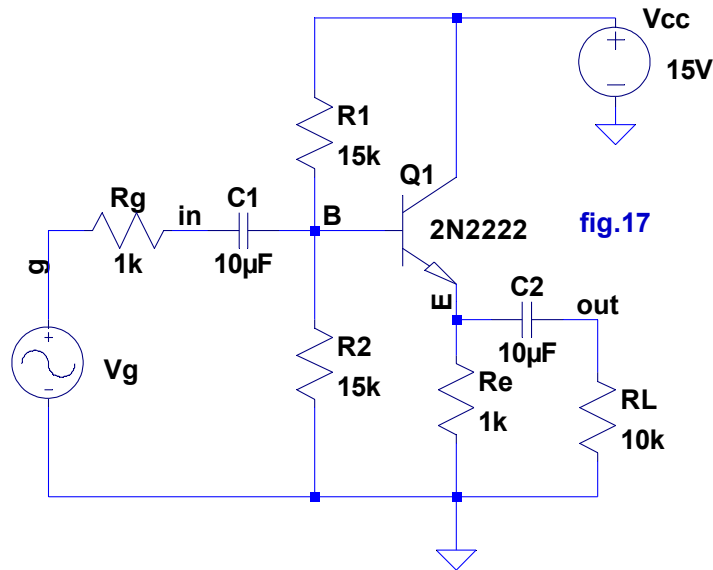


## Amplificatore a collettore comune (Emitter follower)



In questo amplificatore, l'ingresso è in base mentre il segnale di uscita è prelevato sull'emettitore; il collettore è staticamente a +Vcc e, quindi, dinamicamente a massa.

Osserviamo che, in questo amplificatore, Re è l'unico carico statico e, perciò, su di essa, cade una parte consistente di Vcc; ciò garantisce una buona stabilità al punto di riposo nei confronti della variazione di Vbe con la temperatura.

Osserviamo ancora che essendo  $V_{be} = V_b - V_e \cong 0.7V$ :

- nella semionda in cui il potenziale di base aumenta, anche il potenziale di emettitore deve aumentare, quasi dello stesso valore, per mantenere costante la differenza tra Vb e Ve
- nella semionda in cui il potenziale di base diminuisce il potenziale di emettitore diminuisce, quasi dello stesso valore, in modo che Vb-Ve si mantenga quasi costante al valore di 0.7V

In buona sostanza, in questo amplificatore:

- il potenziale di emettitore varia quasi come quello di base e, per questo motivo, l'amplificatore è chiamato emitter follower (il potenziale di emettitore segue la variazione del potenziale di base)
- quindi, in banda passante, dove C1 e C2, sono dei cortocircuiti, Vout, che è la variazione di Ve ( $\Delta V_e$ ) è circa uguale a Vin, che è la variazione di Vb ( $\Delta V_b$ )

In definitiva, nel collettore comune, il segnale che arriva in base, si trasferisce quasi tutto sull'emettitore e l'amplificatore non amplifica in tensione e non sfasa; ovviamente, l'emitter follower amplifica in corrente, visto che la corrente di ingresso è quella di base mentre quella di uscita è la corrente di emettitore.

Le forme d'onda (fig.18), relative ad una tensione Vg di picco 1V e frequenza 1KHz, evidenziano che:

- Vin ha un picco di poco inferiore al Volt
- Vin arriva in base e si va a sovrapporre a  $V_{bq} \cong 7.25V$
- dalla base, Vin si trasferisce quasi tutta sull'emettitore, sovrapponendosi a  $V_{eq} \cong 6.55V$ ; infatti Ve varia come Vb, solo che è slittato più in basso di circa 0.7V

- il segnale presente sull'emettitore si trasferisce in uscita, privo della sua componente continua, trattenuta da C2
- $V_{out}$  è in fase con  $V_g$  ed ha un picco di poco inferiore a 0.9V

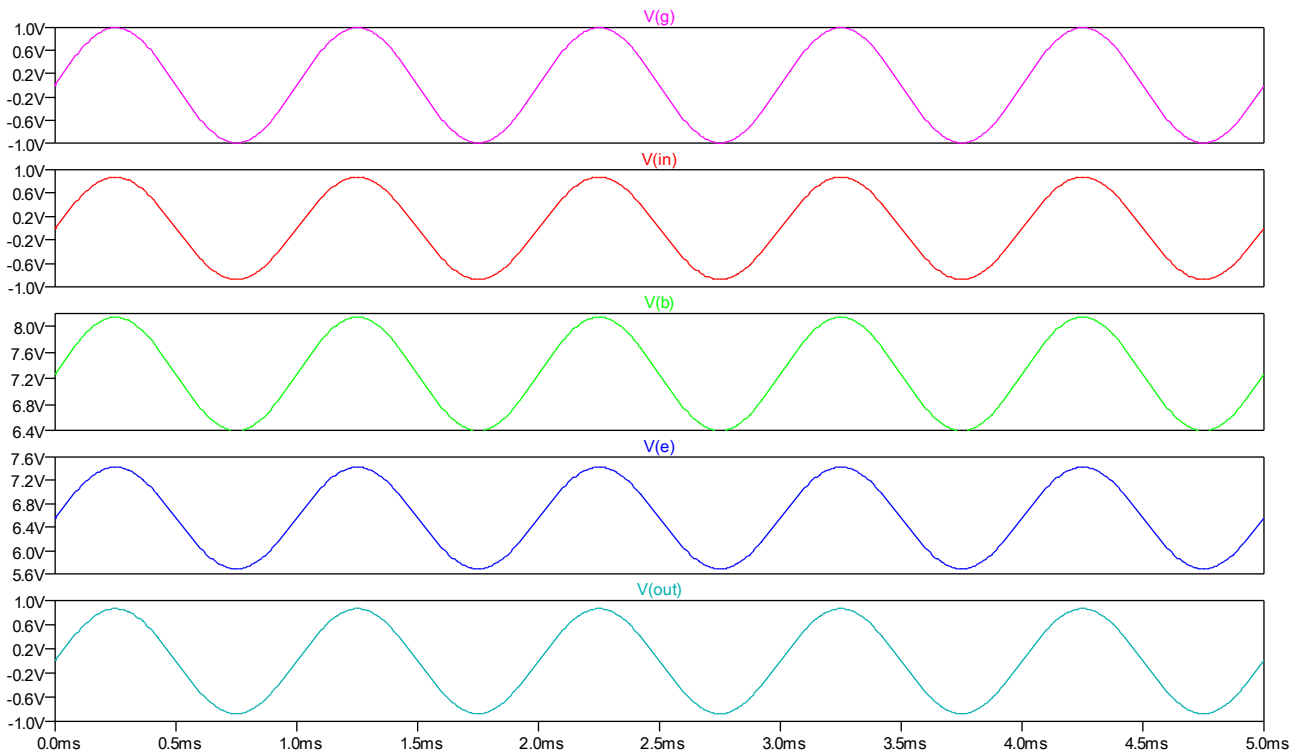
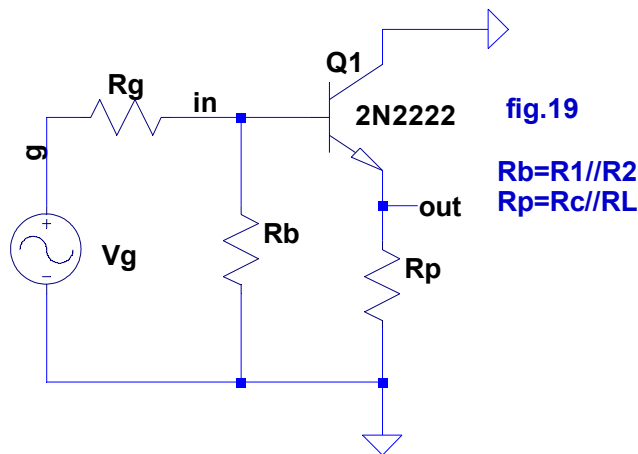


fig. 18

Per effettuare lo studio analitico in banda passante occorre disegnare il circuito dinamico relativo alle medie frequenze (fig.19)



Abbiamo:

$$A_v = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{(\Delta i_c * R_p)}{(\Delta V_{be} + \Delta i_c * R_p)} = \frac{(\Delta i_c * R_p)}{(\Delta i_c (r_e + R_p))} = \frac{R_p}{(R_p + r_e)}$$

dove  $r_e$  è la resistenza differenziale della giunzione base-emettitore.

Osserviamo che:

- $A_v$  è positiva e minore di 1; ciò significa che  $v_{out}$  varia in fase con  $v_{in}$
- se  $R_p \gg r_e$ , il che è facile da ottenere visto il piccolo valore di  $r_e$ ,  $A_v \cong 1$ ; cioè  $v_{out} \cong v_{in}$ , come avevamo già visto nello studio grafico
- se  $A_v \cong 1$ , essa risulta quasi costante e poco dipendente dalla corrente di collettore  $i_c$ ; le due semionde di  $v_{in}$  vengono, allora, amplificate allo stesso modo e l'emitter follower presenta un piccolo grado di distorsione di non-linearità

L'amplificazione di corrente è:

$$A_I = \frac{(\Delta i_e)}{(\Delta i_b)} \approx h_{fe}$$

e, quindi, l'inseguitore amplifica in corrente

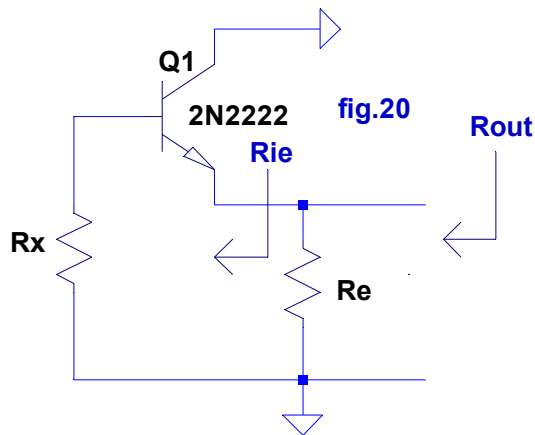
La resistenza  $R_{ib}$  vista dalla base dovrebbe essere elevata, vista la presenza della resistenza  $R_p$  sull'emettitore; infatti:

$$R_{ib} = \frac{V_{in}}{(\Delta I_b)} = \frac{(\Delta i_c (r_e + R_p))}{(\Delta I_b)} = h_{fe} (r_e + R_p)$$

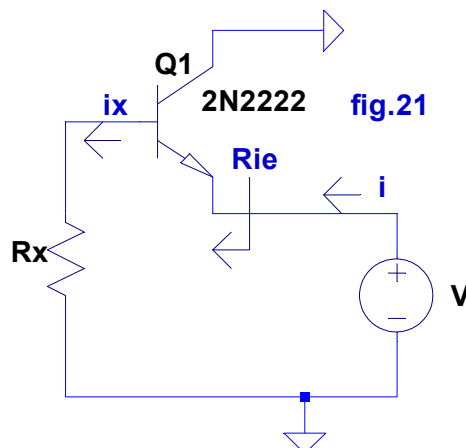
Ovviamente:

$$R_{in} = R_b // R_{ib}$$

La resistenza di uscita è la resistenza vista dal carico, con la sorgente  $V_g$  annullata (fig. 20)



In fig 20 abbiamo  $R_x = R_b // R_g$  mentre  $R_{ie}$  è la resistenza che si vede guardando dentro



l'emettitore (fig. 21)

Calcoliamo Rie:

$$R_{ie} = \frac{V}{i} = \frac{(\Delta V_{eb} + i_x * R_x)}{i} = \frac{(\Delta V_{eb} + \Delta i_b * R_x)}{(\Delta i_e)} = r_e + \frac{R_x}{h_{fe}}$$

Osserviamo che Rie risulta piuttosto piccola e, ancora di più, lo è Rout. In conseguenza di ciò, la tensione sul carico dipende poco dal carico stesso e l'amplificatore, nei confronti di RL, si comporta come un generatore quasi ideale di tensione.

In definitiva, l'amplificatore ad emettitore comune (emitter follower):

- non amplifica in tensione e non sfasa
- amplifica in corrente
- ha Rin relativamente elevata
- ha Rout piuttosto piccola

L'inseguitore viene utilizzato:

- come stadio finale, per elevare il livello di corrente di un segnale già preamplificato in tensione
- come preamplificatore: spesso accade che la sorgente fornisca una corrente debolissima, incapace di pilotare l'amplificatore di tensione. Tra sorgente e amplificatore di tensione si interpone un inseguitore che, appunto, preamplifica la corrente.

Sostanzialmente l'inseguitore è un adattore di impedenza, esso, infatti, trasferisce la tensione fornita da una sorgente ad elevata resistenza interna, che può fornire solo una corrente molto debole, ad un carico di piccolo valore ohmico che, perciò, richiede parecchia corrente

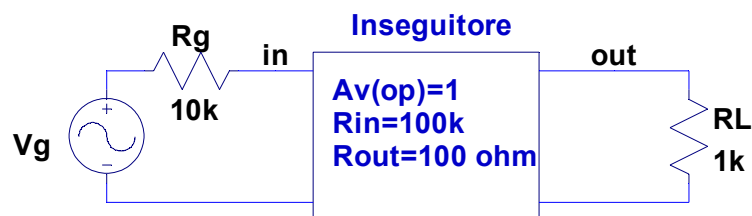


fig. 22

In fig. 22 la tensione  $V_g$ , fornita da una sorgente avente  $R_g=10\text{k}$ , viene trasferita ad un carico  $R_L=1\text{k}$ , interponendo un inseguitore tra sorgente e carico; infatti:

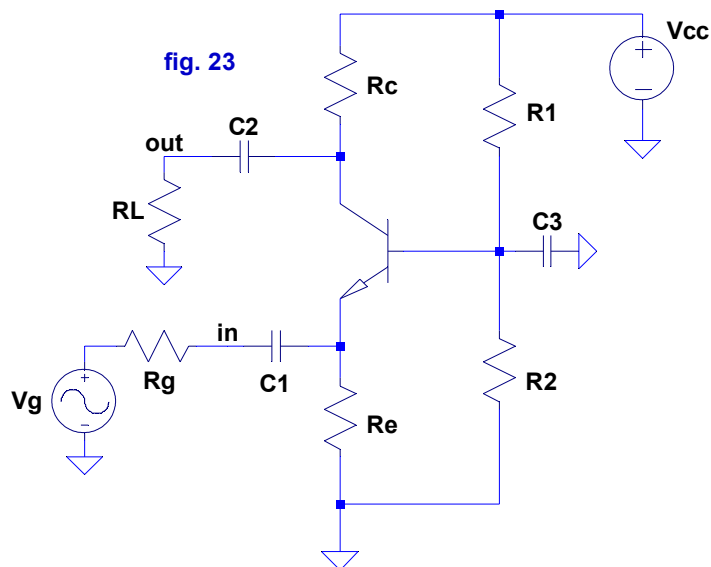
$$V_{in} = V_g \cdot \left( \frac{R_{in}}{R_{in} + R_g} \right) \approx V_g$$

e

$$V_{out} = A_v(\text{op}) \cdot V_{in} \cdot \left( \frac{R_L}{R_{out} + R_L} \right) \approx V_g$$

perchè  $R_L \gg R_{out}$  e  $A_v(\text{op})=1$

## Amplificatore a base comune (C.B.)



Nell'amplificatore a base comune, il terminale di ingresso è quello di emettitore, mentre quello di uscita è il collettore. Il potenziale di base è mantenuto costante dal condensatore C3, che deve avere una capacità sufficientemente elevata; ciò equivale a dire che la base è posta dinamicamente a massa.

Osserviamo subito che **questo amplificatore non può amplificare in corrente**; infatti, la corrente di uscita (quella di collettore) è di sicuro più piccola, sia pure di poco, di quella di ingresso (la corrente di emettitore).

Lo studio a riposo dell'amplificatore a base è identico a quello dell'amplificatore ad emettitore comune (il circuito statico di entrambi è riconducibile ad una normale rete VDB).

In figura 24 abbiamo le forme d'onda più significative, relativamente allo studio grafico del base comune.

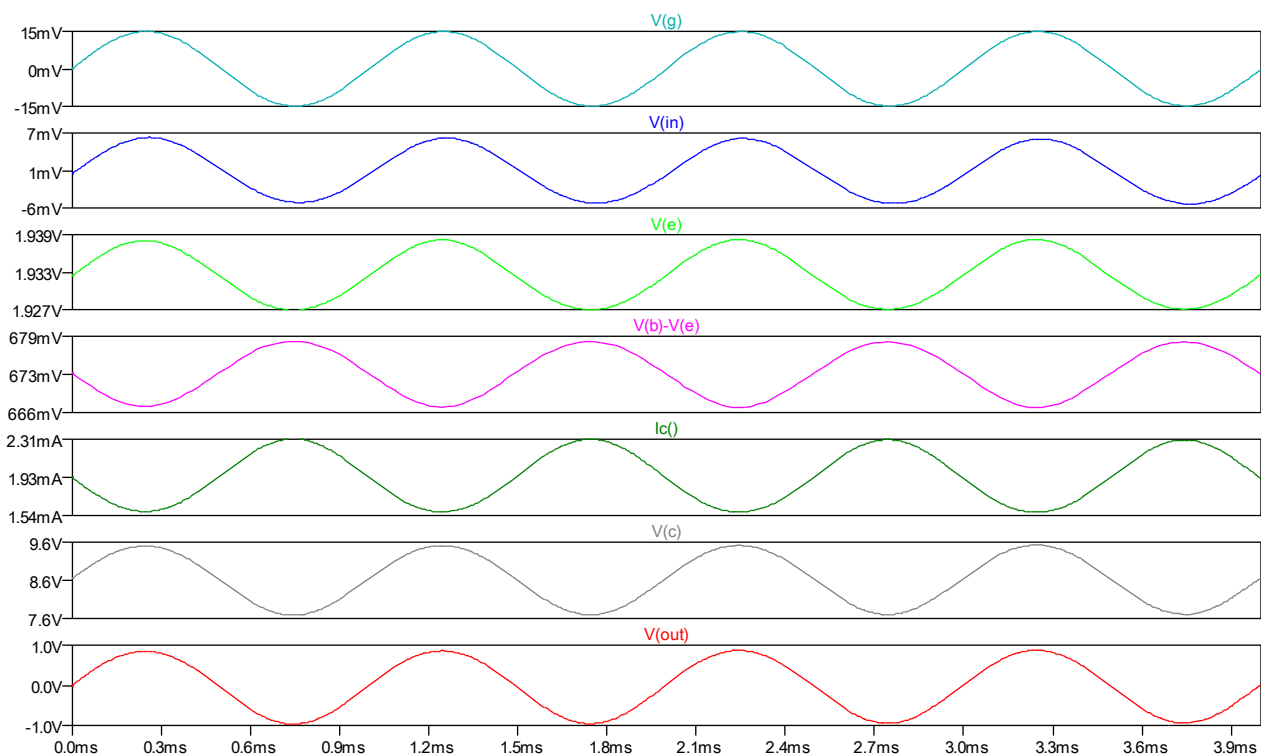


Fig. 24

Osserviamo che:

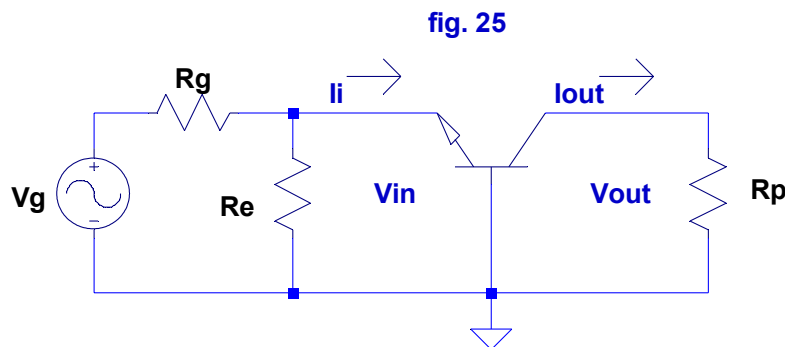
- una parte di  $V_g$  (circa il 50%, in questo caso) arriva all'ingresso dell'amplificatore ( $V_{in}$ )
- $V_{in}$  arriva al terminale di emettitore, sovrapponendosi al livello continuo
- durante la semionda positiva di  $V_g$ ,  $V_e$  aumenta mentre  $V_b$ , come abbiamo già detto, rimane costante; ciò comporta che, durante la semionda positiva del segnale di ingresso,  $V_{be} = V_b - V_e$  diminuisce e con essa la corrente di collettore  $I_c$ ; viceversa, durante la semionda negativa di  $V_g$ , sia  $V_{be}$  che  $I_c$  aumentano
- in sostanza  $V_{be}$  e  $I_c$  variano in opposizione di fase rispetto a  $V_g$
- $V_c$  e  $V_{out}$  variano in opposizione di fase con  $I_c$  e quindi in fase con la tensione  $V_g$ ;  $V_{out}$  è amplificata rispetto a  $V_g$

In sintesi, l'amplificatore a base comune:

- non amplifica in corrente
- amplifica in tensione e non sfasa

Aspettiamoci, anzi, che l'amplificazione di tensione intrinseca  $A_v$  sia grossomodo la stessa che nell'amplificatore ad emettitore comune; in entrambi gli amplificatori, infatti, la tensione  $V_{in}$  viene utilizzata tutta per far variare  $V_{be}$ .

Per effettuare lo studio analitico in banda passante, bisogna tracciare il circuito dinamico alle medie frequenze (fig.25)



Notiamo che:

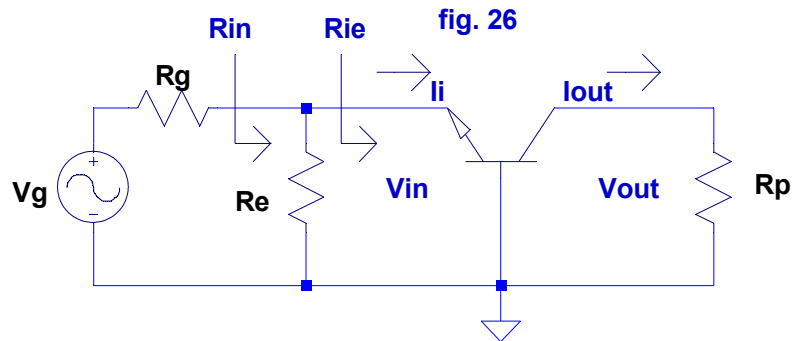
- le resistenze del partitore di base non compaiono nel circuito a medie frequenze, in quanto corto-circuitate da  $C_3$
- l'amplificazione di corrente è  $A_I = \frac{I_{out}}{I_i} = \frac{(\Delta i_c)}{(\Delta i_e)} \approx 1$  e, come abbiamo già anticipato, l'amplificatore a base comune non amplifica in corrente
- il CB richiede una corrente di ingresso ( $\Delta i_e \approx h_{fe} \Delta i_b$ ) decisamente maggiore rispetto a quella richiesta ( $\Delta i_b$ ) dagli altri amplificatori studiati sino ad ora; per questo motivo è poco utilizzato e, quando lo si usa, bisogna farlo precedere da uno stadio che preamplifichi la corrente
- l'amplificazione di tensione intrinseca è

$$A_v = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{(\Delta i_c * R_p)}{(\Delta v_{eb})} = \frac{(\Delta i_c * R_p)}{(\Delta i_c * r_e)} = \frac{R_p}{r_e} \approx \frac{(I_{cQ} * R_p)}{V_T}$$

In sostanza, il CB può amplificare parecchio in tensione (tanto quanto il C.E.) e non sfasa; inoltre, anche nel C.B. come nel C.E., l'amplificazione di tensione dipende da  $I_c$  e, perciò,

l'amplificatore a base comune tende a distorcere e va usato nell'ambito di piccoli segnali.

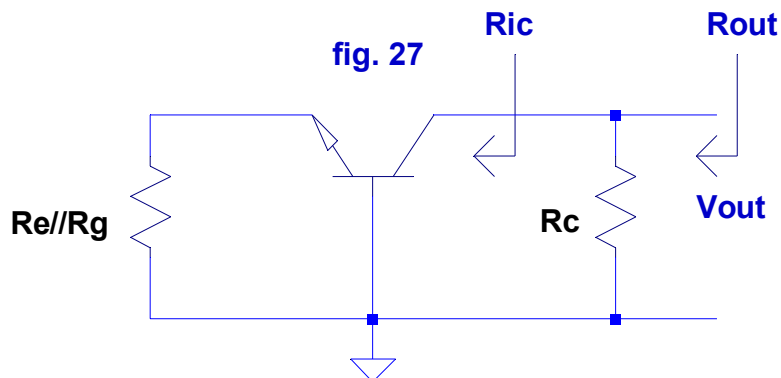
La resistenza di ingresso dell'amplificatore è, al solito, quella vista dalla sorgente ed è  $R_{in} = R_e // R_{ie}$  (fig. 26)



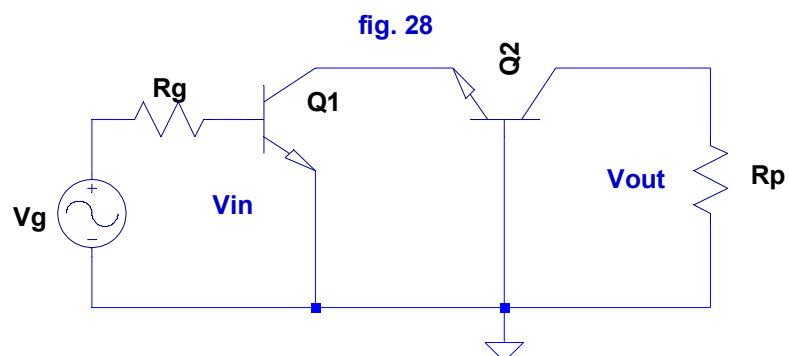
dove  $R_{ie} = \frac{V_{in}}{I_i} = \frac{(\Delta V_{eb})}{(\Delta I_e)} = \frac{(\Delta I_e * r_e)}{(\Delta I_e)} = r_e$  è la resistenza vista guardando dentro l'emettitore

ed è molto piccola; di conseguenza,  $R_{in} = R_e // R_{ie} \approx r_e$  e la resistenza di uscita dell'amplificatore a base comune è molto più piccola rispetto a quella degli amplificatori studiati sinora (infatti richiede una corrente di ingresso decisamente maggiore). Ovviamente l'attenuazione nella maglia di ingresso è rilevante per cui  $A_{vt}$  è sensibilmente minore di  $A_v$ .

La resistenza di uscita  $R_{out}$  è, al solito, la resistenza vista dal carico, con la sorgente  $V_g$  disattivata ( e quindi la corrente di emettitore rimane costante) (fig. 27)



Osserviamo che  $R_{out} = R_c // R_{ic}$ , dove  $R_{ic}$  è la resistenza che si vede guardando dentro il collettore di un BJT in regione attiva, la cui corrente di emettitore (e quindi quella di collettore) è mantenuta costante; il BJT si comporta da generatore di corrente e  $R_{ic}$  è molto elevata e, perciò  $R_{out} \approx R_c$



Per via del fatto che l'amplificatore a base comune richiede una corrente di pilotaggio "rilevante", il suo uso non è molto frequente. Quando lo si usa, in genere come amplificatore a larga banda perchè ha un eccellente comportamento alle alte frequenze, lo si fa precedere da uno stadio che preamplifica la corrente ;o un emettitore comune, come in fig. 28; o un collettore comune, come in fig. 29

