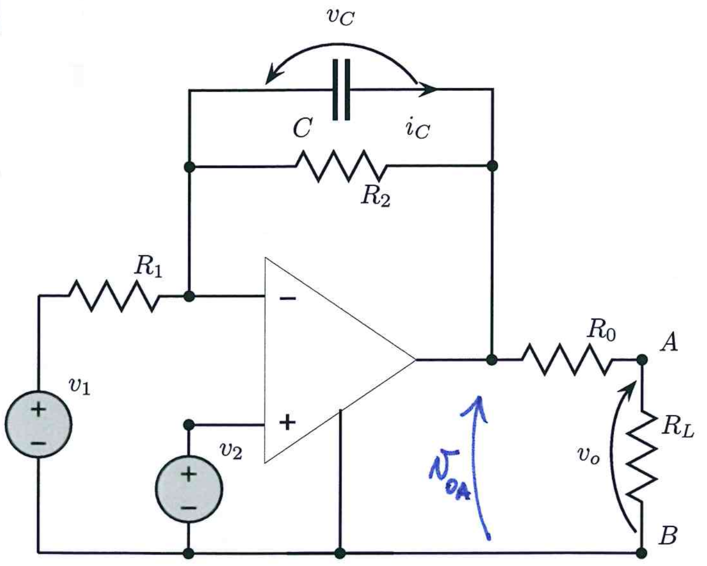
E1



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

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

$$v_C(\infty) = 10\text{ V}$$

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

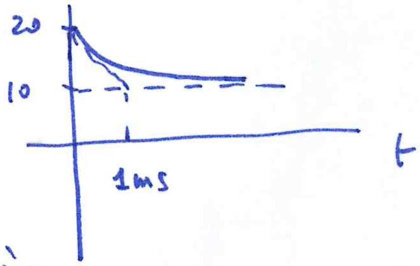
$$\tau = C R_{eq} = 1\text{ ms}$$

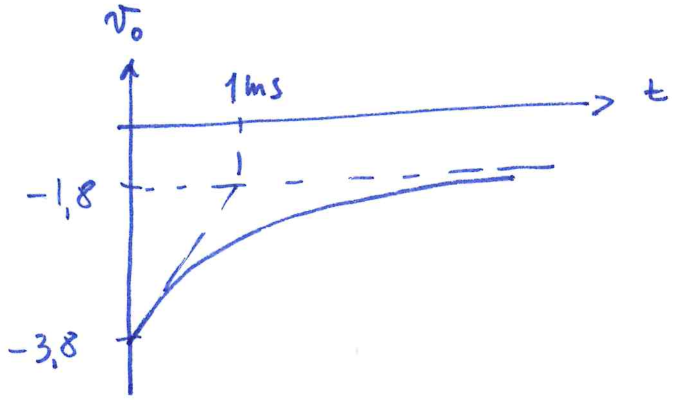
$$\boxed{v_C(t) = (20-10)e^{-1000t} + 10 = 10\left(1 + e^{-1000t}\right) \text{ [V]}}$$

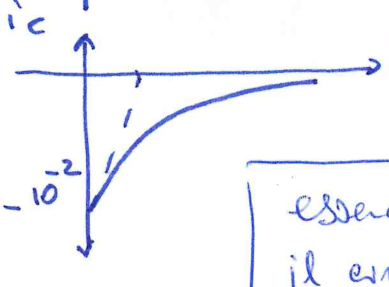
$$\boxed{i_C(t) = C\dot{v}_C = 10^{-6} \cdot 10 \cdot (-10^3)\, e^{-1000t} = -10^{-2} e^{-1000t} \text{ [A]}}$$

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

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

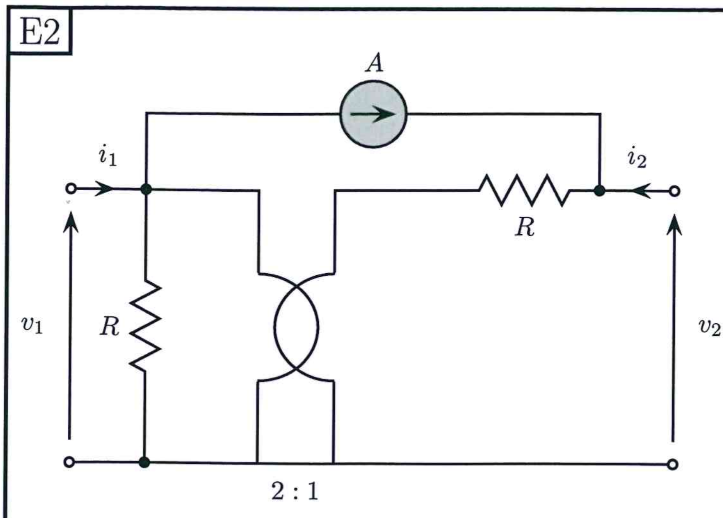






essendo $\tau > 0$ (frequenze naturali del circuito < 0)
il circuito è ASINTOTICAMENTE STABILE

E2



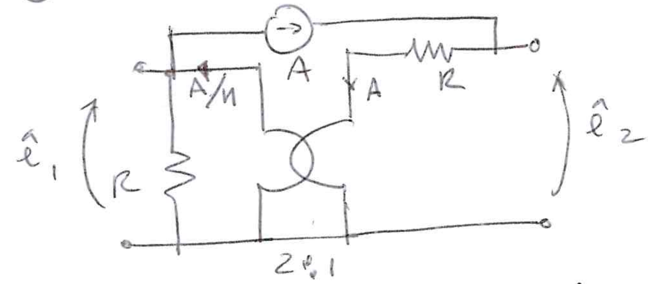
Il doppio bipolo di figura opera in regime stazionario. Mantenendo A e R parametrici, si chiede di:

- determinare la formulazione controllata in corrente (formulazione **R**)
- dire, motivando la risposta, se è possibile realizzare un modello circuitale del doppio bipolo, composto soltanto da resistori e generatori di tensione ideale
- dire, motivando la risposta, se il doppio bipolo ammette anche la prima formulazione ibrida

SVILUPPARE L'ESERCIZIO QUI SOTTO

$$\begin{cases} v_1 = r_{11} i_1 + r_{12} i_2 + \hat e_1 \\ v_2 = r_{21} i_1 + r_{22} i_2 + \hat e_2 \end{cases} \qquad (n=2)$$

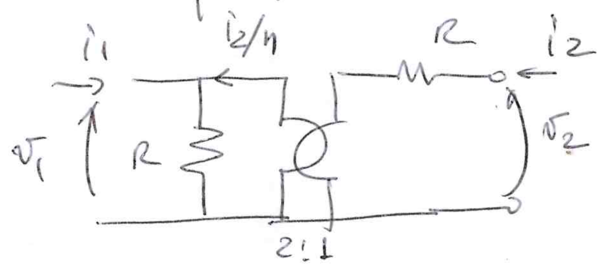
① Calcolo $\hat e_1$ ed $\hat e_2$



$$\hat e_1 = R\left(\frac{A}{n} - A\right) = \frac{AR}{n}(1-n)$$

$$\hat e_2 = \frac{\hat e_1}{n} + AR = \frac{AR}{n^2}\left(1+n^2-n\right)$$

② Calcolo i parametri r_{ij}: lo faccio scrivendo direttamente le equazioni della rete aperta:



$$v_1 = R\left(i_1 + \frac{i_2}{n}\right)$$

$$v_2 = \frac{v_1}{n} + R i_2 = \frac{R i_1}{n} + R\left(\frac{1}{n^2}+1\right) i_2$$

$$R = \begin{bmatrix} R & R/n \\ R/n & R\left(\frac{1}{n^2}+1\right) \end{bmatrix} ; \quad \hat e = \begin{bmatrix} \frac{AR}{n}(1-n) \\ \frac{AR}{n^2}\left(1-n+n^2\right) \end{bmatrix}$$

$(n=2)$

$$= \begin{bmatrix} R & R/2 \\ R/2 & 5R/4 \end{bmatrix} ; \quad \hat e = \begin{bmatrix} -AR/2 \\ 3AR/4 \end{bmatrix}$$

4

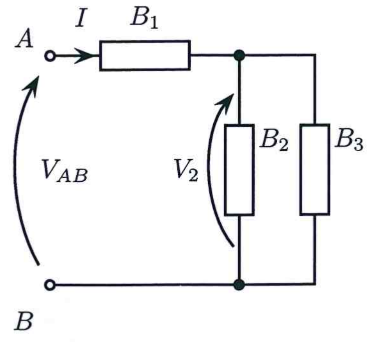
- Sì, è possibile perché il doppio bipolo è reciproco $(r_{12}=r_{21})$ e quindi ammette ~~un~~ modello a T di resistori.
- La 1ª formulazione ibrida è:

$$v_1 = h_{11} i_1 + h_{12} v_2 + \hat{e}$$
$$i_2 = h_{21} i_1 + h_{22} v_2 + \hat{e}$$

la matrice dei coefficienti di $\begin{vmatrix} v_1 \\ i_2 \end{vmatrix}$ è

$$H = \begin{vmatrix} 1 & -R/2 \\ 0 & -5R/4 \end{vmatrix}$$ ed ha $D(H) \neq 0$ quindi $\exists$!

E3



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

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

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} determina P_{AB}, Q_{AB}, S_{AB}:

$$P_{AB} = P_1 + P_2 + P_3 = 2000 + 1000 + 1000 = 4000\ \text{W}$$
$$Q_{AB} = Q_1 + Q_2 + P_3 \operatorname{tg}\phi_3 = 2000 - 1000 + 2000 = 3000\ \text{Var}$$
$$|S_{AB}| = \sqrt{P_{AB}^2 + Q_{AB}^2} = 5000\ \text{VA}$$

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

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

$$P_{23} = P_2 + P_3 = 1000 + 1000 = 2000\ \text{W}$$
$$Q_{23} = Q_2 + P_3 \operatorname{tg}\phi_3 = -1000 + 2000 = 1000\ \text{Var}$$
$$|S_{23}| = \sqrt{P_{23}^2 + Q_{23}^2} = 1000\sqrt{5}\ \text{VA}$$
$$\boxed{V_2 = \frac{|S_{23}|}{I} = \frac{1000\sqrt{5}}{10} = 100\sqrt{5}\ \text{V}}$$

- Per il calcolo dell'impedenza di B_1 osservo che:

$$S_1 = P_1 + jQ_1 \; ; \quad S_1 = Z_1 |I|^2 \rightarrow Z_1 = \frac{S_1}{|I|^2} \Rightarrow$$
$$\boxed{Z_1 = \frac{2000 + j2000}{100} = 20 + j20\ \Omega}$$