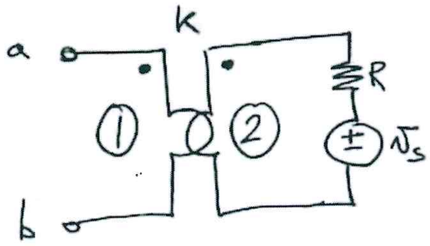
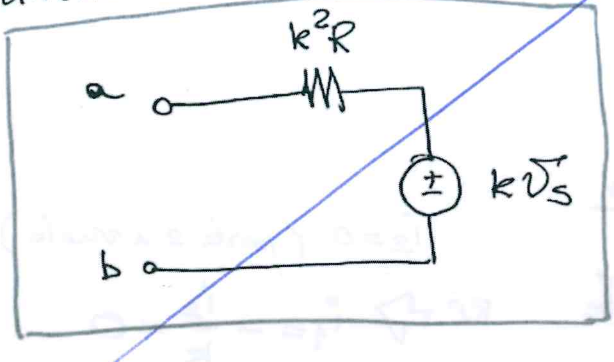
EX (FONDAMENTALE)



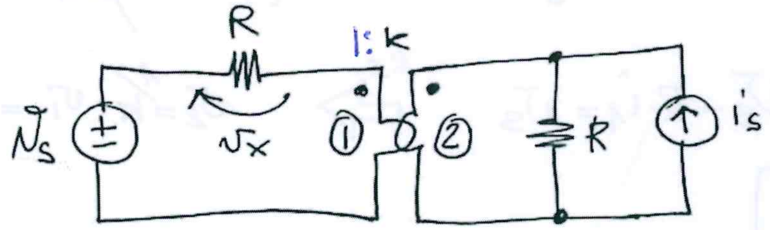
Determinare il circuito equivalente di Thevenin visto ai morsetti a, b

Con ragionamenti analoghi a quelli adottati per l'esercizio precedente si ottiene:

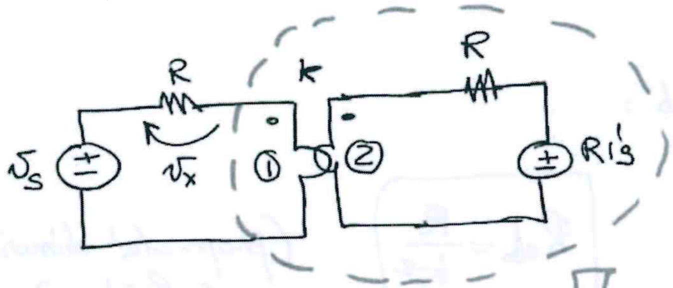


NOTA BENE: CONVIENE RICORDARE QUESTO RISULTATO PER SVOLGERE ESERCIZI PIU' COMPLESSI

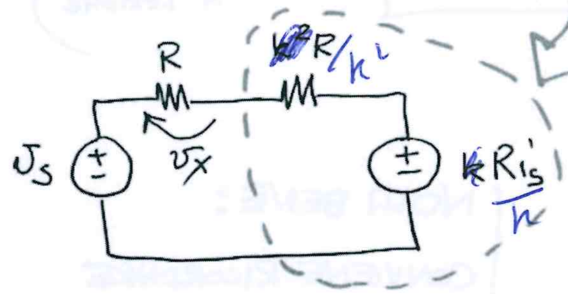
EX



Determinare l'espressione analitica di v_x



trovo un equiv. di Thevenin di ciò che è connesso al secondario



RICORDANDO RISULTATO ES. PRECEDENTE

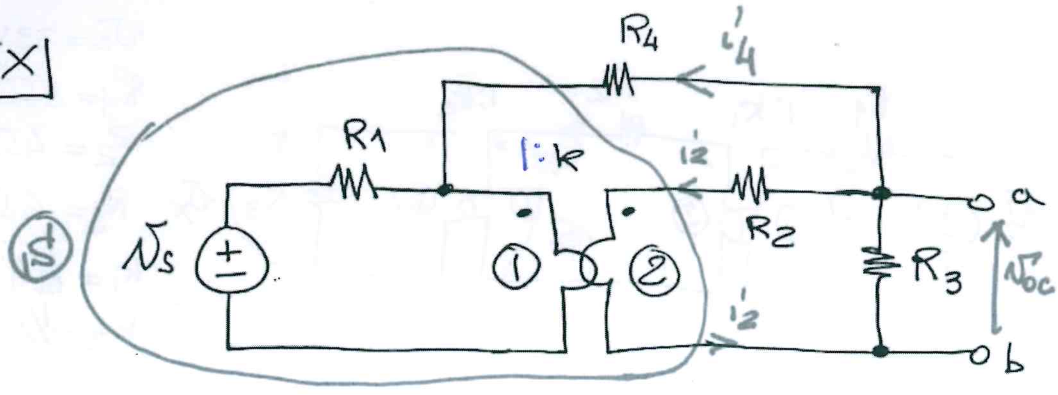
$$v_x = \left(v_s - \frac{Ri_s}{k}\right)\frac{R}{R + R/k^2} = \frac{v_s k^2 - R i_s k}{1 + k^2}$$

Partitore di tensione:

$$\cancel{v_x = (v_s - kRi_s)\frac{R}{R + k^2 R}}$$

$$\boxed{\cancel{v_x = \frac{v_s - kRi_s}{1 + k^2}}}$$

EX



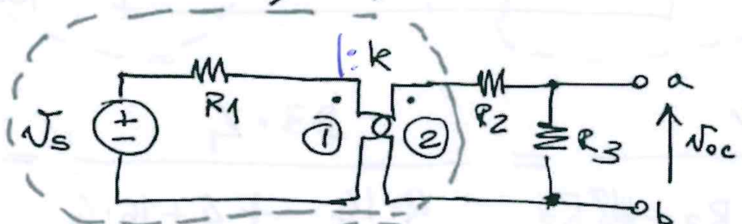
$R_1 = 2\Omega$
$R_2 = 4\Omega$
$R_3 = 6\Omega$
$R_4 = 2\Omega$
$v_s = 15V$
$k = 2$

Determinare il circuito eq. di Thevenin visto ai morsetti a, b

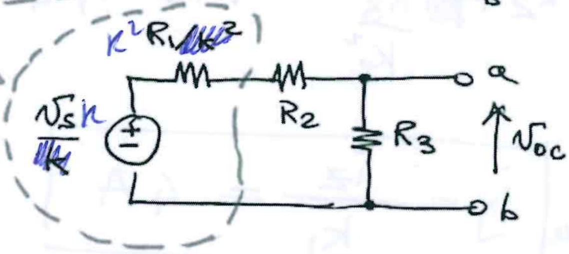
- Tensione a vuoto

Inizio col dimostrare che i_4' su R_4 e' una corrente identicamente nulla

Infatti: $KCL\ (S):\ i_4' + \cancel{i_2} - \cancel{i_2'} = 0 \Rightarrow i_4' = 0 \Rightarrow$ R_4 non svolge alcun ruolo nel circuito



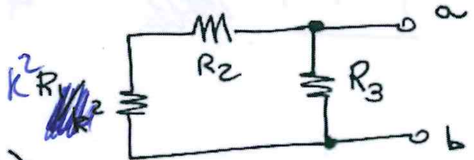
Vedi esercizi precedenti



$$V_{oc} = V_s k \cdot \frac{R_3}{R_1 k^2 + R_2 + R_3} = \cancel{\frac{15}{1/2}\cdot\frac{6}{2/\tfrac{1}{4}+4+6}} = \cancel{30\cdot\frac{6}{8+4+6}} =$$

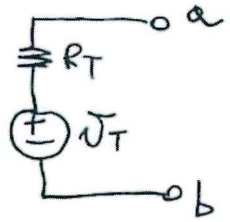
$$= \cancel{30\cdot\frac{6}{18_3}} = 10\,V$$

- Resistenza equivalente



$$R_{ab} = \frac{R_3\left(R_1 k^2 + R_2\right)}{R_3 + R_1 k^2 + R_2} = \frac{6(8+4)}{6+8+4} = 4\,\Omega$$

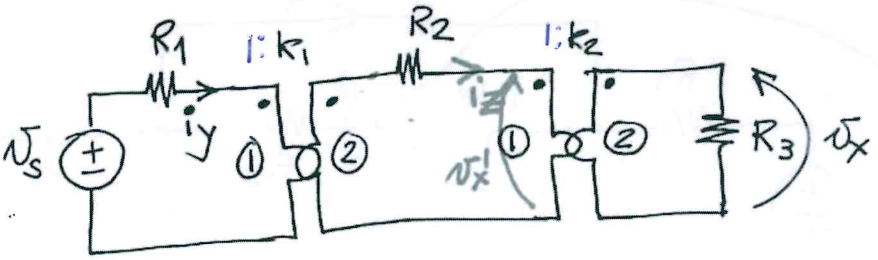
- Circuito equivalente di Thevenin



$V_T = V_{oc} = 10V$
$R_T = R_{ab} = 4\Omega$

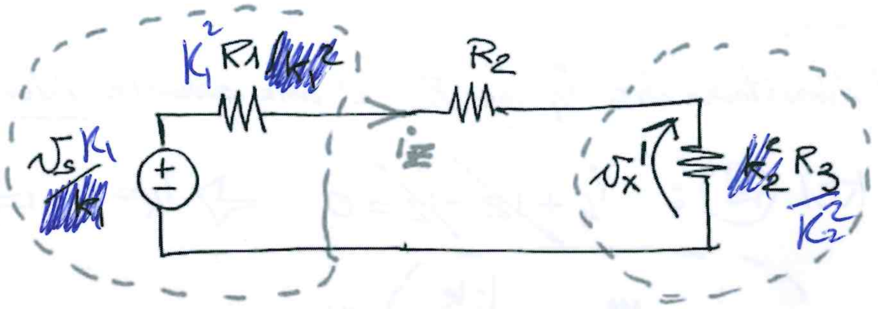
$v_s = 33\,V$
$R_1 = 2\,\Omega$
$R_2 = 4\,\Omega$
$R_3 = 6\,\Omega$
$k_1 = 1/4$
$k_2 = 1/4$

EX1



Determinare v_x e i_y

Trovo il circuito equivalente ai fini del calcolo di i_z :



$$i_z = \frac{k_1 v_s}{\frac{R_1}{k_1^2} + R_2 + \frac{R_3}{k_2^2}} = \frac{33 \cdot 4}{2 \cdot 16 + 4 + 16 \cdot 6} = 1\,A$$

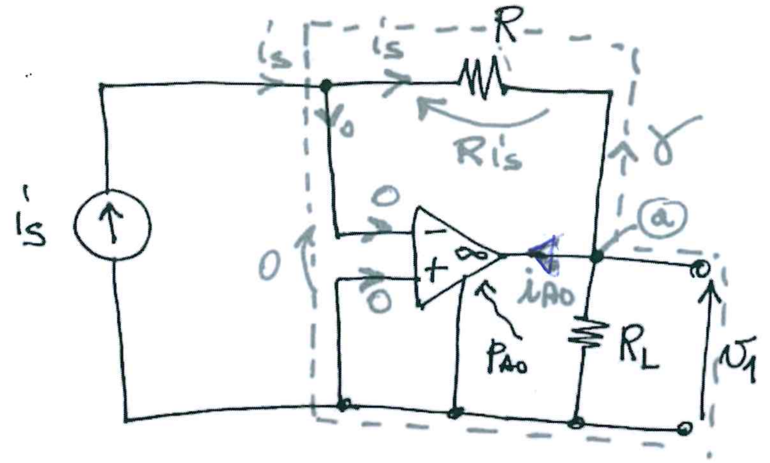
Rel. costitutiva del trasformatore $\boxed{i_y = \frac{i_z}{k_1} = 4\,A}$

$$v_x' = \left(\frac{R_3}{k_2^2}\right) \cdot i_z = 16 \cdot 6 \cdot 1 = 96\,V$$

Rel. costitutiva: del trasformatore $\boxed{v_x} = v_x' k_2 = \frac{96}{4} = \boxed{24\,V}$

☐ CIRCUITI CON AMPLIFICATORI OPERAZIONALI
[A.O. IDEALE IN ZONA LINEARE (NO SATURAZIONE)]

EX



$v_1 = ?$

$p_{AO} = ?$

Indico sul circuito le condizioni operative ideali dei morsetti invertente e non-invertente (cortocircuito virtuale, correnti nulle) e cerco delle equazioni KVL, KCL che mi consentono di giungere alla soluzione. Questo è il metodo da seguire in tutti gli esercizi.

KVL γ: $$v_1 + Ri_s - 0 = 0$$

$$\boxed{v_1 = -Ri_s}$$

KCL ⓐ: $$i_{AO} = \frac{-v_1}{R_L} + i_s = i_s + \frac{R}{R_L} i_s = i_s\left(1+\frac{R}{R_L}\right)$$

$$\boxed{p_{AO} = v_1 i_{AO} = -Ri_s^2\left(1+\frac{R}{R_L}\right)}$$

N.B. Noto che $p_{AO} < 0$ (A.O. eroga energia)

In generale $p_{AO} \gtrless 0$ (componente attivo)

EX

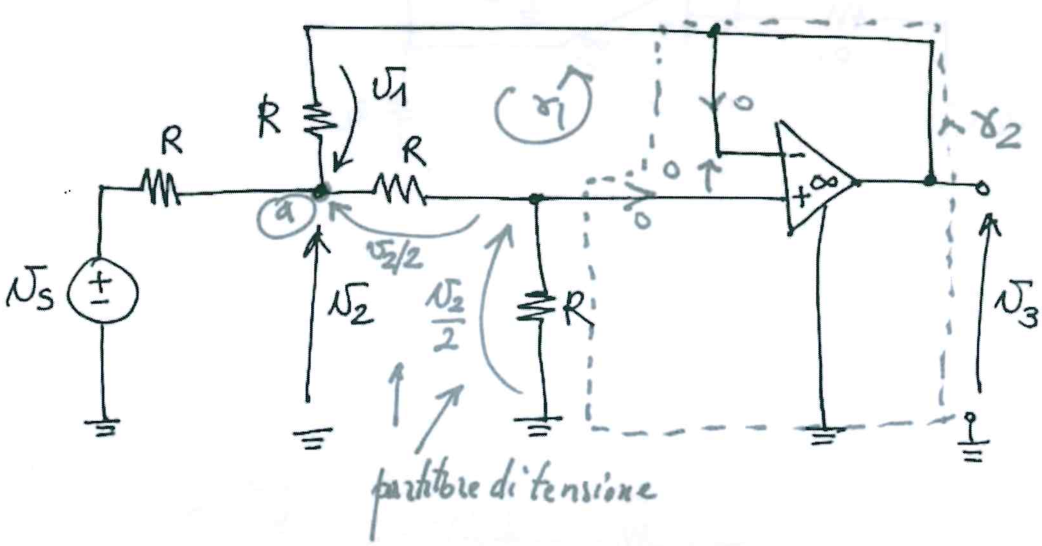
$v_S = 8\,V$

$R = 2\,k\Omega$

$v_1 = ?$

$v_2 = ?$

$v_3 = ?$



KVL γ_1: $\quad v_1 - \frac{v_2}{2} + 0 = 0 \quad \Rightarrow \quad v_1 = \frac{v_2}{2}$

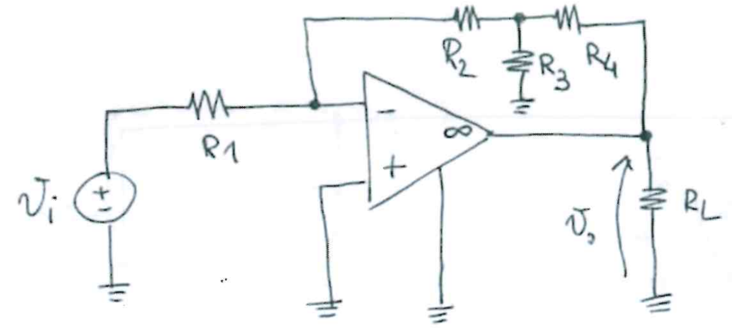
KCL (a): $\quad \frac{v_1}{R} + \frac{v_2/2}{R} + \frac{v_2 - v_S}{R} = 0$

sostituisco $\quad \frac{v_2}{2\cancel{R}} + \frac{v_2}{2\cancel{R}} + \frac{v_2}{\cancel{R}} = \frac{v_S}{\cancel{R}} \quad \Rightarrow \quad \boxed{v_2 = \frac{v_S}{2} = 4\,V}$

$\Rightarrow \quad \boxed{v_1 = \frac{4}{2} = 2\,V}$

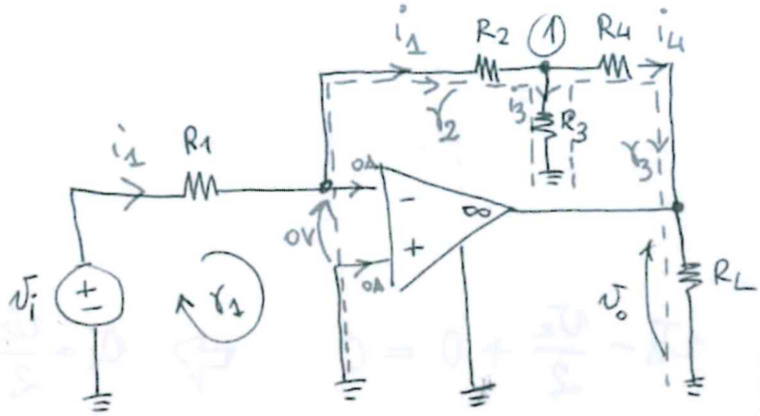
KVL γ_2: $\quad v_3 - 0 - v_2/2 = 0 \quad \Rightarrow \quad \boxed{v_3 = \frac{v_2}{2} = 2\,V}$

EX



Determinare $\frac{v_o}{v_i}$

Soluzione



KVL γ_1 : $v_i - R_1 i_1 = 0 \longrightarrow i_1 = \frac{v_i}{R_1}$

KVL γ_2 : $0 - R_2 i_1 - R_3 i_3 = 0 \longrightarrow i_3 = -\frac{R_2}{R_3} i_1 = -\frac{v_i R_2}{R_1 R_3}$

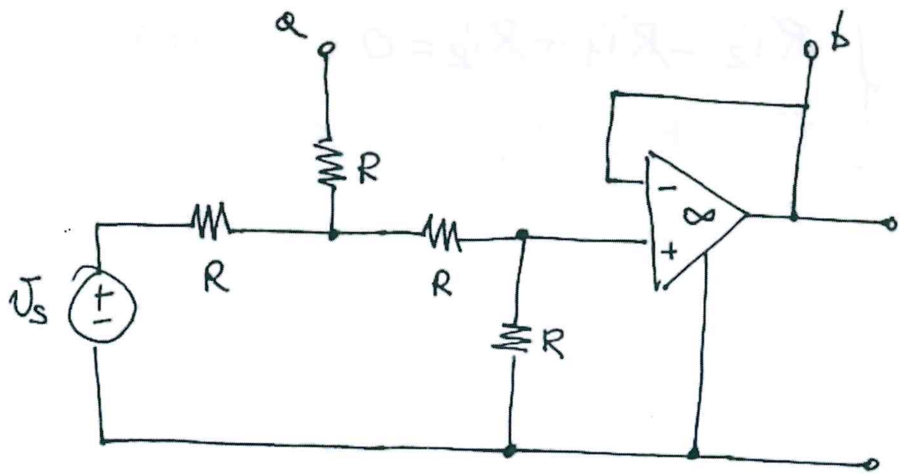
KCL 1 : $i_4 = i_1 - i_3 = v_i \left(\frac{1}{R_1} + \frac{R_2}{R_1 R_3} \right) = v_i \frac{R_3 + R_2}{R_1 R_3}$

KVL γ_3 : $R_3 i_3 - R_4 i_4 - v_o = 0 \longrightarrow v_o = R_3 i_3 - R_4 i_4$

Sostituendo : $v_o = -R_4 \, v_i \frac{R_3 + R_2}{R_1 R_3} - \cancel{R_3} \frac{v_i R_2}{R_1 \cancel{R_3}} = -v_i \left(\frac{R_3 R_4 + R_2 R_4 + R_2 R_3}{R_1 R_3} \right)$

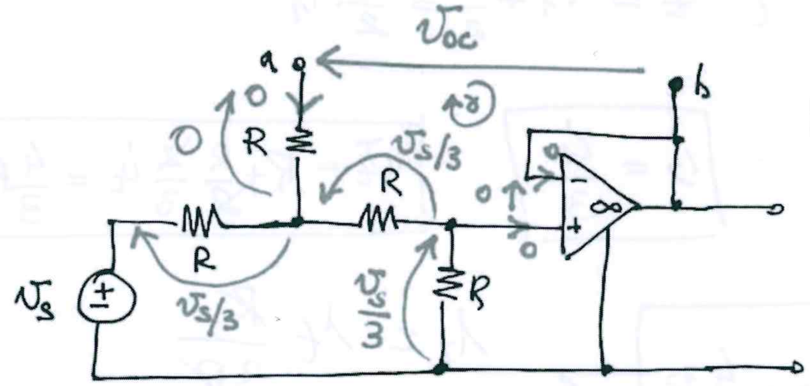
$$\Longrightarrow \boxed{\frac{v_o}{v_i} = -\frac{R_3 R_4 + R_2 R_4 + R_2 R_3}{R_1 R_3}}$$

EX



Determinare il circuito equivalente di Thevenin visto ai morsetti a, b

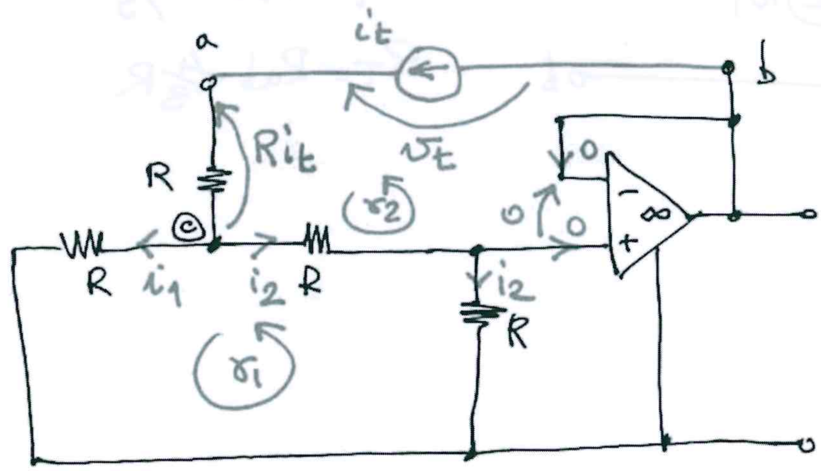
• Tensione a vuoto v_{oc}



Applico un partitore di tensione sulle 3 R in serie e poi:

KVL γ: $\frac{v_s}{3} + 0 - v_{oc} - 0 = 0$ $\boxed{v_{oc} = \frac{v_s}{3}}$

• Resistenza vista ai morsetti a, b



$$
\begin{cases}
\text{KVL } \gamma_1: & \cancel{R} i'_2 - \cancel{R} i'_1 + \cancel{R} i'_2 = 0 & (1) \\
\text{KVL } \gamma_2: & v_t - R i_t - R i'_2 + 0 = 0 & (2) \\
\text{KCL } ⓐ: & i_t = i'_1 + i'_2 & (3)
\end{cases}
$$

Sistema di 3 eq. in 3 incognite i_1, i_2, v_t

dalla (1): $i'_1 = 2 i'_2 \qquad i'_2 = \frac{i'_1}{2}$

$\hookrightarrow$ nella (2) $\quad v_t - R i_t - R \frac{i'_1}{2} = 0$

$\hookrightarrow$ nella (3) $\quad i_t = i'_1 + \frac{i'_1}{2} = \frac{3}{2} i'_1$

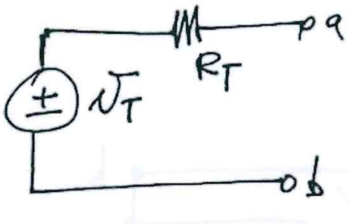
$\Rightarrow \boxed{i'_1 = \frac{2}{3} i_t} \quad \boxed{i'_2 = \frac{i_t}{3}} \quad \boxed{v_t = R_t + \frac{R}{\cancel{2}} \frac{\cancel{2}}{3} i_t = \frac{4}{3} R i_t}$

$\Rightarrow \boxed{R_{ab} = \frac{v_t}{i_t} = \frac{4}{3} R} \Leftarrow$

$i_2 = i_t \frac{R}{3R}$

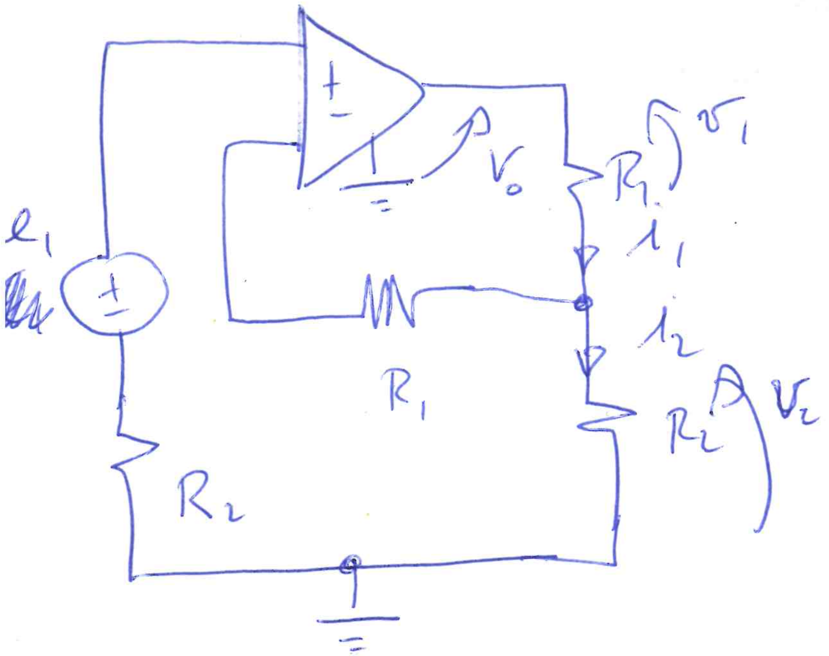
$v_t = R i_t + R \frac{i_t}{3} = \frac{4}{3} R i_t$

• Circuito equivalente di thevenin



$V_T = V_{oc} = V_s/3$

$R_T = R_{ab} = \frac{4}{3} R$



$R_1 = 6\Omega$

$R_2 = 4\Omega$

$e_2 = 8V$

$V_0 = ?$

$v_2 = e_2 = 8V$

$i_2 = \dfrac{v_2}{R_2} = 2A = i_1$

$v_1 = R_1 i_1 = 12V$

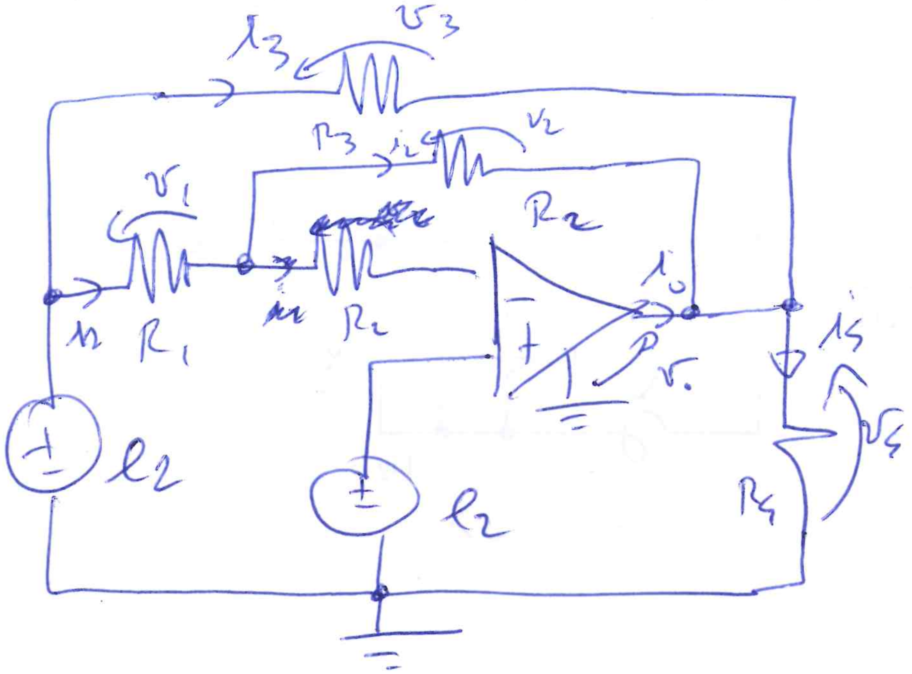
$v_0 = v_2 + v_1 = 20V$

POLITECNICO DI MILANO
DIPARTIMENTO DI MECCANICA
20156 MILANO – Via La Masa, 1

Corso di Principi di Ingegneria Elettrica
Allievi Meccanici

TEORIA

a) Potenza in regime sinusoidale. *(5 Crediti - 5 punti)* *(8 Crediti - 3 punti)*



$R_1 = 6\ k\Omega$

$R_2 = 2\ k\Omega$

$R_3 = 1\ k\Omega$

$R_4 = 500\ \Omega$

$e_1 = 10\ V$

$e_2 = 4\ V$

$i_0 = ?$

$v_0 = ?$

$v_4 = v_0$

$v_1 = e_1 - e_2 = 6V$

$i_1 = \dfrac{v_1}{R_1} = 1\ mA = i_2$

$v_2 = R_2 i_2 = 2V$

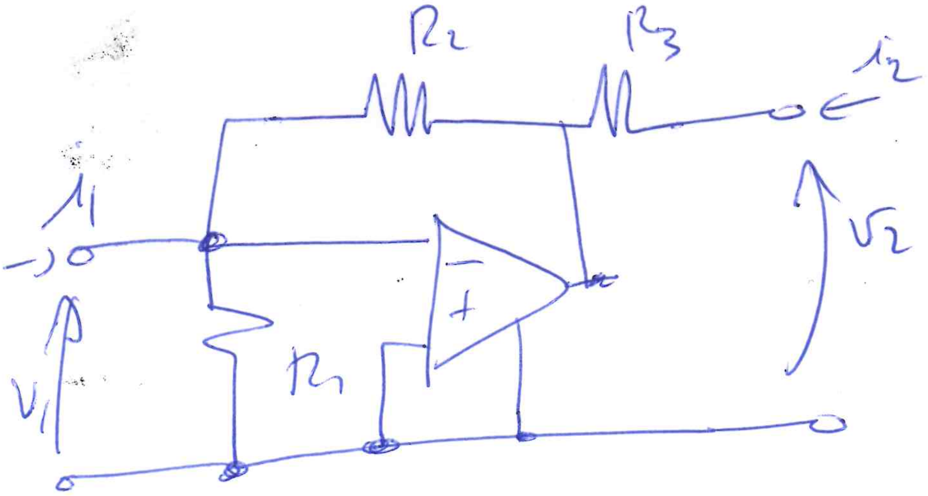
$v_0 = e_1 - v_1 - v_2 = 2V$

$i_4 = \dfrac{v_4}{R_4} = 4\ mA$

$i_0 = i_4 - i_3 - i_2 = -5\ mA$

$v_3 = e_1 - v_0 = 8V$

$i_3 = \dfrac{v_3}{R_3} = 8\ mA$



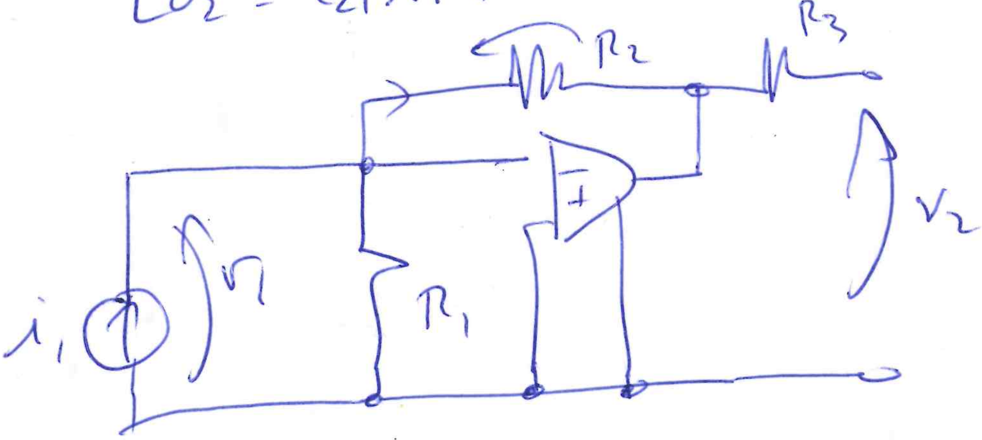
$R_1 = 1\,k\Omega$

$R_2 = 2\,k\Omega$

$R_3 = 1\,k\Omega$

$[R]$?

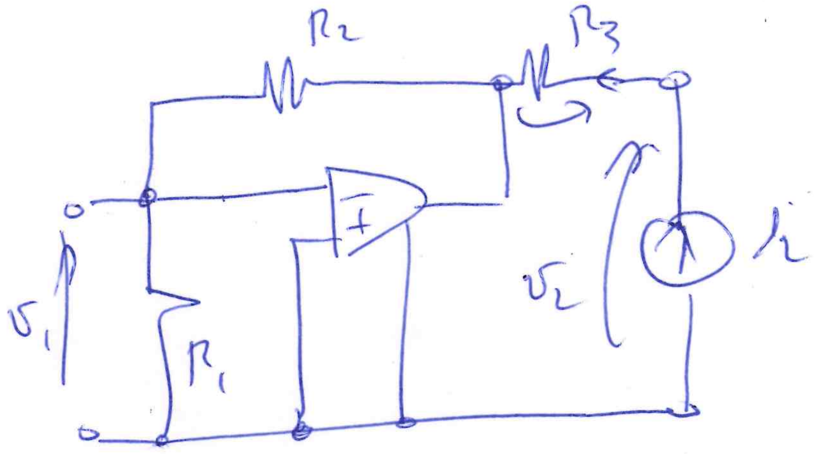
$$\begin{cases} v_1 = z_{11} i_1 + z_{12} i_2 \\ v_2 = z_{21} i_1 + z_{22} i_2 \end{cases}$$



$v_1 = 0$

$$z_{11} = \frac{v_1}{i_1}\Big|_{i_2=0} = 0$$

$$z_{21} = \frac{v_2}{i_1}\Big|_{i_2=0} = -R_2$$



$$z_{12} = \frac{v_1}{i_2}\Big|_{i_1=0} = 0$$

$$z_{22} = \frac{v_2}{i_2}\Big|_{i_1=0} = R_3$$