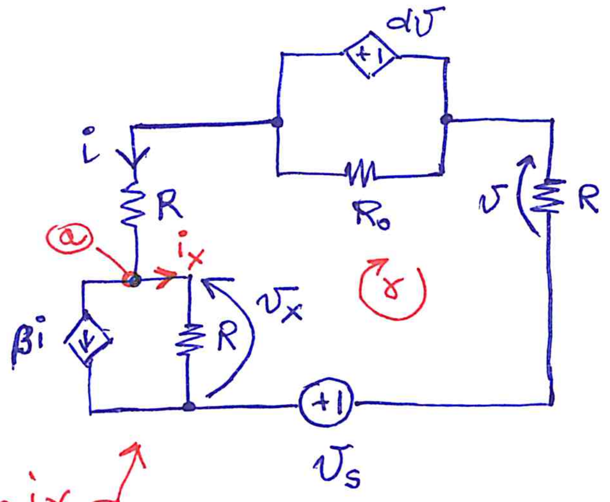
EX (Prof. Bizzarri)



$\alpha = 2$
$\beta = 4$
$v_s = 3\,V$
$R = 2\,\Omega$
$R_0 = 1\,\Omega$

Determinare v_x

Introduco i_x

KCL a: KVL γ:

$$\begin{cases} i - \beta i - i_x = 0 \Rightarrow i_x = i(1-\beta) \\ v_s + R i_x + R i - \alpha v - v = 0 \\ v = -Ri \end{cases}$$

$$v_s + Ri(1-\beta) + Ri + (\alpha+1)Ri = 0$$

$$v_s = Ri(\beta - 1 - 1 - \alpha - 1) = 0$$

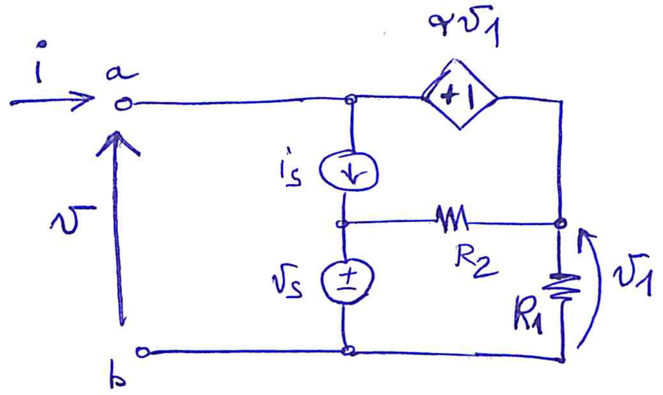
$$\boxed{i = \frac{v_s}{(\beta-\alpha-3)R}} = \frac{3}{(4-2-3)\cdot 2} = -\frac{3}{2}A$$

$$i_x = (1-\beta)i = \frac{v_s(1-\beta)}{(\beta-\alpha-3)R}$$

$$\boxed{v_x} = Ri_x = \boxed{v_s \frac{1-\beta}{\beta-\alpha-3}} = 3 \cdot \frac{1-4}{4-2-3} = 9\,V$$

N.B. La resistenza R_0 non ha influenza sui risultati. Spiegare perché ...

EX1 (Prof. Bizzarri)

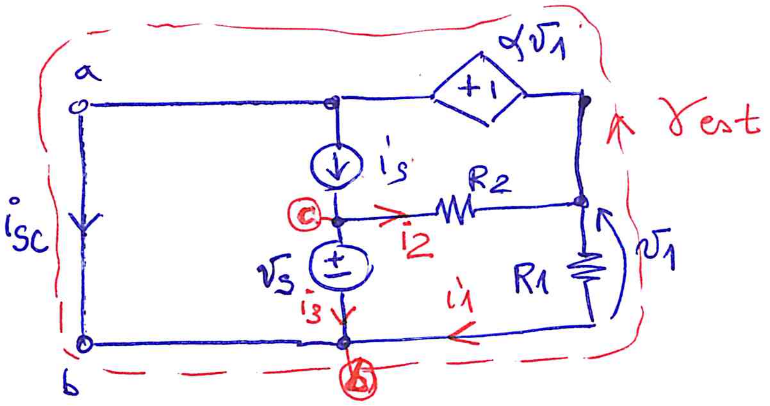


$v_S = 10\,V$
$i_S = 3\,A$
$R_1 = 10\,\Omega$
$R_2 = 5\,\Omega$

Det. la RELAZIONE COSTITUTIVA CON COMANDO IN TENSIONE del bipolo di morsetti a,b, IN FUNZIONE DI α e precisando la condizione di esistenza

Devo trovare $i = g(v)$. E' comodo trovare prima il circuito equivalente di NORTON:

□ i_{SC}



Pilotante: KVL γ esterno: $v_1 + \alpha v_1 = 0 \Rightarrow \boxed{v_1 = 0}$

(SE $\alpha \neq -1$!!! ALTRIMENTI E' INDETERMINATA)

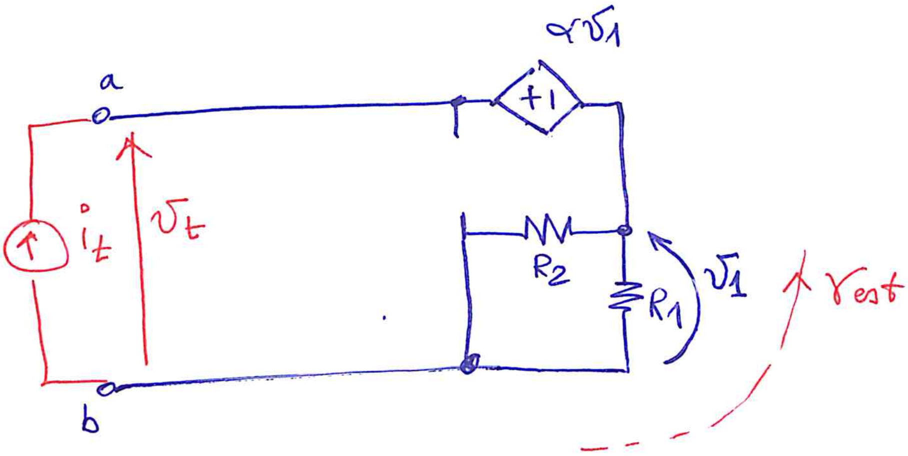
$\Rightarrow i_1 = v_1 / R_1 = 0$

$i_2 = (v_S - v_1)/R_2 = v_S / R_2$

KVL c: $i_3 = i_S - i_2 = i_S - \dfrac{v_S}{R_2}$

KVL b: $\boxed{i_{SC}} = -i_3 - i_1 = \boxed{\dfrac{v_S}{R_2} - i_S} = -1\,A$

□ R_{ab}

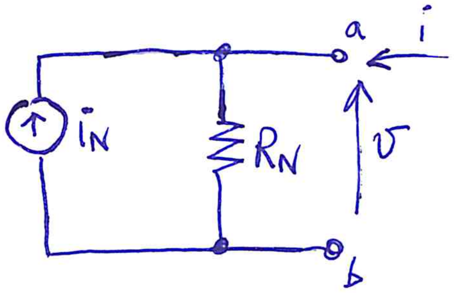


Pilotante: $v_1 = (R_1 // R_2)\, i_t = \dfrac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}\, i_t$

KVL γesterno: $v_t = v_1 + \alpha v_1 = (1+\alpha)\dfrac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}\, i_t$

$$R_{ab} = \frac{v_t}{i_t} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}(1+\alpha) = \frac{10}{3}(1+\alpha)\ \Omega$$

□ CIRCUITO EQ. DI NORTON



$i_N = i_{sc} = -1\ A$

$R_N = R_{ab} = \dfrac{10}{3}(1+\alpha)\ \Omega$

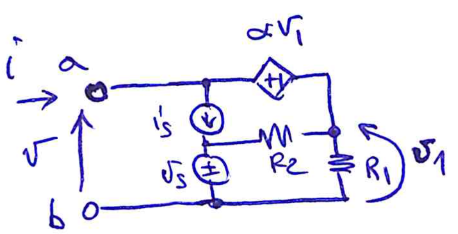
Relazione costitutiva $\quad i = -i_N + \dfrac{v}{R_N} = -i_N + G_N v$

$$\boxed{i = 1 + \frac{3}{10(1+\alpha)}\, v \quad , A}$$

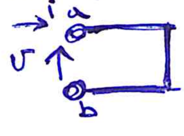
CONDIZIONE DI ESISTENZA: $\boxed{\alpha \neq -1}$

ALTRIMENTI:
- i_N È INDETERMINATA
- $G_N \to \infty \quad (R_N = 0)$

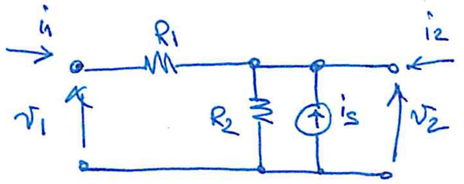
N.B. COSA SUCCEDE SE $\alpha = -1$? IL BIPOLO È EQUIVALENTE ESTERNAMENTE AD UN CORTOCIRCUITO, CHE NON È COMANDABILE IN TENSIONE.



$v = v_1 + \alpha v_1 = (1+\alpha) v_1 \equiv 0 \quad \forall i$



Es.



Per il doppio-bipolo in figura, determinare:

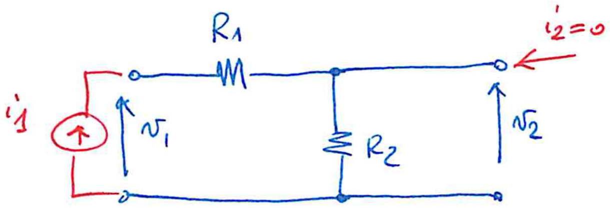
(a) la rappresentazione con comando in corrente
(b) la " " " tensione
(c) " " ibrida del 1° tipo
(d) " " " del 2° tipo
(e) " " in forma di trasmissione

(a) Rappresentazione con comando in corrente o "Thevenin"

$$\begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} \\ r_{21} & r_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} v_{T1} \\ v_{T2} \end{bmatrix}$$

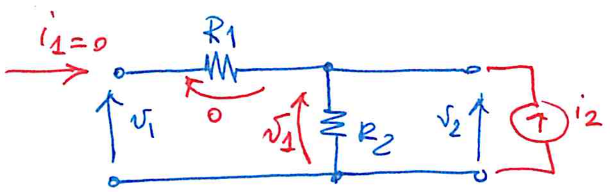
$$\underline{v} = \underbrace{\underset{\sim}{R}}_{\text{matrice delle resistenze a vuoto}} \cdot \underline{i} + \underbrace{\underline{v_T}}_{\text{tensioni a vuoto}}$$

Per determinare $\underset{\sim}{R}$, si spengono le sorgenti interne (i_s) e si applicano le definizioni operative dei parametri $r_{11}, r_{12}, r_{21}, r_{22}$:



$$r_{11} = \left.\frac{v_1}{i_1}\right|_{i_2=0} = R_1 + R_2$$

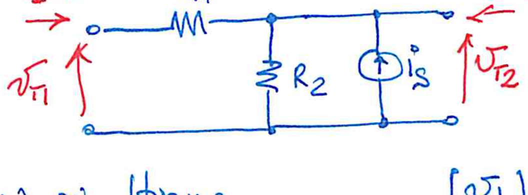
$$r_{21} = \left.\frac{v_2}{i_1}\right|_{i_2=0} = R_2$$



$$r_{12} = \left.\frac{v_1}{i_2}\right|_{i_1=0} = R_2$$

$$r_{22} = \left.\frac{v_2}{i_2}\right|_{i_1=0} = R_2$$

Tensioni a vuoto: se $\underline{i} = 0 \Rightarrow \underline{v} = \underline{v_T}$



$$v_{T1} = v_{T2} = R_2 i_s$$

Da cui si ottiene:

$$\begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_1+R_2 & R_2 \\ R_2 & R_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} R_2 i_s \\ R_2 i_s \end{bmatrix}$$

(b) Rappresentazione con comando in tensione o "Norton"

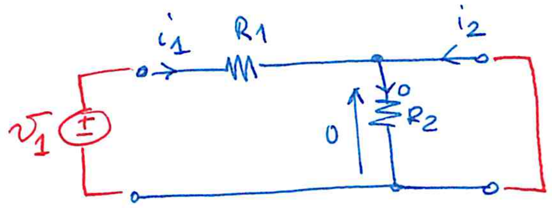
$$\begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} g_{11} & g_{12} \\ g_{21} & g_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} i_{N1} \\ i_{N2} \end{bmatrix}$$

$$\underline{i} = \underline{\underline{G}} \cdot \underline{v} + \underline{i}_N$$

matrice delle conduttanze di corto circuito

correnti di corto circuito

Per determinare $\underline{\underline{G}}$, si spengono le sorgenti interne indipendenti (i_s) e si applicano le definizioni di g_{11}, g_{12}, ...

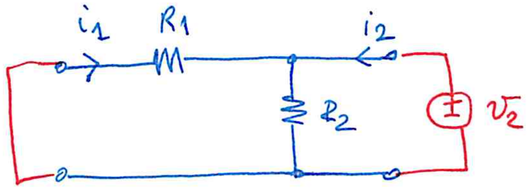


Si ottiene $i_1 = \dfrac{v_1}{R_1}$ $\quad i_2 = -i_1 = -\dfrac{v_1}{R_1}$

da cui:

$$g_{11} = \left.\frac{i_1}{v_1}\right|_{v_2=0} = \frac{1}{R_1}$$

$$g_{21} = \left.\frac{i_2}{v_1}\right|_{v_2=0} = -\frac{1}{R_1}$$



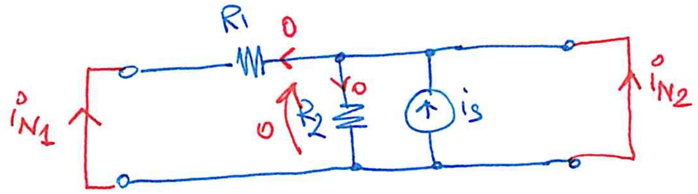
Si ottiene $i_2 = \dfrac{v_2}{\frac{R_1R_2}{R_1+R_2}} = v_2 \dfrac{R_1+R_2}{R_1R_2}$

$i_1 = -\dfrac{v_2}{R_1}$

da cui:

$$g_{12} = \left.\frac{i_1}{v_2}\right|_{v_1=0} = -\frac{1}{R_1} \qquad g_{22} = \left.\frac{i_2}{v_2}\right|_{v_1=0} = \frac{R_1+R_2}{R_1R_2}$$

Correnti di corto-circuito: se $\underline{v} = 0 \Longrightarrow \underline{i} = \underline{i}_N$



Si ottiene

$i_{N1} = 0$

$i_{N2} = -i_s$

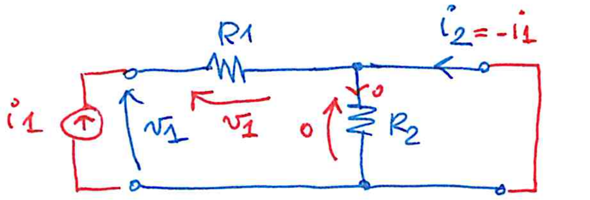
Da cui si ottiene

$$\begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{R_1} & -\frac{1}{R_1} \\ -\frac{1}{R_1} & \frac{R_1+R_2}{R_1R_2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ -i_s \end{bmatrix}$$

(c) Rappresentazione ibrida del 1° tipo

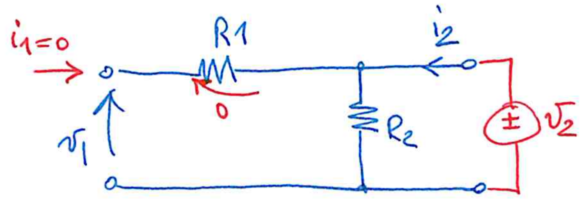
$$\begin{bmatrix} v_1 \\ i_2 \end{bmatrix} = \underbrace{\begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} \\ h_{21} & h_{22} \end{bmatrix}}_{\underset{\sim}{H} \text{ matrice dei parametri ibridi } 1^\circ \text{ tipo}} \begin{bmatrix} i_1 \\ v_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} v_{T1} \\ i_{N2} \end{bmatrix}$$

Per determinare $\underset{\sim}{H}$ si spengono le sorgenti interne (i_s) e si applicano le definizioni operative dei parametri $h_{11}, h_{12}, \dots$



$$h_{11} = \left.\frac{v_1}{i_1}\right|_{v_2=0} = R_1$$

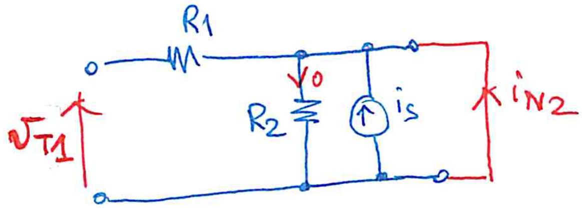
$$h_{21} = \left.\frac{i_2}{i_1}\right|_{v_2=0} = -1$$



$$h_{12} = \left.\frac{v_1}{v_2}\right|_{i_1=0} = 1$$

$$h_{22} = \left.\frac{i_2}{v_2}\right|_{i_1=0} = \frac{1}{R_2}$$

Se $\begin{bmatrix} i_1 \\ v_2 \end{bmatrix} = \underline{0} \rightarrow \begin{bmatrix} v_1 \\ i_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} v_{T1} \\ i_{N2} \end{bmatrix}$



Si ottiene

$i_{N2} = -i_s$

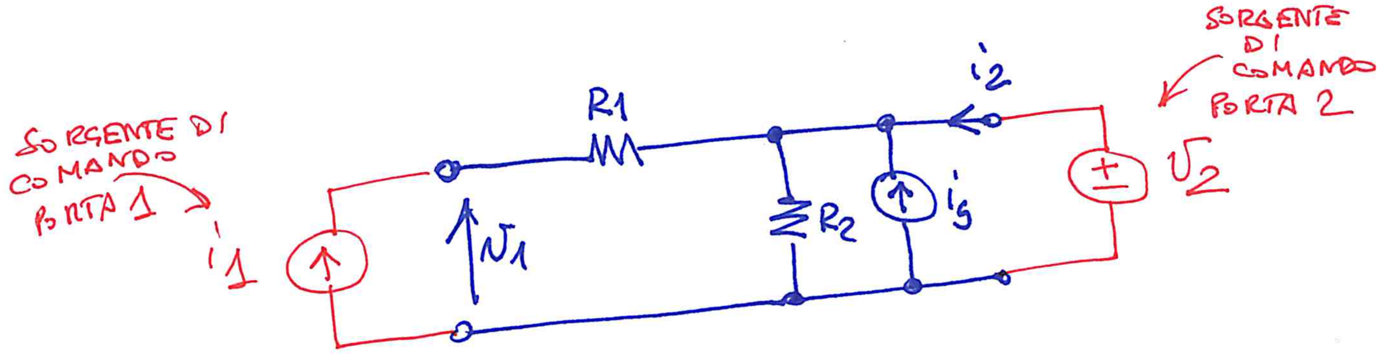
$v_{T1} = 0$

Da cui si ottiene la rappresentazione ibrida del 1° tipo:

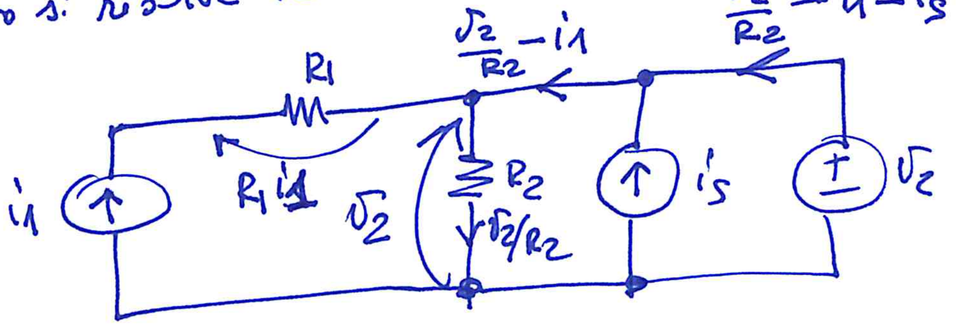
$$\begin{bmatrix} v_1 \\ i_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_1 & 1 \\ -1 & 1/R_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_1 \\ v_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ -i_s \end{bmatrix}$$

(c) altro metodo più veloce:

Per il circuito in esame la rappresentazione ibrida del 1° tipo risulta particolarmente semplice come forma di comando. La trovo direttamente facendo agire contemporaneamente sorgenti interne e sorgenti di comando nel circuito:



Il circuito si risolve velocemente:



$$\text{KVL: } \begin{cases} v_1 = v_2 + R_1 i_1 \\ i_2 = \dfrac{v_2}{R_2} - i_1 - i_s \end{cases} \text{ :KCL}$$

Da cui segue la scrittura, in forma matriciale:

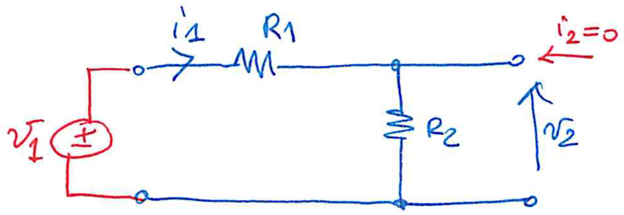
$$\begin{bmatrix} v_1 \\ i_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_1 & 1 \\ -1 & \dfrac{1}{R_2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_1 \\ v_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ -i_s \end{bmatrix}$$

(d) Rappresentazione ibrida del 2° tipo (PER CASA)

$$\begin{bmatrix} i_1 \\ v_2 \end{bmatrix} = \underbrace{\begin{bmatrix} h'_{11} & h'_{12} \\ h'_{21} & h'_{22} \end{bmatrix}}_{} \begin{bmatrix} v_1 \\ i_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} i_{N1} \\ v_{T2} \end{bmatrix}$$

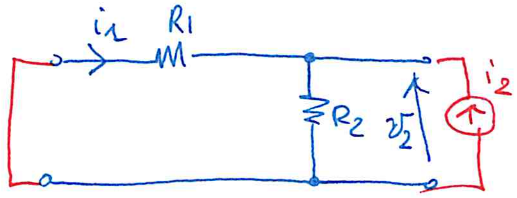
$\underset{\sim}{H}'$ matrice dei parametri ibridi 2° tipo

Per determinare $\underset{\sim}{H}'$ si spengono le sorgenti interne (i_S) e si applicano le definizioni di $h'_{11}, h'_{12}, \dots$



$$h'_{11} = \left.\frac{i_1}{v_1}\right|_{i_2=0} = \frac{1}{R_1+R_2}$$

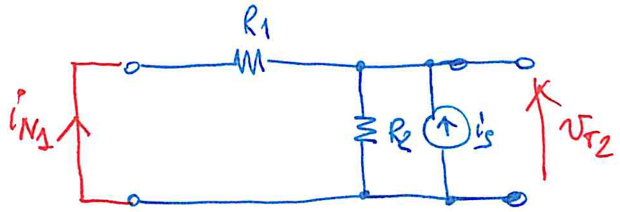
$$h'_{21} = \left.\frac{v_2}{v_1}\right|_{i_2=0} = \frac{R_2}{R_1+R_2}$$



$$h'_{12} = \left.\frac{i_1}{i_2}\right|_{v_1=0} = -\frac{R_2}{R_1+R_2}$$

$$h'_{22} = \left.\frac{v_2}{i_2}\right|_{v_1=0} = \frac{R_1R_2}{R_1+R_2}$$

Se $\begin{bmatrix} v_1 \\ i_2 \end{bmatrix} = 0 \longrightarrow \begin{bmatrix} i_1 \\ v_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} i_{N1} \\ v_{T2} \end{bmatrix}$



Si ottiene

$$i_{N1} = -i_S \frac{R_2}{R_1+R_2}$$

$$v_{T2} = \frac{R_1R_2}{R_1+R_2} i_S$$

Da cui si ottiene:

$$\begin{bmatrix} i_1 \\ v_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{R_1+R_2} & -\frac{R_2}{R_1+R_2} \\ \frac{R_2}{R_1+R_2} & \frac{R_1R_2}{R_1+R_2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_1 \\ i_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -i_S \frac{R_2}{R_1+R_2} \\ \frac{R_1R_2}{R_1+R_2} i_S \end{bmatrix}$$

e) La forma di trasmissione non ha interpretazione circuitale (vedi lezioni). In generale, si può trovare MATEMATICAMENTE partendo da un'altra rappresentazione che esista e rielaborando il sistema di 2 eq. in 2 inc.

Per esempio, partendo dalla rappresentazione ibrida del 1° tipo

$$\begin{cases} v_1 = v_2 + R_1 i_1 & (1) \\ i_2 = \dfrac{v_2}{R_2} - i_1 - i_s & (2) \end{cases}$$

esprimo $\underline{v_1 \text{ e } i_1}$ in funzione di $\underline{v_2 \text{ e } i_2}$:

$$(2) \rightarrow \boxed{i_1 = -i_2 + \frac{v_2}{R_2} - i_s}$$

$\rightarrow$ sostituisco in (1) $\rightarrow$ $v_1 = v_2 + R_1 \left[-i_2 + \dfrac{v_2}{R_2} - i_s \right]$

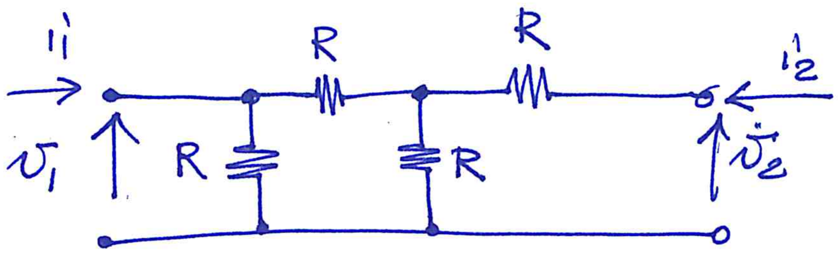
$$\rightarrow \boxed{v_1 = v_2\left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right) - R_1 i_2 - R_1 i_s}$$

$\rightarrow$ Ho dedotto la forma di trasmissione:

$$\begin{bmatrix} v_1 \\ i_1 \end{bmatrix} = \underbrace{\begin{bmatrix} 1 + \dfrac{R_1}{R_2} & R_1 \\ \dfrac{1}{R_2} & 1 \end{bmatrix}}_{\underset{\sim}{T}} \begin{bmatrix} v_2 \\ -i_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -R_1 i_s \\ -i_s \end{bmatrix}$$

Per doppi-bipoli passivi (senza sorgenti indipendenti interne) nel seguito vedremo un trucco per trovare $\underset{\sim}{T}$ in modo meno matematico.

EX



Determinare la matrice di trasmissione $\underset{\sim}{T}$ del doppio bipolo.

I MODO (definizioni di $t_{11}, t_{12}, \dots$)

Devo determinare la rappresentazione

$$\begin{bmatrix} v_1 \\ i_1 \end{bmatrix} = \underbrace{\begin{bmatrix} t_{11} & t_{12} \\ t_{21} & t_{22} \end{bmatrix}}_{\underset{\sim}{T}} \begin{bmatrix} v_2 \\ -i_2 \end{bmatrix}$$

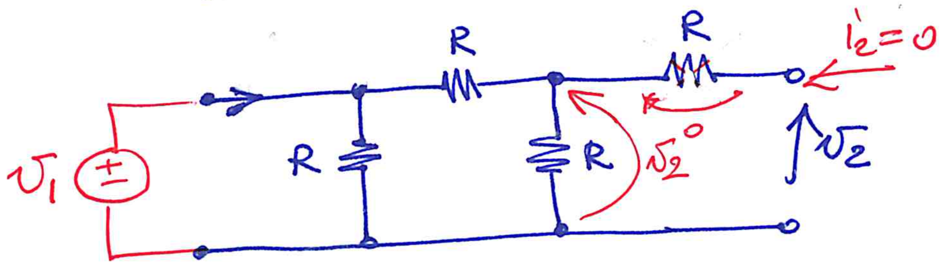
- t_{11}

$$t_{11} = \left. \frac{v_1}{v_2} \right|_{i_2=0}$$

I parametri t non hanno una interpretazione circuitale. Non si può imporre $i_2=0$ (circuito aperto alla porta 2) e al contempo comandare la porta 2 con un generatore di tensione v_2!

Per aggirare il problema, calcolo i parametri inversi:

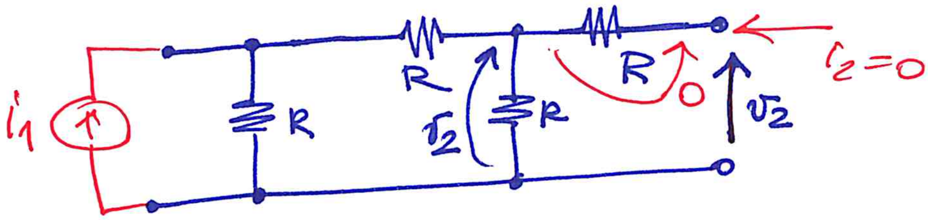
$$\frac{1}{t_{11}} = \left. \frac{v_2}{v_1} \right|_{i_2=0} \quad (\text{vale se } t_{11} \neq 0)$$

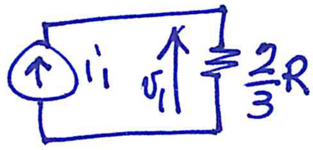


$$v_2 = v_1 \cdot \frac{R}{R+R} = \frac{v_1}{2} \Rightarrow \frac{1}{t_{11}} = \frac{1}{2} \Rightarrow \boxed{t_{11} = 2}$$

- t_{21}

$$t_{21} = \left.\frac{i_1}{v_2}\right|_{i_2=0} \Rightarrow \frac{1}{t_{21}} = \left.\frac{v_2}{i_1}\right|_{i_2=0}$$

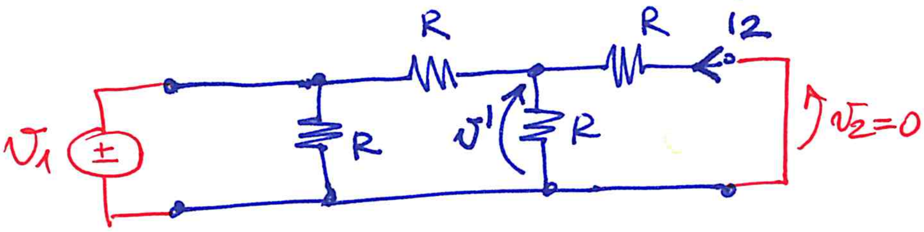




$$v_2 = v_1 \cdot \frac{R}{R+R} = \frac{2}{3}R\, i_1 \cdot \frac{\cancel{R}}{2\cancel{R}} = \frac{R}{3} i_1$$

$$\Rightarrow \frac{1}{t_{21}} = \frac{R}{3} \Rightarrow \boxed{t_{21} = \frac{3}{R}}$$

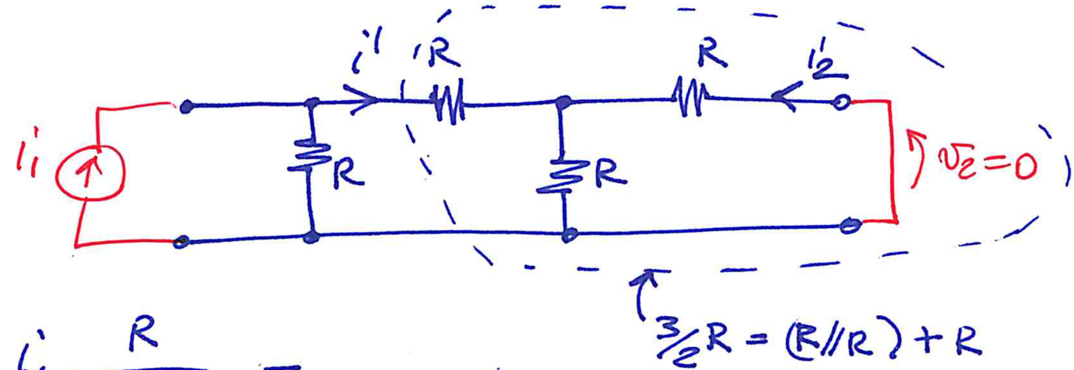
- $t_{12} = -\left.\frac{v_1}{i_2}\right|_{v_2=0} \Rightarrow \frac{1}{t_{12}} = -\left.\frac{i_2}{v_1}\right|_{v_2=0}$



$$v' = v_1 \cdot \frac{R/2}{R/2+R} = v_1 \cdot \frac{\cancel{R}}{3\cancel{R}} = \frac{v_1}{3}$$

$$i_2 = -\frac{v'}{R} = -\frac{v_1}{3R} \Rightarrow \frac{1}{t_{12}} = \frac{1}{3R} \Rightarrow \boxed{t_{12} = 3R}$$

• $t_{22} = -\dfrac{i_1}{i_2}\Big|_{v_2=0} \Rightarrow \dfrac{1}{t_{22}} = -\dfrac{i_2}{i_1}\Big|_{v_2=0}$



$$i' = i_1 \cdot \frac{R}{R+\frac{3}{2}R} =$$

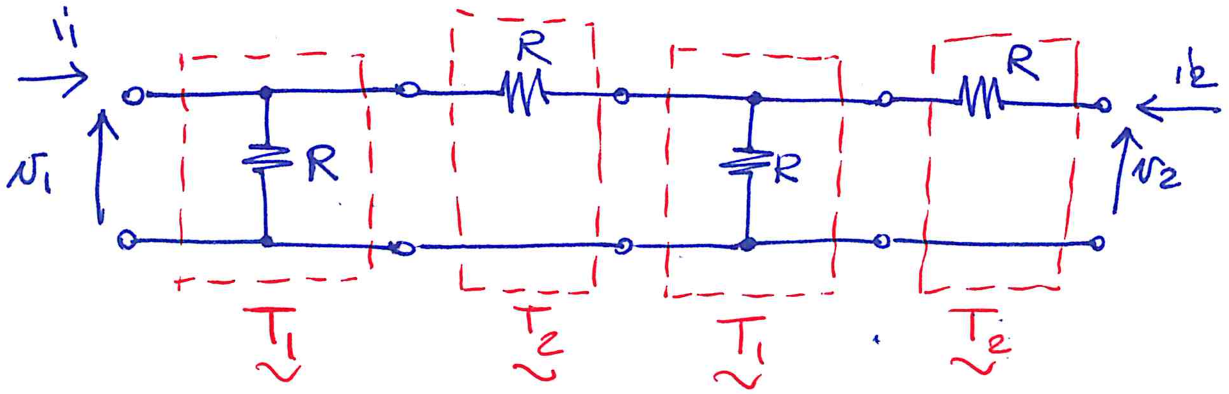
$$= i_1 \cdot \frac{2\cancel{R}}{5\cancel{R}} = \frac{2}{5} i_1$$

$$i_2' = i' \cdot \frac{-R}{R+R} = -\frac{i'}{2} = -\frac{1}{5} i_1 \Rightarrow \frac{1}{t_{22}} = +\frac{1}{5} \Rightarrow \boxed{t_{22} = 5}$$

Risultato:

$$\boxed{\underset{\sim}{T} = \begin{bmatrix} 2 & 3R \\ 3/R & 5 \end{bmatrix}}$$

II MODO (Sfrutto la proprietà della connessione in cascata di doppi bipoli)



$$\underset{\sim}{T_1} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1/R & 1 \end{bmatrix}$$ (vedi lezioni!)

$$\underset{\sim}{T_2} = \begin{bmatrix} 1 & R \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$ //

Connessione in cascata:

$$\boxed{\underset{\sim}{T} = \underset{\sim}{T_1}\,\underset{\sim}{T_2}\,\underset{\sim}{T_1}\,\underset{\sim}{T_2}}$$

$$\underset{\sim}{T_1}\,\underset{\sim}{T_2} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1/R & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & R \\ 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & R \\ 1/R & 2 \end{bmatrix}$$

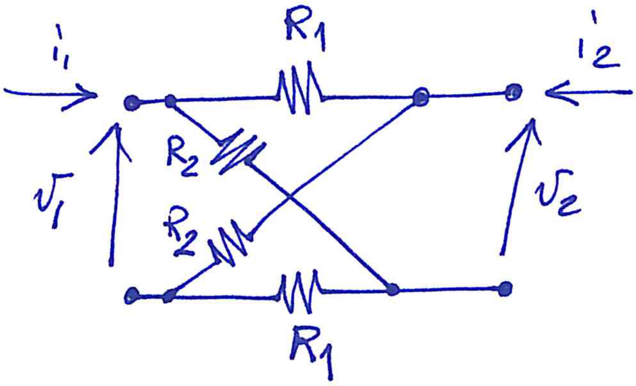
$$\underset{\sim}{T} = \begin{bmatrix} 1 & R \\ 1/R & 2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & R \\ 1/R & 2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 & 3R \\ 3/R & 5 \end{bmatrix}$$

$$\boxed{\underset{\sim}{T} = \begin{bmatrix} 2 & 3R \\ 3/R & 5 \end{bmatrix}}$$

Stesso risultato!

(FINIRE A CASA)

EX



Rappresentare la relazione costitutiva del doppio bipolo nella forma ibrida del secondo tipo.

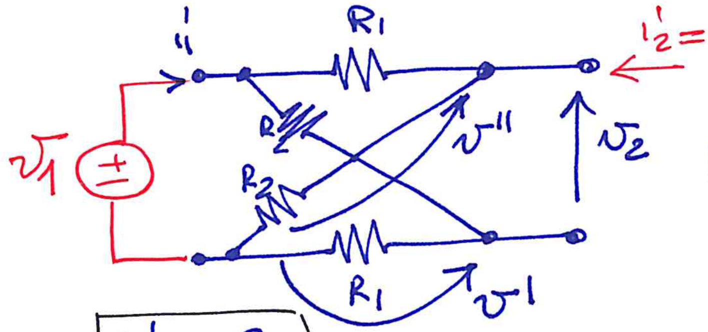
Dobbiamo determinare la rappresentazione

$$\begin{bmatrix} i_1' \\ v_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11}' & h_{12}' \\ h_{21}' & h_{22}' \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_1 \\ i_2' \end{bmatrix}$$

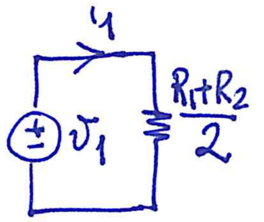
- Prima colonna

$$h_{11}' = \left.\frac{i_1}{v_1}\right|_{i_2=0}$$

$$h_{21}' = \left.\frac{v_2}{v_1}\right|_{i_2=0}$$



$\Rightarrow$



$$i_1 = \frac{v_1}{(R_1+R_2)/2} \Rightarrow \boxed{h_{11}' = \frac{2}{R_1+R_2}}$$

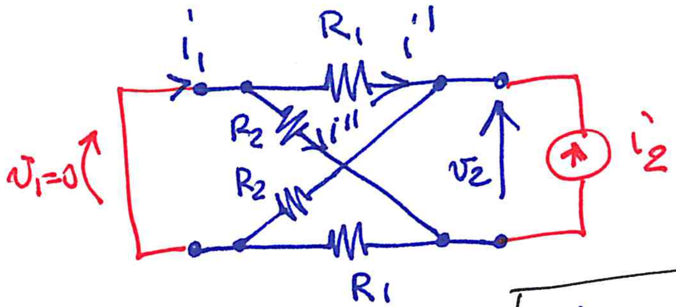
$$v' = v_1 \cdot \frac{R_1}{R_1+R_2} \; ; \; v'' = v_1 \cdot \frac{R_2}{R_1+R_2} \; ; \; \text{KVL}: \; v_2 = v'' - v' = v_1 \frac{R_2-R_1}{R_1+R_2}$$

$$\Rightarrow \boxed{h_{21}' = \frac{R_2-R_1}{R_1+R_2}}$$

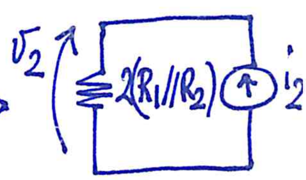
- Seconda colonna

$$h_{12}' = \left.\frac{i_1}{i_2}\right|_{v_1=0}$$

$$h_{22}' = \left.\frac{v_2}{i_2}\right|_{v_1=0}$$



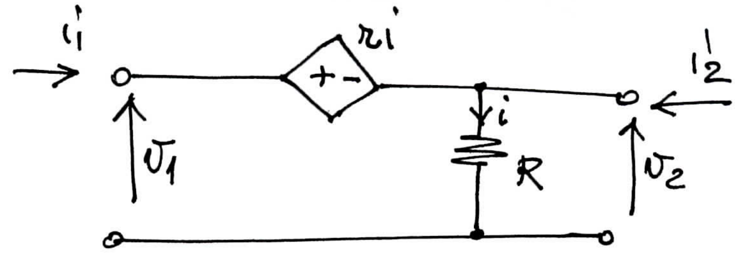
$\Rightarrow$



$$v_2 = 2(R_1//R_2) \cdot i_2 \Rightarrow \boxed{h_{22}' = 2\frac{R_1R_2}{R_1+R_2}}$$

$$i' = -i_2 \cdot \frac{R_2}{R_1+R_2} \; ; \; i'' = i_2 \cdot \frac{R_1}{R_1+R_2} \; ; \; \text{KCL}: \; i_1 = i' + i'' = i_2 \frac{R_1-R_2}{R_1+R_2} \Rightarrow \boxed{h_{12}' = \frac{R_1-R_2}{R_1+R_2}}$$

EX]



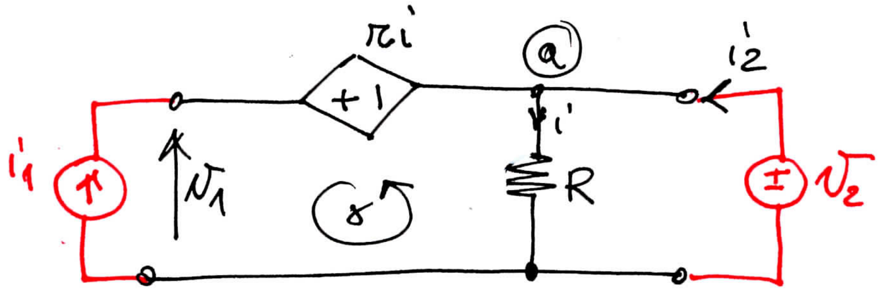
Determinare la rappresentazione ibrida del 1° tipo

Devo trovare la relazione costitutiva

$$\begin{bmatrix} v_1 \\ i_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} \\ h_{21} & h_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_1 \\ v_2 \end{bmatrix} + \cancel{\begin{bmatrix} v_{T1} \\ i_{N2} \end{bmatrix}}$$

NON CI SONO SORGENTI INDIPENDENTI (DOPPIO BIPOLO INERTE)

Metodo "veloce": osservo che se pongo sul circuito entrambe le variabili di comando (i_1, v_2) ottengo un circuito particolarmente semplice che può essere risolto facilmente:



Pilotante: $i = v_2/R$

Calcolo v_1: KVL γ : $Ri + ri - v_1 = 0$

$$\boxed{v_1 = (R+r)i' = \left(1 + \frac{r}{R}\right) v_2}$$

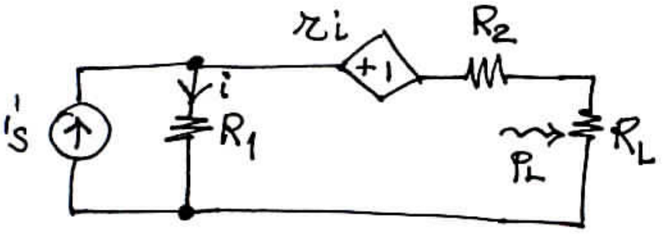
Calcolo i_2: KCL (a) : $\boxed{i_2 = i - i_1 = \frac{v_2}{R} - i_1}$

Si ottiene quindi:

$$\begin{bmatrix} v_1 \\ i_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 + \frac{r}{R} \\ -1 & \frac{1}{R} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_1 \\ v_2 \end{bmatrix}$$

☐ Per casa: rifare con metodo "tradizionale" ($h_{11} = \left.\frac{v_1}{i_1}\right|_{v_2=0}$, ecc...)

EX

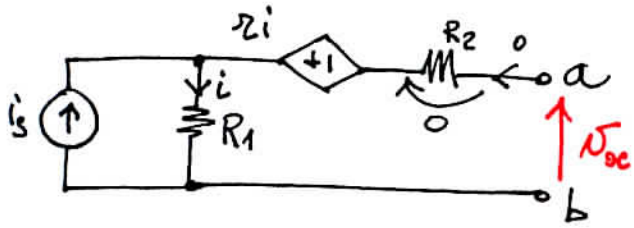


$R_1 = 5\Omega$
$R_2 = 2\Omega$
$i_s' = 20A$
$r = 4\Omega$

- Determinare R_L tale che p_L sia massima
- Determinare tale p_L massima

☐ Trovo il circuito eq. di thevenin visto da R_L

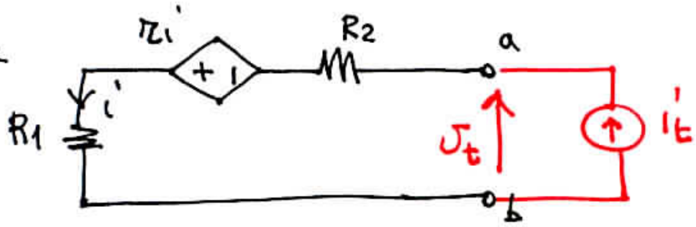
- Tensione a vuoto:



Pilotante: $i = i_s'$

KVL: $v_{oc} = R_1 i - r \cdot i' = (R_1 - r) i_s' = 20\ V$

- Resist. equivalente

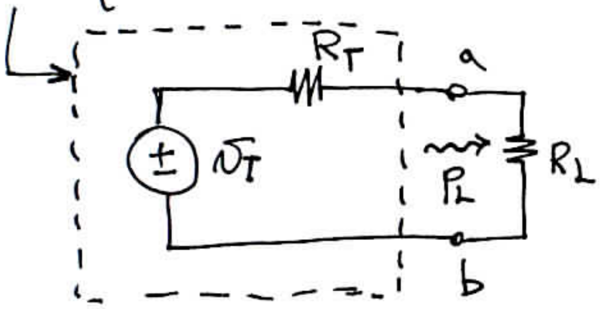


Pilotante $i' = i_t'$

KVL: $v_t = (R_1 + R_2 - r) i'$

$v_t = (R_1 + R_2 - r) i_t'$ $\Rightarrow$ $R_{ab} = \dfrac{v_t}{i_t} = R_1 + R_2 - r = 3\,\Omega$

- Circuito eq. di thevenin



$v_T = v_{oc} = 20V$
$R_T = R_{ab} = 3\Omega$

☐ Teorema del massimo trasferimento di potenza

$\Rightarrow$ P_L e' massima se $\boxed{R_L = R_T = 3\,\Omega}$

$\Rightarrow$ $\boxed{P_{Lmax} = \dfrac{v_T^2}{4 R_T} = \dfrac{20^2}{4 \cdot 3} = 33{,}3\ W}$ "potenza disponibile" della sorgente