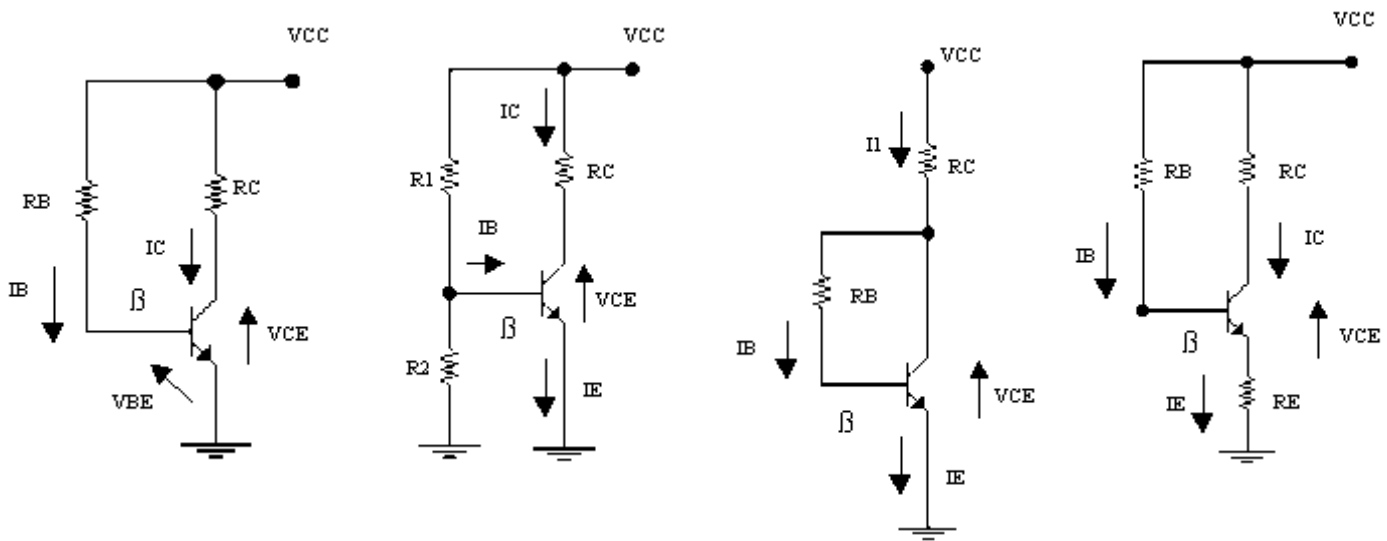


POLARIZACIÓN DEL TRANSISTOR

Si tenemos una sola fuente de tensión y un transistor NPN, las posibles formas de polarizarlo son las siguientes. (Y SUS COMBINACIONES)



POLARIZACIÓN FIJA

POR DIVISOR DE TENSIÓN (sin RE)

POR REALIMENTACIÓN DE COLECTOR

POR REALIMENTACIÓN DE EMISOR

Eligiendo las resistencias adecuadas podremos fijar en cada caso un punto de trabajo I_{CQ} V_{CEQ} correspondiente a alguna zona de trabajo posible (corte - zona activa - saturación).

POLARIZACION FIJA

Circulando por la malla de entrada, es posible despejar I_B , ($V_{BE} = 0.7v$):

$$VCC - R_B \cdot I_B - V_{BE} = 0 \quad \longrightarrow \quad I_B := \frac{VCC - V_{BE}}{R_B}$$

Si suponemos que esta en la zona activa vale:

$$I_C := \beta \cdot I_B$$

Esta ultima suposición hay que verificarla, para lo cual calculamos V_{CE} . Para estar en la zona activa se debe verificar que $V_{CE} > 0.7v$ y menor que VCC (la fuente).

Circulando por la malla de salida:

$$V_{CE} := VCC - I_C \cdot R_C$$

Si V_{CE} no cumple $> 0.7 v$ y $< VCC$ entonces el TBJ esta saturado, y por lo tanto no es valida:

$$I_C := \beta \cdot I_B$$

Para calcular la I_C suponemos que como esta saturado la V_{CE} es baja y $< 0.7 v$, por ejemplo $0.1 v$. Así despejamos de la malla de salida I_C (con $V_{CE} = 0.1 v$):

$$I_C := \frac{VCC - V_{CE}}{R_C}$$

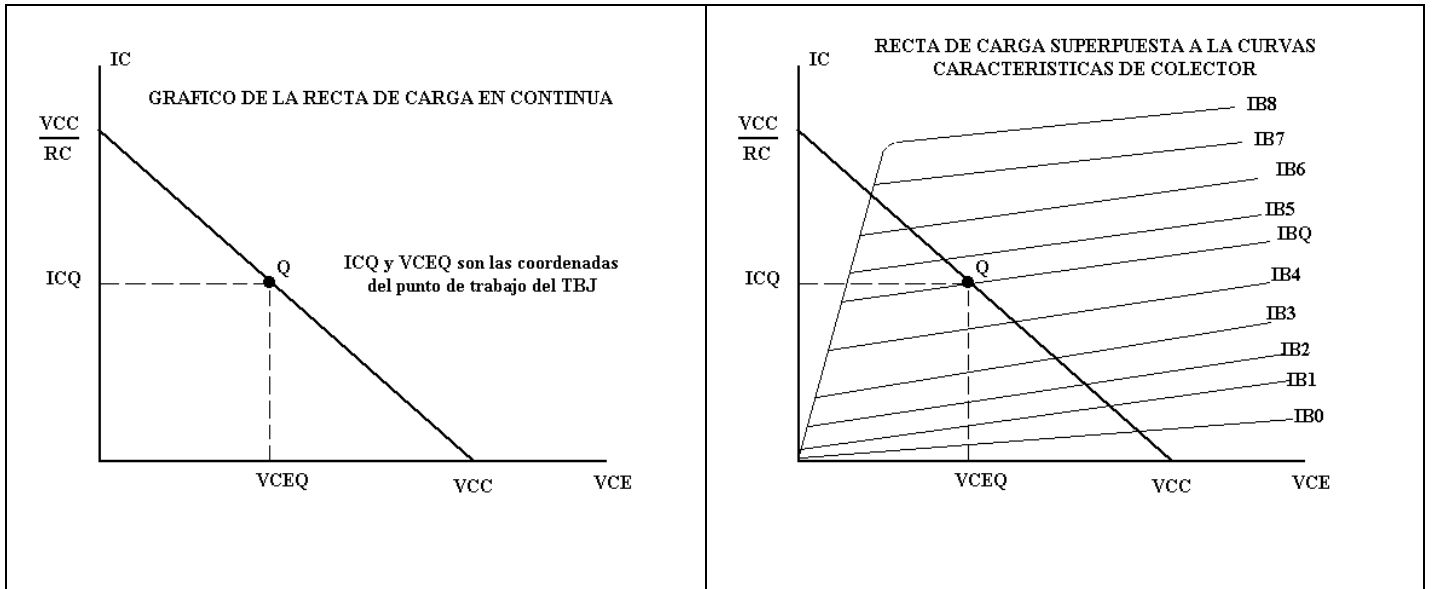
RECTA DE CARGA (EN CONTINUA)

La recta de carga es la que surge de $I_C = f(V_{CE})$, podemos obtener su ecuación a partir de la circulación por la malla de salida y comparandolá con la ecuación de una recta: $Y = m \cdot X + b$

Los puntos de esta recta corresponden a los posibles puntos de trabajo del TBJ (I_{CQ} , V_{CEQ}) al variar la I_B .

Así de la ecuación : $VCC - I_C \cdot R_C - V_{CE} = 0$ (malla de salida)

$$I_C := \frac{VCC - V_{CE}}{R_C} \quad \longrightarrow \quad I_C := -\frac{1}{R_C} \cdot V_{CE} + \frac{VCC}{R_C}$$



CÁLCULO DE POTENCIAS

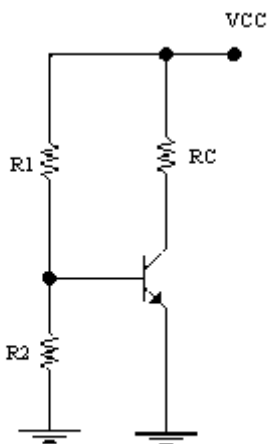
$$PRC := IC^2 \cdot RC$$

$$PRB := IB^2 \cdot RB$$

$$PTBJ := VCE \cdot IC$$

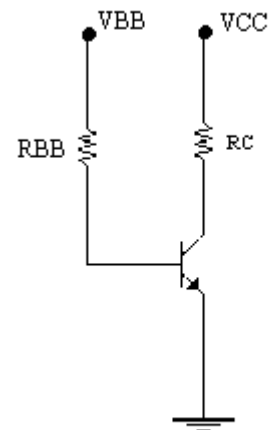
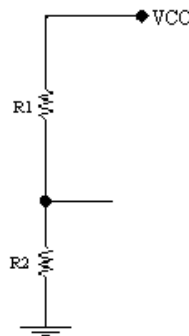
POLARIZACION POR DIVISOR DE TENSION

Al circuito



Se lo debe llevar al equivalente de Thevenin

Donde según el teorema



Circuito equivalente

$$VBB = VTH \text{ y } RBB = RTH$$

Calculando:

$$RTH = R1 // R2$$

$$VTH := \frac{VCC}{R1 + R2} \cdot R2$$

Con el circuito equivalente podemos calcular (con $VBE = 0.7v$) :

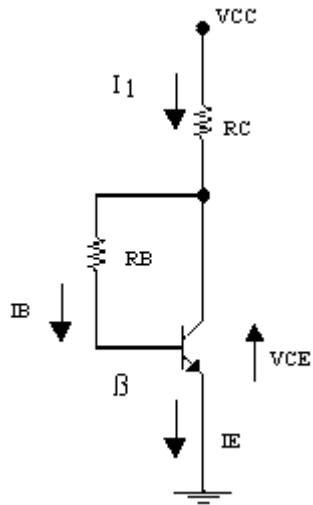
$$IB := \frac{VBB - VBE}{RBB}$$

Si suponemos que esta en la zona activa podemos calcular:

$IC = B \cdot IB$ y luego $VCE = VCC - IC \cdot RC$ que permite verificar la suposición anterior.

Recta de carga de continua (recta de carga estática) y potencias se calculan ídem al caso anterior de polarización fija.

REALIMENTADO POR COLECTOR



$$I1 = IB + IC \quad IE = IB + IC \quad I1 = IE$$

$$IC = B \cdot IB \quad (\text{Si est\u00e1 en la zona activa})$$

$$VCE = VCC - I1 \cdot RC \quad (\text{malla de salida})$$

$$I1 = IB + B \cdot IB = IE \quad (1)$$

Circulando por la malla de entrada

$$VCC - I1 \cdot RC - IB \cdot RB - VBE = 0$$

reemplazando I1 mediante(1) y sacando factor com\u00fan IB

$$VCC - IB \cdot (RC \cdot (B+1) + RB) - VBE = 0$$

De aqu\u00ed despejamos IB

$$IB := \frac{VCC - VBE}{RC(B+1) + RB}$$

Con lo cual podemos calcular IC , IE , I1 y VCE.

Si VCE es > 0.7v y < VCC , el TBJ estar\u00e1 en la zona activa.

NOTA: Debemos darnos cuenta que en esta configuraci\u00f3n reci\u00e9n analizada, la m\u00ednima VCE solo puede ser VCE = 0.7v, lo cual sucede cuando RB = 0 ohms.

RECTA DE CARGA (EN CONTINUA)

O sea debemos obtener IC = f(VCE)

Circulando por la malla de salida: $VCC - I1 \cdot RC - VCE = 0 \quad (2)$

Como $I1 = IB + IC \rightarrow I1 = (IC/B) + IC$ sacando factor com\u00fan IC

$$I1 = IC \cdot ((1/B) + 1) \rightarrow I1 = IC \cdot (B+1)/B$$

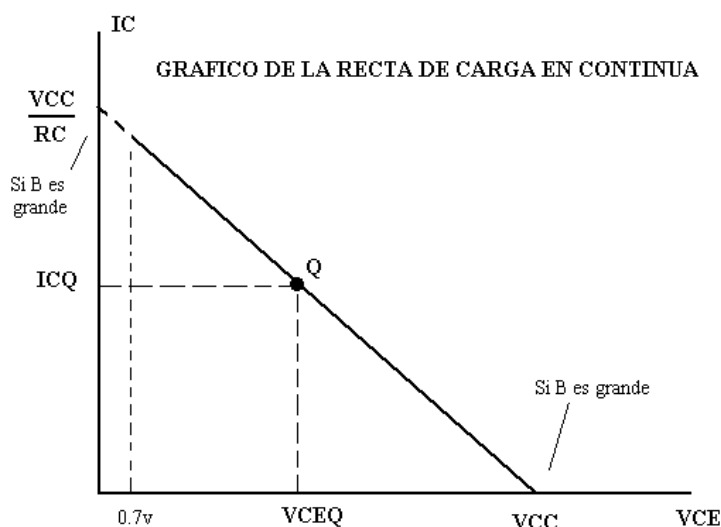
Reemplazando en la (2)

$$VCC - IC \cdot \frac{(B+1)}{B} \cdot RC - VCE = 0 \quad \longrightarrow \quad IC := \left(\frac{VCC - VCE}{RC} \right) \cdot \frac{B}{(B+1)}$$

$$IC := -\frac{1}{RC} \cdot \left(\frac{B}{B+1} \right) \cdot VCE + \frac{VCC}{RC} \cdot \frac{B}{(B+1)}$$

Si B es grande :

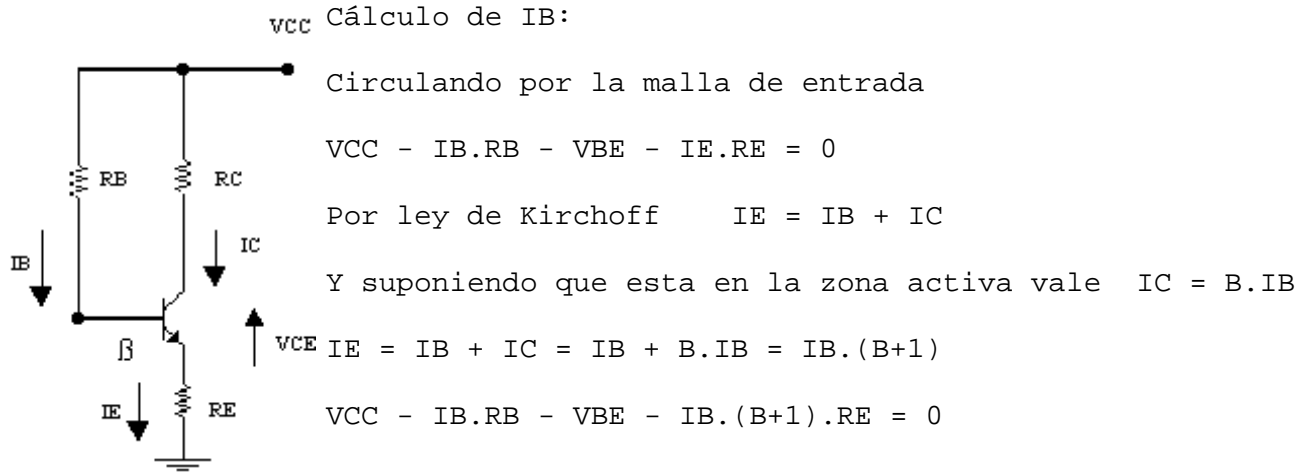
$$\frac{B}{(B+1)} \longrightarrow 1$$



$$IC := -\frac{1}{RC} \cdot \left(\frac{B}{B+1} \right) \cdot VCE + \frac{VCC}{RC}$$

Ecuaci\u00f3n de la recta de carga

REALIMENTADO POR EMISOR



Despejando IB:

$$I_B := \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B + (B + 1) \cdot R_E}$$

Circulando por la malla de salida podemos despejar VCE:

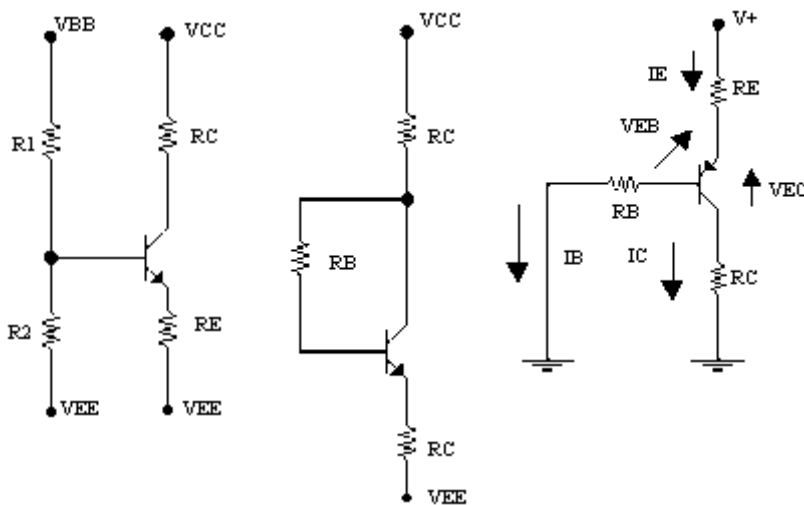
$$V_{CE} = V_{CC} - I_C \cdot R_C - I_E \cdot R_E$$

Si da > 0.7V nos permite verificar que estaba en la zona activa. De lo contrario se debe proceder como en los primeros casos ya explicados.

CONCLUSIONES IMPORTANTES

- Si el TBJ está en la zona activa, entonces la corriente de colector depende solo de la corriente de base $I_C = B \cdot I_B$
- Un TBJ está saturado si la $V_{CE} < 0.7v$
- Si V_{CE} es aproximadamente la tensión de alimentación, entonces el TBJ está en la zona de corte.
- Para que un TBJ este en la zona de corte debemos lograr $I_B = 0$

OTROS CASOS DE POLARIZACIÓN (SON COMBINACIONES DE LOS ANTERIORES)



El tratamiento es similar. Se plantean las ecuaciones de circulación de las mallas de entrada y salida, además de la ecuación del TBJ ($I_C = B \cdot I_B$ si está en la zona activa).

Evidentemente se deben manejar muy bien las leyes de Kirchoff y de ohm.

El ultimo caso es el de un TBJ PNP, veremos sus ecuaciones. (atención con los sentidos de las corrientes y tensiones)

$$I_E = I_C + I_B \quad V_{EB} = 0.7v$$

Si se cumple que $V_{EC} > 0.7v$ y $< V_{fuente}$ entonces TBJ en la zona activa y vale la fórmula $I_C = B \cdot I_B$

Circulando por la malla de entrada: $V - R_E \cdot I_E - V_{EB} - R_B \cdot I_B = 0$ y suponemos que está en la zona activa vale $I_C = B \cdot I_B$ entonces $V - R_E \cdot (B + 1) \cdot I_B - V_{EB} - R_B \cdot I_B = 0$ de la cual despejando

$$I_B := \frac{V - V_{EB}}{R_B + (B + 1) \cdot R_E} \quad V_{EC} := V - I_C \cdot R_C - I_E \cdot R_E$$

La última ecuación se obtiene circulando por la malla de salida, y es útil para determina si el TBJ está en la zona activa.