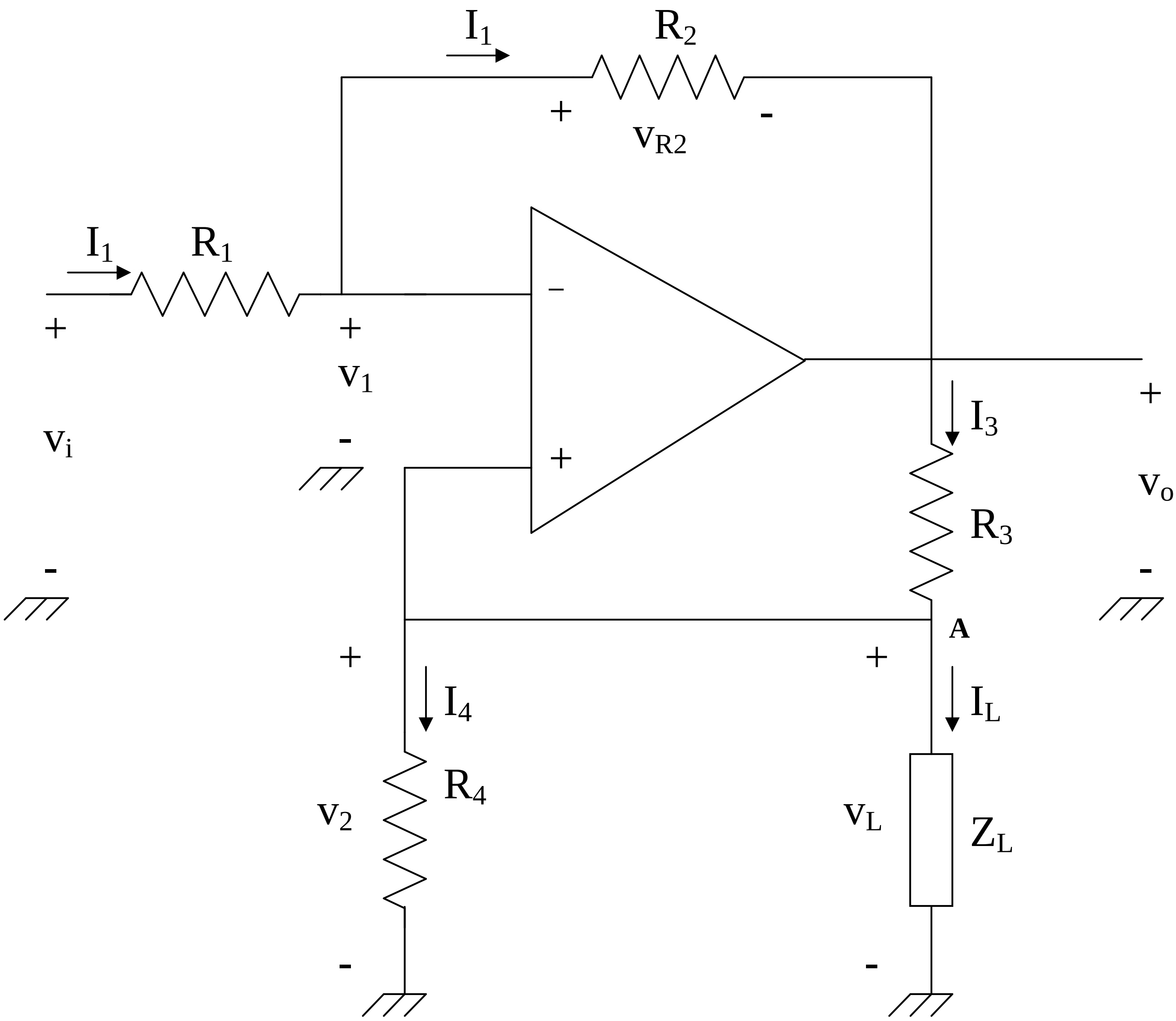
CONVERTITORE TENSIONE CORRENTE CON AMPLIFICATORE OPERAZIONALE

A cura del prof: Ing. Fusco Ferdinando

CONVERTITORE TENSIONE CORRENTE
(AMPLIFICATORE DI TRANSCONDUTTANZA)

IPOTESI: A.O. IDEALE

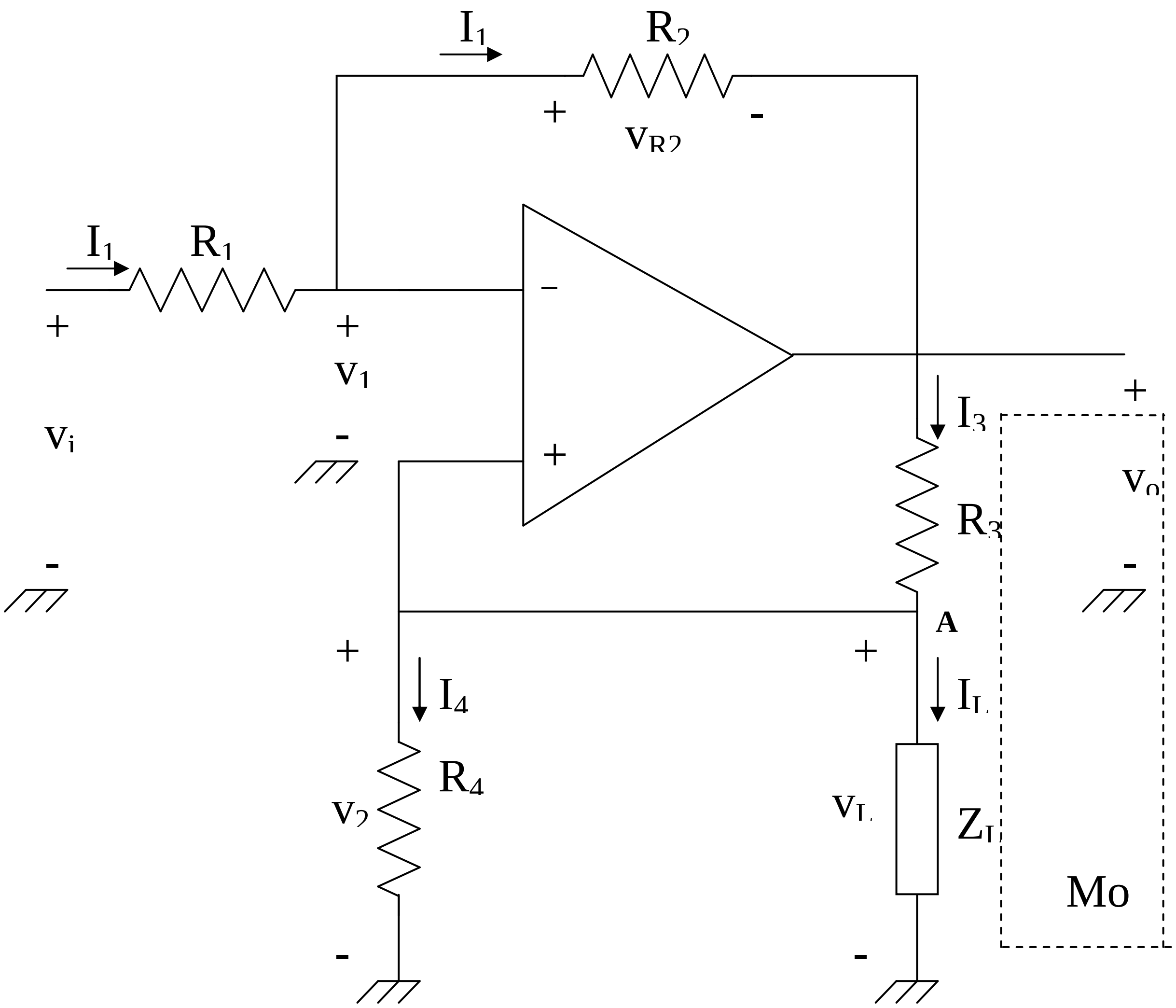
TESI: $i_L = f(v_i)$



Nodo A:

I P. di K. $$i_L = i_3 - i_4 \qquad (1)$$

Considerando la legge di ohm generalizzata applicata alla maglia M_0:



la tensione v_o, la caduta di tensione su R_3 e su Z_L darà

$$v_0 = v_L + R_3 \cdot i_3$$

da cui:

$$i_3 = \frac{v_0 - v_L}{R_3}$$

Considerando la caduta di tensione sulla R4:

$$v_2 = R_4 \cdot i_4$$

da cui:

$$i_4 = \frac{v_2}{R_4}$$

Ma, considerando che $v_2 = v_L$ posso scrivere:

$$i_4 = \frac{v_L}{R_4}$$

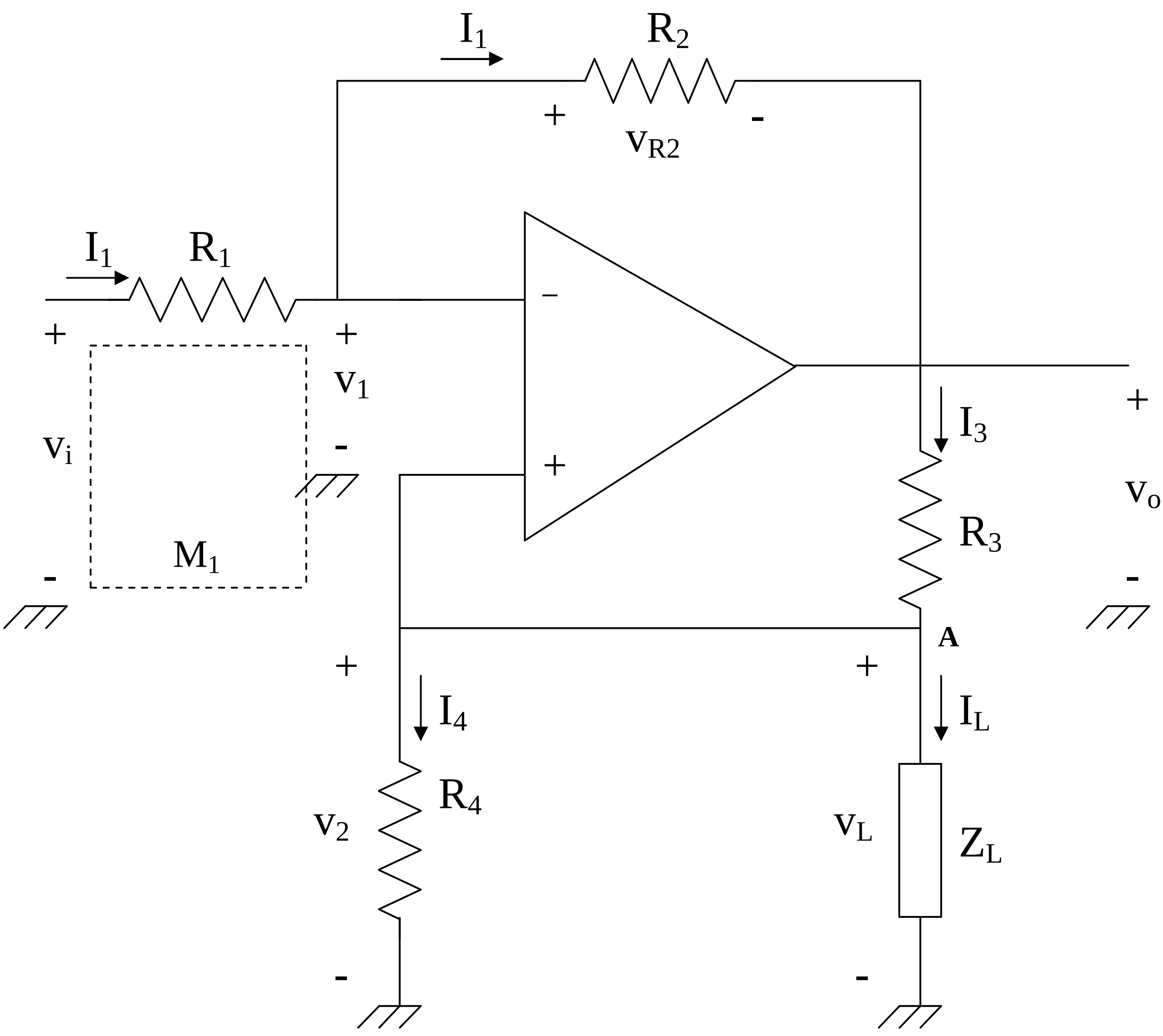
Sostituendo le i_3 e i_4 nell'equazione (1), essa diventa:

da cui:

$$i_L = i_3 - i_4 = \frac{v_0 - v_L}{R_3} - \frac{v_L}{R_4} \qquad (1')$$

Per l'ipotesi di linearità dell'operazionale posso scrivere:

$$v_1 = v_2 = v_L$$



Considerando la maglia M1 ed applicando la legge di ohm generalizzata:

$$v_i - v_1 - R_1 \cdot i_1 = 0$$

o anche

$$v_i - v_1 = R_1 \cdot i_1$$

da cui ricavando la i_1

$$i_1 = \frac{v_i - v_1}{R_1} = \frac{v_i - v_L}{R_1}$$

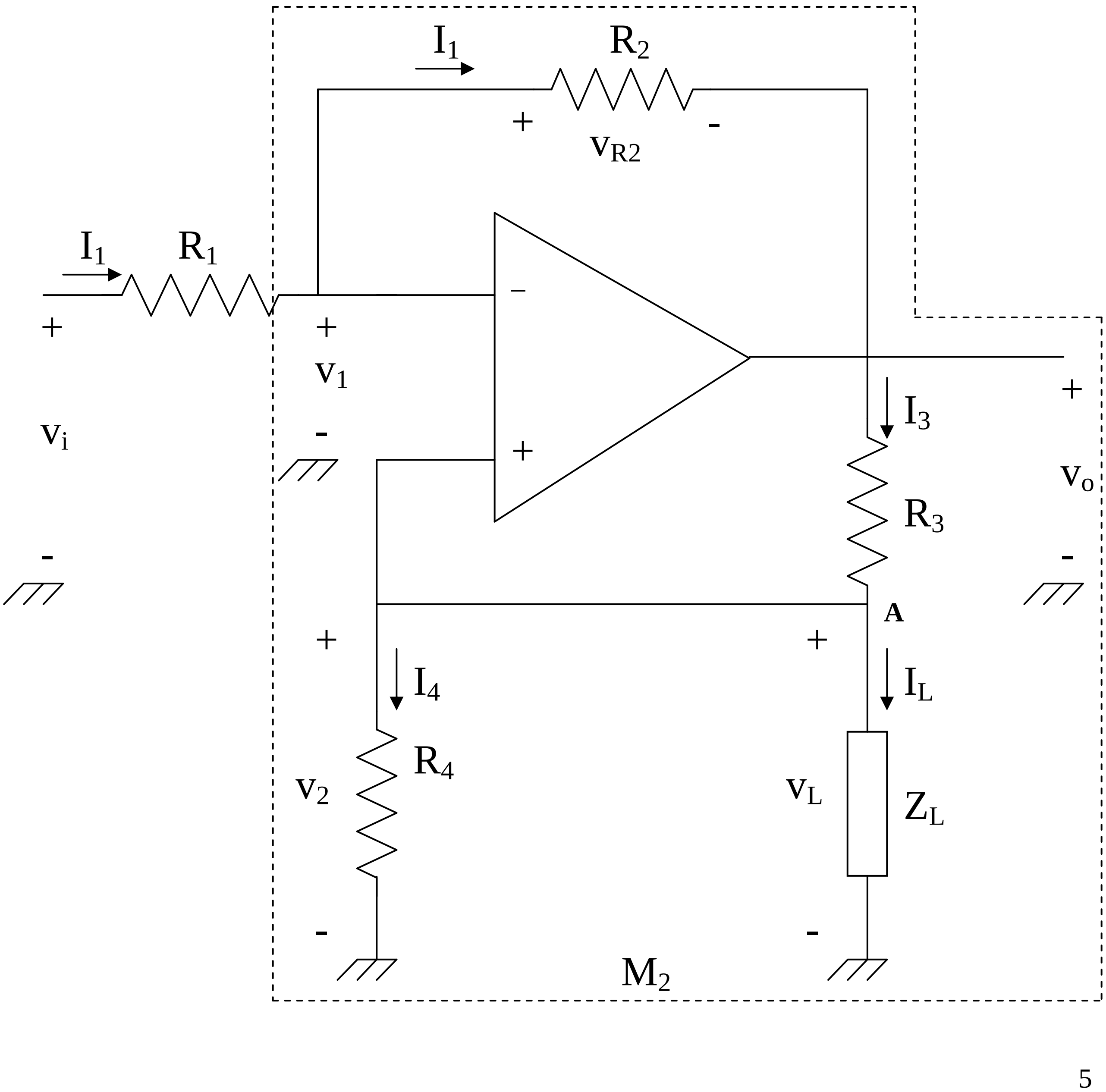
La

$$v_{R2} = R_2 \cdot i_2$$

sarà quindi uguale a

$$v_{R2} = \frac{R_2}{R_1} \cdot (v_i - v_L) \qquad (2)$$

Considerando la maglia M2:



Considerando la legge di ohm generalizzata applicata alla maglia M_2 si può scrivere:

$$v_1 - v_{R2} - v_0 = 0$$

da cui ricavando v_0

$$v_0 = v_1 - v_{R2}$$

ma $v_1 = v_L$ quindi

$$v_0 = v_L - v_{R2}$$

e per la (2)

$$v_0 = v_L - \frac{R_2}{R_1} \cdot (v_i - v_L)$$

o anche

$$v_0 = -\frac{R_2}{R_1} \cdot v_i + v_L \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right)$$

Sostituendo nell’equazione (1’)

$$i_L \cancel{= i_3} - i_4 = \frac{v_0 - v_L}{R_3} - \frac{v_L}{R_4} \qquad (1')$$

$$i_L = \frac{-\dfrac{R_2}{R_1} \cdot v_i + v_L \cdot \left(1 + \dfrac{R_2}{R_1}\right) - v_L}{R_3} - \frac{v_L}{R_4}$$

Eseguendo dei rapidi passaggi:

$$i_L = \frac{-\dfrac{R_2}{R_1} \cdot v_i + \dfrac{R_2}{R_1} \cdot v_L + \cancel{v_L} - \cancel{v_L}}{R_3} - \frac{v_L}{R_4}$$

$$i_L = -\frac{R_2}{R_1 \cdot R_3} \cdot v_i + \frac{R_2}{R_1 \cdot R_3} \cdot v_L - \frac{v_L}{R_4}$$

$$i_L = -\frac{R_2}{R_1 \cdot R_3} \cdot v_i + v_L \cdot \left(\frac{R2}{R_1 \cdot R_3} - \frac{1}{R_4}\right) \qquad (3)$$

Ma $\quad v_L = i_L \cdot Z_L$

Sostituendo nella (3)

$$i_L = -\frac{R_2}{R_1 \cdot R_3} \cdot v_i + i_L \cdot Z_L \cdot \left(\frac{R2}{R_1 \cdot R_3} - \frac{1}{R_4}\right) \quad \Longrightarrow$$

$$i_L = \left[1 - Z_L \cdot \left(\frac{R2}{R_1 \cdot R_3} - \frac{1}{R_4}\right)\right] = -\frac{R_2}{R_1 \cdot R_3} \cdot v_i$$

$$i_L = \frac{-\dfrac{R_2}{R_1 \cdot R_3} \cdot v_i}{1 - Z_L \cdot \left(\dfrac{R2}{R_1 \cdot R_3} - \dfrac{1}{R_4}\right)}$$

Come si può notare da quest'ultima equazione, c'è una dipendenza della i_L dal carico Z_L.

Per poter svincolare la iL dal carico in modo da poter ottenere un generatore ideale di corrente (iL costante per qualsiasi carico) bisognerà riconsiderare la (3).

Se in quest'ultima pongo la condizione:

$$\frac{R2}{R_1 \cdot R_3} - \frac{1}{R_4} = 0 \qquad (4)$$

Allora si avrà la dipendenza della i_L dalla sola tensione d'ingresso v_i:

$$i_L = v_i \cdot \left(- \frac{R_2}{R_1 \cdot R_3} \right) \qquad (5)$$

Dalla condizione (4)

$$\frac{1}{R_4} = \frac{R_2}{R_1 \cdot R_3}$$

Ne consegue un uguale rapporto tra le resistenze

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{R_3}{R_4}$$

Se tale condizione è soddisfatta allora la (5) diventa:

$$i_L = - \frac{1}{R_4} \cdot v_i$$

In definitiva si ha un generatore di corrente ideale (non dipendente dal carico Z_L), comandato con la tensione in ingresso v_i tramite la conduttanza $(1/ R_4)$.