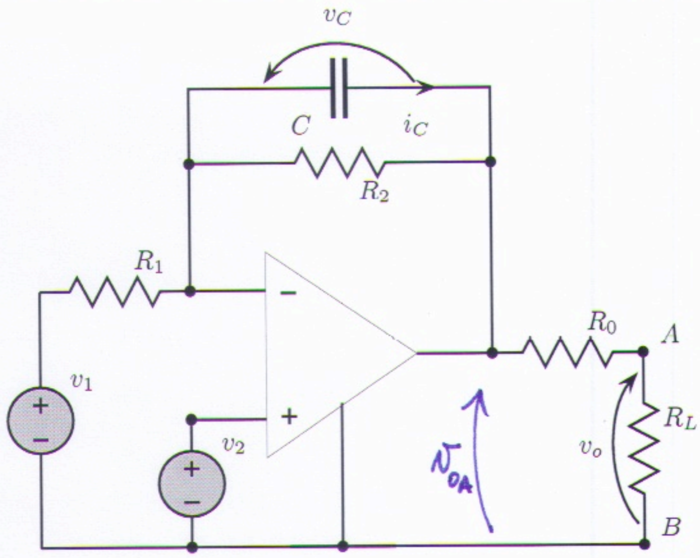
E1



Assumendo l'OPAMP ideale e sapendo che:
$v_1 = 2$ [V], $R_1 = 100$ [Ω], $R_2 = 1$ [kΩ], $R_0 = 80$ [Ω], $R_L = 20$ [Ω], $C = 1$ [μF]
e che:

$$v_2(t) = \begin{cases} 0 \text{ [V]} & t < 0 \\ 1 \text{ [V]} & t \geq 0 \end{cases}$$

- discutere la stabilità del circuito per $t \geq 0$
- determinare v_C e i_C per $t \geq 0$
- determinare v_0 per $t \geq 0$
- tracciare il grafico qualitativo di v_C, i_C e v_0 per $t \geq 0$

SVILUPPARE L'ESERCIZIO QUI SOTTO

$$v_C = R_2\left(\frac{v_1}{R_1} - \frac{v_2}{R_1}\right) \rightarrow v_C(0) = \frac{R_2}{R_1} \cdot v_1 = 20\,V$$

$$v_C(\infty) = 10\,V$$

$$R_{eq} = R_2 = 1\,k\Omega$$

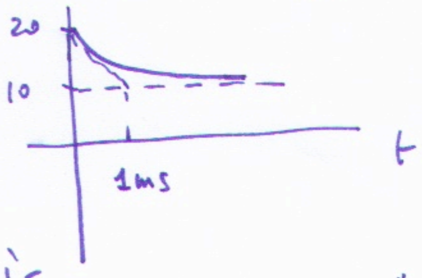
$$\tau = C R_{eq} = 1\,ms$$

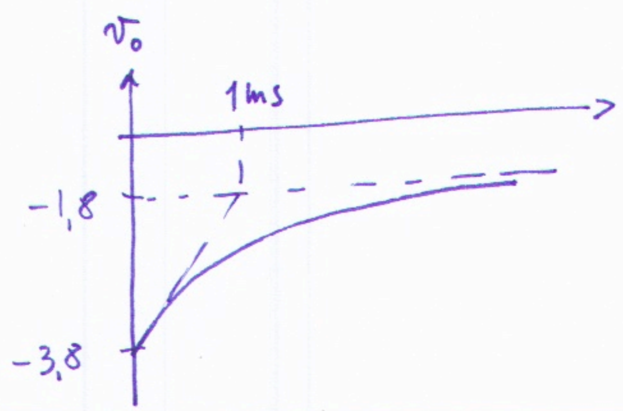
$$\boxed{v_C(t) = (20-10)\,e^{-1000t} + 10 = 10\left(1 + e^{-1000t}\right)} \; [V]$$

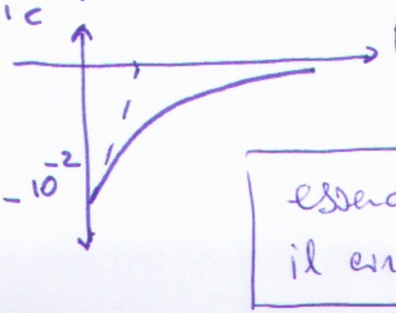
$$\boxed{i_C(t) = C\,\dot{v}_C = 10^{-6} \cdot 10 \cdot (-10^3)\,e^{-1000t} = -10^{-2}\,e^{-1000t}} \; [A]$$

$$v_{OA} = v_2 - v_C = 1 - 10 - 10\,e^{-1000t} = -9 - 10\,e^{-1000t}$$

$$v_0 = v_{OA} \cdot \frac{R_L}{R_0 + R_L} = 0{,}2\,v_{OA} = \frac{-9 - 10\,e^{-1000t}}{5} = -1{,}8 - 2\,e^{-1000t}$$

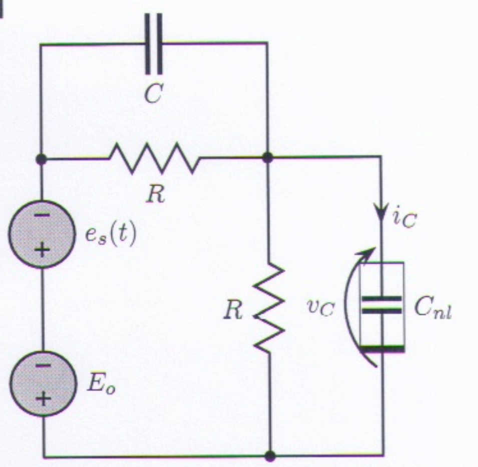






essendo $\tau > 0$ (frequenze naturali del circuito < 0)
il circuito è ASINTOTICAMENTE STABILE

E2



Il circuito di figura contiene un condensatore non lineare C_{nl} la cui relazione costitutiva è:

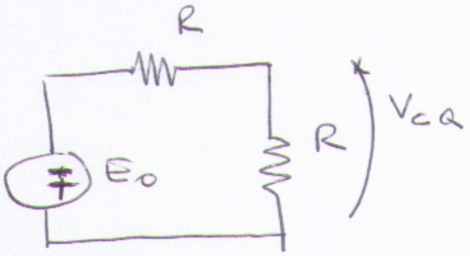
$$q(v) = 12 \cdot 10^{-6} \sqrt[3]{v_C}$$

Sapendo che:
$E_o = 16$ [V], $e_s(t) = 1 \cos(10^5 t)$ [V]
$R = 10$ [Ω], $C = 1$ [μF]
Determinare:

- La tensione v_C e la corrente i_C nell'ipotesi di piccoli segnali sinusoidali
- dire, motivando la risposta, se l'approssimazione di piccoli segnali utilizzata è ammissibile.

SVILUPPARE L'ESERCIZIO QUI SOTTO

Polarizzazione :

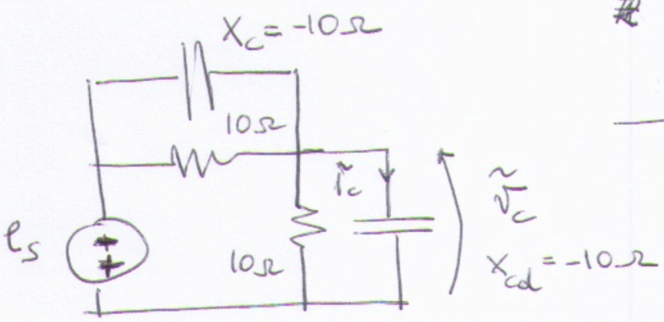


$$\boxed{V_{CQ} = -\frac{E_o}{2} = -8\,V \qquad I_{CQ} = 0}$$

· capacità differenziale :

$$\boxed{C_d = \left.\frac{dq}{dV}\right|_{V_{CQ}} = \left. 12 \cdot 10^{-6} \frac{1}{3} \frac{1}{\sqrt[3]{v_C^2}} \right|_{V_{CQ}} = 1\,\mu F}$$

Piccoli segnali :



$$\boxed{\tilde{\bar{V}}_c = -\frac{\bar{E}_s}{2} = -\frac{1}{2}\,V \qquad \tilde{\bar{I}}_c = \frac{\tilde{\bar{V}}_c}{jX_{cd}} = -\frac{1}{2}\frac{1}{-j10} = -\frac{j}{20} = -j0{,}05\,A}$$

$$\boxed{\begin{aligned} \tilde{v}_c &= -0{,}5 \cos(10^5 t)\ V \\ \tilde{i}_c &= -0{,}05 \cos(10^5 t + \pi/2)\ A \end{aligned}}$$

COMPONENTI DI PICCOLO SEGNALE

$$\boxed{\begin{aligned} v_c(t) &= -8 - 0{,}5 \cos(10^5 t)\ V \\ i_c(t) &= -0{,}05 \cos(10^5 t + \pi/2)\ V \end{aligned}}$$

SOLUZIONE COMPLETA

$$C_{dMAX} = \left.\frac{dq}{dV}\right|_{V_{cMAX}} = 4 \times 10^{-6} \frac{1}{\sqrt[3]{(8{,}50)^2}} = 0{,}96\,\mu F$$

$$C_{d\,min} = 4 \times 10^{-6} \frac{1}{\sqrt[3]{(7{,}5)^2}} = 1{,}04\,\mu F$$

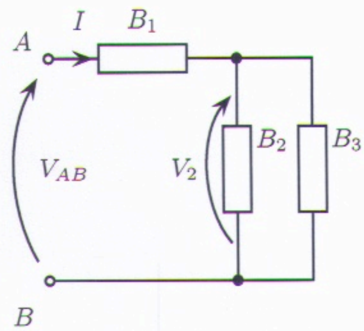
$$\varepsilon_{r_1} = \frac{1{,}04 - 1}{1} = 0{,}04 = 4\%$$

$$\varepsilon_{r_2} = \frac{0{,}96 - 1}{1} = -0{,}04 = -4\%$$

$$\boxed{\varepsilon = \pm 4\%}$$

PS OK !

E3



Il circuito di figura opera in regime alternato sinusoidale. Sono noti i seguenti dati:

$$\begin{cases} B_1 : P_1 = 1000 \text{ [W]} & Q_1 = 2000 \text{ [Var]} \\ B_2 : P_2 = 2000 \text{ [W]} & Q_2 = -1000 \text{ [Var]} \\ B_3 : P_3 = 2000 \text{ [W]} & \tan\phi_3 = 2 \end{cases}$$

e si conosce inoltre il modulo della corrente $I = 10$ [A] in valore efficace (RMS).
Si chiede di determinare sempre in valore efficace, **utilizzando il teorema di Boucherot**:

- Il modulo della tensione V_{AB}
- il modulo della tensione V_2
- l'impedenza equivalente del bipolo B_1

SVILUPPARE L'ESERCIZIO QUI SOTTO

- Per il calcolo di V_{AB} determino P_{AB}, Q_{AB}, S_{AB}:

$$P_{AB} = P_1 + P_2 + P_3 = 1000 + 2000 + 2000 = 5000 \text{ W}$$

$$Q_{AB} = Q_1 + Q_2 + P_3 \operatorname{tg}\phi_3 = 2000 - 1000 + 4000 = 5000 \text{ Var}$$

$$|S_{AB}| = \sqrt{P_{AB}^2 + Q_{AB}^2} = 5000\sqrt{2} \text{ VA}$$

essendo $|S_{AB}| = V_{AB} \cdot I \rightarrow \boxed{V_{AB} = \frac{|S_{AB}|}{I} = \frac{5000\sqrt{2}}{10} = 500\sqrt{2} \text{ V}}$

- Per il calcolo di V_2 procedo analogamente considerando i carichi B_2 e B_3:

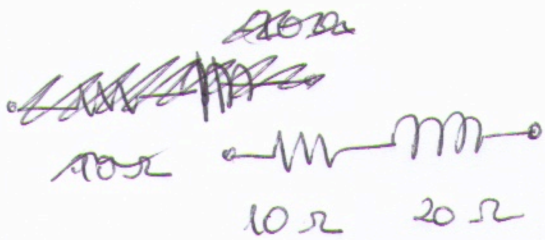
$$P_{23} = P_2 + P_3 = 2000 + 2000 = 4000 \text{ W}$$

$$Q_{23} = Q_2 + P_3 \operatorname{tg}\phi_3 = -1000 + 4000 = 3000 \text{ Var}$$

$$|S_{23}| = \sqrt{P_{23}^2 + Q_{23}^2} = 5000 \text{ VA} \qquad \boxed{V_2 = \frac{|S_{23}|}{I} = \frac{5000}{10} = 500 \text{ V}}$$

- Calcolo i parametri dell'impedenza di B_1

$$\boxed{\begin{aligned} R_1 &= \frac{P_1}{I^2} = \frac{1000}{100} = 10\,\Omega \\ X_1 &= \frac{Q_1}{I^2} = \frac{2000}{100} = 20\,\Omega \end{aligned}} \longrightarrow$$



6