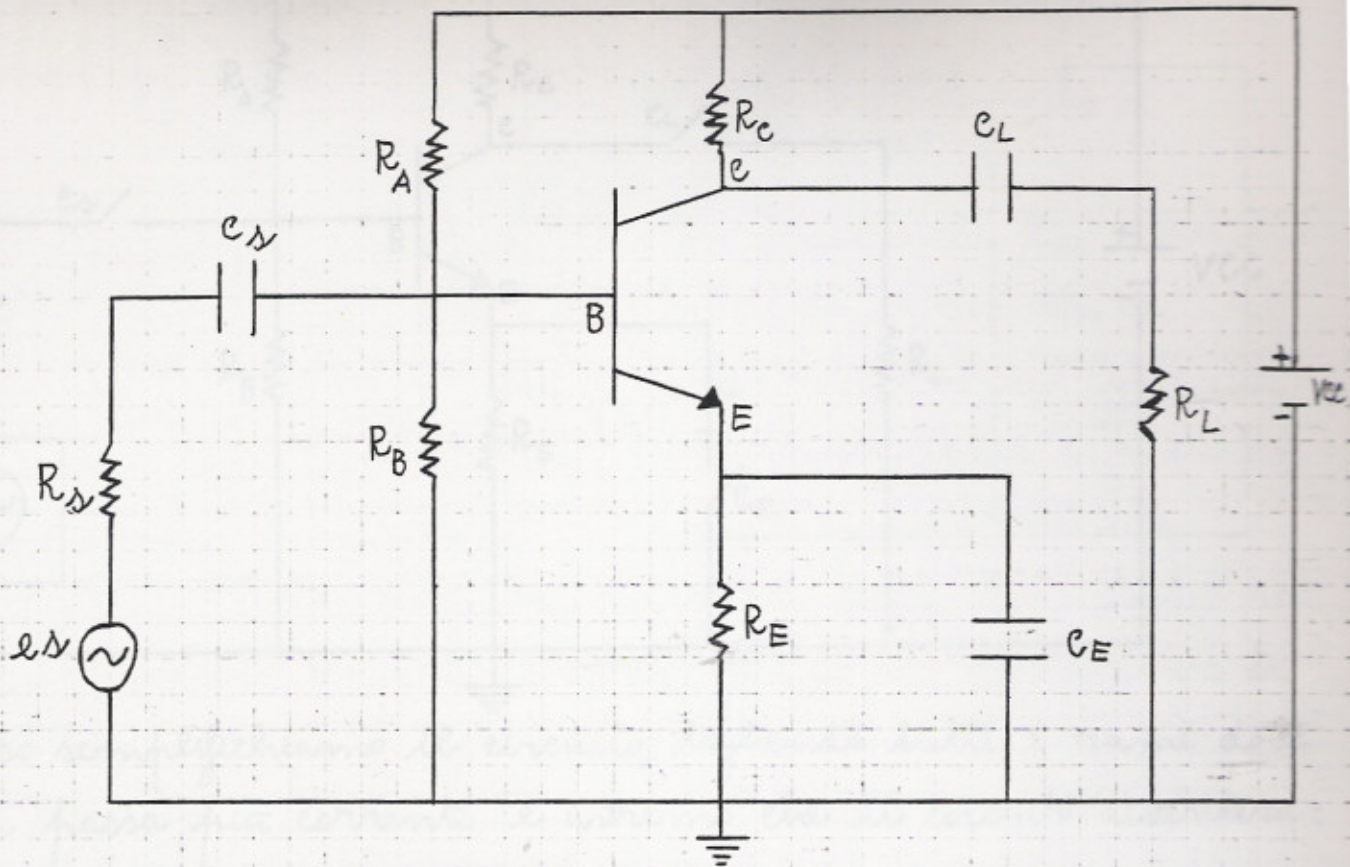


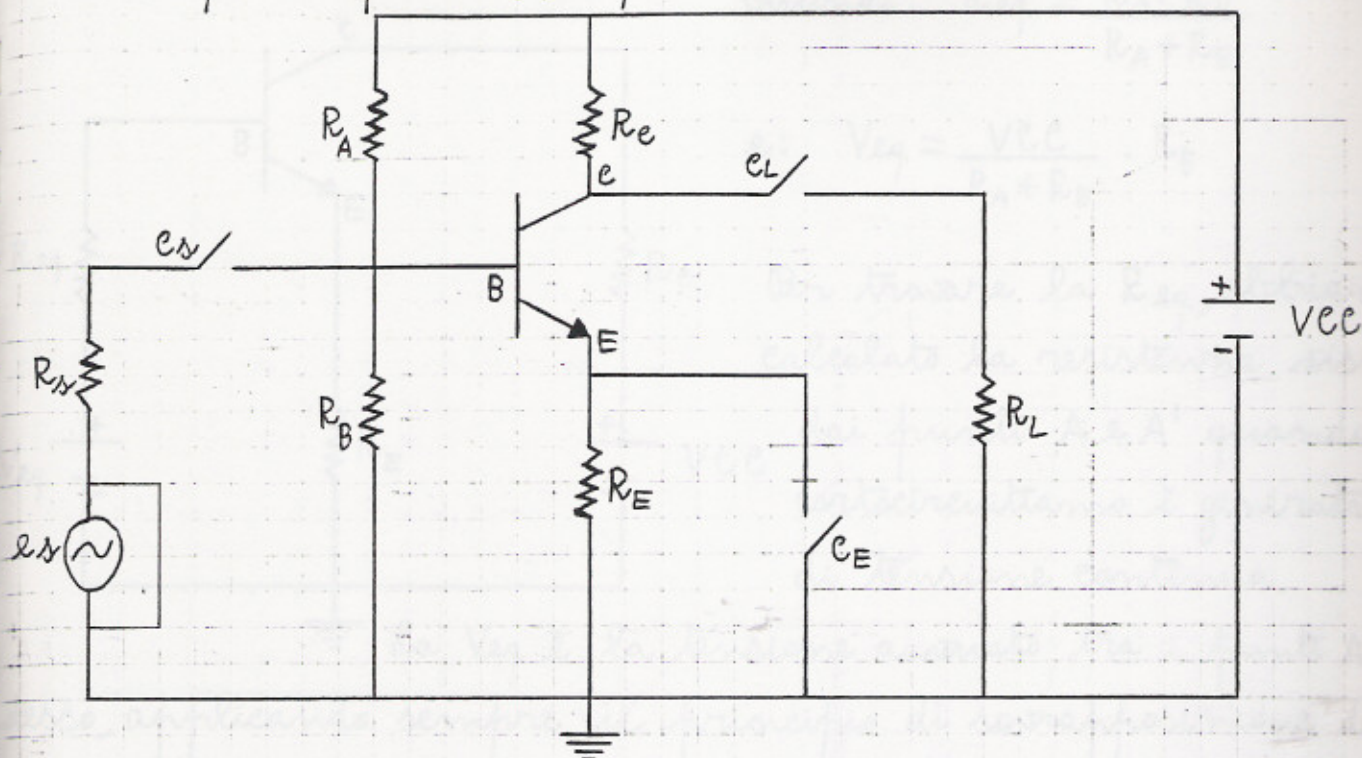
# STUDIO COMPLETO DI UN AMPLIFICATORE A TRANSISTOR



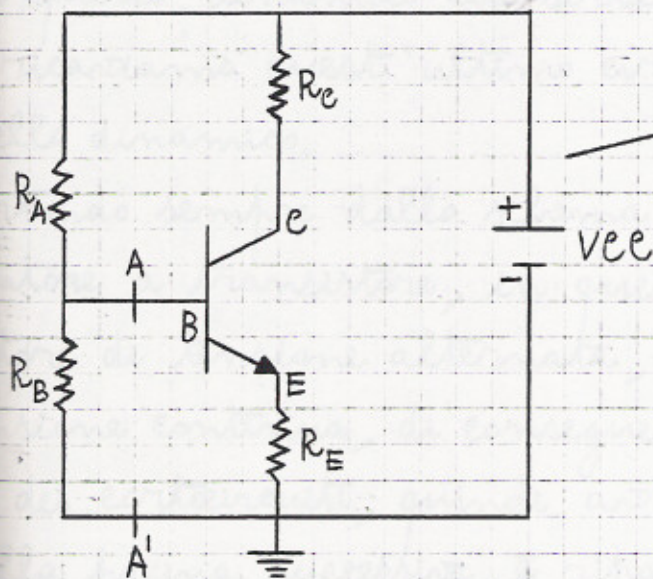
Schema completo tipico di un amplificatore a transistor collegato ad emettitore comune.

Il circuito illustrato qui sopra, è formato da: un generatore di tensione variabile di ingresso da amplificare  $e_s$ , dalla resistenza  $R_s$  appartenente al generatore di tensione  $e_s$ , da un elemento attivo (che è il transistor), da una resistenza  $R_L$  che è il carico dove si preleva la tensione amplificata di uscita, da quattro resistenze  $R_A$ ,  $R_B$ ,  $R_c$  ed  $R_E$ , che servono insieme al generatore di tensione continua  $V_{CC}$  a stabilire il punto di riposo del transistor e da tre condensatori  $C_s$ ,  $C_L$  e  $C_E$  che servono a bloccare le tensioni continue e lasciar passare le tensioni alternate. Per studiare il circuito soprastante, applichiamo il principio di sovrapposizione degli effetti. Inizialmente consideriamo il generatore di tensione continua, cortocircuitando quello di tensione alternata, di conseguenza i condensatori si comportano da

circuiti aperti; quindi in questo caso avremo che  $e_s = 0$  e  $V_{CC} \neq 0$



Adesso semplifichiamo il circuito, tagliando tutti i rami dove non passa più corrente e avremo che il circuito diventerà:

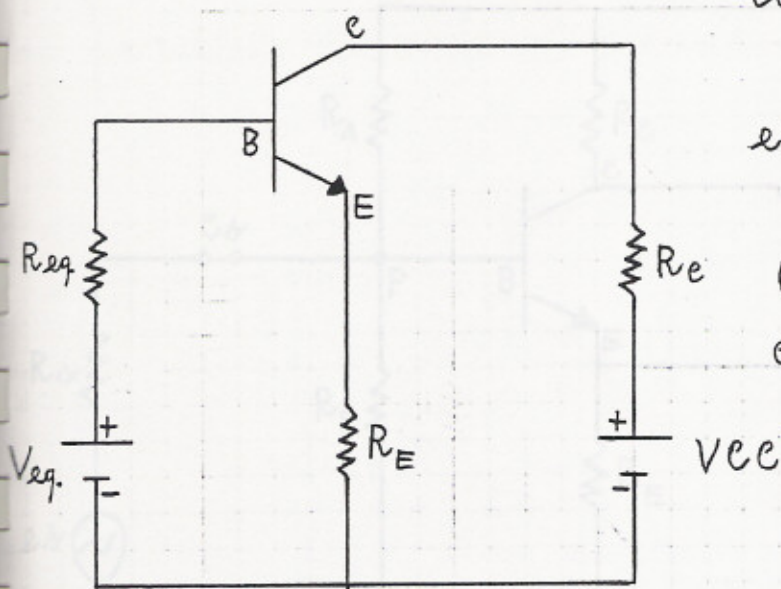


Schema statico di un amplificatore a transistor in tensione continua. Questo schema serve per trovare il punto di riposo del transistor.

Osservando il circuito illustrato qui sopra, notiamo che esso può essere ridotto da tre maglie a due; per fare ciò applichiamo il principio di Thévenin ai punti A e A', trovandoci così una  $R_{eq}$  (resistenza equivalente) e una  $V_{eq}$  (tensione equivalente). Poi spostiamo la resistenza  $R_C$  nel ramo di circuito dove si trova il generatore di tensione continua  $V_{CC}$  e così il circuito diventerà:

$$\text{Quindi: } R_{eq} = \frac{R_A \cdot R_B}{R_A + R_B}$$

$$\text{e: } V_{eq} = \frac{V_{CC}}{R_A + R_B} \cdot R_B$$

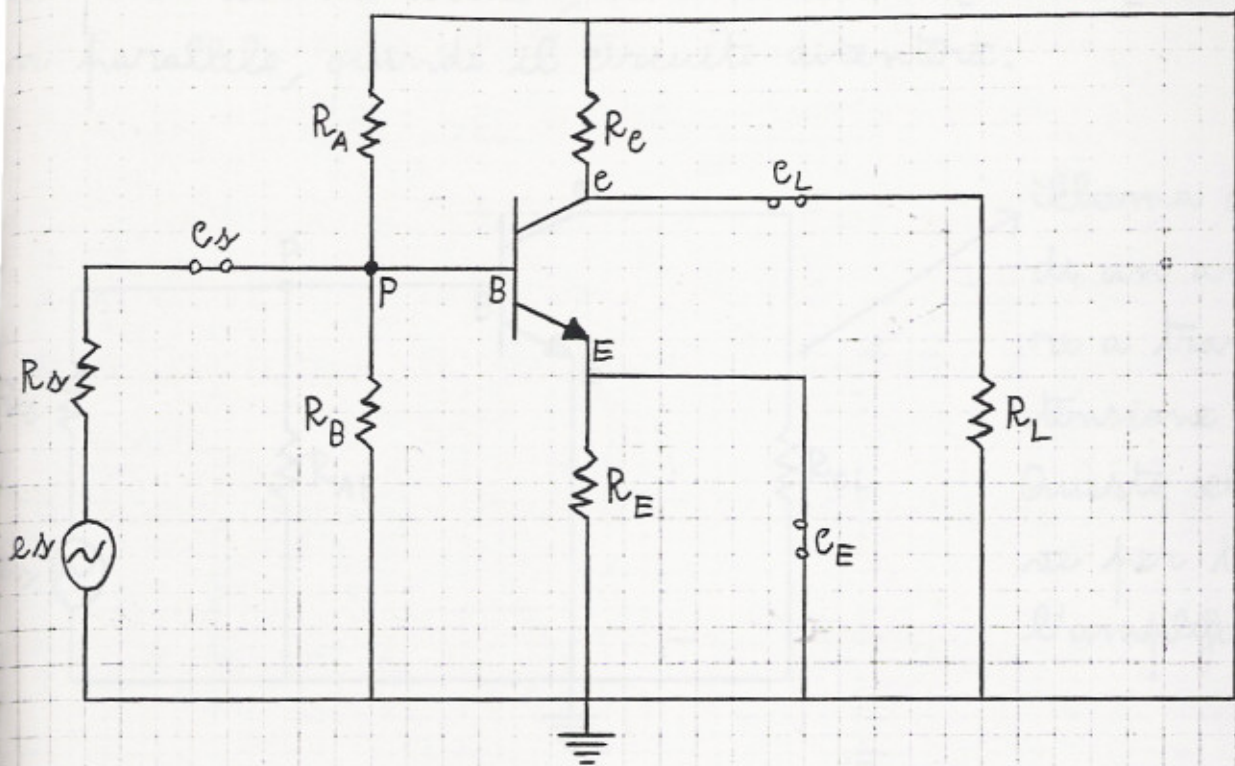


Per trovare la  $R_{eq}$ , abbiamo calcolato la resistenza vista dai punti A e A' quando cortocircuitiamo i generatori di tensione continua.

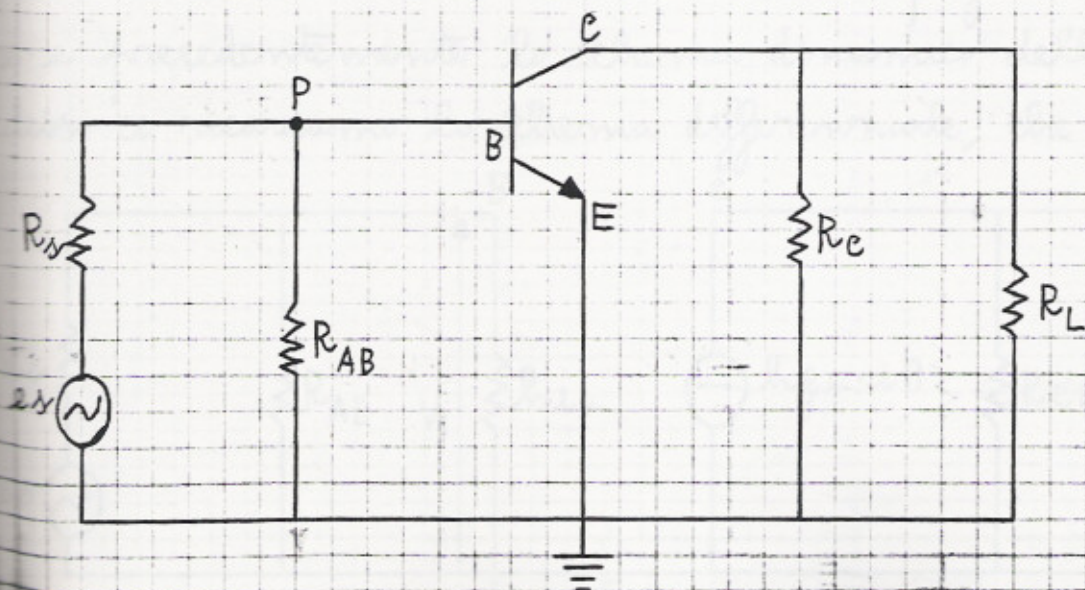
La  $V_{eq}$  è la tensione a vuoto tra i punti A e A'.

Adesso, applicando sempre il principio di sovrapposizione degli effetti, che consiste nel ricattare prima il circuito statico, che serve per trovare il punto di riposo del transistor, e poi quello dinamico che serve per trovare l'amplificazione, ricattiamo quest'ultimo circuito scritto qui sopra, cioè quello dinamico.

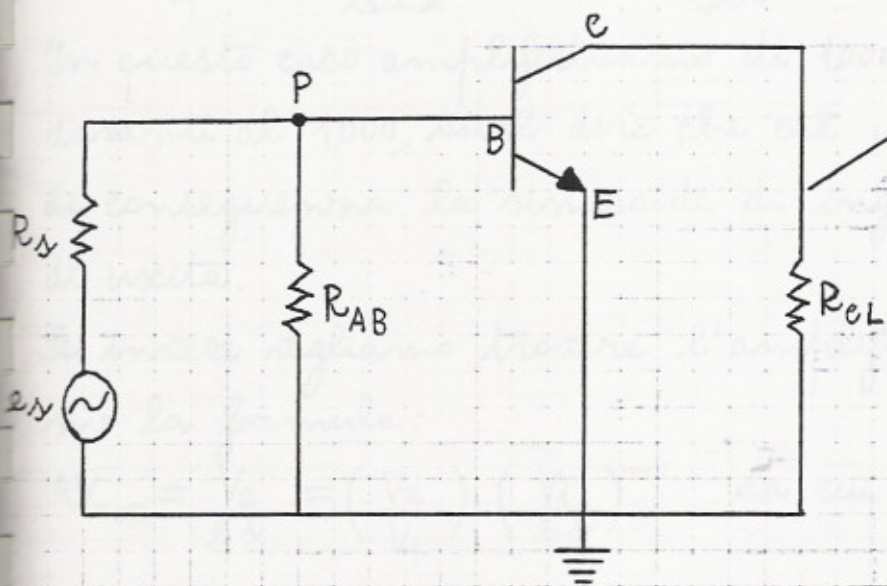
Partendo sempre dallo schema completo tipico di un amplificatore a transistor, in questo caso consideriamo il generatore di tensione alternata, collegando a massa quello di tensione continua, di conseguenza i condensatori diventano dei cortocircuiti; quindi avremo che  $e_s \neq 0$  e  $V_{CC} = 0$ . Nella pagina successiva è riportata la figura di come diventa adesso il circuito:



Osservando il circuito illustrato qui sopra, notiamo che esso si può semplificare; ad esempio in questo caso la resistenza  $R_E$  si può eliminare, perché quando c'è una resistenza in parallelo ad un corto circuito, il corto circuito si assorbe tutta la corrente, poi le resistenze  $R_A$  ed  $R_B$  si trovano in parallelo, perché hanno due elementi in comune: il punto  $P$  e il ramo di circuito dove si trovava il generatore di tensione  $V_{CC}$  che non ha resistenza. Quindi adesso il circuito diventerà:

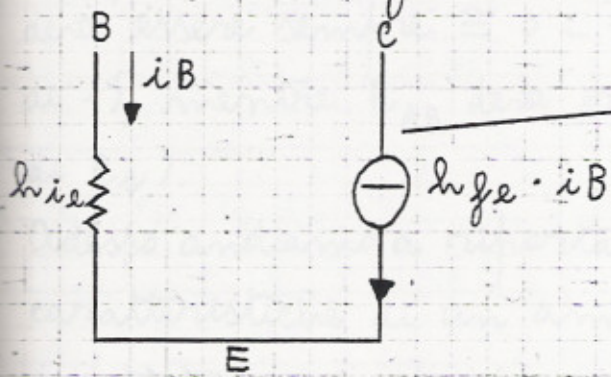


Da quest'ultimo circuito, notiamo che  $R_c$  ed  $R_L$  si trovano in parallelo, quindi il circuito diventerà:



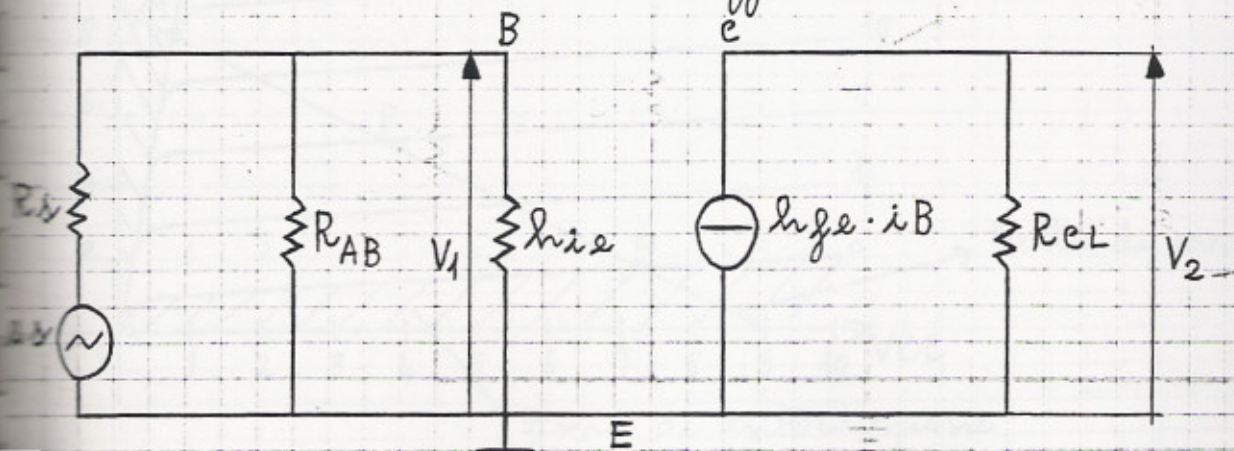
Schema dinamico di un amplificatore a transistor a tensione alternata. Questo schema serve per trovare l'amplificazione.

Per calcolare il valore dell'amplificazione, al posto del transistor possiamo mettere il suo modello semplificato, cioè una resistenza e un generatore pilotato o dipendente di corrente.



Circuito a parametri H.

Avendo adesso ricavato il modello semplificato del transistor e precedentemente lo schema dinamico dell'amplificatore, adesso ci ricaviamo lo schema differenziale, che sarà:



Se ad esempio abbiamo che:  $h_{fe} = 100$ ,  $h_{ie} = 1\text{K}\Omega$  ed  $R_{eL} = 10\text{K}\Omega$ , e vogliamo trovare l'amplificazione; faremo:

$$AV = \frac{V_2}{V_1} = \frac{-h_{fe} \cdot R_{eL}}{h_{ie}} = \frac{-100 \cdot 10.000}{1.000} = -1000;$$

In questo caso amplifichiamo di 1000 volte. Il segno meno (davanti al 1000, vuol dire che c'è uno sfasamento e quindi di conseguenza la sinusoide di ingresso è opposta a quella di uscita.

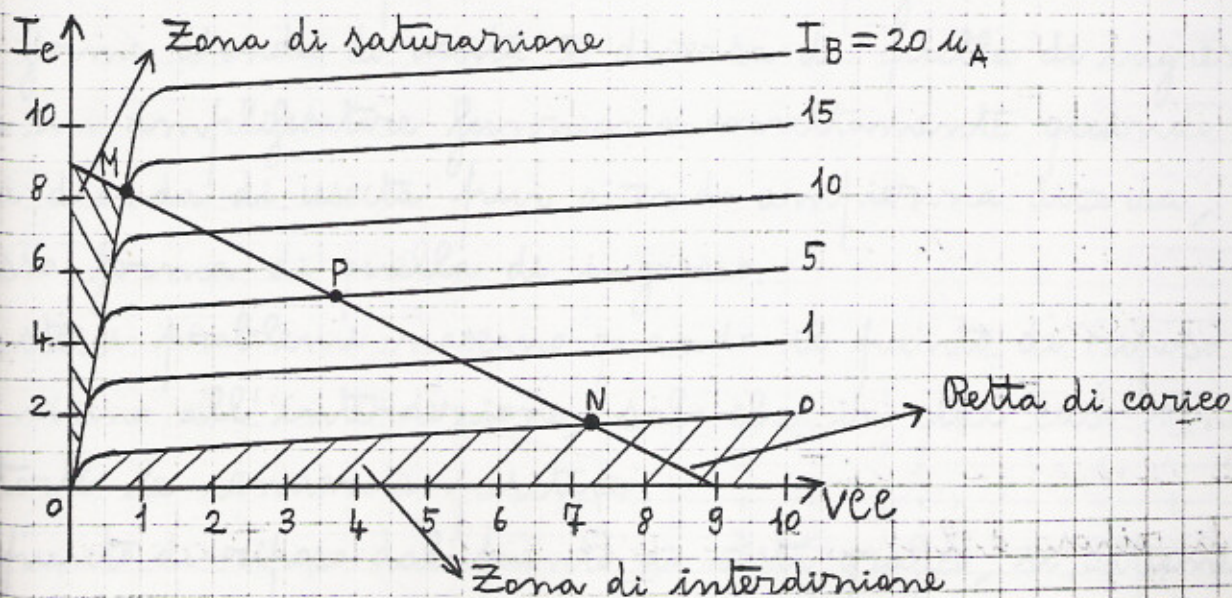
Se invece vogliamo trovare l'amplificazione totale, utilizzeremo la formula:

$$AV_{TOT.} = \frac{V_2}{e_s} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right) \cdot \left(\frac{V_1}{e_s}\right) \quad \text{da cui abbiamo:}$$

$$AV_{TOT.} = AV \cdot \left(\frac{R_{AB}}{R_s + R_{AB}}\right) \quad \text{formula finale dell'amplificazione totale.}$$

In questa formula scritta qui sopra, il rapporto  $\frac{R_{AB}}{R_s + R_{AB}}$  deve essere sempre  $\cong 0 < 1$  (circa uguale o minore di 1), mentre  $R_{AB}$  deve essere sempre  $\gg R_s$  (molto maggiore di  $R_s$ ).

Adesso andiamo a riportare qui sotto il grafico delle curve caratteristiche di un amplificatore a transistor collegato ad emettitore comune:



Nel grafico riportato alla pagina precedente, sono segnati tre punti: il punto M, il punto P, ed il punto N.

Il punto M rappresenta il punto che delimita la zona di saturazione; il punto P rappresenta il punto di riposo del transistor; ed il punto N rappresenta il punto che delimita la zona di interdizione.

Il punto P rappresenta il punto di riposo, il quale viene spostato sulla retta di carico dal generatore di tensione variabile, infatti esso per far sì che il transistor funzioni l' amplificatore deve trovarsi nella zona centrale delle caratteristiche, in modo tale da potersi spostare sulla retta di carico sia verso l'alto che verso il basso. In tal modo vengono amplificate le due semionde allo stesso modo.

Nel caso in cui invece il punto si trovi molto vicino alla saturazione, le semionde negative non potranno essere amplificate, perché il punto non ha "spazio" per muoversi verso l'alto.

Le semionde positive invece vengono amplificate normalmente, perché il punto ha lo spazio per muoversi verso il basso. (Figura a pagina precedente).

Nelle condizioni sopra indicate l' amplificatore distorce, perché la forma d'onda di uscita è diversa da quella di ingresso; mentre un amplificatore funziona correttamente quando la forma d'onda di uscita pur avendo ampiezza diversa, ha la stessa forma di quella di ingresso.

Gli stessi problemi nascono quando il punto di riposo si trova vicino all' interdizione, solo che in tal caso vengono distorte le semionde positive.

Il punto di riposo dal punto di vista grafico, si ottiene con

L'intersezione tra la retta di carico e le caratteristiche del transistor, se è il transistor l'elemento attivo; altrimenti il punto di riposo si otterrà sempre con l'intersezione tra la retta di carico e le caratteristiche dell'elemento che è presente nell'amplificatore.

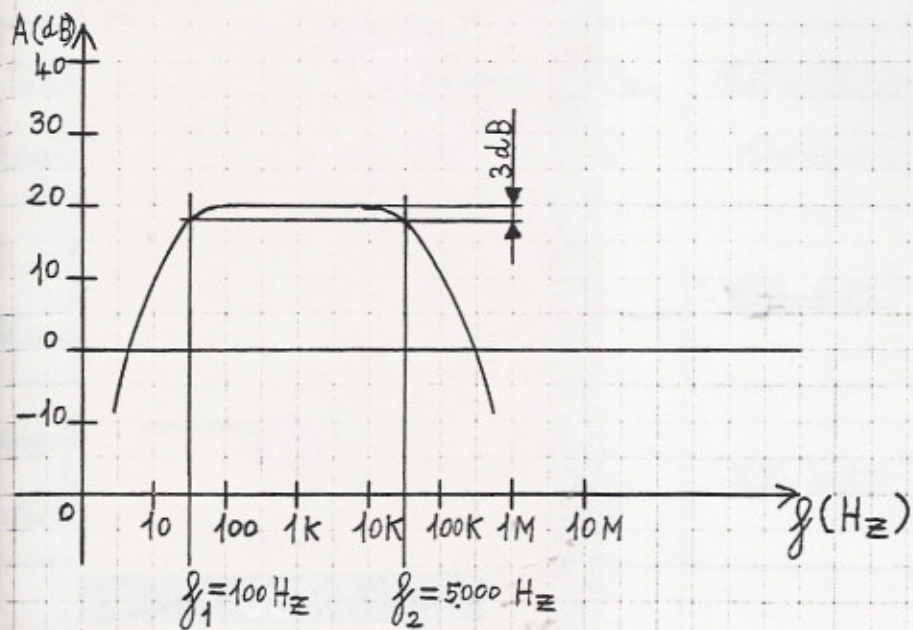


Fig. 16 Curva di risposta dell'amplificatore.

$f_1$  = frequenza di taglio inferiore.

$f_2$  = frequenza di taglio superiore.

Gli schemi degli amplificatori a transistori possono essere: a collettore comune, ad emettitore comune e a base comune.

Essi si dicono a collettore comune, quando il collettore è collegato a massa; ad emettitore comune, quando l'emettitore è collegato a massa; e a base comune, quando la base è collegata a massa.

La stessa cosa è per gli amplificatori a J-fet e a Mosfet, infatti essi possono essere: a drain comune, a source comune e a gate comune. Essi si dicono a drain comune, quando il drain è collegato a massa; a source comune, quando il source è collegato a massa e a gate comune, quando il gate è collegato a massa.