

Polarizzazione del BJT

Il circuito di polarizzazione, o circuito DC, serve per imporre il punto di lavoro del BJT quando il segnale in ingresso è nullo

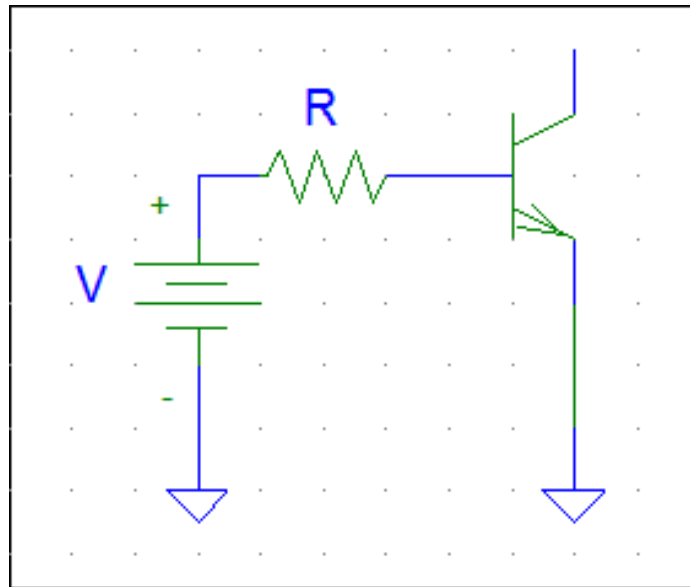
Per un BJT utilizzato come amplificatore, spesso il punto di lavoro è in mezzo alla regione attiva

Il circuito DC dovrebbe garantire il più possibile :

- la stabilità del punto di lavoro al variare della temperatura
- l'indipendenza del punto di lavoro dalle caratteristiche del BJT
- che il BJT non esca dalla regione attiva in presenza dei segnali variabili

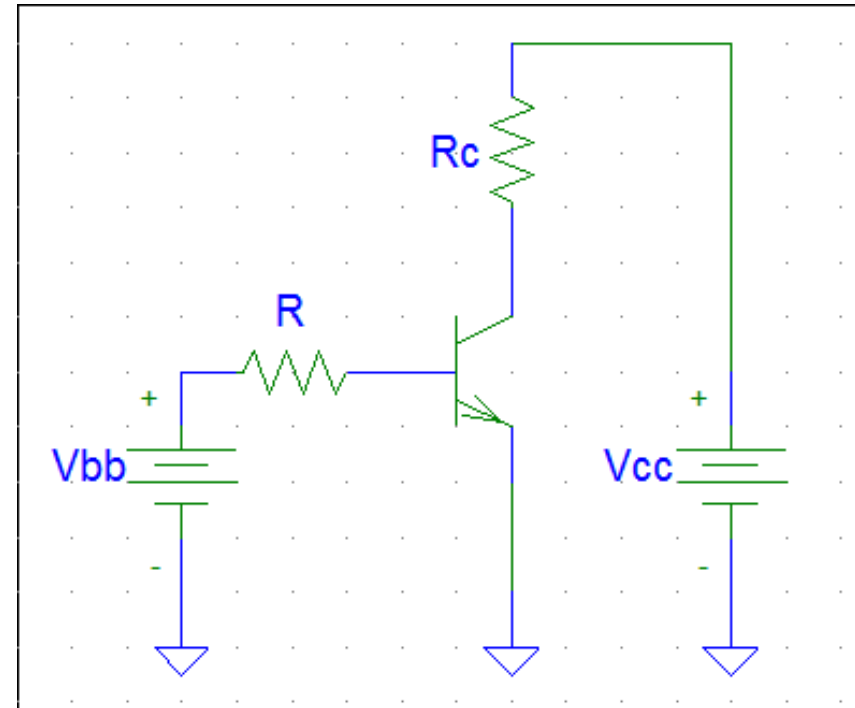
In questo modo le proprietà dell'amplificatore risulteranno stabili

circuito di principio

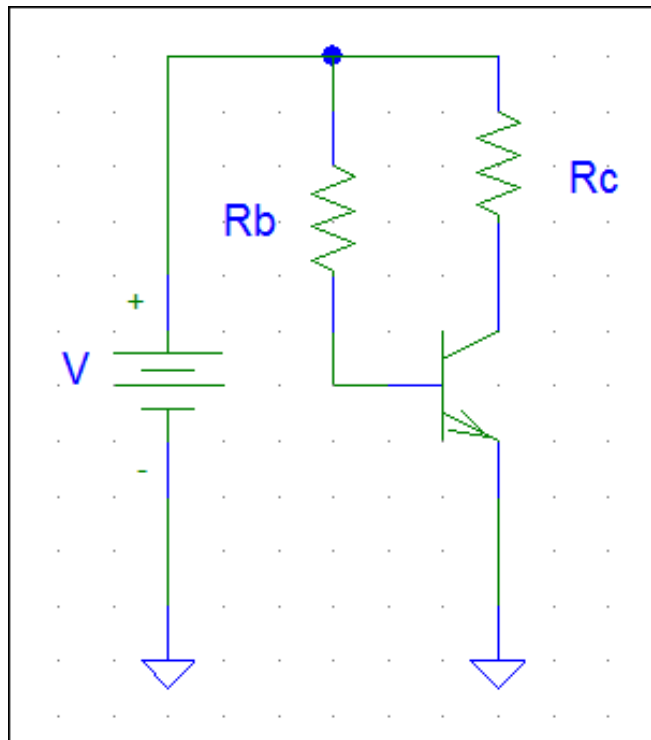


$$I_B = \frac{V - 0.7}{R}$$

circuito con polarizzazione del collettore



l'uso di due generatori DC non è però conveniente

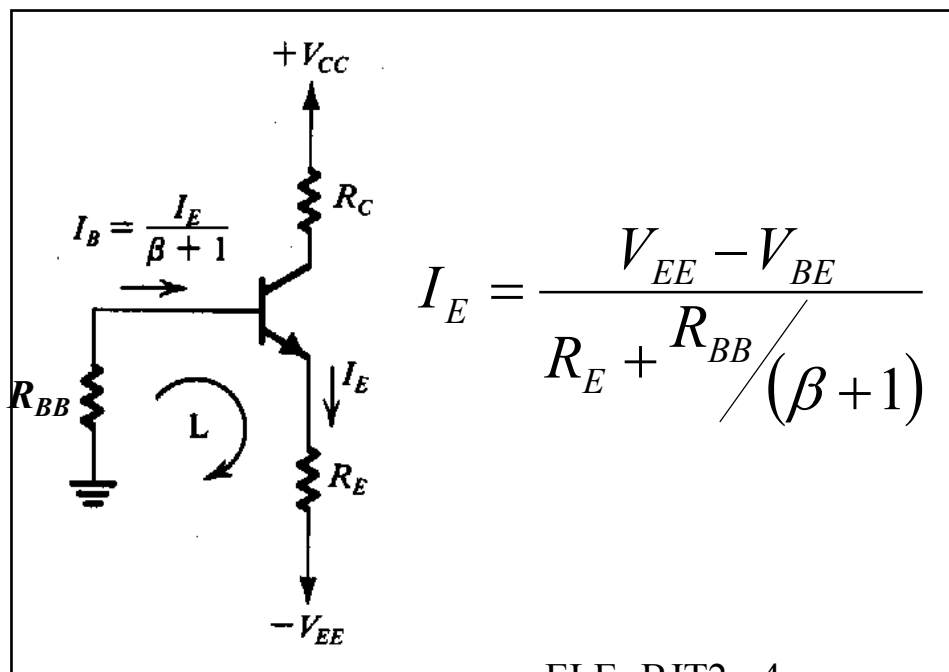
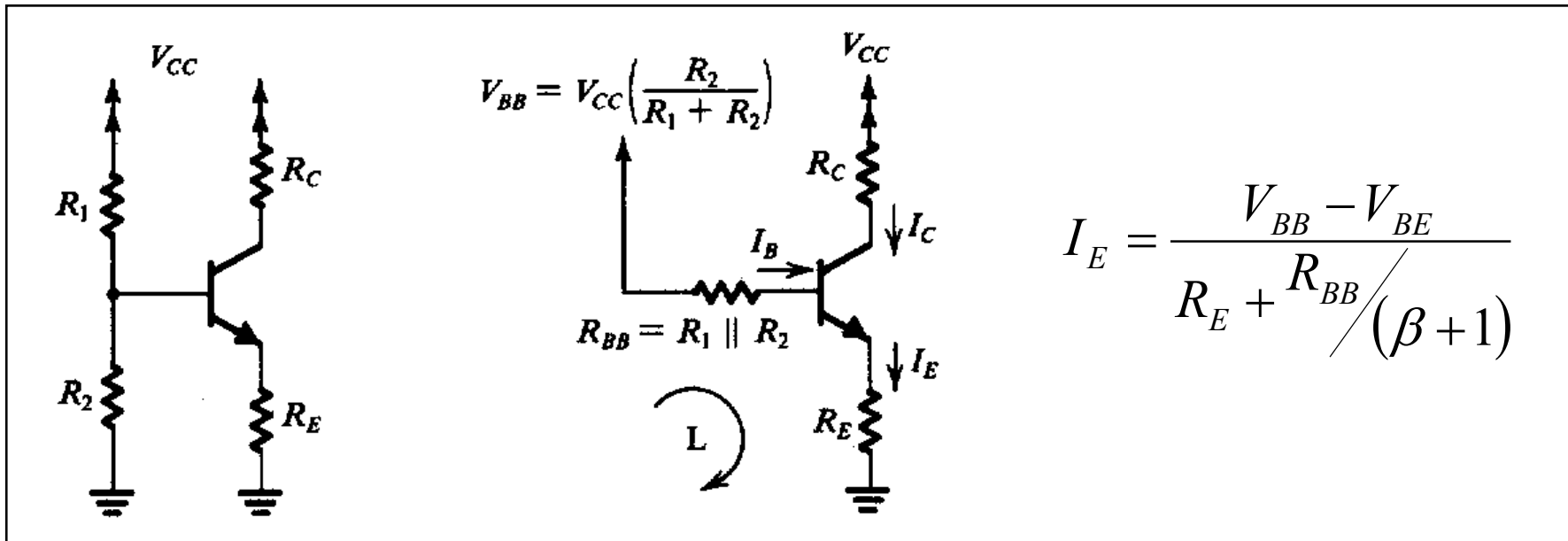


$$I_B = \frac{V - V_{BE}}{R_b}$$

Questo circuito sarebbe utilizzabile, ma presenta vari inconvenienti:

- la I_B dipende dalla temperatura perché V_{BE} è (quasi) coincidente con la V_γ del diodo B-E, e $V_\gamma(T)$
- la I_C dipende da β (che è molto variabile da transistor a transistor)
- il nodo di base è ad un potenziale DC prossimo a 0.7 V (in molti circuiti è una limitazione non accettabile)

POLARIZZAZIONE DEL TRANSISTOR



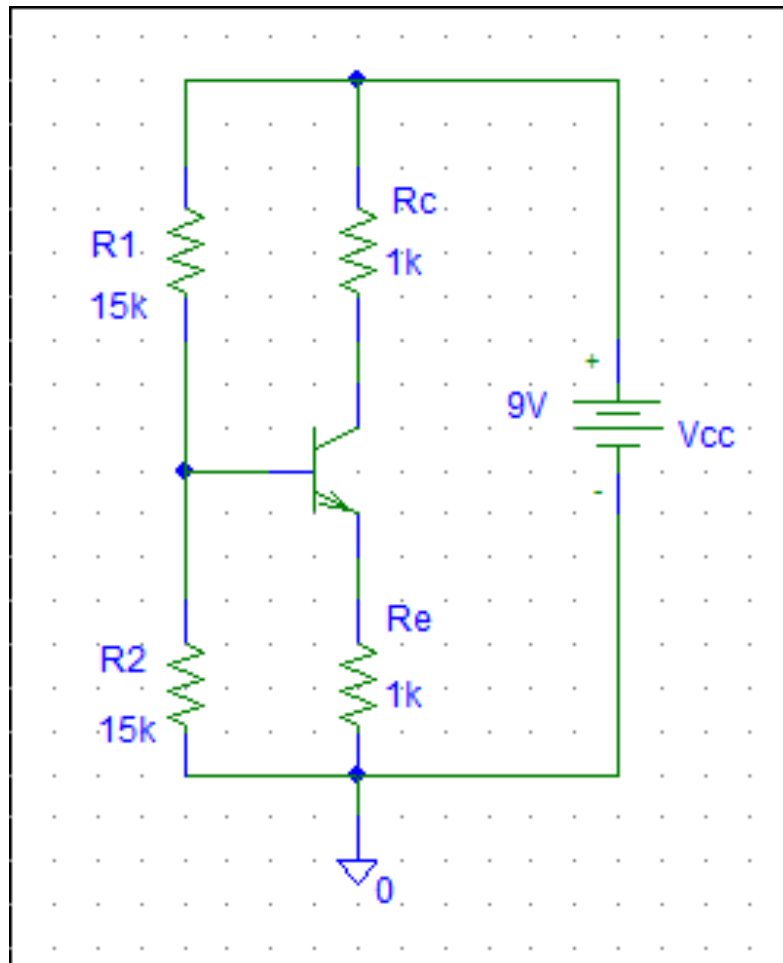
Per rendere g_m indipendente dal β e dalla temperatura, occorre rendere I_C , e quindi I_E , indipendente da β e da V_{BE} . Quindi:

$$V_{BB} \gg V_{BE} \quad \text{o} \quad V_{EE} \gg V_{BE}$$

$$\text{nonch :} \quad R_{BB} \ll (\beta + 1)R_E$$

cio : R_1 e R_2 piccole, e quindi bassa resistenza di ingresso

$\beta=100$

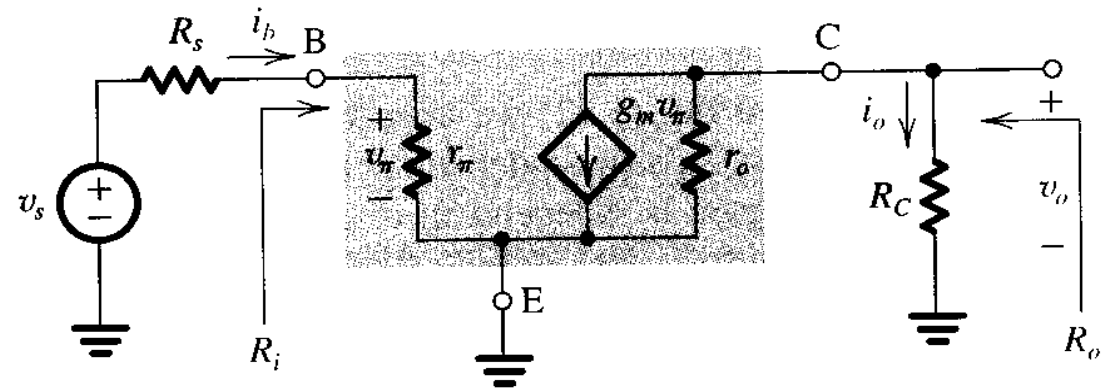
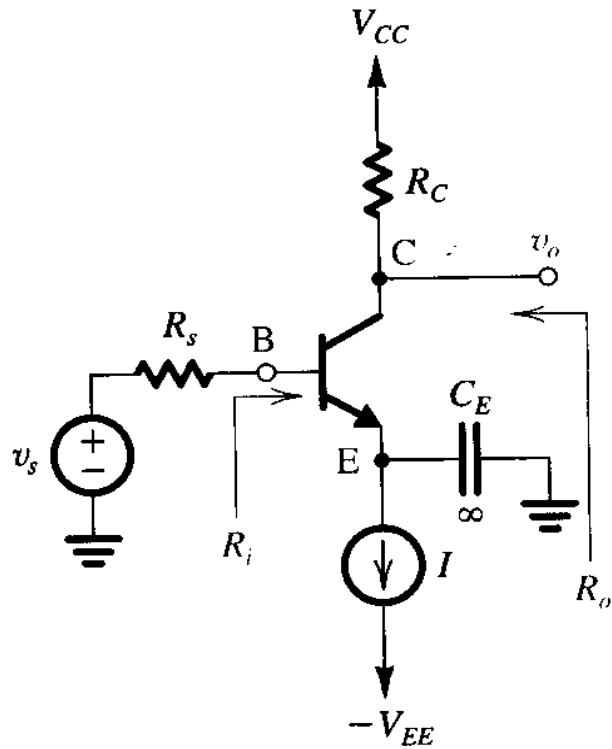


Esempio 1 – Determinare se il BJT è polarizzato in regione attiva ed il rapporto I_{R1}/I_B

Esempio 2 – Determinare R_c tale che il BJT operi al limite della saturazione

Esempio 3 – Determinare R_2 tale che $V_B=4.5\text{ V}$

AMPLIFICATORE AD EMETTITORE COMUNE



$$R_i = r_\pi \quad v_\pi = v_s \frac{r_\pi}{r_\pi + R_S}$$

$$\frac{v_o}{v_\pi} = -g_m (r_o \parallel R_C) \Rightarrow A \equiv \frac{v_o}{v_s} = -g_m (r_o \parallel R_C) \frac{r_\pi}{r_\pi + R_S} = -(r_o \parallel R_C) \frac{\beta}{r_\pi + R_S}$$

GUADAGNO DI CORRENTE

$$A_i \equiv \frac{i_o}{i_b} = -g_m v_\pi \frac{r_o}{r_o + R_C} \frac{1}{i_b} = -g_m r_\pi \frac{r_o}{r_o + R_C} = -\beta \frac{r_o}{r_o + R_C}$$

RESISTENZA DI USCITA

La resistenza di uscita di un amplificatore è importante quando il segnale di uscita deve essere applicato all'ingresso di un altro amplificatore, o in generale ad un carico. Per valutarla si annulla il generatore in ingresso, si impone un generatore noto V in uscita e si calcola la corrente I di uscita.

Con $v_s = 0$, si ha $v_\pi = 0$, e quindi:

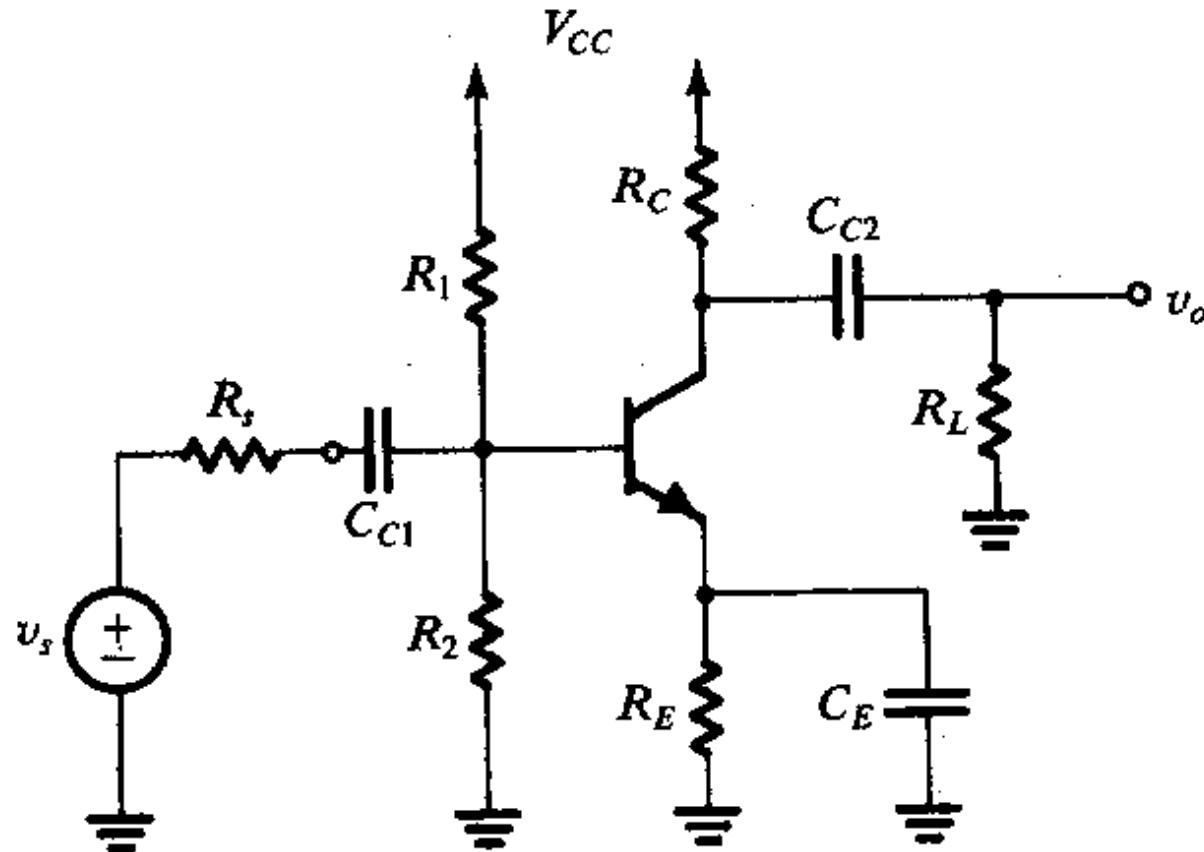
$$R_o \equiv \frac{V}{I} = r_o \parallel R_C$$

Considerazioni sull'amplificatore CE (common emitter)

- La resistenza di ingresso (r_{π}) ha valori medi (qualche $k\Omega$)
- Il guadagno A_v può assumere valori elevati (oltre 100 V/V) se R_c è grande ed il BJT presenta un piccolo effetto Early (r_o grande)
- La resistenza di uscita ($R_c || r_o$) è in genere limitata da R_c (in quanto r_o è dell'ordine delle decine di $k\Omega$). Ridurre R_c vuol dire però ridurre il guadagno A_v
- Il guadagno A_i è al massimo pari a β

In dipendenza della sorgente e del carico, può essere utilizzato sia come amplificatore di tensione che come amplificatore di corrente.

AMPLIFICATORE AD EMETTITORE COMUNE CON POLARIZZAZIONE A QUATTRO RESISTORI



In fase di progettazione, in assenza di altre indicazioni, le R possono essere scelte in modo che:

$$V_B \approx \frac{1}{3} V_{CC} \quad I_{R_1} \approx 10 I_B \quad V_C \approx \frac{2}{3} V_{CC}$$

AMPLIFICATORE AD EMETTITORE COMUNE CON POLARIZZAZIONE A QUATTRO RESISTORI

$$R_i = R_1 \parallel R_2 \parallel r_\pi \qquad R_o = r_o \parallel R_C$$

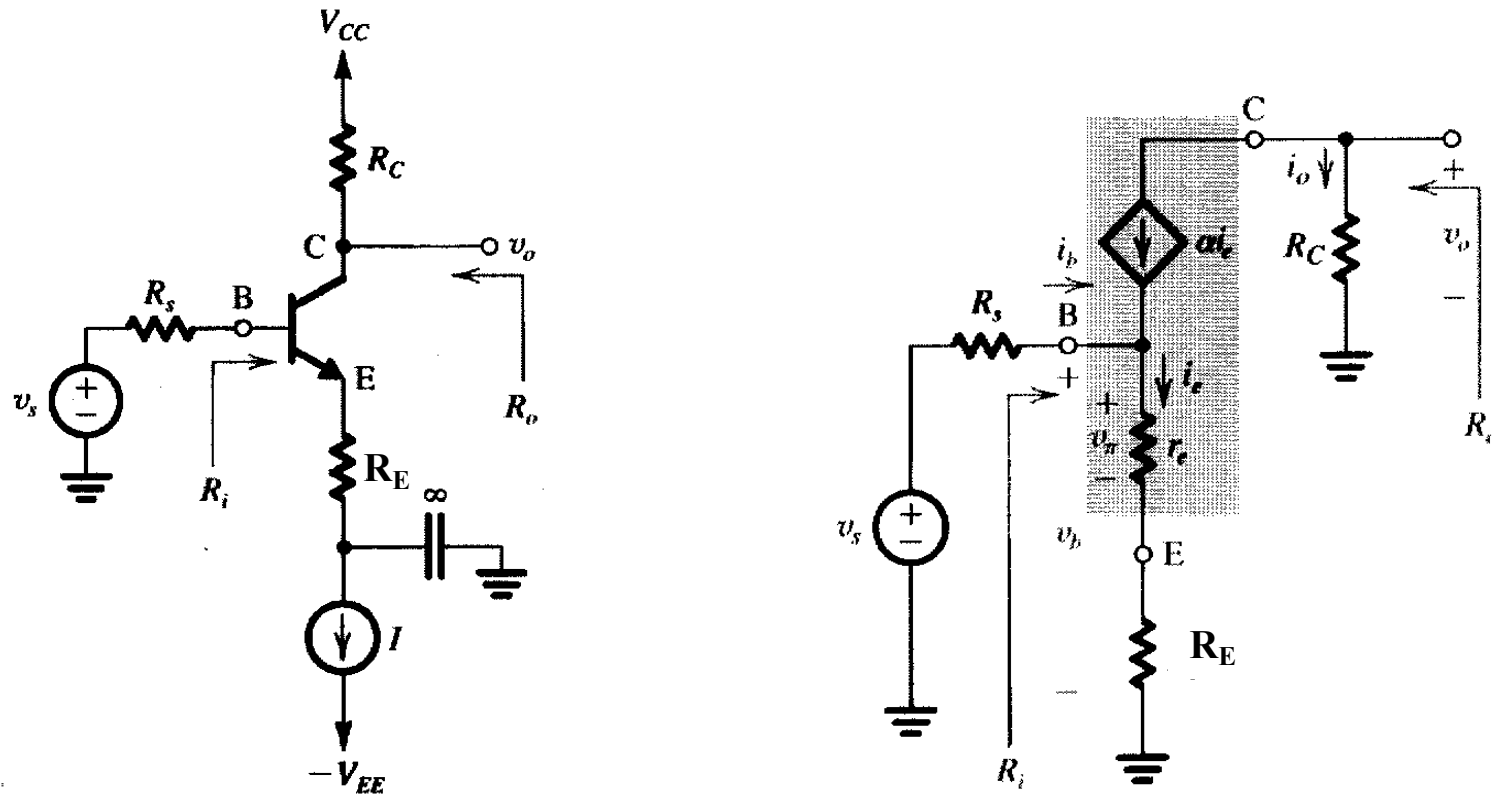
$$A_V = -\beta \frac{(r_o \parallel R_C \parallel R_L)}{r_\pi} \cdot \frac{R_1 \parallel R_2 \parallel r_\pi}{R_s + (R_1 \parallel R_2 \parallel r_\pi)}$$

Se R_1 ed R_2 sono scelte molto grandi (cosa che penalizza la stabilità della polarizzazione), la R_i è al massimo pari a r_π (che è dell'ordine dei $k\Omega$)

La R_o può essere resa piccola agendo su R_C , ma questo penalizza il guadagno.

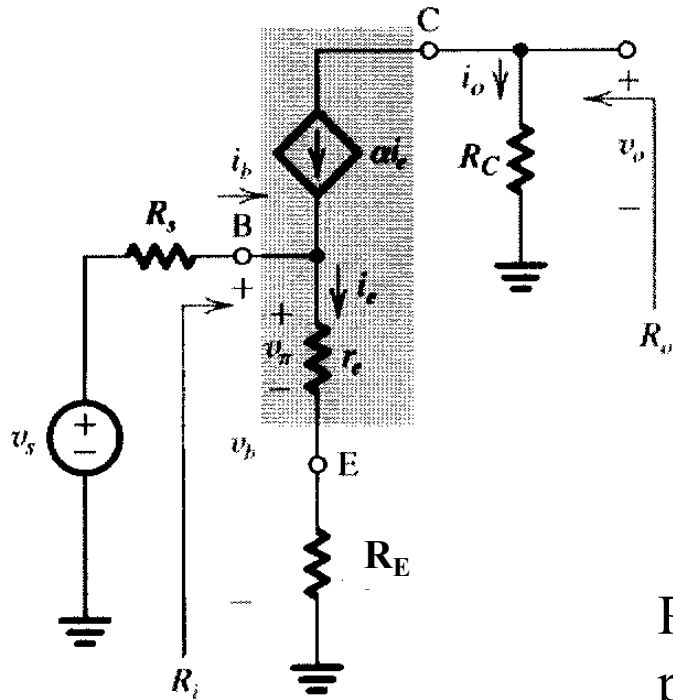
Se la R_i è grande, il guadagno A_v è al massimo pari a $-\beta \frac{r_o}{r_\pi}$, e dunque può essere molto grande.

AMPLIFICATORE AD EMETTITORE COMUNE CON RESISTENZA DI EMETTITORE



$$R_i \equiv \frac{v_b}{i_b} = \frac{i_b (1 + \beta)(r_e + R_E)}{i_b} = (1 + \beta)(r_e + R_E) \quad (\text{regola della riflessione della resistenza})$$

che dunque può essere resa molto più grande di quella del “common emitter” senza R_E



$$A \equiv \frac{v_o}{v_s} = \frac{v_o}{v_b} \frac{v_b}{v_s} = -\alpha \frac{R_C}{r_e + R_E} \frac{R_i}{R_i + R_S} =$$

$$= -\frac{\beta R_C}{R_S + (1 + \beta)(r_e + R_E)}$$

Per β grande (e R_s piccola rispetto alla R_i), A_v può al massimo essere pari a

$$-\frac{R_c}{r_e + R_E} \approx -\frac{R_c}{R_E}$$

e dunque dipende solo dai componenti esterni al BJT

AMPLIFICATORE AD EMETTITORE COMUNE CON RESISTENZA DI EMETTITORE

