TRASFORMATORE IDEALE

- E' UN DOPPIO–BIPOLO INTRINSECO, LINEARE, ADINAMICO
- LA RELAZIONE COSTITUTIVA E' (CONV. UTILIZZATORI COME SOLITO):

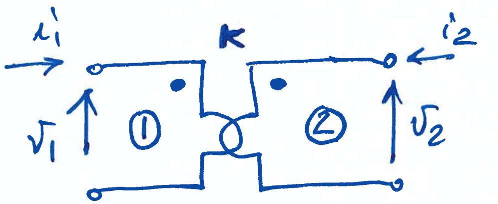
$$\boxed{\begin{cases} v_1 = k\, v_2 \\ i_2 = -k\, i_1 \end{cases} \qquad k \in \mathbb{R};\ k>0}$$

(forma ibrida 1° tipo)

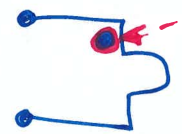
$$\boxed{\begin{bmatrix} v_1 \\ i_2 \end{bmatrix} = \underbrace{\begin{bmatrix} 0 & k \\ -k & 0 \end{bmatrix}}_{\underset{\sim}{H}} \begin{bmatrix} i_1 \\ v_2 \end{bmatrix}}$$

$$\boxed{\begin{bmatrix} v_1 \\ i_1 \end{bmatrix} = \underbrace{\begin{bmatrix} k & 0 \\ 0 & 1/k \end{bmatrix}}_{\underset{\sim}{T}} \begin{bmatrix} v_2 \\ -i_2 \end{bmatrix}}$$

- k "RAPPORTO DI TRASFORMAZIONE"
- SIMBOLO USATO NEL CORSO

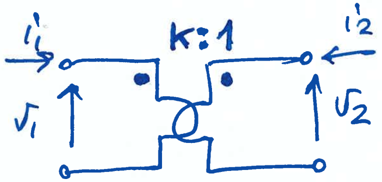


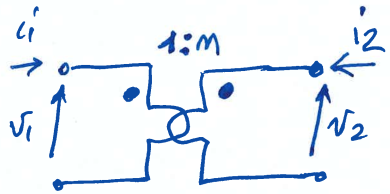
Notare i cosiddetti "contrassegni"



per indicare il polo + della porta

- ALTRI SIMBOLI DA TENERE PRESENTE



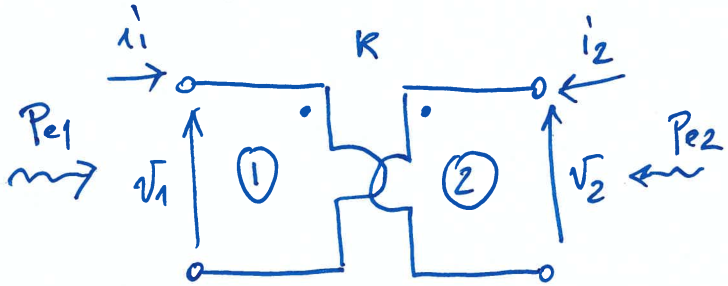


(in tal caso $k = \frac{1}{m}$)

- PORTA ① detta "PRIMARIO"
- PORTA ② detta "SECONDARIO"

- $\nexists\, \underset{\sim}{R}\,;\ \nexists\, \underset{\sim}{G}$ (non comandabile in tensione e corrente)

☐ POTENZA ENTRANTE NEL TR. ID.



$$p_e = p_{e1} + p_{e2} = v_1 i_1 + v_2 i_2 \underset{\substack{\uparrow \\ \text{rel. cost}}}{=} k v_2 i_1 + v_2(-k i_1) = 0$$

$$\boxed{p_e = p_{e1} + p_{e2} = 0}$$

È un doppio-bipolo adinamico PASSIVO
e in particolare NON ASSORBE POTENZA

$$\boxed{p_{e1} = -p_{e2} = p_{u2}}$$

La potenza entrante alla porta 1 diventa uscente alla porta 2
(e viceversa)

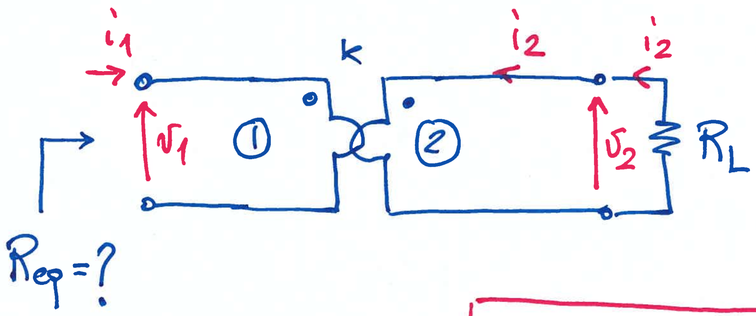
Tensioni (correnti) sono PROPORZIONALMENTE ridotte (elevate) in modo che
il loro prodotto (potenza) resti uguale alle porte in valore assoluto

T. ELEVATORE :	$0 < k < 1$	$\Rightarrow$	$\lvert v_2 \rvert > \lvert v_1 \rvert$	$\lvert i_2 \rvert < \lvert i_1 \rvert$
T. RIDUTTORE :	$k > 1$	$\Rightarrow$	$\lvert v_2 \rvert < \lvert v_1 \rvert$	$\lvert i_2 \rvert > \lvert i_1 \rvert$
T. DI ISOLAMENTO :	$k = 1$	$\Rightarrow$	$\lvert v_2 \rvert = \lvert v_1 \rvert$	$\lvert i_2 \rvert = \lvert i_1 \rvert$

In tutti i casi $\lvert v_2 i_2 \rvert = \lvert v_1 i_1 \rvert$

☐ TRASFORMAZIONE DI RESISTENZE

(a) DA SECONDARIO A PRIMARIO

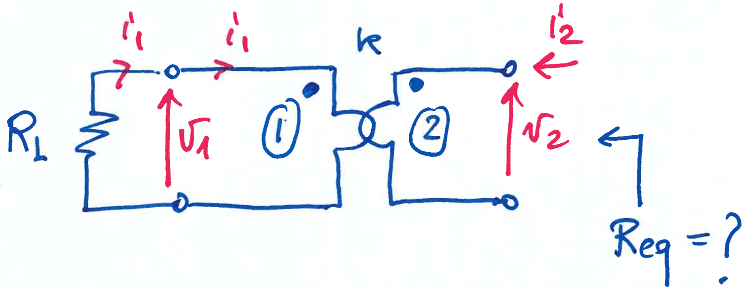


$$R_{ep}=\frac{v_1}{i_1}=\frac{k v_2}{-i_2/k}=k^2\left(-\frac{v_2}{i_2}\right)=k^2 R_L$$

rel. cost.

$$\boxed{R_{ep}=k^2 R_L}$$

(b) DA PRIMARIO A SECONDARIO



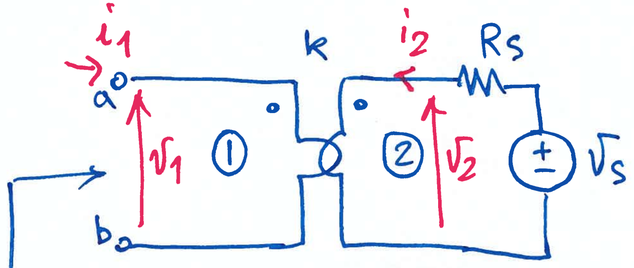
$$R_{ep}=\frac{v_2}{i_2}=\frac{v_1/k}{-k i_1}=\frac{1}{k^2}\left(-\frac{v_1}{i_1}\right)=\frac{R_L}{k^2}$$

rel. cost

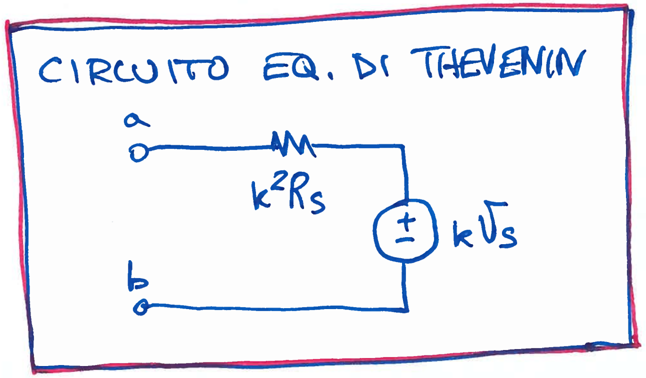
$$\boxed{R_{ep}=\frac{R_L}{k^2}}$$

☐ TRASFORMAZIONE DI GENERATORI NON IDEALI DI TENSIONE

(a) DA SECONDARIO A PRIMARIO

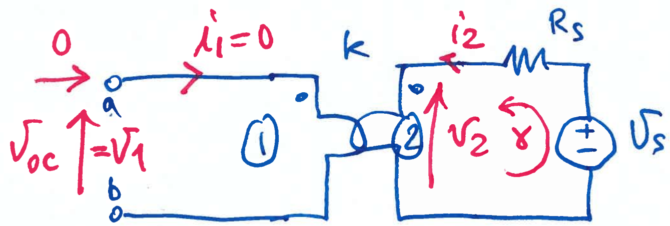


circuito equivalente di Thevenin ?



Infatti:

I) trovo v_{oc} ai morsetti ab



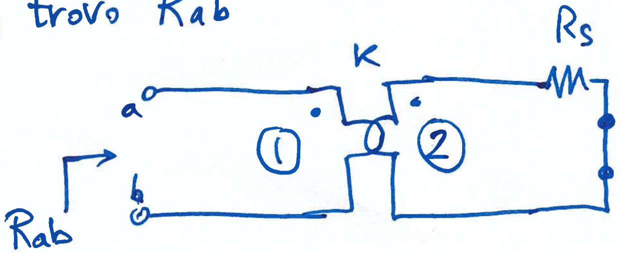
$$i_1 = 0 \Rightarrow i_2 \overset{\text{rel. cost.}}{=} -k i_1 = 0$$

$$\text{KVL } \gamma: \quad v_S - R_S i_2 - v_2 = 0$$

$$v_2 = v_S - \cancel{R_S i_2} = v_S$$

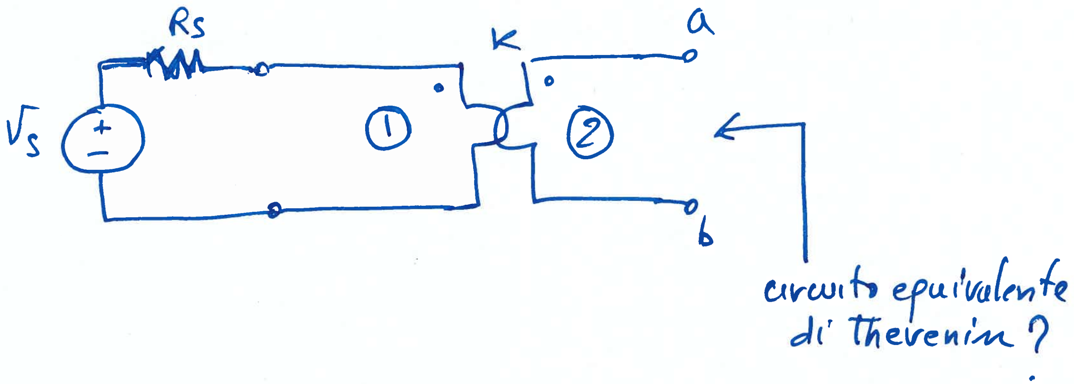
$$v_{oc} = v_1 \underset{\text{rel. cost}}{=} k v_2 = k v_S$$

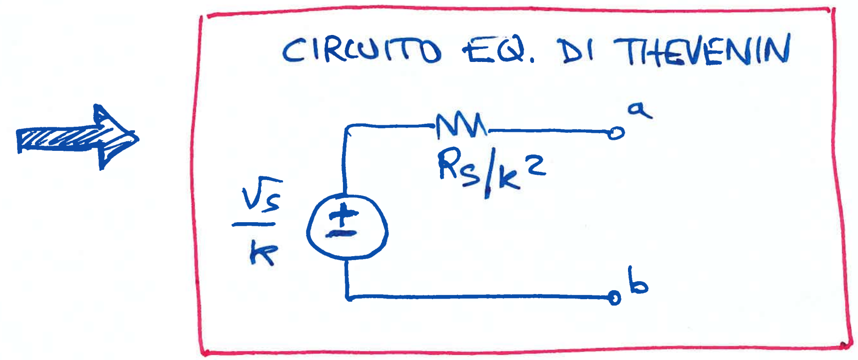
II) trovo R_{ab}



$$R_{ab} = k^2 R_S \quad \text{(vedi trasf. delle resistenze)}$$

(b) DA PRIMARIO A SECONDARIO





La dimostrazione e' analoga e lasciata allo studente per esercizio

---

N.B. QUESTE PROPRIETA' (potenza; trasf. delle resistenze; trasf. dei generatori non ideali di tensione) SONO DA RICORDARE PERCHE' SONO UTILISSIME PER RISOLVERE CIRCUITI (*) contenenti trasf. ideali con poco sforzo, come sara' mostrato alle esercitazioni.

(*) IN MOLTI CASI ma non sempre

AMPLIFICATORE OPERAZIONALE

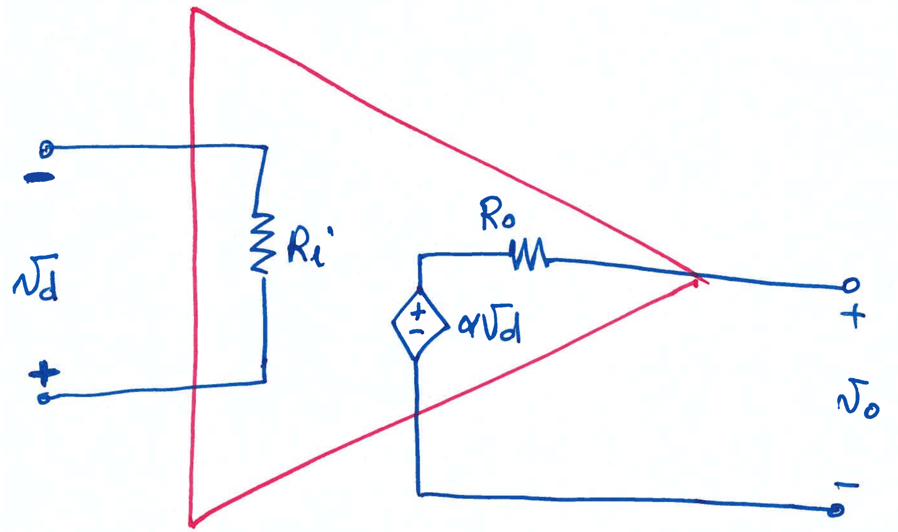
- È UN DOPPIO-BIPOLO INTRINSECO

- IL DISPOSITIVO REALE e' una applicazione dell'elettronica analogica con le seguenti caratteristiche

ingresso:

"polo invertente"

"polo non-invertente"



"uscita"

v_d "tensione differenziale" v_o "tensione di uscita"

VALORI TIPICI:

$R_i = 10^5 - 10^{13}\ \Omega$ (praticamente un circuito aperto!)

$R_o = 10 - 100\ \Omega$

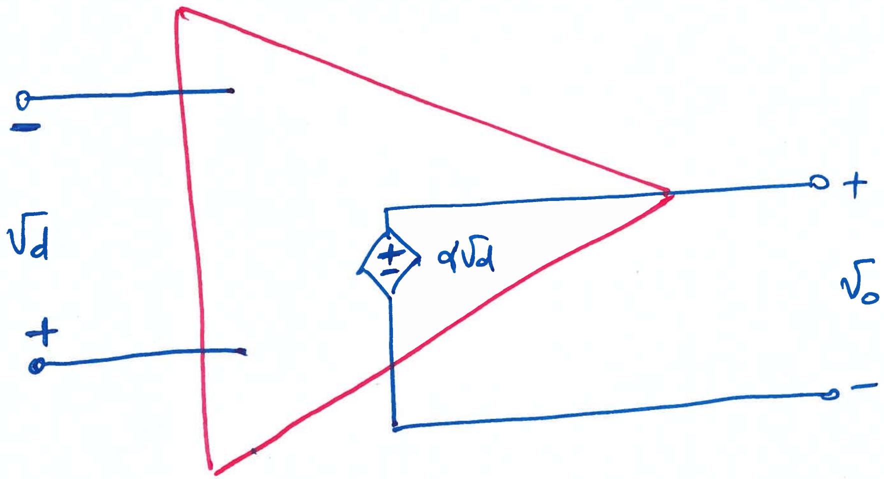
$\alpha = 10^5 - 10^8$ (guadagno molto elevato!)

- IDEALIZZAZIONE delle caratteristiche reali

$R_i \to \infty\ \Omega$ CIRCUITO APERTO (IN INGRESSO)

$R_o \to 0\ \Omega$ GEN. IDEALE DI TENSIONE PILOTATO IN TENSIONE (IN USCITA)

$\alpha \to \infty$ GUADAGNO INFINITO !



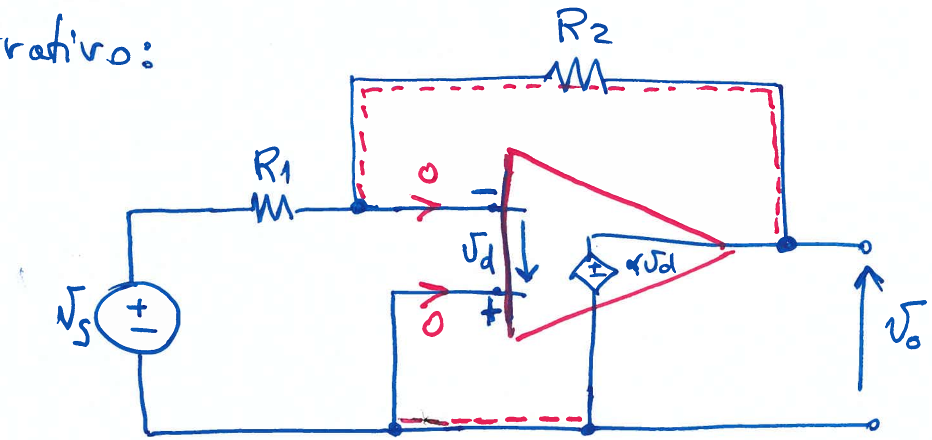
$(\alpha \to \infty)$

- CIRCUITI RETROAZIONATI PER AMP. OP.

L'amp. operazionale viene usato in circuiti che presentano una connessione dell'uscita con il polo invertente dell'ingresso, detta feedback (retroazione)

$$\boxed{\text{Come conseguenza della retroazione } v_d \to 0 \text{ per } \alpha \to \infty \text{ e } v_o \neq \infty}$$

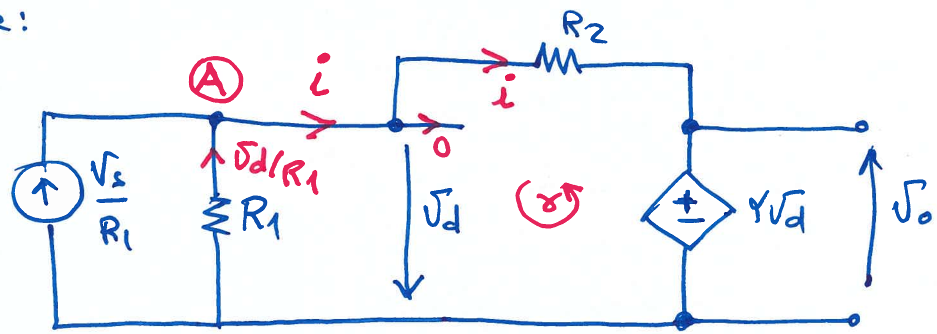
Esempio dimostrativo:



---- RETROAZIONE

Determinare v_d e v_o

Soluzione:



$$\begin{cases} \text{KVL } \gamma: & v_d + \alpha v_d + R_2 i = 0 \\ \text{KCL (A)}: & \dfrac{v_s}{R_1} + \dfrac{v_d}{R_1} - i = 0 \end{cases}$$

Risolvo il sistema

$$\begin{cases} v_d(1+\alpha) = -R_2 i \longrightarrow v_d = \dfrac{-R_2 i}{1+\alpha} \\ \dfrac{v_s}{R_1} + \dfrac{1}{R_1}\left(\dfrac{-R_2 i}{1+\alpha}\right) - i = 0 \end{cases}$$

etris

$$\rightarrow\ i\left(\frac{R_2}{R_1(1+\alpha)}+1\right)=\frac{v_s}{R_1}\ \rightarrow\ i\left[\frac{R_2+R_1(1+\alpha)}{\cancel{R_1}(1+\alpha)}\right]=\frac{v_s}{\cancel{R_1}}\ \rightarrow\ i=\frac{v_s(1+\alpha)}{R_2+R_1(1+\alpha)}$$

quindi:

$$\boxed{v_d}=\frac{-R_2 v_s\,\cancel{(1+\alpha)}}{[R_2+R_1(1+\alpha)]\,\cancel{(1+\alpha)}}=\boxed{v_s\,\frac{-R_2}{R_2+R_1(1+\alpha)}}$$

$$\boxed{v_o=\alpha v_d=v_s\,\frac{-\alpha R_2}{R_2+R_1(1+\alpha)}}$$

$$\boxed{\begin{aligned}&\lim_{\alpha\to\infty} v_d=0\\&\lim_{\alpha\to\infty} v_o=v_s\left(-\frac{R_2}{R_1}\right)\neq\infty\end{aligned}}$$

come l'esempio voleva mostrare

- la tensione differenziale di ingresso si annulla
- la tensione del gen. ideale di tensione dipende dal circuito in cui amp.op. e' inserito