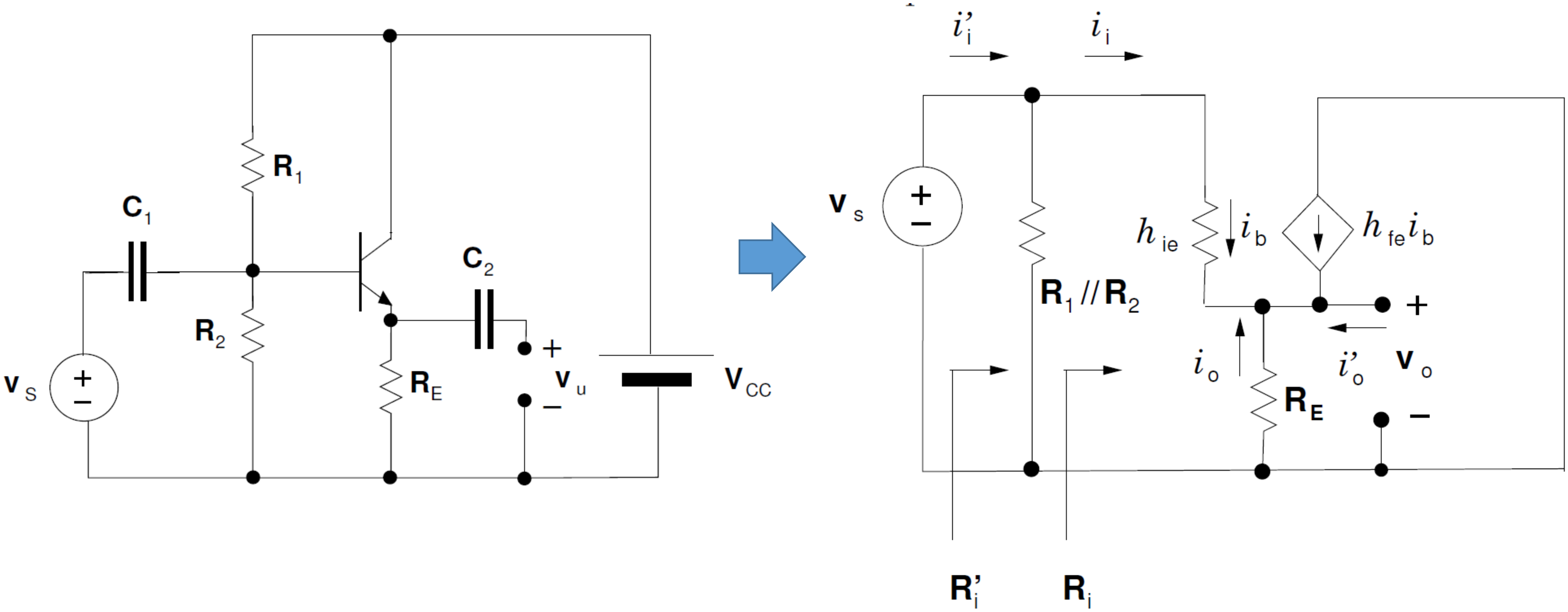
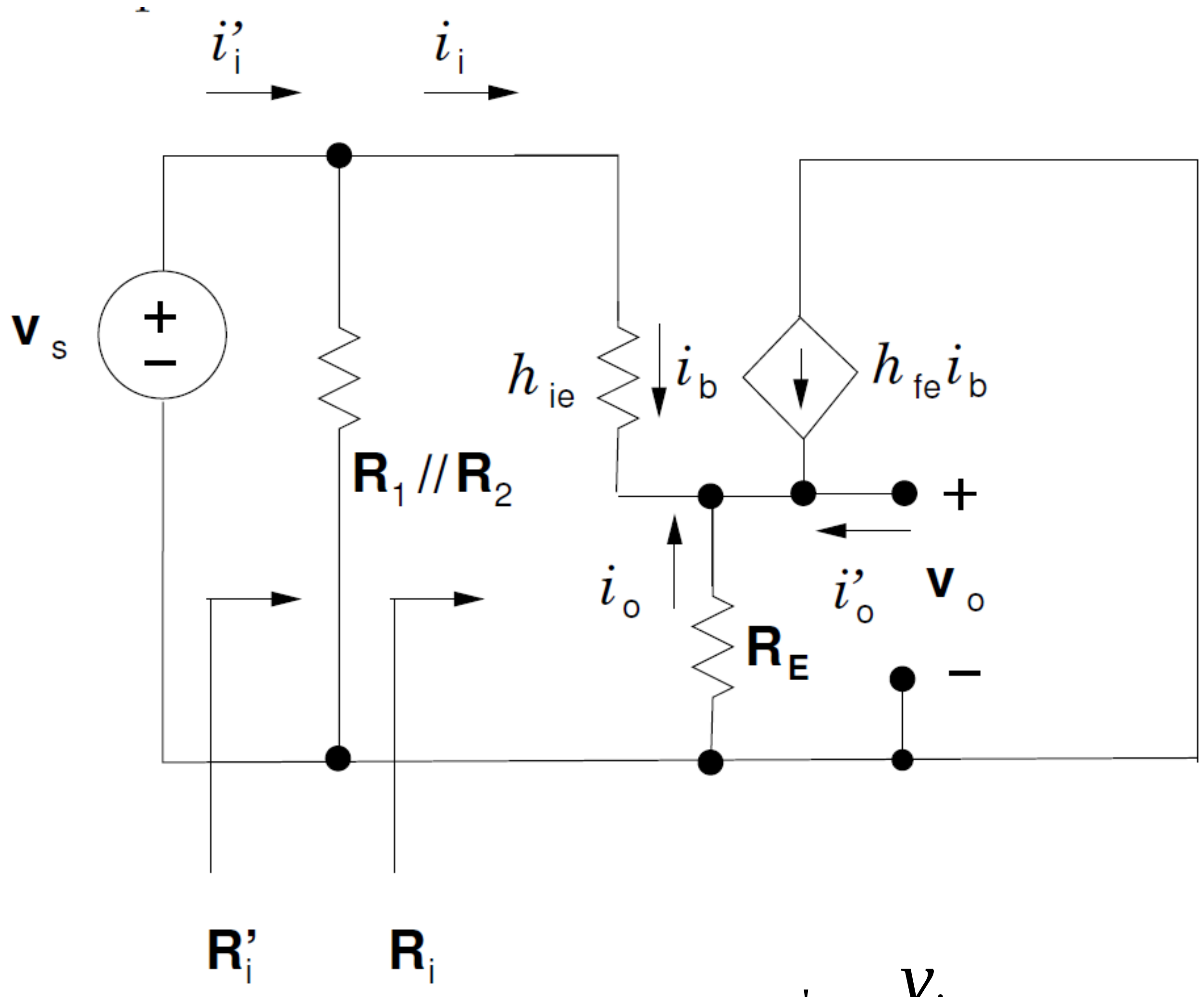
Elettronica Digitale
A.A. 2020-2021

Lezione 14/04/2021

Stadio amplificatore a collettore comune



Stadio amplificatore a collettore comune



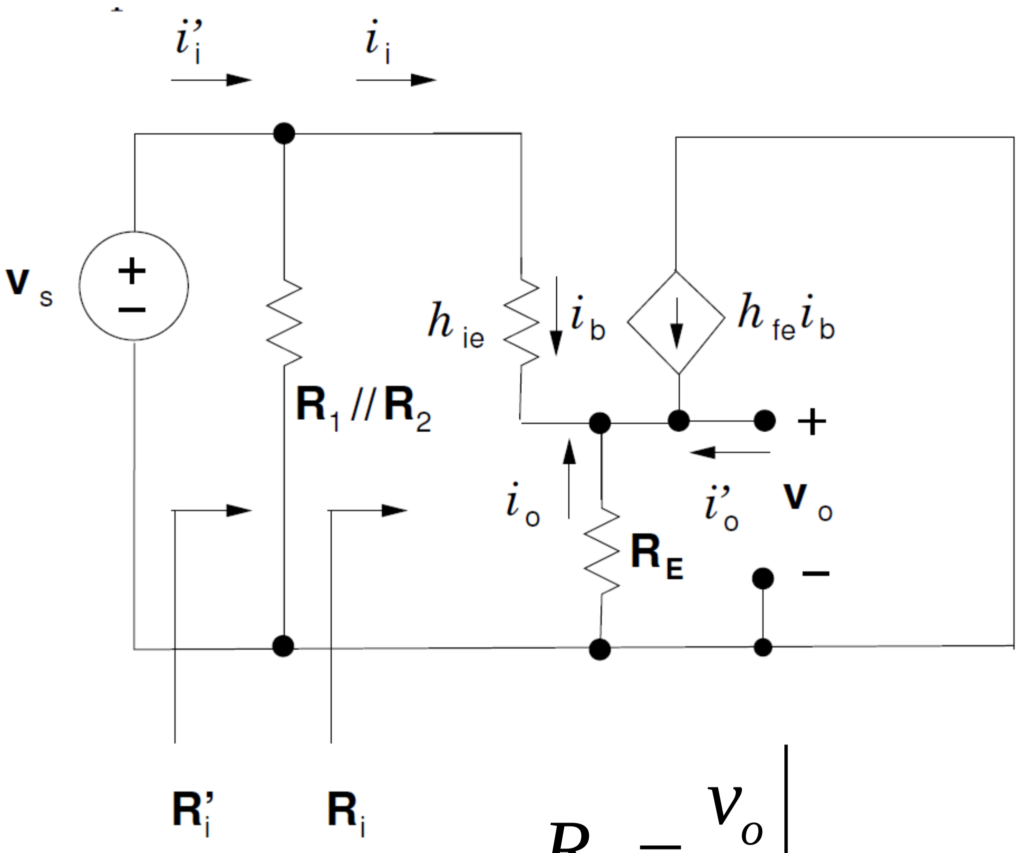
$$R_i = \frac{v_i}{i_i}$$

$$\begin{cases} v_i = h_{ie} i_b + R_E \left(h_{fe} + 1 \right) i_b \\ i_i = i_b \end{cases}$$

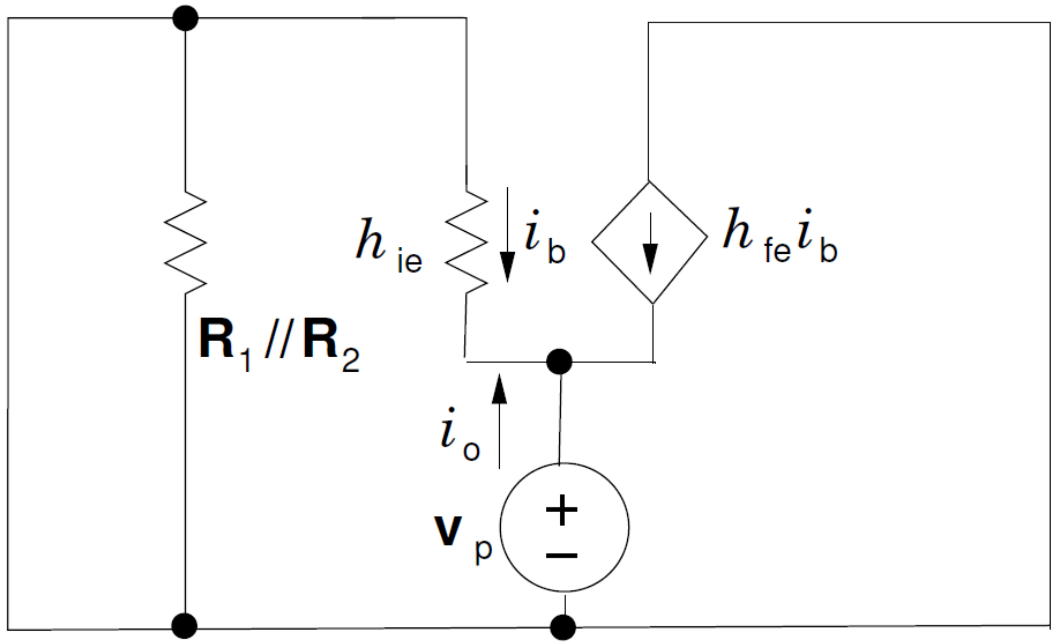
$$\boxed{R_i = h_{ie} + R_E \left(h_{fe} + 1 \right)}$$

$$R_i^{'} = \frac{v_i}{i_i^{'}} = R_1 \,||\, R_2 \,||\, R_i = R_1 \,||\, R_2 \,||\left[h_{ie} + R_E \left(h_{fe} + 1 \right) \right]$$

Stadio amplificatore a collettore comune



$$R_o = \left.\frac{v_o}{i_o}\right|_{v_s=0}$$



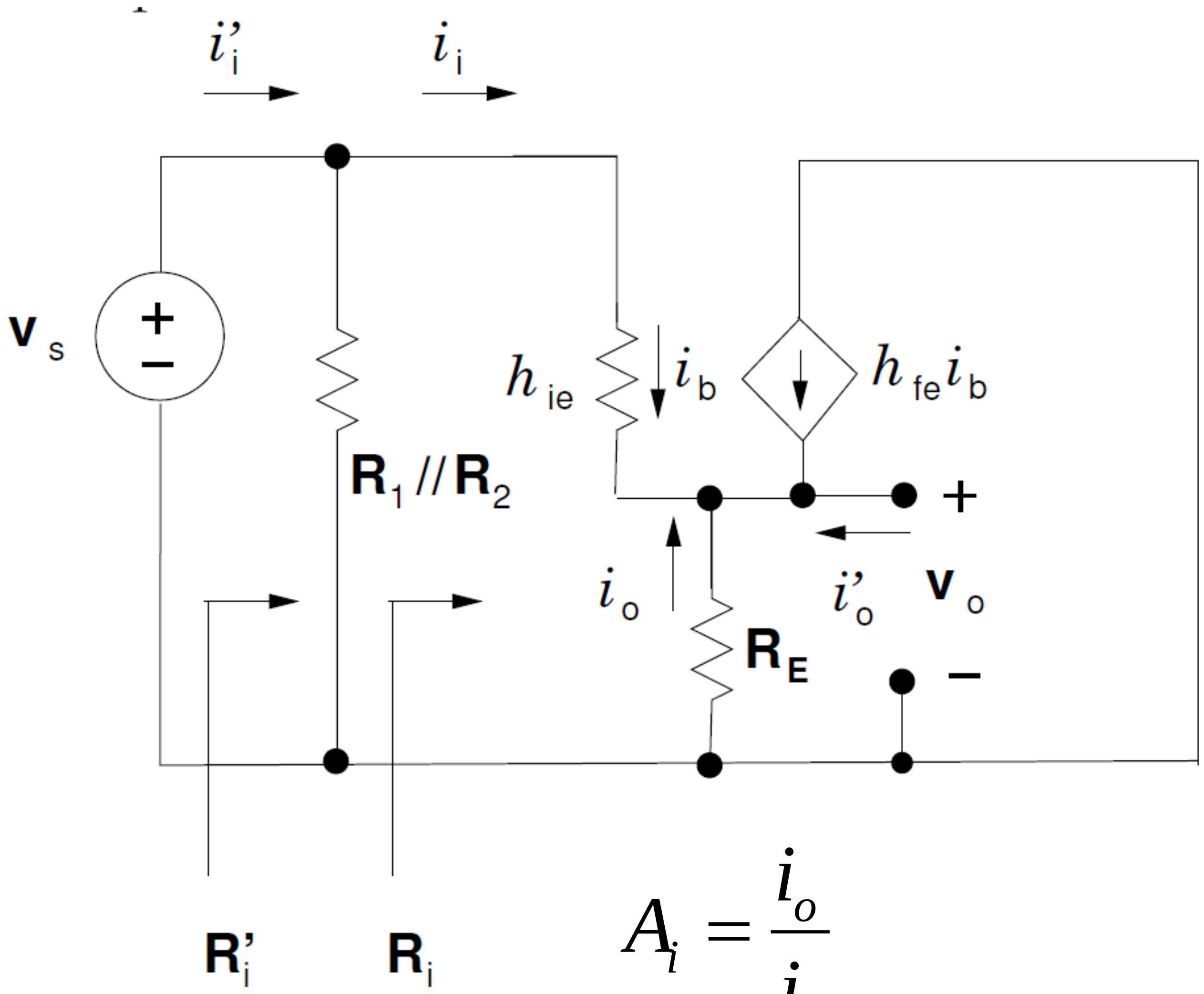
$$v_p = -h_{ie} i_b$$

$$i_p = -\left(h_{fe} + 1\right) i_b$$

$$\boxed{R_o = \frac{v_p}{i_p} = \frac{h_{ie}}{h_{fe} + 1}}$$

$$R_o^{'} = R_E \parallel R_o = R_E \parallel \left(\frac{h_{ie}}{h_{fe} + 1} \right)$$

Stadio amplificatore a collettore comune



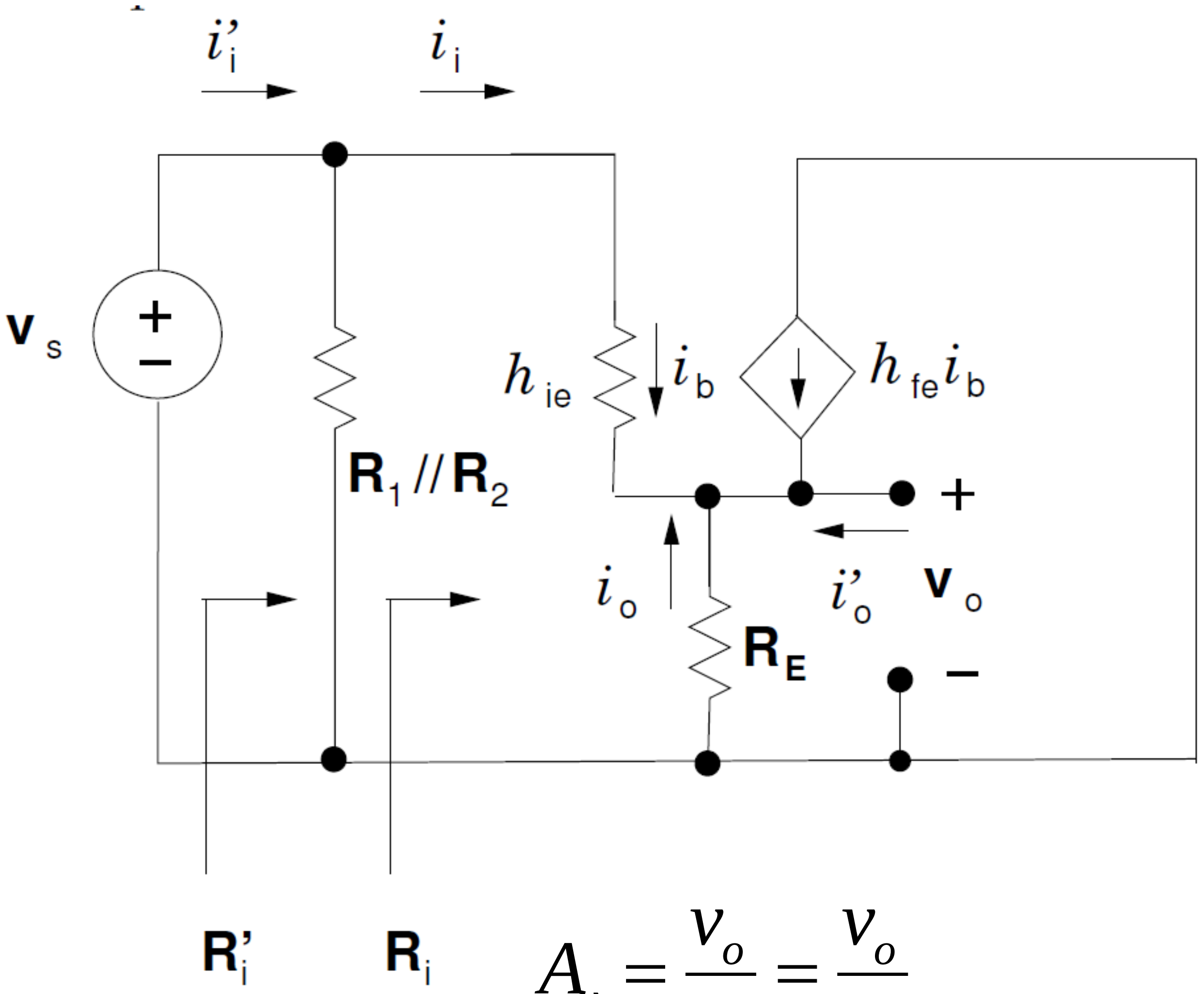
$$A_i = \frac{i_o}{i_i}$$

$$i_o = -\left(h_{fe} + 1\right) i_b$$

$$i_i = i_b$$

$$\boxed{A_i = -\left(h_{fe} + 1\right)}$$

Stadio amplificatore a collettore comune



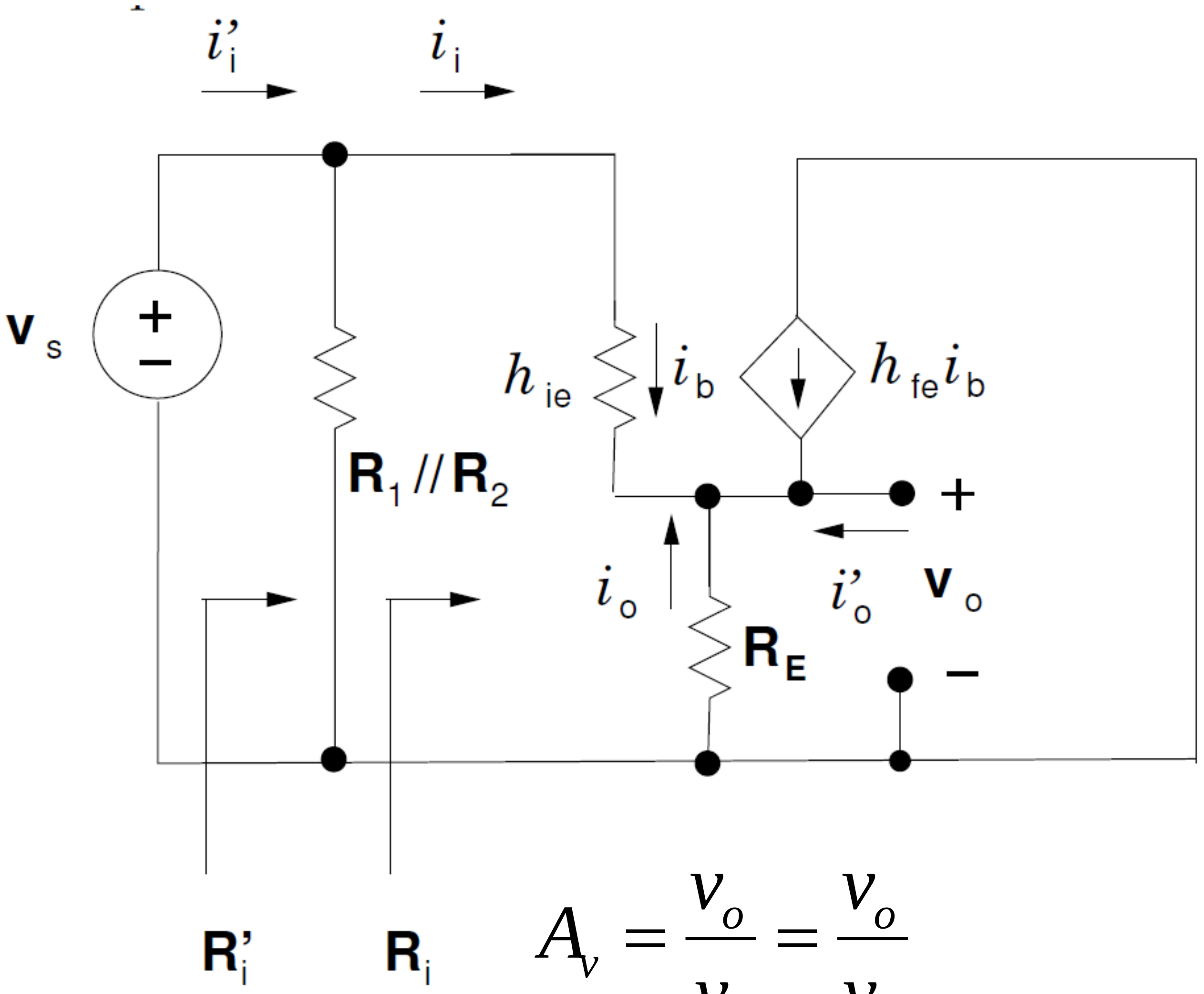
$$A_v = \frac{v_o}{v_i} = \frac{v_o}{v_s}$$

$$\begin{cases} v_o = R_E\left(h_{fe}+1\right)i_b \\ v_i = h_{ie}i_b + R_E\left(h_{fe}+1\right)i_b \end{cases}$$

$$A_v = \frac{R_E\left(h_{fe}+1\right)i_b}{h_{ie}i_b + R_E\left(h_{fe}+1\right)i_b}$$

$$= \frac{R_E\left(h_{fe}+1\right)}{h_{ie} + R_E\left(h_{fe}+1\right)}$$

Stadio amplificatore a collettore comune



$$A_v = \frac{v_o}{v_i} = \frac{v_o}{v_s}$$

$$\boxed{A_v = \frac{R_E\left(h_{fe}+1\right)}{h_{ie}+R_E\left(h_{fe}+1\right)}}$$

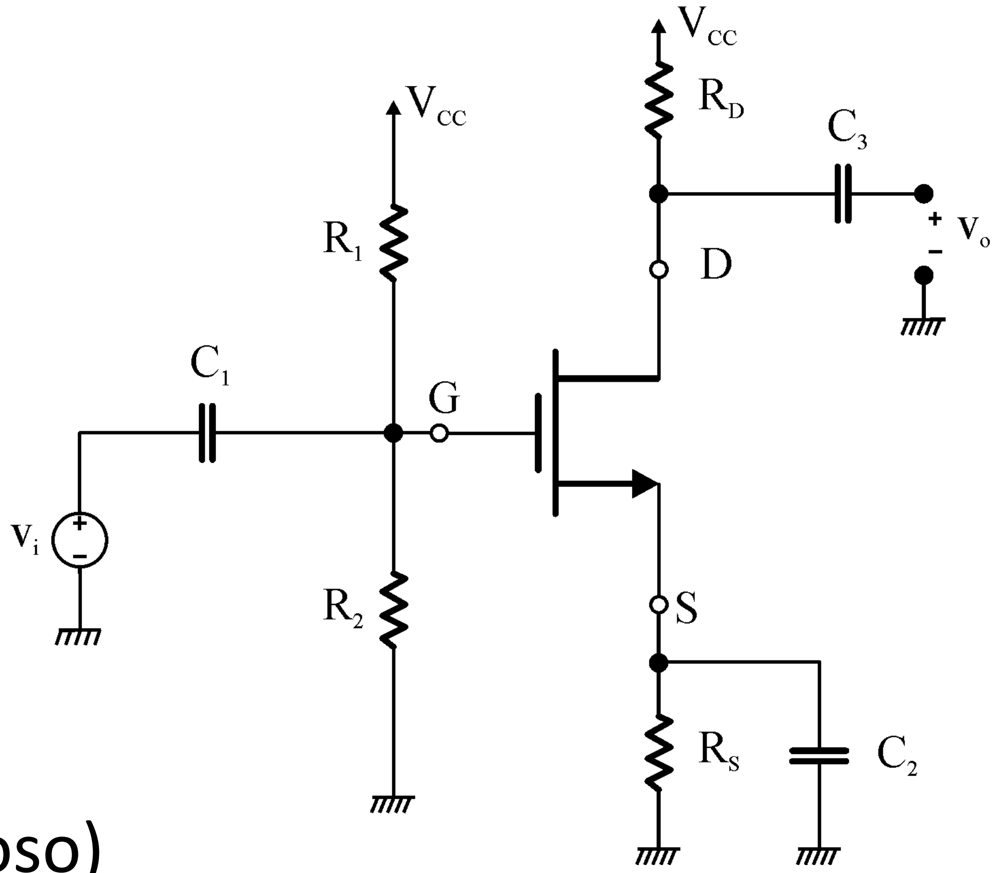
$$h_{ie} \ll R_E\left(h_{fe}+1\right)$$

$$\boxed{A_v \approx 1}$$

Inseguitore di emettitore

(Emitter follower)

Stadio amplificatore a source comune senza resistenza di source



ANALISI DC (Punto di riposo)

- v_i=0
- C_1, C_2 e C_3 sono un circuito aperto
- Sostituisco il MOS con modello ampi segnali

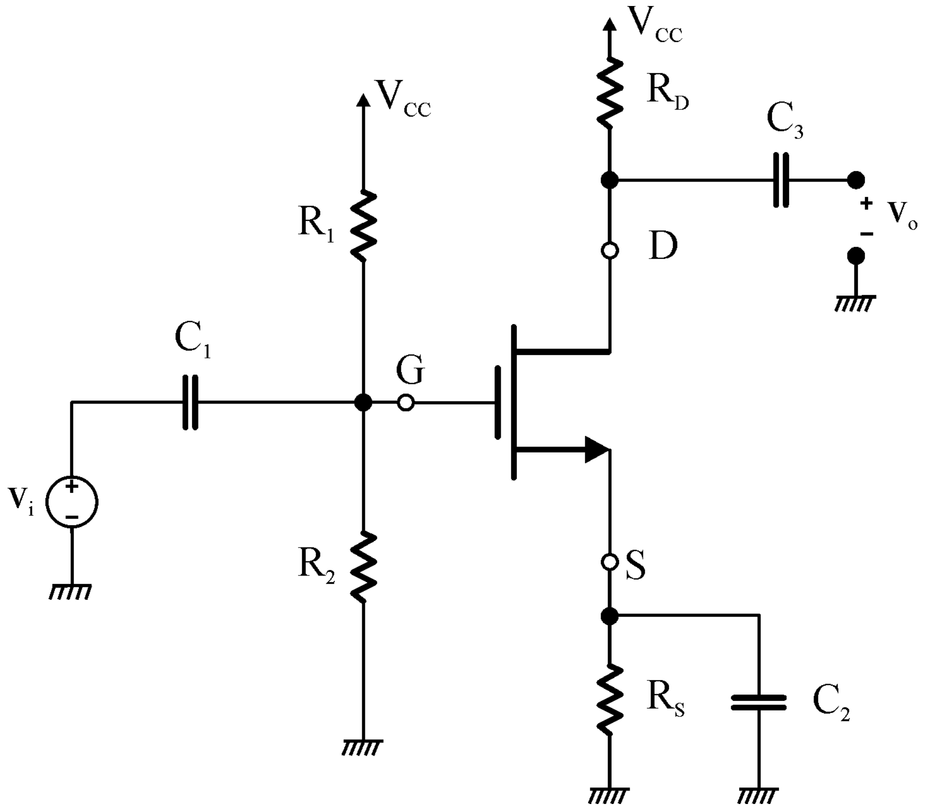
Determino il punto di riposo del circuito (I_{DQ}, V_{DSQ}, V_{GSQ})

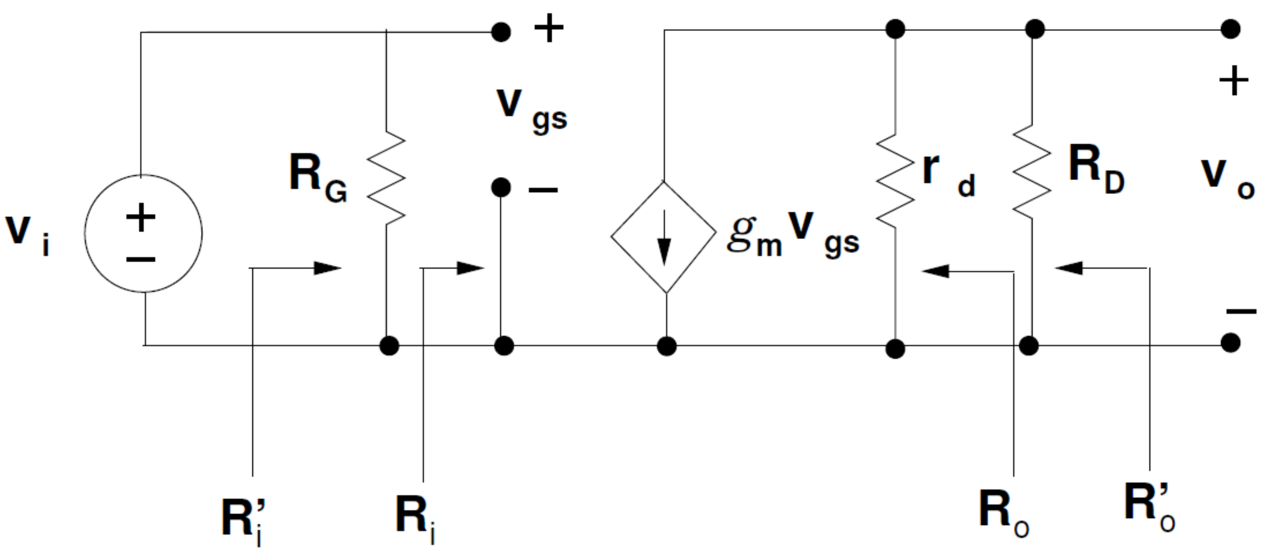
Determino i valori di g_m e r_d

Stadio amplificatore a source comune senza resistenza di source

ANALISI AC – Media frequenza

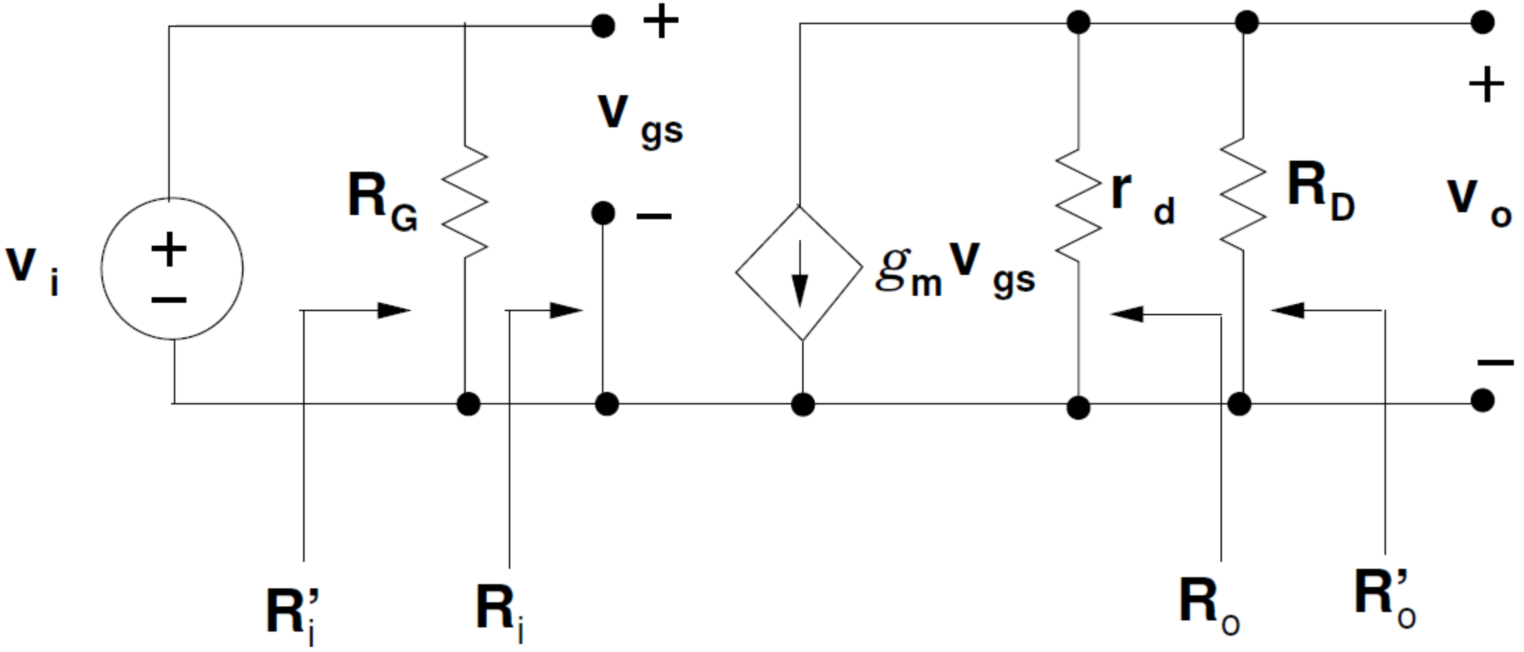
- V_{CC}=0
- C_1, C_2 e C_3 sono un corto circuito
- Sostituisco il MOS con modello per piccoli segnali





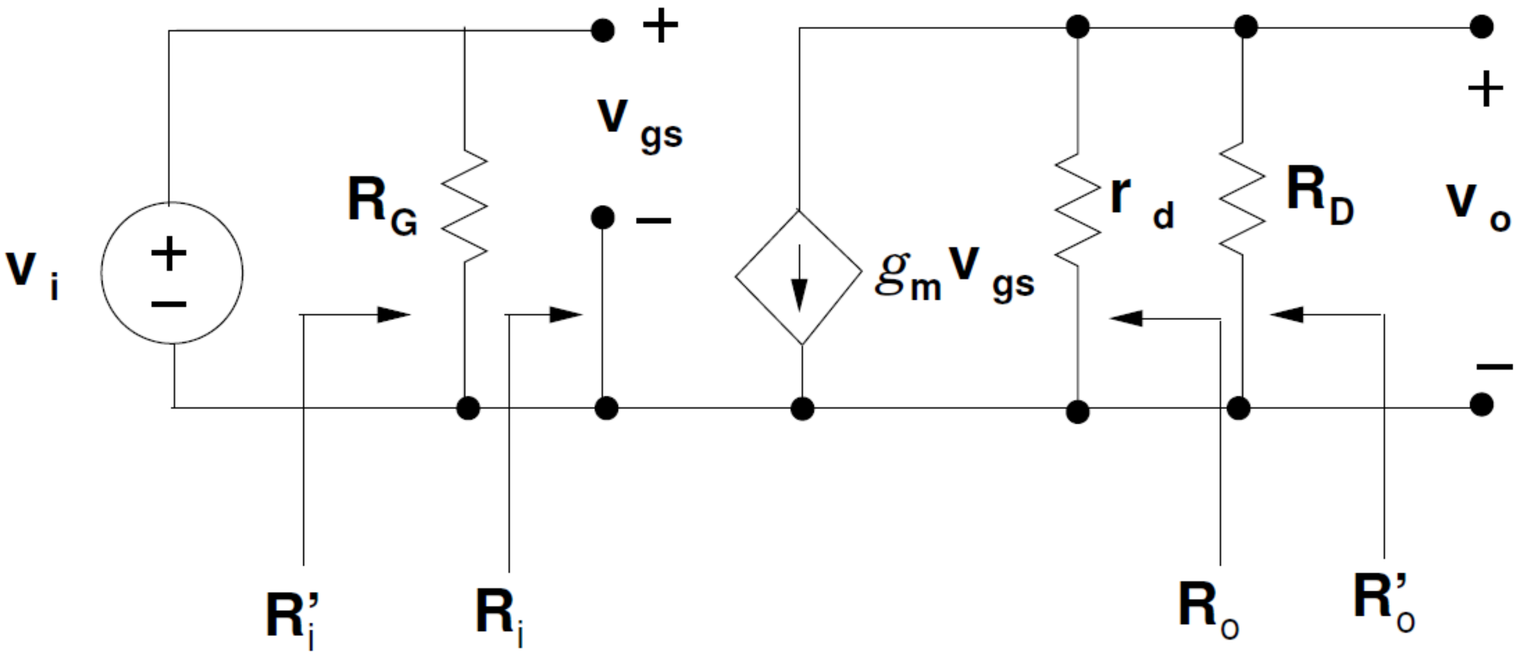
$$R_G = R_1 \parallel R_2$$

Stadio amplificatore a source comune senza resistenza di source



$$A_i = \frac{i_o}{i_i} = \infty \qquad R_i = \frac{v_i}{i_i} = \infty \qquad R_i^{'} = \frac{v_i}{i_i^{'}} = R_G \,||\, R_i = R_G$$

Stadio amplificatore a source comune senza resistenza di source

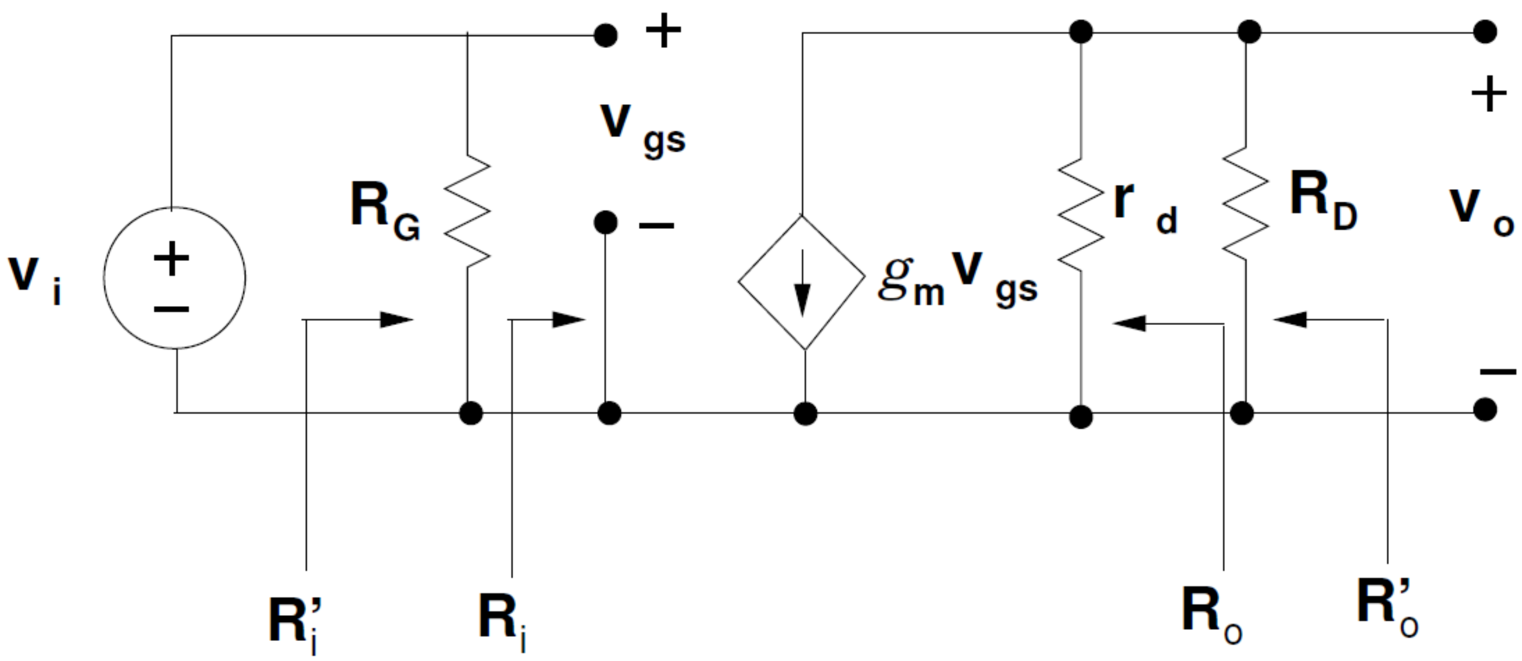


$$R_o = \left.\frac{v_o}{i_o}\right|_{v_i=0} = r_d$$

$$R_o^{'} = \left.\frac{v_o}{i_o^{'}}\right|_{v_s=0} = r_d \parallel R_D$$

$$v_i = 0 \rightarrow v_{gs} = 0$$

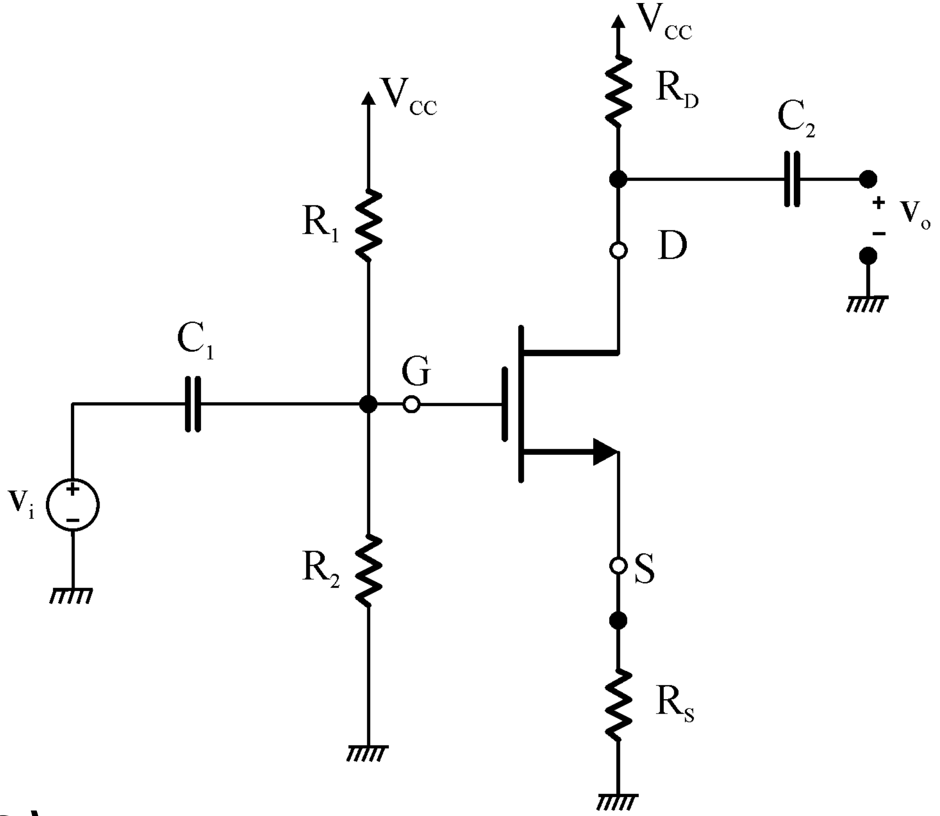
Stadio amplificatore a source comune senza resistenza di source



$$A_v = \frac{v_o}{v_i}$$

$$\left.\begin{aligned} v_o &= -g_m v_{gs}\left(r_d \parallel R_D\right) \\ v_i &= v_{gs} \end{aligned}\right\} \Rightarrow A_v = -\frac{g_m v_{gs}\left(r_d \parallel R_D\right)}{v_{gs}} = -g_m\left(r_d \parallel R_D\right)$$

Stadio amplificatore a source comune con resistenza di source



ANALISI DC (Punto di riposo)

- v_s=0
- C_1 e C_2 sono un circuito aperto
- <u>Sostituisco il MOS con modello ampi segnali</u>

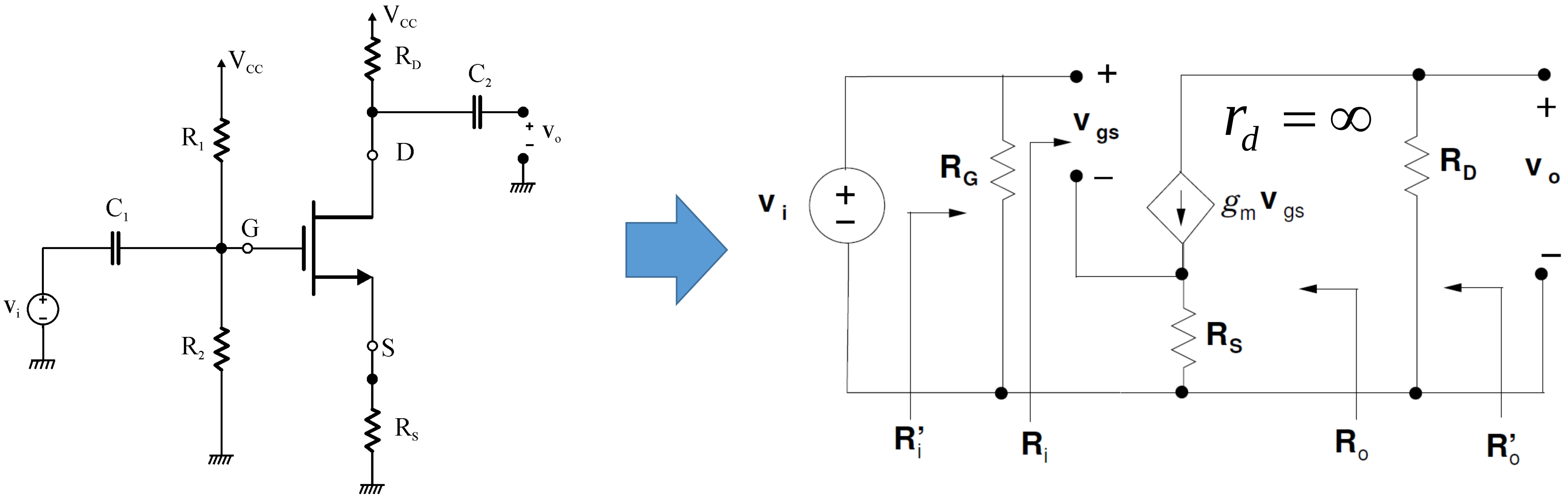
Determino il punto di riposo del circuito (I_{DQ}, V_{DSQ}, V_{GSQ})

Determino i valori di g_m e r_d

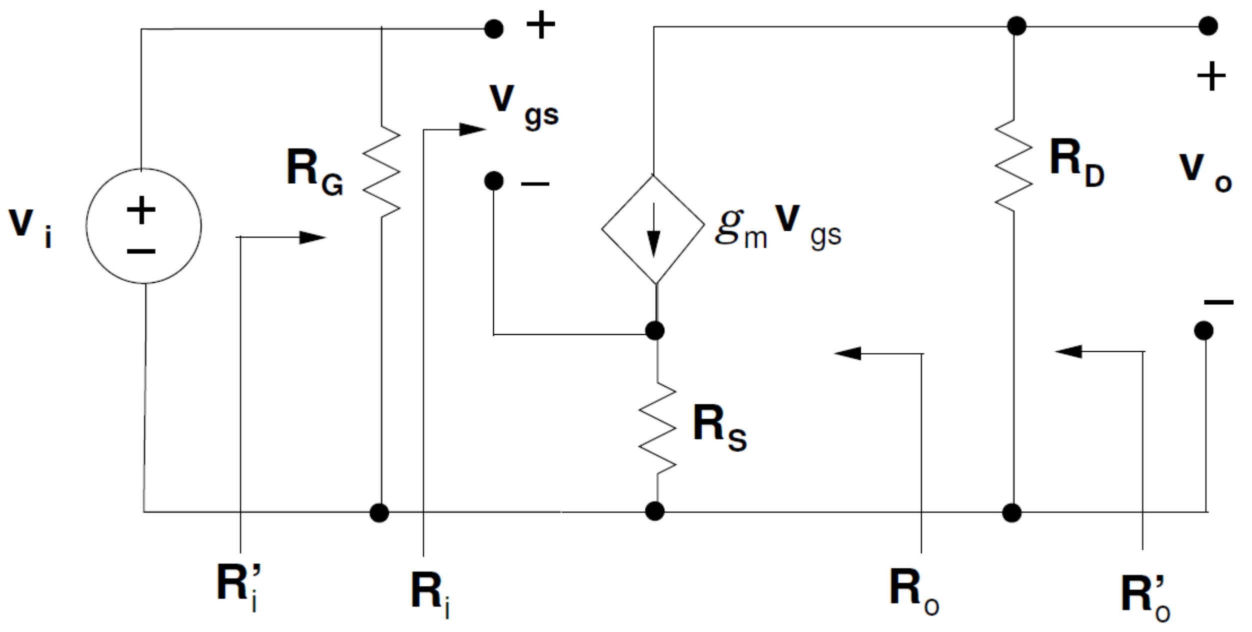
Stadio amplificatore a source comune con resistenza di source

ANALISI AC – Media frequenza

- V_{CC}=0
- C_1 e C_2 sono un corto circuito
- Sostituisco il MOS con modello per piccoli segnali

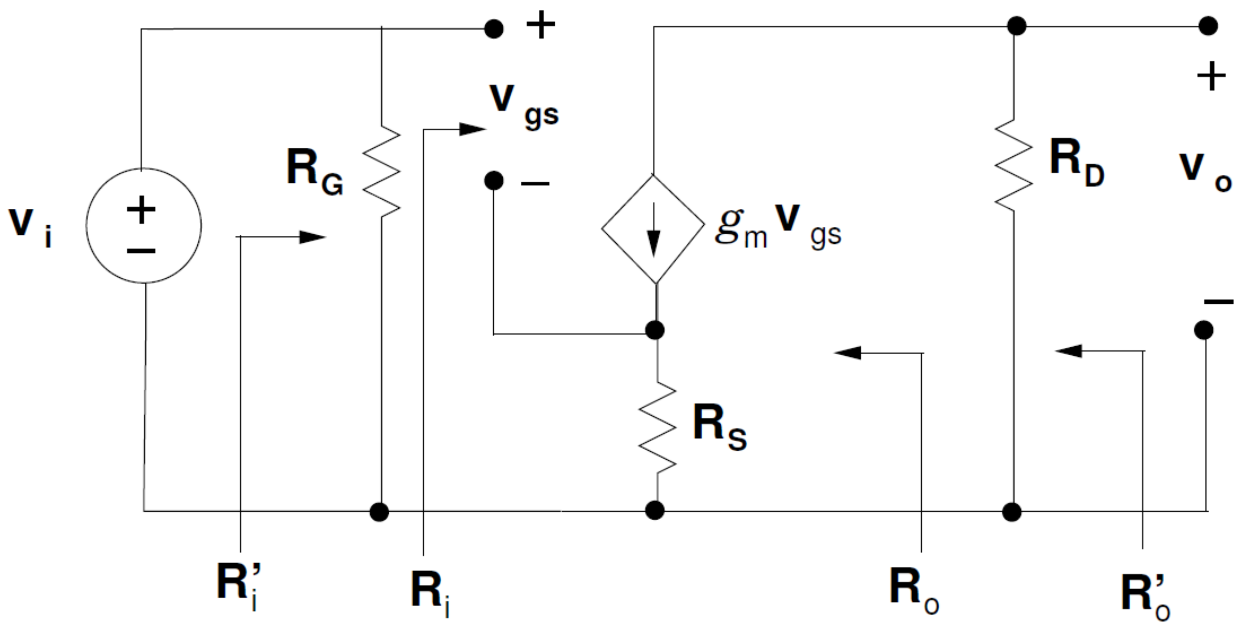


Stadio amplificatore a source comune con resistenza di source



$$A_i = \frac{i_o}{i_i} = \infty \qquad R_i = \frac{v_i}{i_i} = \infty \qquad R_i^{'} = \frac{v_i}{i_i^{'}} = R_G \parallel R_i = R_G$$

Stadio amplificatore a source comune con resistenza di source

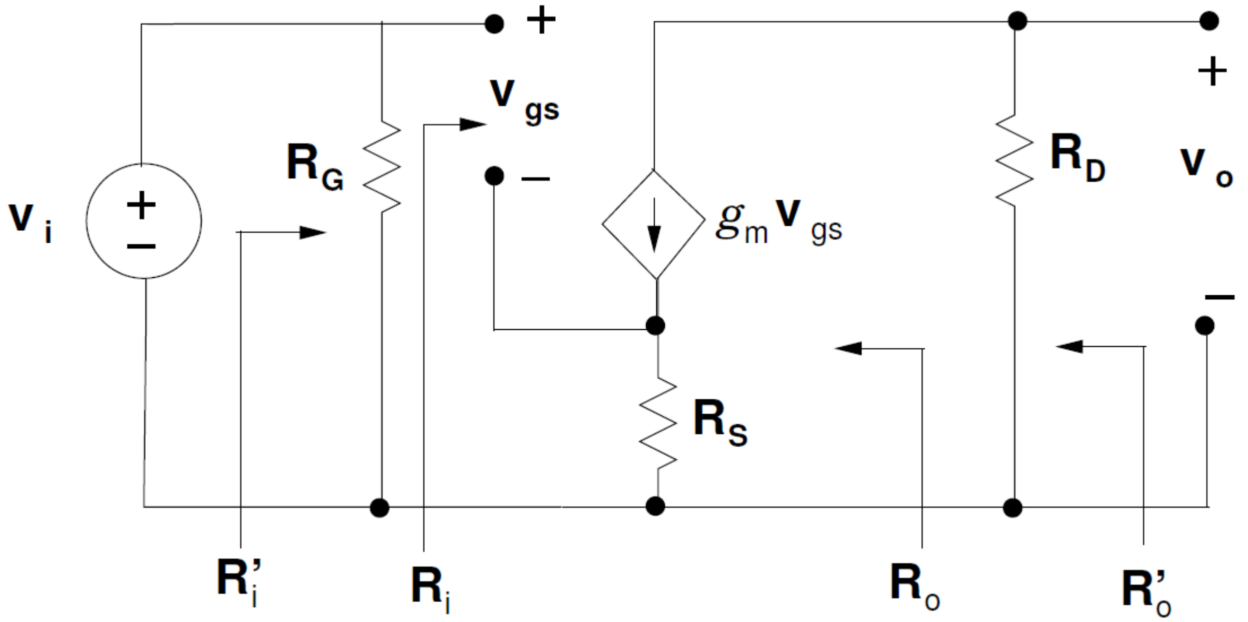


$$R_o = \left.\frac{v_o}{i_o}\right|_{v_i=0} = \infty$$

$$R_o^{'} = \left.\frac{v_o}{i_o^{'}}\right|_{v_s=0} = R_o \parallel R_D = R_D$$

$$v_i = 0 \rightarrow v_{gs} = 0$$

Stadio amplificatore a source comune con resistenza di source



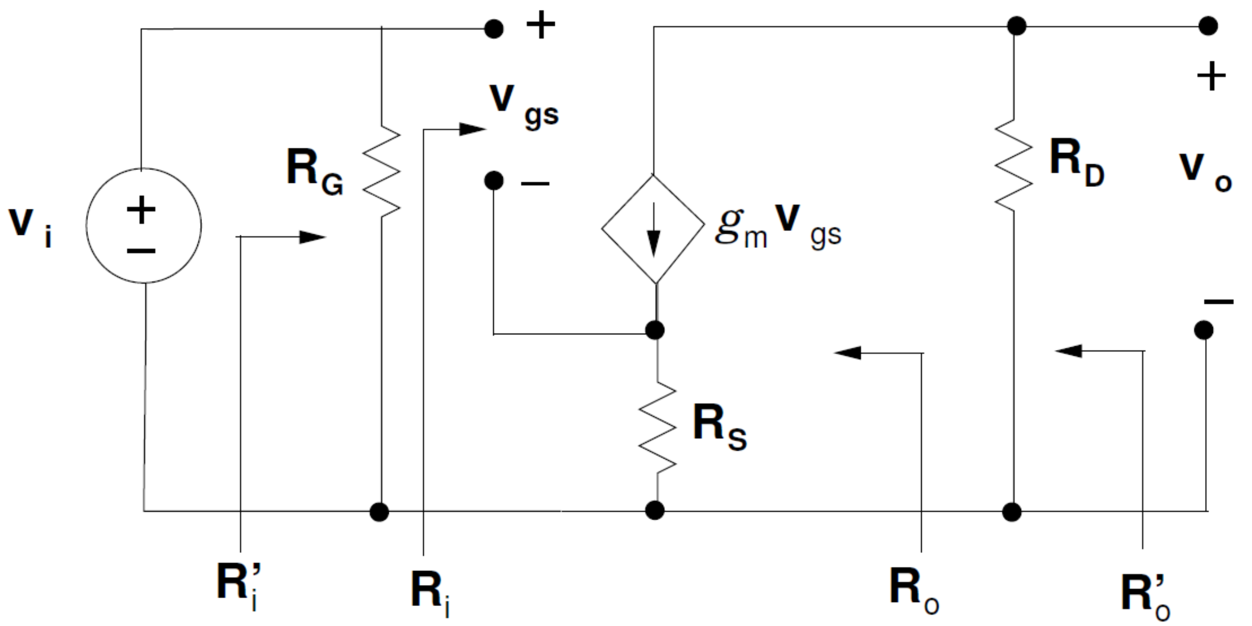
$$A_v = \frac{v_o}{v_i}$$

$$\left.\begin{aligned} v_i &= v_g \\ v_s &= g_m v_{gs} R_S \end{aligned}\right\} \Rightarrow v_{gs} = v_g - v_s = v_i - g_m v_{gs} R_S$$

$$\Downarrow$$

$$v_{gs}\left(1 + g_m R_S\right) = v_i \Rightarrow \boxed{v_{gs} = \frac{v_i}{\left(1 + g_m R_S\right)}}$$

Stadio amplificatore a source comune con resistenza di source



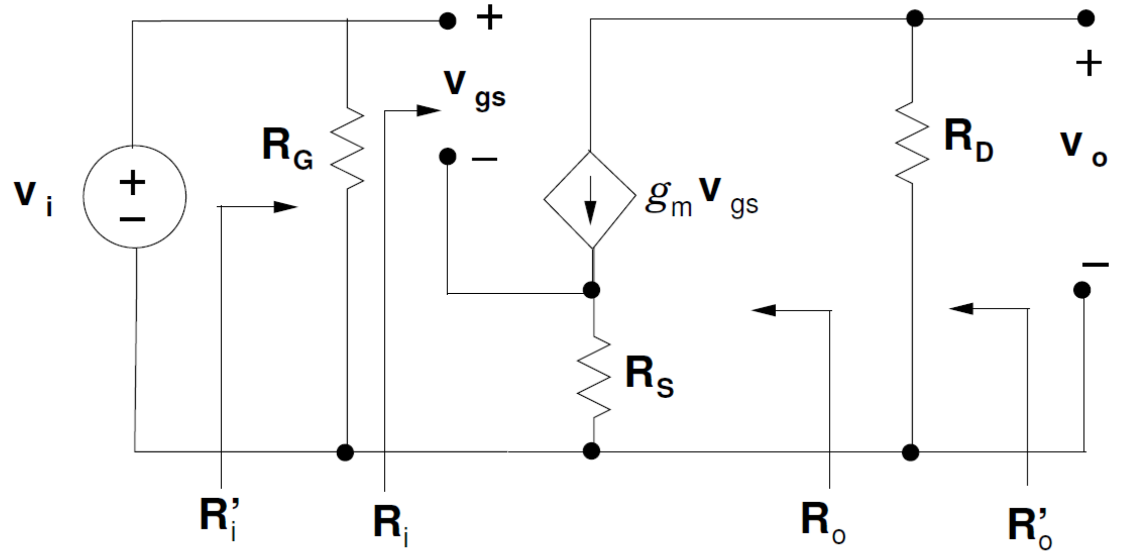
$$A_v = \frac{v_o}{v_i}$$

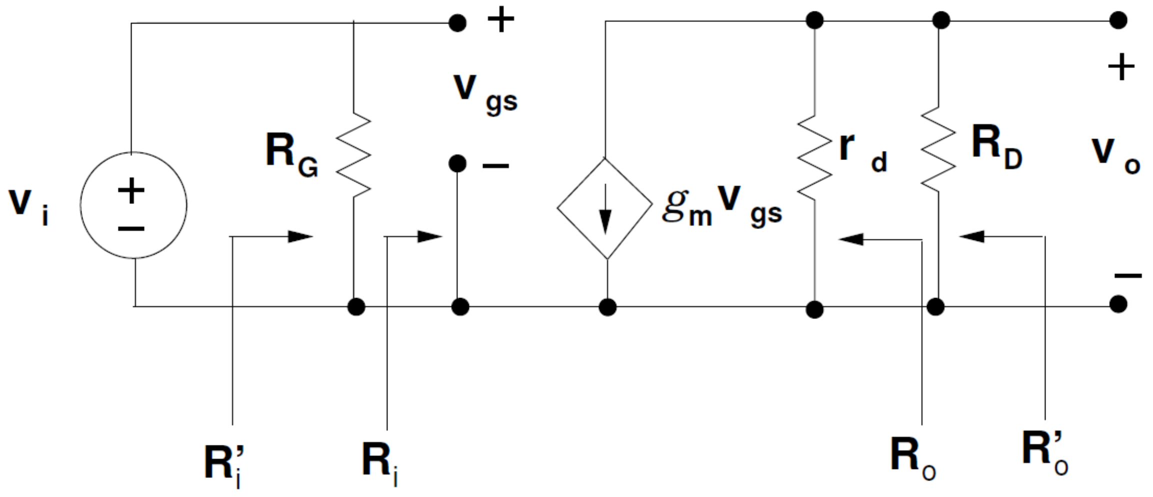
$$v_o = -g_m v_{gs} R_D$$

$$v_{gs} = \frac{v_i}{(1+g_m R_S)}$$

$$\Rightarrow \quad A_v = -\frac{g_m R_D \dfrac{v_i}{(1+g_m R_S)}}{v_i} = -\frac{g_m R_D}{(1+g_m R_S)}$$

Stadio amplificatore a source comune





$$\boxed{A_v = -\frac{g_m R_D}{\left(1+g_m R_S\right)}}$$

$$\boxed{A_v = -g_m \left(r_d \parallel R_D\right)}$$