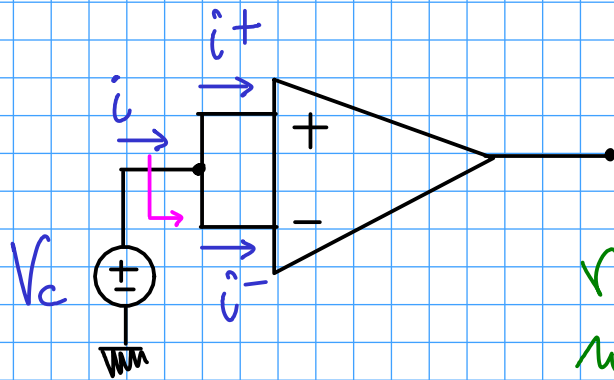


Impedenza di isolamento

→ impedenza da un ingresso verso l'altro

2NOV

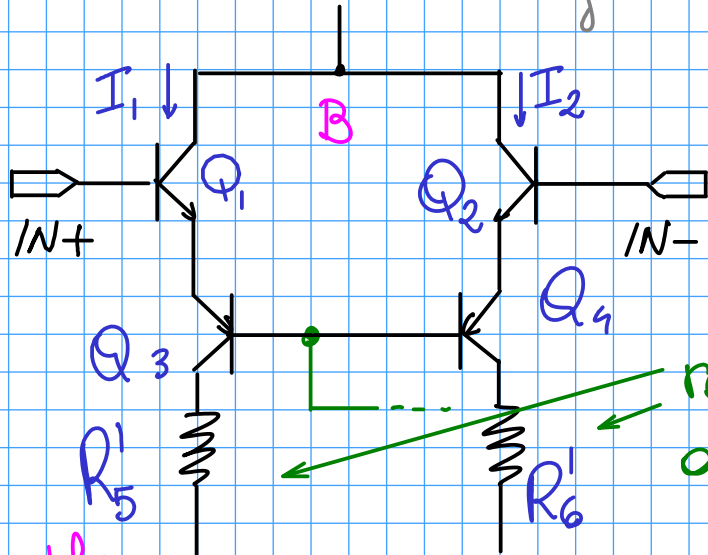


$$Z'_{is} = \frac{V_c}{i} = \frac{V_c}{2i^+} = \frac{V_c}{2i^-} = \frac{Z_{is}}{2}$$

se i due ingressi sono pilotati insieme

variazioni del nodo B vengono riportate su A

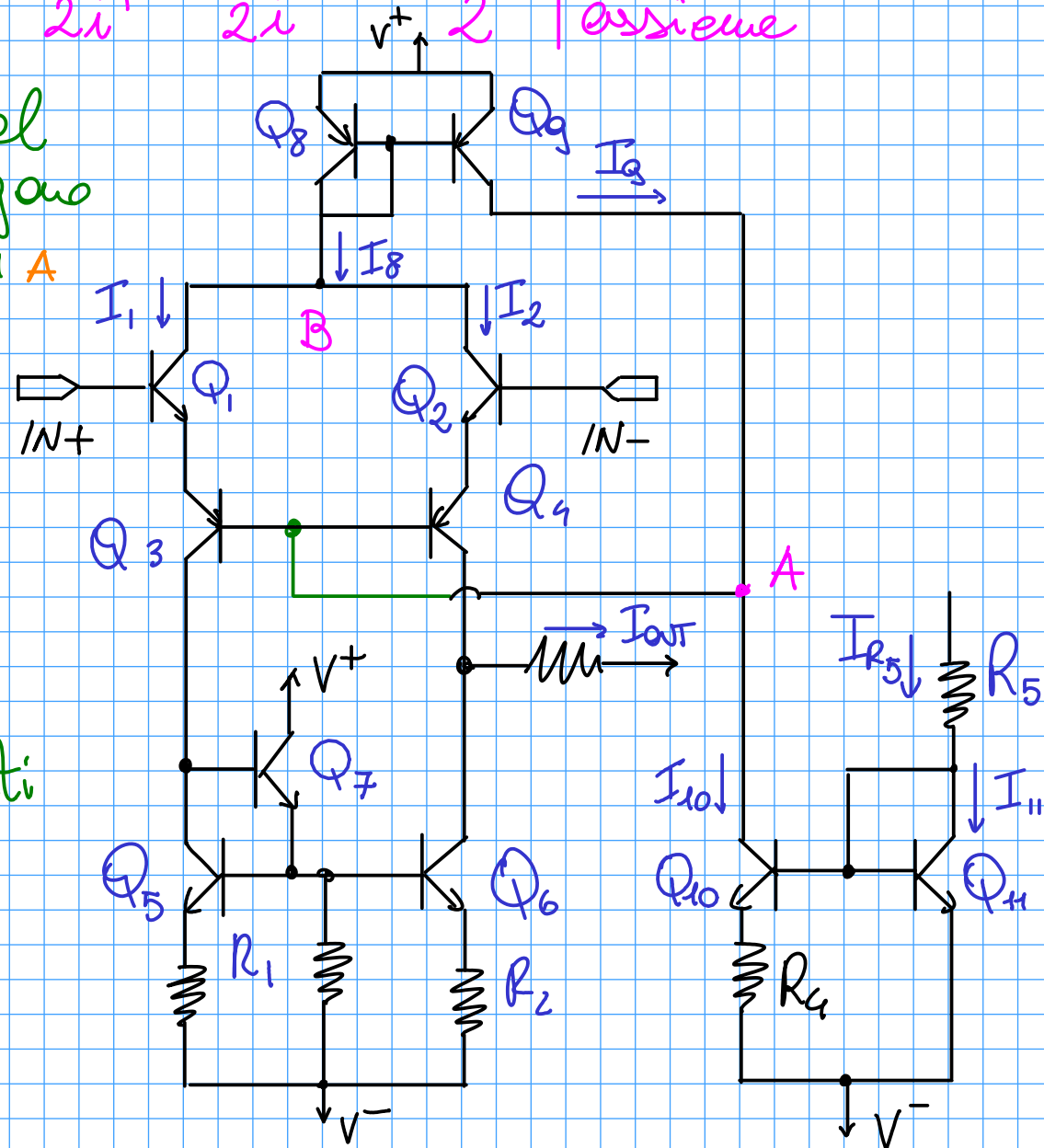
semplice circuito per studio stadio di ingresso



res. equivalenti ai carichi

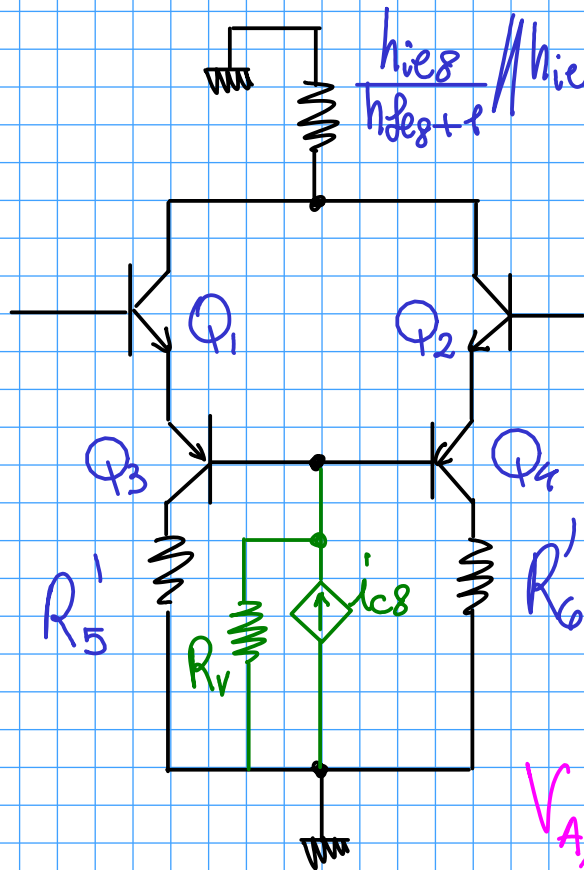
Hq simmetria

• ignoro  $1/h_{oe3}$  e  $1/h_{oe4}$



Studio alle variazioni

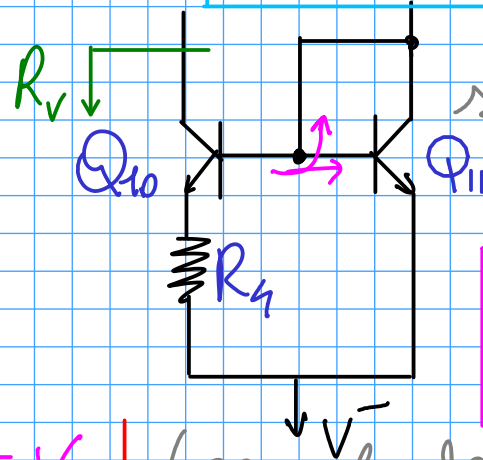
Variazione  $Q_8 \rightarrow$  variazione  $Q_9$



$$\frac{h_{ie8}}{h_{fe8}+1} \parallel h_{ie9} = 1,36 \text{ K}\Omega$$

$$23,92 \text{ M}\Omega$$

$$R_v = \frac{1}{h_{oe9}} \parallel \left[ \frac{1}{h_{oe10}} \left( 1 + \frac{R_4 h_{fe10}}{h_{ie4} + R_4 + \frac{h_{ie11}}{h_{fe11}+1}} \right) \right]$$



specchio demaglificatore

$$R_v \approx 1/h_{oe9}$$

$$V_{A_m} = \underline{25 \text{ V}}!$$

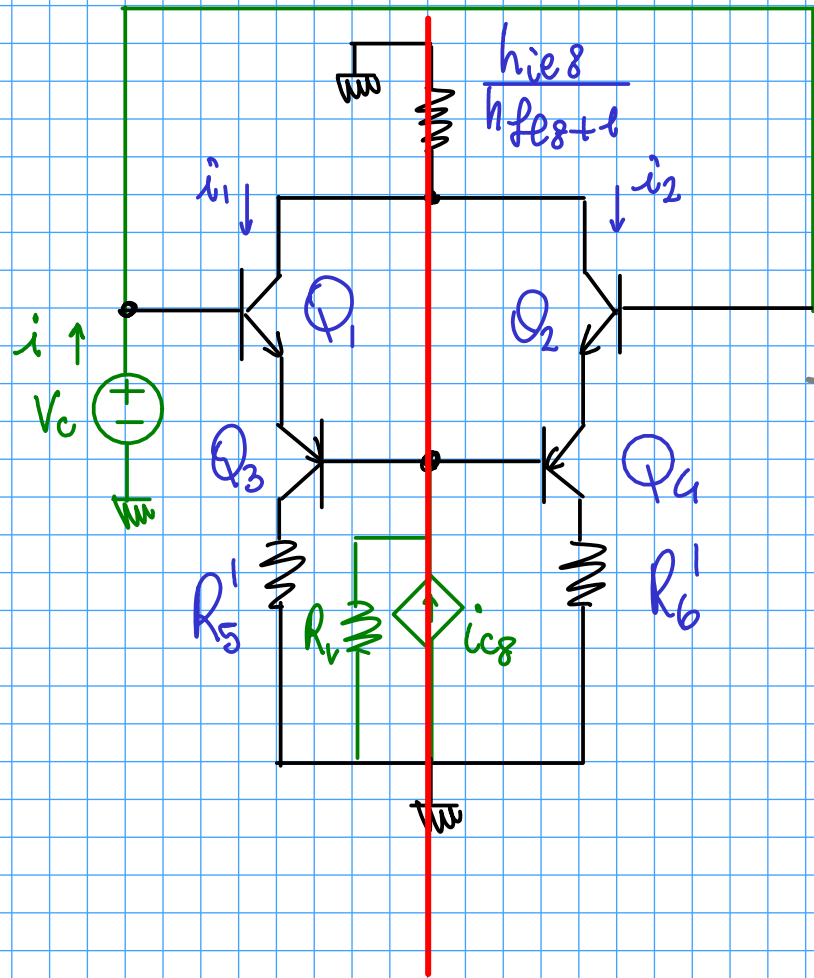
(precedentemente si usava 100V)

$$R_v \approx 1/h_{oe9} = 2,6316 \text{ M}\Omega$$

uscita tra le basi di  $Q_3$  e  $Q_4$  consente risposta a modo comune (sbilancia simmetria)

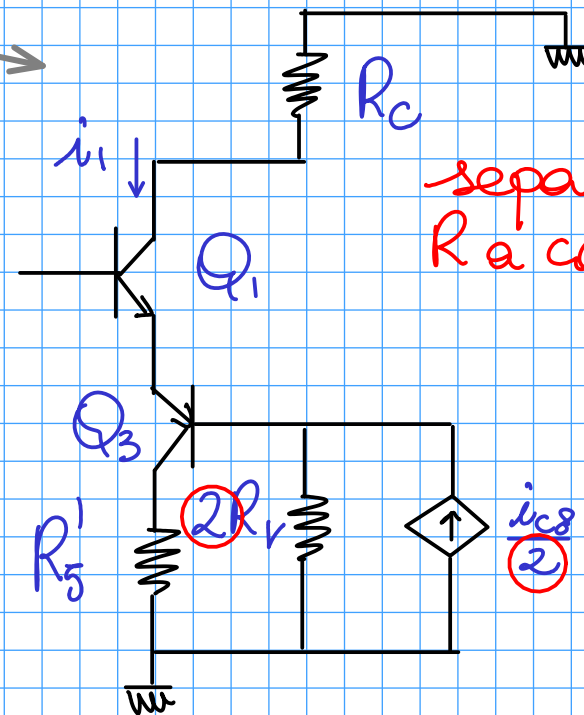
per ora trascuriamo sbilanciamento, facciamo l'Hp di simmetria a modo comune

asse simmetria



separo circuito su asse di simmetria

$$R_c = 2 \frac{h_{ie8}}{h_{fe8} + 1} = 1,36 K\Omega$$

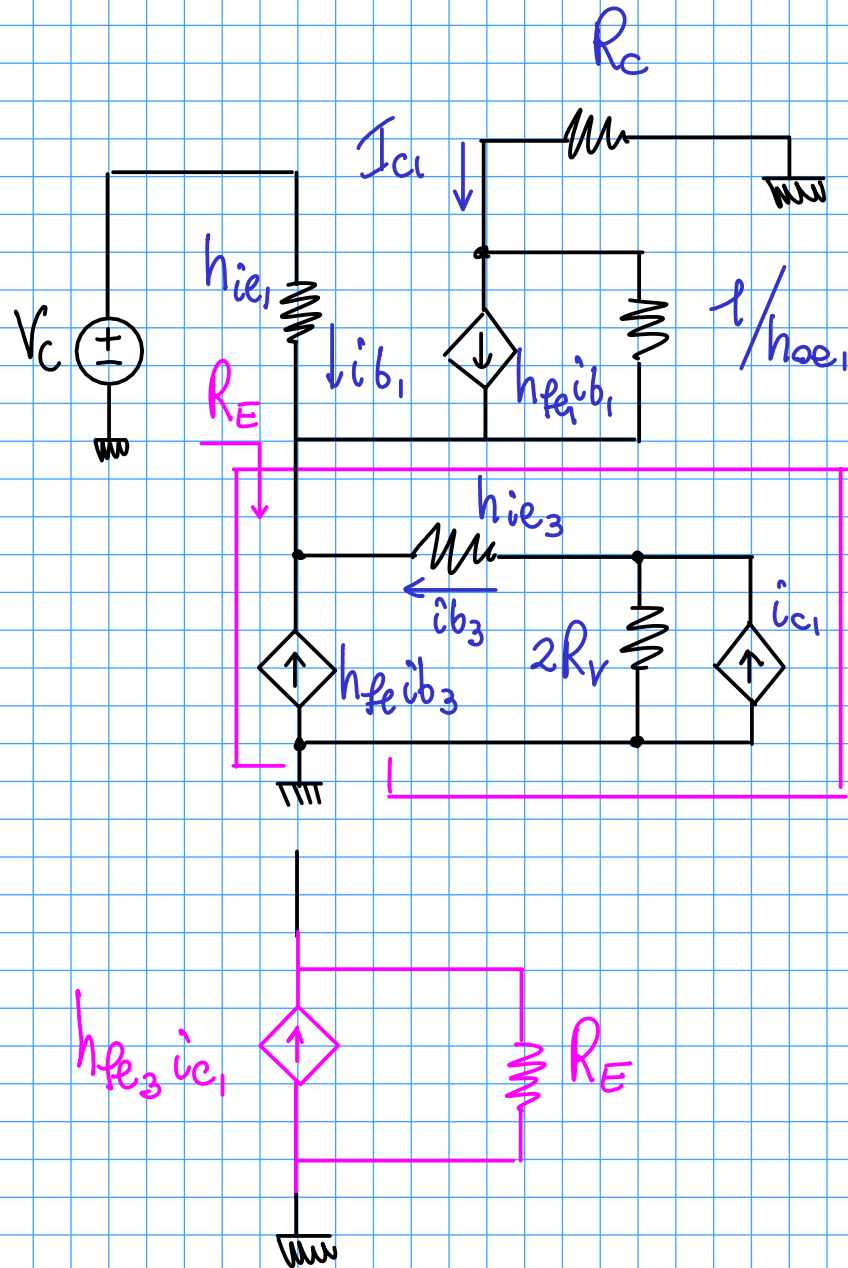


separo circuito, R a comune  $\rightarrow 2R$

che coincide con  $i_1$

sostituisco schema alle variazioni!

12mon



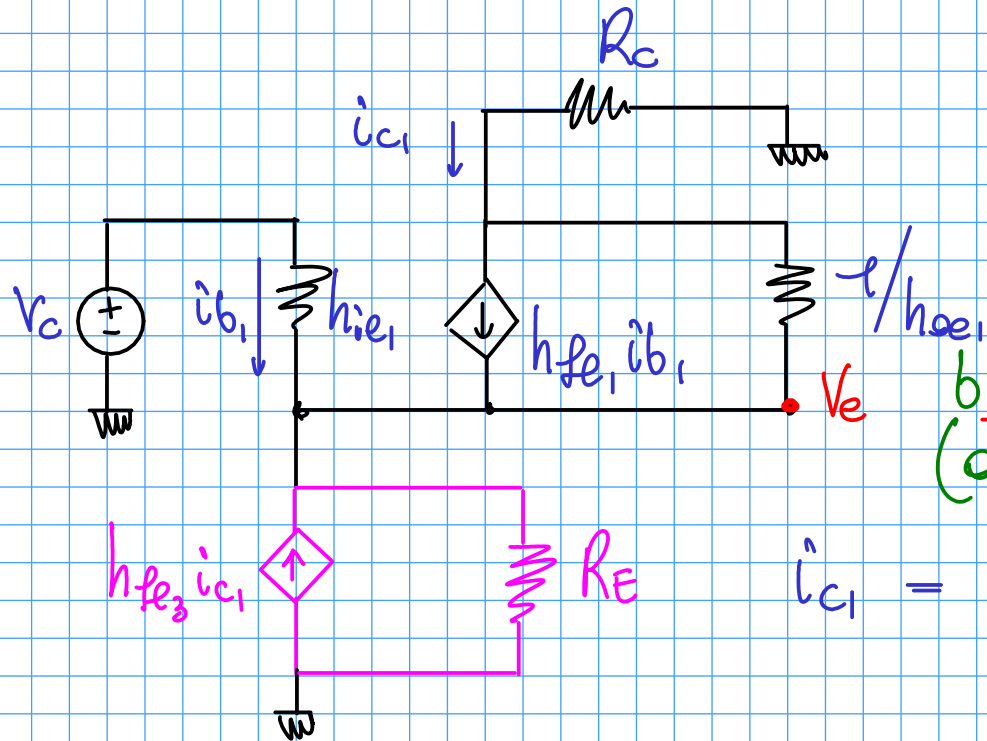
Sviluppo con Norton  
per  $R_E$  spengo la grandezza di controllo  
esterna

→  $R_E = \frac{h_{ie3} + 2R_V}{h_{fe3} + 1} \approx \frac{2R_V}{h_{fe3}}$

$$\rightarrow I_{cc} = (h_{fe3} + 1) i_{b3} =$$

$$= \cancel{(h_{fe3} + 1)} \frac{2R_v \dot{ic}_1}{2R_v + \cancel{h_{ie}}} \approx h_{fe3} \dot{ic}_1$$

sostituisco a circuito blocco equivalente



non possiamo trascurare  $1/h_{oe1}$   
(valutiamo  $\frac{i_c}{i_b}$ )

bilancio corrente al collettore  
(altrimenti theorem su  $Q_1$ )

$$i_{c1} = h_{fe1} i_{b1} + h_{oe1} (-i_{c1} R_c - V_e)$$

$$i_{c1} (1 + h_{oe1} R_c) = h_{fe1} i_{b1} - h_{oe1} V_e \rightarrow i_{c1} = \frac{h_{fe1} i_{b1} - h_{oe1} V_e}{1 + h_{oe1} R_c} \ll 1$$

semplificando  $\rightarrow i_{c1} = h_{fe1} i_{b1} - h_{oe1} V_e$

$$V_e = R_E (i_{b1} + i_{c1} + h_{fe3} i_{c1}) \rightarrow V_e = R_E [i_{b1} + i_{c1} (h_{fe3} + 1)]$$

$$V_e = R_E [i_{b1} + (h_{fe1} i_{b1} - h_{oe1} V_e) (h_{fe3} + 1)]$$

sviluppo prodotti

$$V_e = R_E [i_{b1} + h_{fe1} h_{fe3} i_{b1} + h_{fe1} i_{b1} - h_{oe1} h_{fe3} V_e - h_{oe1} V_e]$$

$$V_e = i_{b1} R_E \frac{1 + h_{fe1} h_{fe3} + h_{fe1}}{1 + R_E h_{oe1} (1 + h_{fe3})}$$

$V_c$  corrisponde a  $V_c = h_{ie1} i_{b1} + V_e$

$$\frac{V_c}{i_{b1}} = h_{ie1} + R_E \frac{1 + h_{fe1} (h_{fe3} + 1)}{1 + R_E h_{oe1} (1 + h_{fe3})} \approx h_{ie1} + \frac{R_E h_{fe1} h_{fe3}}{1 + R_E h_{oe1} h_{fe3}}$$

$$R_{is} = h_{ie1} + \frac{2R_V h_{fe1}}{1 + 2R_V h_{oe1}}$$

$$R_E h_{fe1} h_{fe3} = \frac{2R_V h_{fe1} h_{fe3}}{h_{fe3}} \quad R_V \approx 1/h_{oe3}$$

quantifichiamo  $R_{is}$  (da un ingresso verso l'uscita)

$$R_{is} = \frac{2 \cdot 1/h_{oe3} h_{fe1}}{1 + 2 \frac{V_A}{I_{C3}} \cdot \frac{I_{C1}}{V_A}} + h_{ie1} \approx$$

$$R_{is} = \frac{2 \frac{1}{h_{oe3}} h_{fe1}}{1 + 2 \frac{V_A}{I_{C3}} \cdot \frac{I_{C1}}{2V_A}} + h_{fe1} \approx \frac{2}{3} \cdot \frac{2}{h_{oe3}} h_{fe1} = 421 \text{ M}\Omega$$

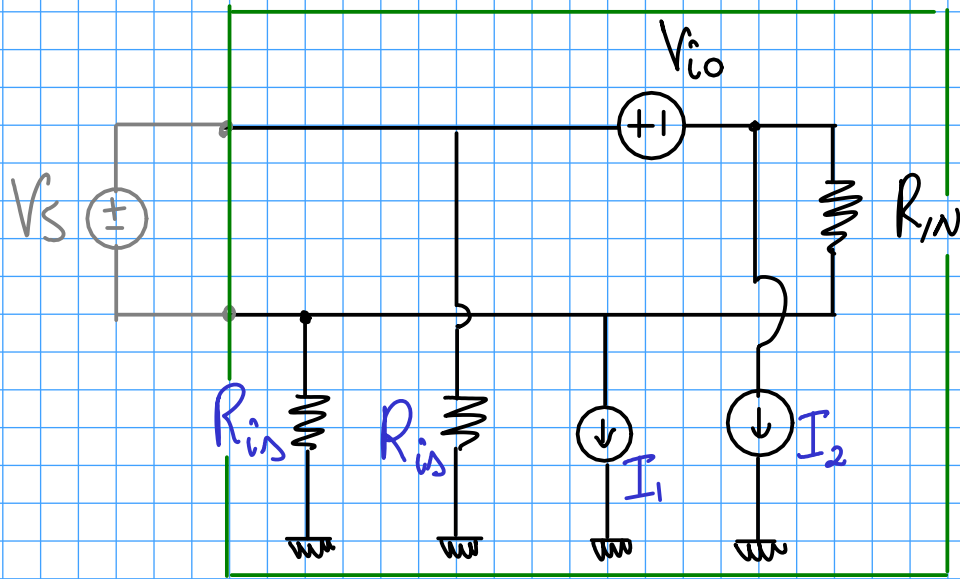
$I_{C1} = \frac{I_{C3}}{2}$

se trascuravamo  $h_{oe1}$  si perderebbe termine 2/3

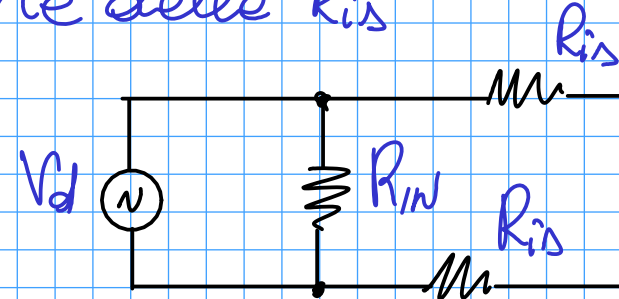
$$\frac{V_A}{I_C} = \frac{1}{h_{oe}}$$

$$R_{is} = 421 \text{ M}\Omega$$

a cosa serve l'impedenza di isolamento?  
 interno al  $\mu A741$



in continua  $R_{is}$  verso massa, mentre alle variazioni vedo in ingresso la serie delle  $R_{is}$



in ogni caso tutto finisce in parallelo alla  $R_{in}$

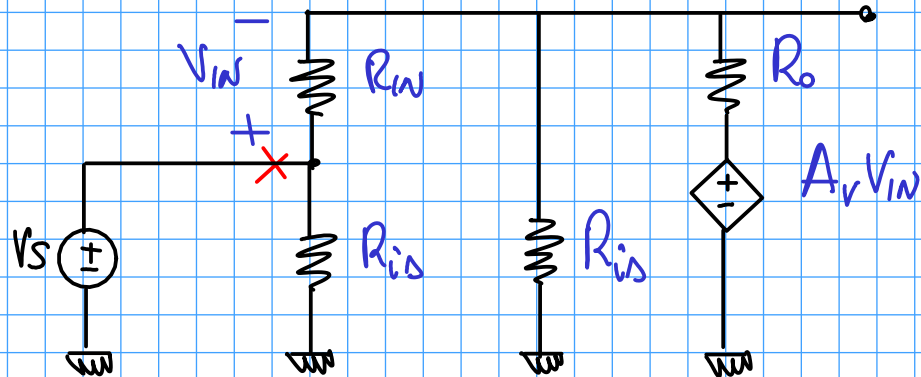
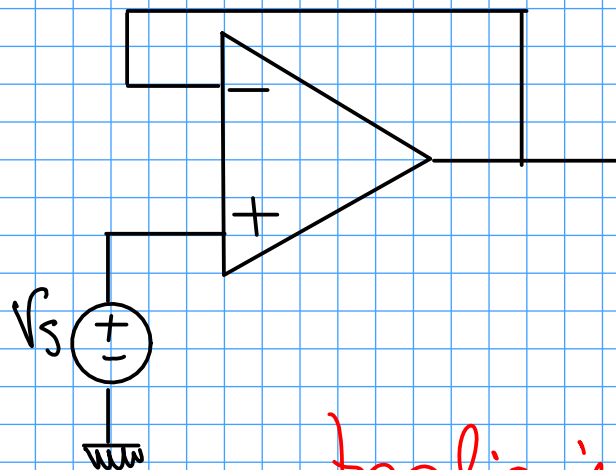
$$R_v = R_{in} // 2R_{is} \approx R_{in}$$

$R_{is}$  ha valore elevato, la  $R_v$  in ingresso corrisponde praticamente alla  $R_{in}$

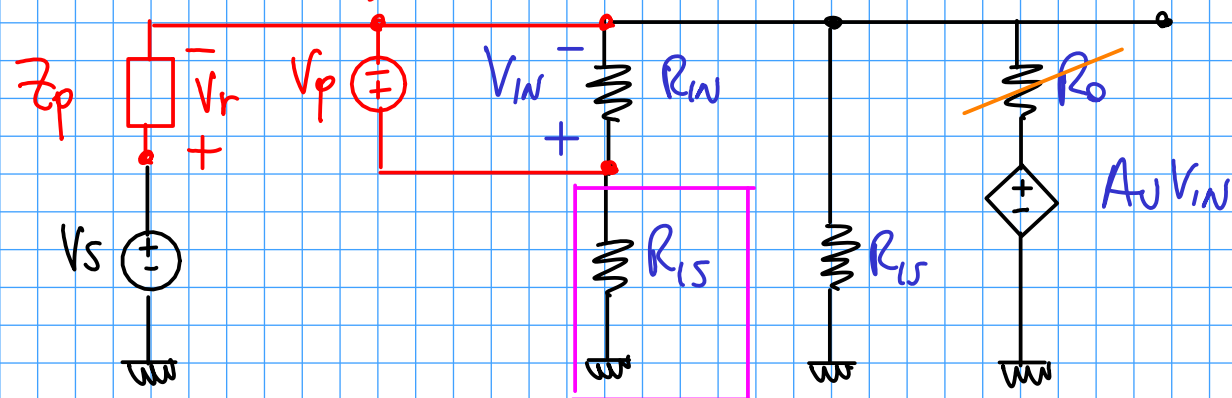
→ in caso di retroazione negativa serie, viene amplificata la  $R_{in}$  mentre la  $R_{is}$  resta invariata

$R_{is}$  diventa fattore limitante! vediamo esempio

# buffer di tensione non invertente



taglio in tensione, retroazione serie



in serie a  $Z_{in}$   
quando  $V_p = \phi$

$$R_v = (Z_b + Z_p)(1 - \beta A) \quad \text{fingiamo che } R_{is} \rightarrow \infty$$

$$\text{trascurando } R_o \rightarrow Z_b = \phi \rightarrow R_v = Z_{in}(1 - \beta A)$$

$$R_v = R_{in}(1 - \beta A) = R_{in}(1 + A_v) \cong \underline{\underline{400 \text{ G}\Omega}}$$

$$\beta A = -A_v$$

ma con  $R_{is}$  in parallelo  $\rightarrow R_v$  crolla sotto  $R_{is}$

