(t) = 20e^{-12,5kt}\ mA}$

Como o resistor de 10 kΩ em paralelo com o indutor tem igual tensão podemos inferir que o ramo que contém a fonte de tensão também tem a mesma tensão, por compartilharem mesmos nós em seus terminais, então, aplicando lei das malhas em (I), temos:

$-120 + V_{10} + V_C(t) = 0$

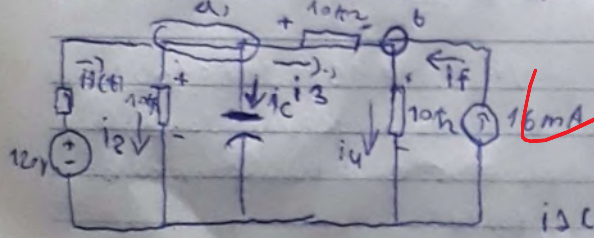
$V_{10}(t) = 120 - V_C(t) \rightarrow V_{10}(t) = 120 + 80e^{-12,5kt} - 80 = \boxed{80e^{-12,5kt} + 40\ V}$

Como i(t) passa pelo resistor cuja tensão é $V_{10}(t)$, aplicamos a lei de ohm no mesmo:

$i(t) = \dfrac{V_{10}(t)}{10k} \rightarrow \boxed{i(t) = 8e^{-12,5kt} + 4\ mA}$

0,5

b) ~~A corrente i(t) sai do polo positivo da fonte, ou seja, ela está~~ ~~fad~~. Desenhando o circuito de forma equivalente:



~~No nó a) chegam~~ Aplicamos lei dos nós em a, sendo:

$i_1(t) = i_2 + i_c + i_3$

$\rightarrow i_2 + i_3 = i_1(t) - i_c(t)$

$\rightarrow i_2 + i_3 = 8e^{-12,5kt} + 4 - 20 \cdot e^{-12,5kt}\ mA$

$i_2 + i_3 = -12e^{-12,5kt} + 4\ mA \rightarrow i_3 = -12e^{-12,5kt} + 4 - i_2$

~~Como i2 e i3 partem~~ Aplicando lei dos nós em b:

$i_3 + i_f = i_4 \rightarrow -12e^{-12,5kt} + 4 - i_2 + i_f = i_4$

$i_f = i_4 + 12e^{-t/\tau} - 4 + i_2$

$i_2 = \dfrac{V_c(t)}{10k} = \boxed{-8e^{-t/\tau} + 8\ mA}$

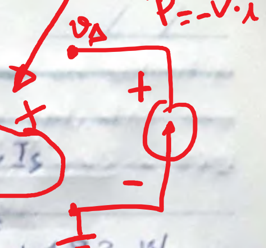
$\rightarrow i_3 = -12e^{-12,5kt} + 4 + 8e^{-t/\tau} - 8\ mA \rightarrow \boxed{i_3(t) = -4e^{-t/\tau} - 4\ mA}$

refazendo a lei dos nós em b:

$i_3 + i_f = i_4 \rightarrow i_4 = -4e^{-t/\tau} - 4 + 16\ mA = \boxed{-4e^{-t/\tau} + 12}$

A tensão no resistor em que passa i_4 é a mesma da fonte de corrente.

Aqui na 'b' vc fez os cálculos corretos, mas errou na convenção passiva e acabou interpretando errado.



Então, pela lei de ohm:

$V_A(t) = 40K(-4e^{-t/\tau} + 12)m = -40e^{-t/\tau} + 120\,V$

a Potência em cima da fonte é dada por $Pot = V_A \cdot I_s$

$Pot = (-40e^{-t/\tau} + 120) \cdot 16m = (-640e^{-t/\tau} + 1920)m$

$\rightarrow Pot = -0{,}64e^{-t/\tau} + 1{,}92\,W$ ou $Pot_{(t)} = -0{,}64e^{-12{,}5kt} + 1{,}92\,W$

observemos que em Pot(0), temos:

$Pot(0) = 1{,}92 - 0{,}64 = 1{,}28\,W$

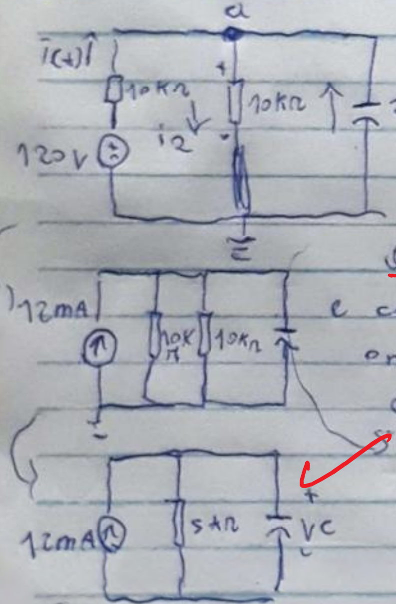
e para $t \to \infty \rightarrow Pot(t) = 1{,}92\,W$.

Ou seja, a potência na fonte é positiva em $0 \leq t < \infty$ e portanto, ela consome energia.

-0,5

1,5

c) Para $t > 0$ temos o circuito:



De início argumentamos que, como o capacitor não suporta variações bruscas de tensão, a tensão final da configuração em $t<0$ é a inicial na situação atual, ou seja: $V_C(0+) = 80V$

O esperado é que o capacitor descarregue total +

e carregue novamente atingindo regime permanente onde sua tensão será ~~nula~~ a da fonte no circuito RC. O capacitor se descarregará apenas até chegar aos 60V.

Podemos simplificar o circuito fazendo transformação de fontes:

$I_s = \frac{120}{10k} = 12\,mA$

e resistência equivalente:

$R_{eq} = \frac{10k \cdot 10k}{10k + 10k} = 5\,k\Omega$

Constante de tempo: $\tau = 12m \cdot 20n$

$\rightarrow \tau = 240\mu s \rightarrow 1/\tau = (10^6/240)$

$\tau = 5\times10^3 \cdot 20\times10^{-9}\,s$

$= 100\mu s$

$\frac{1}{\tau} = 10K\,Hz$

A expressão da tensão no capacitor é:

$V_C(t) = [80 - 5K \cdot 12m]e^{-t/\tau} + 5K \cdot 12m$

$\boxed{V_C(t) = 20e^{-t/\tau} + 60\,V}$

A corrente no capacitor é $i_c(t) = \left[12m - \frac{80}{5K}\right]e^{-t/\tau} = [12m - 16m]e^{-t/\tau}$

$\rightarrow \boxed{i_C(t) = -4e^{-t/\tau}\,mA}$

ñ está de acordo com suas referências!

DOM | SEG | TER | QUA | QUI | SEX | SÁB

a tensão no resistor de 10 kΩ é a mesma do capacitor, então podemos calcular a corrente no mesmo por lei de ohm, sendo:

$$i_2(t) = \frac{20e^{-t/\tau} + 60}{10k} = \boxed{2e^{-t/\tau} + 6 \text{ mA}}$$

Aplicando lei dos nós em a:

$$\cancel{i_1(t) + i_c(t) = i_2(t)}$$

$$i_1(t) = i_2(t) - i_c(t) \rightarrow i_1(t) = 2e^{-t/\tau} + 6 - (-4e^{-t/\tau}) \text{ mA}$$

$$\boxed{i_1(t) = 6e^{-t/\tau} + 6 \text{ mA}}$$

$-0,5$

$$i_1(t) = \frac{120 - v_c(t)}{10k} = \frac{120 - (60 + 20 \cdot e^{-10kt})}{10k}$$

$$\rightarrow i_1(t) = \frac{60 - 20 \cdot e^{-10k \cdot t}}{10k} = 6 - 2 \cdot e^{-10kt} \text{ (mA)}$$