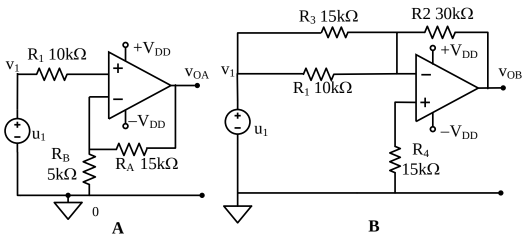
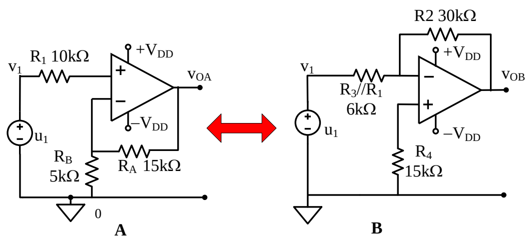
5ª Ficha Número:_______ Nome:___________________________

***I*- Supõe-se v_1=0,2V e tensões de alimentação ±12V.**

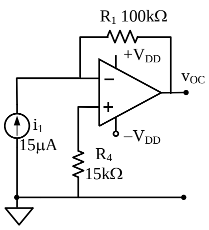
a) Calcular o valor dos potenciais de saída v_{0A} e v_{0B}.



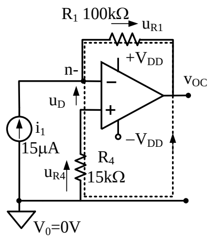
$$v_{OA}=\left(\frac{R_A}{R_B}+1\right)\times v_I=\left(\frac{15}{5}+1\right)\times 0,2V=0,8V$$



$$v_{OB}=-\frac{R_2}{R_3//R_1}\times v_I=-5\times 0,2V=-1V$$



b) Calcule v_{OC}.



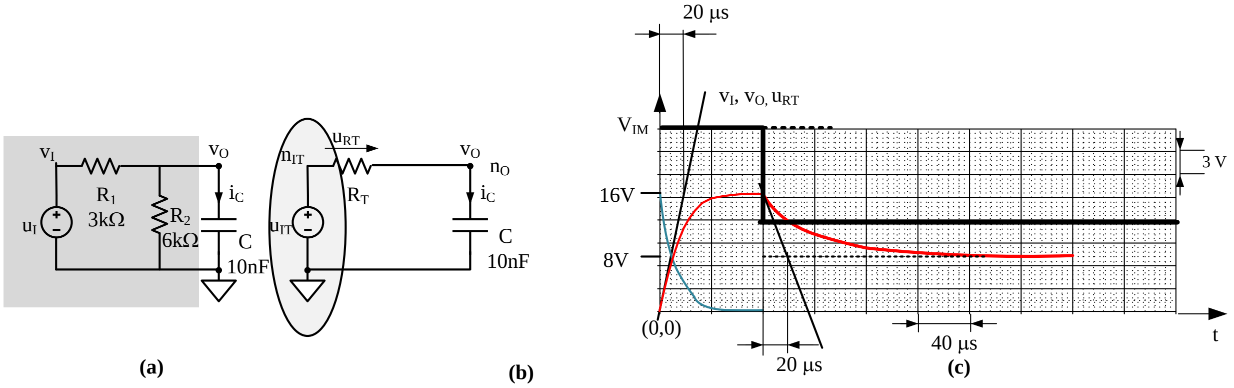
$$-\left(v_{OC}-v_0\right)-u_{R1}-u_D-u_{R4}=0 \quad\Leftrightarrow -v_{OC}-u_{R1}=0 \;\Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow v_{OC}=-u_{R1}=-R_1 i_{R1}$$

No nó n-, $i_{R1}=i_1$.

$$v_{OC}=-R_1 i_{R1}=-1,5V$$

II*- *Considere o circuito da Figura (a) onde é aplicada a tensão u_I com o andamento dado na Figura (c).



a) *i) Os circuitos (a) e (b) são equivalentes, u_I=V_{IM} da Fig (c). Determine u_{IT} e R_T. ii) Aplique o método nodal ao circuito da Fig. b e determine a equação que rege o potencial $v_O(t)$. Determine a constante de tempo, τ=______ , associada ao circuito.*

$$u_I = V_{IM} = 24V$$
$$R_T = R_1 // R_2 = 2k\Omega$$
$$u_{IT} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times u_I = 16V$$
$$\tau = R_T C = 20\mu s$$

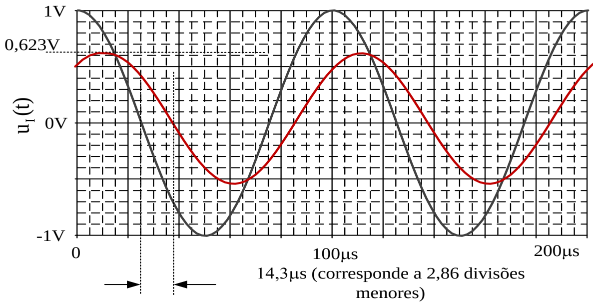
O circuito (b) tem 3 nós, dando origem, no método nodal, a duas equações. Como contém uma fonte de tensão, isso permite fixar uma relação para a tensão no nó n_{IT} na forma
$v_I = u_{IT} = 16V$.
Pela observação da figura (um nó+ super-nó contendo o nó de referência), a KCL só pode ser aplicada ao nó n_O

$$\begin{cases} i_{RT} = i_C \\ i_{RT} = \dfrac{u_{RT}}{R_T} \quad \Rightarrow \dfrac{v_I - v_O}{R_T} = C\dfrac{dv_O}{dt} \Rightarrow R_T C \dfrac{dv_O}{dt} + v_O = v_I \\ i_C = C\dfrac{du_C}{dt} \end{cases}$$

b) *Supondo que o condensador se encontra inicialmente descarregado, represente, sobre a Figura (c), $v_o(t)$, a reta tangente a $v_o(t)$ para o instante t=0 e $u_{RT}(t)$.*

c) *Calcule vo(t) pata t=4τ.*

A solução da equação diferencial é



$$v_O(t) = \left(v_{O inicial} - v_{O final}\right)e^{-\frac{t}{\tau}} + v_{O final} = \left(0-16\right)e^{-\frac{t}{\tau}} + 16 = 16\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$$

Para t=4τ

$$v_O(t = 4\tau) = 16\left(1 - e^{-4}\right) = 15,7V$$

d) *Supondo que no instante t=4τ, $u_I(t)$ passa a $V_{IM}/2$: Para t'=t-4τ, trace sobre o gráfico (c) o andamento de $u_I(t')$, $v_o(t')$, reta tangente a $v_o(t')$ para o instante t'=0 e, também para este instante, calcule ic(t').*

Mesmo havendo uma transição brusca na tensão da fonte u_{IT}(t) a carga no condensador não pode desaparecer bruscamente. A carga no condensador é uma função contínua, do mesmo modo que o é a tensão nesse condensador que é proporcional (uc=q/C). Pela aplicação da KVL

$$u_{IT} = u_{RT} + u_C \Rightarrow 8V = u_{RT} + 16V \Rightarrow u_{RT} = -8V \Rightarrow i_C = i_{RT} = \frac{u_{RT}}{R_T} = -4mA$$

Ou então

$$u_C(t') = v_O(t') = \left(v_{O\,inicial} - v_{O\,final}\right)e^{-\frac{t'}{\tau}} + v_{O\,final} = (16-8)e^{-\frac{t'}{20\mu s}} + 8 = 8\left(1+e^{-\frac{t'}{20\mu s}}\right)$$

$$i_C(t') = C\frac{du_C}{dt'} = 10\times10^{-9}\times\left(-\frac{1}{20\mu s}\right)\times 8\times e^{-\frac{t'}{20\mu s}}$$

$$i_C(t'=0) = -4mA$$

e) *i) Se o sinal da Fig (d) for* $u_{IT}(t) = U_{\mathrm{Im}}\cos(\omega t + \phi_{I0})$*, determine a amplitude e fase inicial. ii) Se a tensão no condensador for* $u_C(t) = U_{Cm}\cos(\omega t + \phi_{O0})$ *, determine a correspondente amplitude e fase. iii) Represente* $u_C(t)$ *sobre essa figura.*

Fórmulas: $U_{C\mathrm{m}}/U_{\mathrm{Im}} = \dfrac{1}{\sqrt{1+\left(\dfrac{\omega}{\omega_c}\right)^2}};\qquad \Delta\phi = \phi_{O0} - \phi_{I0} = -\arctan\left(\dfrac{\omega}{\omega_c}\right)$

Por observação do gráfico

$T = 100\mu s \rightarrow f = 1/T = 10kHz$

Sabe-se também que $\omega_c = \dfrac{1}{\tau} = \dfrac{1}{20\times10^{-6}}\,rads^{-1} \rightarrow f_c = 7.96kHz$

A forma geral para u_I é

$u_I(t) = u_{\mathrm{Im}}\cos(\phi) = u_{\mathrm{Im}}\cos(\omega t + \phi_{uI0})$

Pelo gráfico u_{Im} *=1V e, em t=0,* $u_I(t=0) = 1\cos(\omega\times 0 + \phi_{uI0}) = 1 \Rightarrow \phi_{uI0} = 0$

$$\frac{U_{C\mathrm{m}}}{U_{\mathrm{Im}}} = \frac{1}{\sqrt{1+\left(\frac{\omega}{\omega_c}\right)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1+\left(\frac{2\pi f}{2\pi f_c}\right)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1+\left(\frac{f}{f_c}\right)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1+\left(\frac{10}{7{,}96}\right)^2}} = 0{,}623$$

$\rightarrow U_{C\mathrm{m}} = 0{,}623U_{\mathrm{Im}} = 0{,}623V$

$$\Delta\phi = \phi_{O0} - \phi_{I0} = \phi_{O0} - 0^{\circ} = -\arctan\left(\frac{10}{7{,}96}\right) = -0.8985rad = -51{,}5^{\circ} \rightarrow \phi_{O0} = -51{,}5^{\circ}$$

A desfasagem negativa corresponde a um atraso de fase. O valor $|\Delta\phi| = 51{,}5^{\circ}$ corresponde a uma fração do período tal que

$$\frac{|\Delta\phi|}{360^{\circ}} = \frac{51{,}5^{\circ}}{360^{\circ}} = \frac{x}{20\ divis\tilde{o}es} \rightarrow x = 2{,}86\ divis\tilde{o}es$$

Ou

$$\frac{|\Delta\phi|}{360^{\circ}} = \frac{\Delta t}{T} \rightarrow \frac{51{,}5^{\circ}}{360^{\circ}} = \frac{\Delta t}{100\mu s} \rightarrow \Delta t = 14{,}3\mu s$$