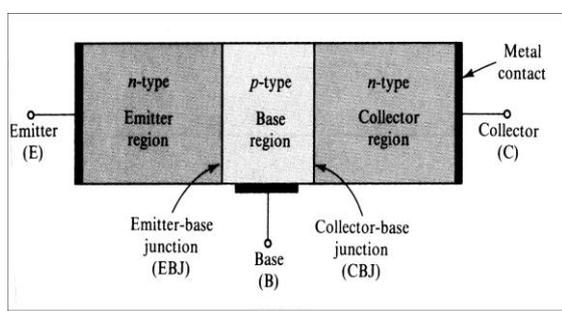


IL BJT

Il BJT (transistor a giunzione bipolare) è un dispositivo a tre terminali ed è utilizzato in molte applicazioni, dall'amplificazione di segnale, alla realizzazione di circuiti logici. Il principio base del transistor è: l'applicazione di una tensione tra due

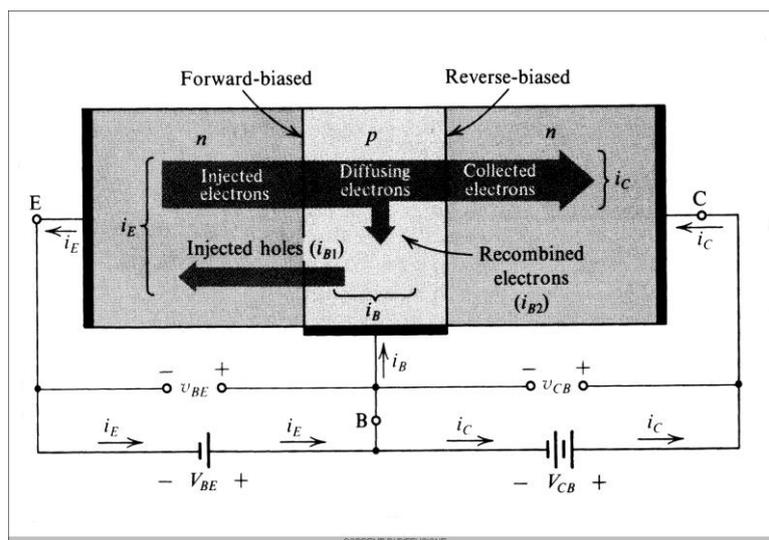


terminali per controllare il flusso di corrente nel terzo terminale. Il BJT consiste di due giunzioni p-n connesse

in serie; la corrente è condotta sia dagli elettroni, sia dalle lacune, da cui segue il termine bipolare. Le giunzioni possono essere realizzate in modo da poter ottenere due possibili configurazioni: n-p-n oppure p-n-p; le tre regioni sono dette **emettitore** (E), **base** (B), **collettore** (C). Ad ogni regione è collegato un terminale e le due giunzioni sono quelle costituite da: emettitore-base (EBJ) e collettore-base (CBJ). In base alla polarizzazione (diretta o inversa) di ognuna delle giunzioni, si ottengono differenti modi di funzionamento del BJT.

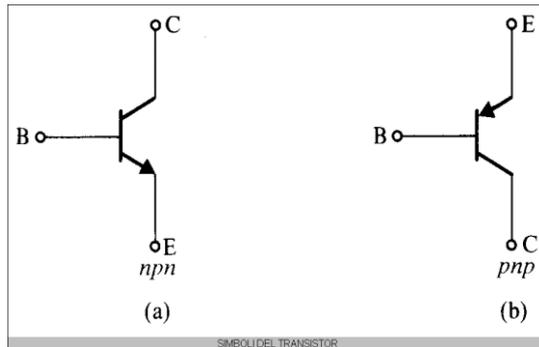
MODI	EBJ	CBJ
INTERDIZIONE	INVERSA	INVERSA
ATTIVO	DIRETTA	INVERSA
SATURAZIONE	DIRETTA	DIRETTA

Quando il transistor opera come amplificatore si utilizza il modo attivo; nelle applicazioni come interruttore si utilizzano i modi di interdizione (spento) e saturazione (acceso). Analizzando il transistor n-p-n, per funzionare in modo attivo la tensione V_{BE} pone la base a un potenziale più alto rispetto all'emettitore (diretta), mentre la tensione V_{CB} polarizza inversamente la giunzione collettore-base. Il flusso di corrente più importante è quello di diffusione



dovuto ai portatori maggioritari, cioè a quelle cariche

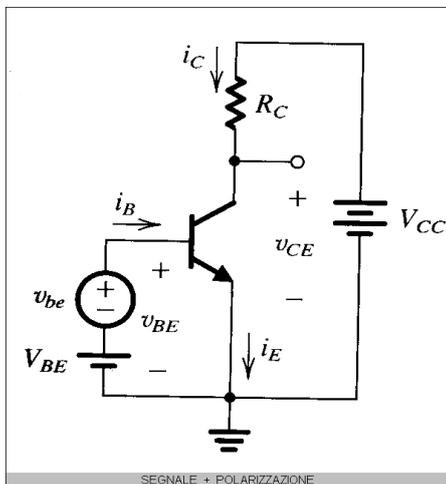
che in ogni regione risultano prevalenti e che tendono a "diffondere" verso le regioni adiacenti. In sintesi la tensione di polarizzazione diretta V_{BE} provoca il flusso di una corrente di tipo esponenziale i_C nel terminale di collettore; quindi in modo attivo il collettore si



comporta come una sorgente di corrente costante con valore determinato da V_{BE} . La corrente i_B è pari a $i_B = i_C / \beta$, dove β è il

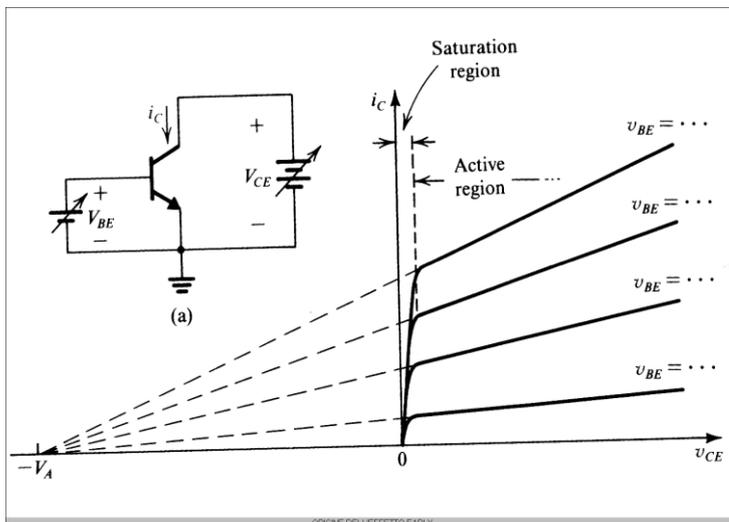
guadagno di corrente a emettitore comune, inoltre $i_E = i_B + i_C$. Il transistor p-n-p opera in modo simile a quello n-p-n, occorre soltanto porre attenzione nel modificare tutte le polarità delle tensioni esterne. Il BJT può essere rappresentato da un simbolo circuitale, in cui l'emettitore è identificato da una freccia che indica la polarità del dispositivo, con il verso della corrente dall'alto verso il basso. Tale freccia sull'emettitore indica la polarità emettitore-base per polarizzare tale giunzione in modo diretto. In un p-n-p la V_{EB} è positiva, in un n-p-n è la V_{BE} ad essere positiva. Le relazioni tra le correnti di un BJT e la tensione di polarizzazione sono di tipo esponenziale, in particolare si ha: $i_C = I_{Se}(V_{BE} / nV_T)$. Per $V_{BE} < 0,5$ V la corrente è trascurabile, per $0,6V < V_{BE} < 0,8V$ passa

corrente. Si possono considerare due caratteristiche importanti: quella di ingresso $i_B - V_{BE}$, e quella di uscita $i_C - V_{CE}$. In regione attiva, i BJT reali mostrano una dipendenza di i_C dalla tensione di collettore e di questo si tiene conto mediante l'effetto Early, la cui tensione ($-V_A$) si trova considerando il punto di incontro di tutte le curve $i_C - V_{CE}$. Per poter funzionare come amplificatore un transistor deve operare in



regione attiva; il problema della polarizzazione è di stabilire una corrente continua costante nell'emettitore o nel collettore, cioè una corrente insensibile alle variazioni di temperatura, di β e così via.

Anche per il transistor può valere l'approssimazione per piccoli segnali, in particolare se il segnale da



amplificare vale $v_{be} < 10$ mV e quindi l'espressione della corrente diventa:

$$i_C \cong I_C (1 + v_{be} / V_T)$$
 Da

tale espressione si nota come la corrente di collettore sia costituita da due componenti: una dovuta alla polarizzazione $i_C = I_C$, e una dovuta al segnale vero e proprio $i_C = I_C v_{be} / V_T$. La grandezza $g_m = I_C / V_T$ è detta **transconduttanza** e rappresenta la pendenza della curva $i_B - V_{BE}$ nel punto di polarizzazione Q. In sintesi, l'approssimazione per piccoli segnali è possibile quando la loro ampiezza è tale che il funzionamento è ristretto ad un segmento quasi lineare della curva $i_B - V_{BE}$. Aumentando tale ampiezza compaiono componenti non lineari nella corrente di collettore in relazione a v_{be} ; allora per piccoli segnali ($v_{be} \ll V_T$) il transistor si comporta come una sorgente di corrente controllata in tensione. La porta d'ingresso di tale sorgente è tra base ed emettitore, l'uscita tra collettore ed emettitore; la relativa transconduttanza è g_m e la resistenza di uscita r_o è molto grande (non infinita a causa dell'effetto Early), cioè con andamento quasi parallelo all'asse v_{CE} . Altre resistenze sono: quella d'ingresso $r_\pi = v_{be} / i_b$ (tra segnale e corrente di base dovuta al segnale) e quella d'emettitore $r_e = V_T / I_E$.