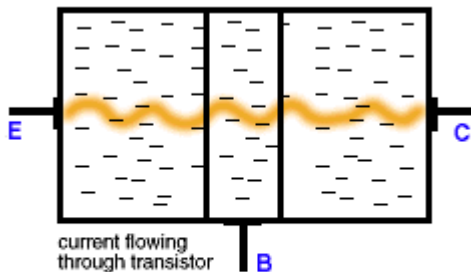


El transistor es un dispositivo electrónico de estado sólido. La idea nació al intentar controlar la conducción de un diodo de unión P-N (semiconductor). Se encontró que cuando sobre un semiconductor se ponían dos puntas metálicas y a una se le aplicaba una cierta tensión, la corriente en la otra venía influenciada por la de la primera; a la primera punta se la denomina emisor; al semiconductor, base y a la otra punta, colector. Posteriormente se encontró que igual fenómeno ocurría si se unían dos semiconductores polarizados en sentido inverso a otro de distinto tipo; así se construyen los transistores de unión, que son los más empleados. Según la estructura de sus uniones, los transistores pueden ser p-n-p o n-p-n; sustituyen con ventajas a los triodos de vacío y válvulas termoiónicas multielectrodicas, al menos en lo que a bajas potencias se refiere. Los transistores pueden emplearse tanto en la tecnología analógica como en la digital; esta debe a los transistores el impresionante auge alcanzado en el último decenio y que ha invalidado el control industrial y el cálculo numérico.

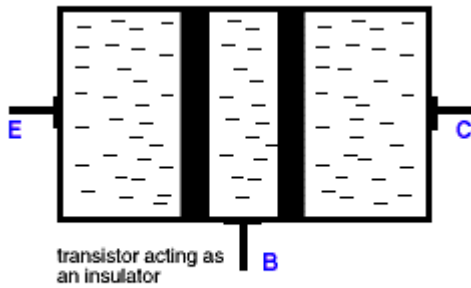
Para poder entender un poco mejor el efecto del transistor, necesitamos entender como un transistor puede trabajar como un aislador y un conductor. Es la habilidad del transistor de cambiar entre estos dos estados que lo deja cambiar o amplificar.

#### Insulación



Esta animación muestra al transistor en su efecto de cambio cuando el transistor está hecho para alterar su estado de inicio de conductividad (prendido, la corriente al máximo) a su condición final de insulación (apagado y sin flujo de corriente). La animación comienza con la corriente fluyendo desde el emisor (punto E) al colector (punto C). Cuando un voltaje negativo se le aplica a la base (punto B), los electrones en la región base son empujados (como dos cargas que se repelen, en este caso dos negativas) creando la insulación. La corriente que fluía desde el punto E al punto C para.

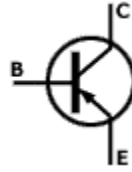
## Conductividad



Esta animación muestra el efecto del transistor cuando pasa de su estado de insulación (apagado y sin flujo de corriente) a su estado final de conductividad (prendido, la corriente al máximo). La animación comienza con el transistor trabajando como un insulador. Para que pueda tener conductividad, voltaje positivo tiene que ser aplicado a la base (punto B). Como las cargas positivas se atraen (en este caso, positivo y negativo), los electrones se halados fuera de los limites y deja que siga el flujo de corriente como lo muestra la figura. El transistor se cambio de insulador a conductor.



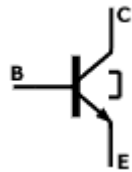
Transistor NPN



Transistor PNP



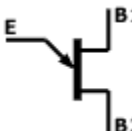
Transistor NPN con colector unido a la cubierta



Transistor NPN tunel



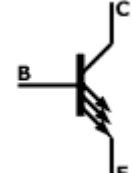
U JT- n ( Uniunión )



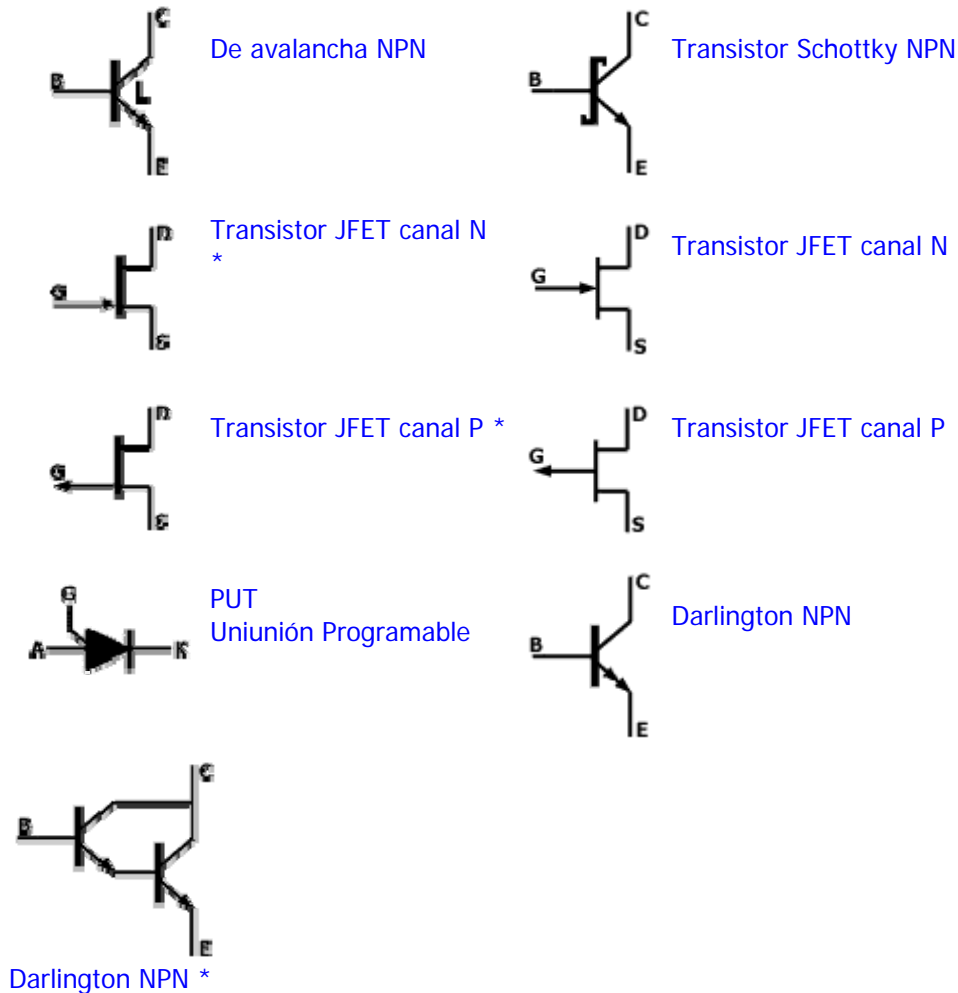
U JT- p ( Uniunión )



Fototransistor NPN



Multiemisor NPN

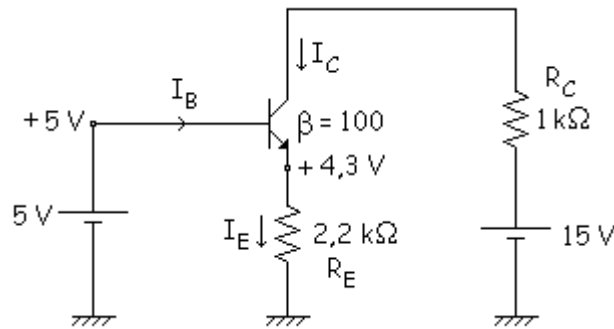


## Circuito con polarización de emisor

### 🔧Ejemplo

Si se quiere amplificar, se necesitan circuitos cuyos puntos Q sean inmunes a los cambios en la ganancia de corriente, esto es, interesa que el punto Q sea lo más estable posible.

Para este propósito ahora se analizará el "Circuito de polarización de Emisor", que es el siguiente:



El propósito es amplificar, por esa razón el transistor tiene que trabajar en la zona ACTIVA.

Como estamos en activa  $V_{BE} = 0.7 \text{ V}$ . Por lo tanto y viendo la malla de entrada la tensión  $V_C$  será de 4.3 V. Entonces la intensidad  $I_E$  por la resistencia  $R_E$  será de:

$$I_E = I_C = \frac{4.3}{2.2} = 1.95 \text{ mA}$$

La malla de salida:

$$-15 + 1 \cdot I_C + V_{CE} - 4.3 = 0 \Rightarrow V_{CE} = 8.8 \text{ V}$$

$$-V_{CC} + R_C \cdot I_C + V_{CE} - R_E \cdot I_C = 0$$

$$-V_{CC} + I_C \cdot (R_C + R_E) + V_{CE} = 0$$

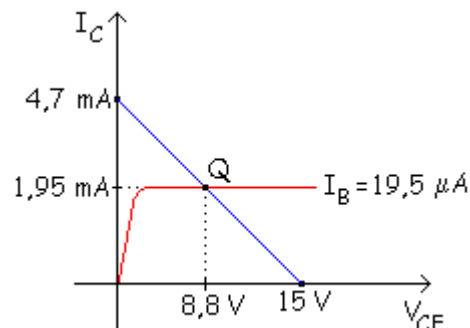
$$I_C = -\frac{1}{R_C + R_E} \cdot V_{CE} + \frac{V_{CC}}{R_C + R_E}$$

$$V_{CE} = 0 \Rightarrow I_C = \frac{V_{CC}}{R_C + R_E} = \frac{15}{1 + 2.2} = 4.7 \text{ mA}$$

$$I_C = 0 \Rightarrow V_{CE} = V_{CC} = 15$$

$$I_B = \frac{I_C}{\beta_{CC}} = \frac{1.95}{100} = 19.5 \mu\text{A}$$

Gráficamente:



¿Que ocurre si el  $\beta_{CC}$  varía?

Si  $\beta_{CC} = 150$  solo varía  $I_B$ .

$$I_B = \frac{I_C}{\beta_{CC}} = \frac{1.95}{150} = 13 \mu\text{A}$$

Varía la  $I_B$  pero lo demás se mantiene y  $Q$  no varía, el transistor se autorregula y hace que varíe  $I_B$  sin que nada más varíe, por lo tanto:  
"El punto  $Q$  es muy estable".

Pero esto no es del todo exacto, porque algo varía, esto se verá si no se usa la aproximación de  $I_C = I_E$ . Sin esta aproximación tenemos:

$$I_E = I_B + I_C$$

$$I_E = \frac{I_C}{\beta_{CC}} + I_C$$

$$I_C = \frac{\beta_{CC}}{1 + \beta_{CC}} \cdot I_E$$

Y ahora si influye el  $\beta_{CC}$ .

$$I_C = \frac{\beta_{CC}}{1 + \beta_{CC}} \cdot I_E = \frac{100}{1 + 100} \cdot 19,5 = 19,3 \text{ mA}$$

Y tendríamos:  $V_{CE} = 8,77 \text{ V}$

Con  $\beta_{CC} = 150$ :

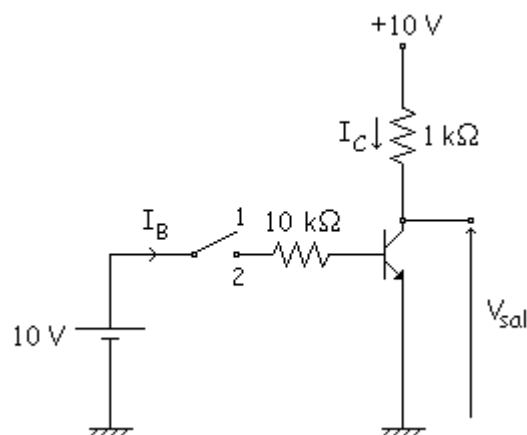
$$I_C = \frac{\beta_{CC}}{1 + \beta_{CC}} \cdot I_E = \frac{150}{1 + 150} \cdot 19,5 = 1,937 \text{ mA}$$

Con  $\beta_{CC} = 50$ :

$$I_C = \frac{\beta_{CC}}{1 + \beta_{CC}} \cdot I_E = \frac{50}{1 + 50} \cdot 19,5 = 19,117647 \text{ mA}$$

Varía algo, pero es bastante estable, es bueno para trabajar en activa.

## El transistor en conmutación

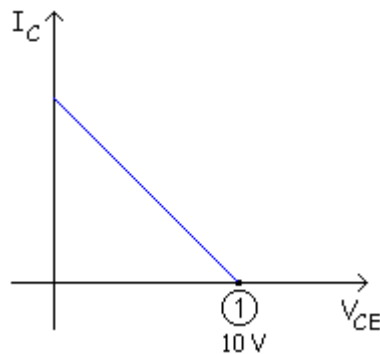


Tenemos un interruptor en posición 1, abierto:

$$I_B = 0$$

$I_C = 0$  CORTE (el transistor no conduce)

Recta de carga:

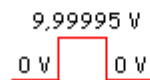


Esto era lo ideal, lo exacto sería:

$$\textcircled{1} \quad I_B = 0$$

$$I_C = I_{CE0} = 50 \text{ nA}$$

$$-10 + 1 \cdot 10^3 \cdot 50 \cdot 10^{-9} + V_{CE} = 0 \Rightarrow V_{CE} = 9,99995 \text{ V}$$



Pero para electrónica digital no tiene mucha importancia ese pequeño margen, por lo tanto se desprecia.

Interruptor en posición 2:

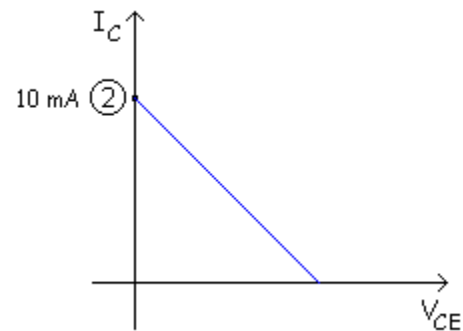
$$\textcircled{2} \text{ IDEAL} \quad V_{BE_{sat}} = 0$$

$$V_{CE_{sat}} = 0$$

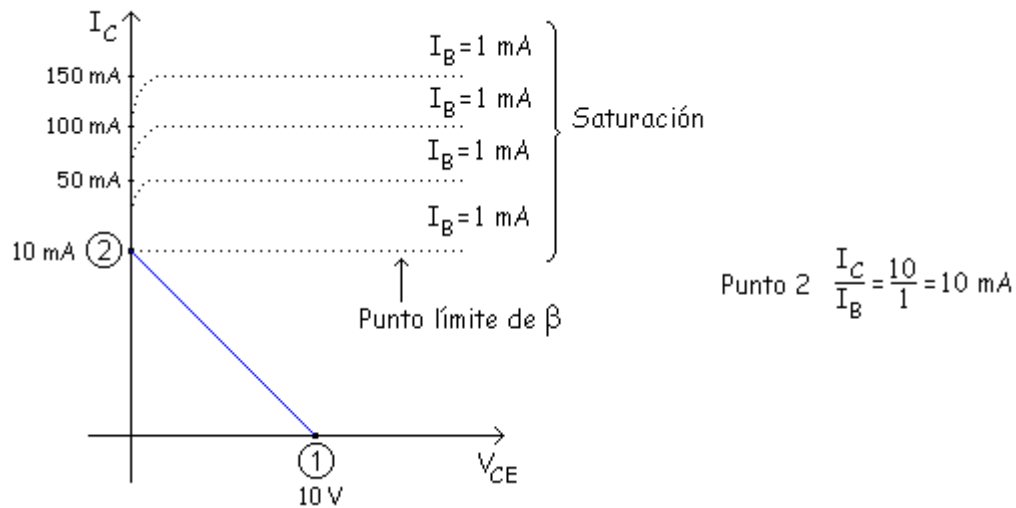
Hipótesis: SATURACIÓN

$$I_B = \frac{10 - 0}{10} = 1 \text{ mA}$$

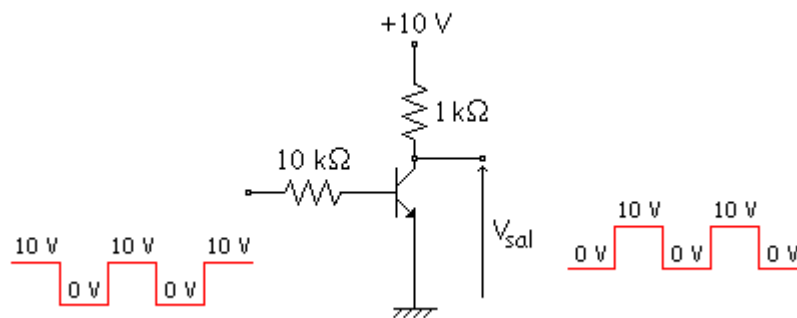
$$10 + 1 \cdot I_C + 0 = 0 \Rightarrow I_C = 10 \text{ mA}$$



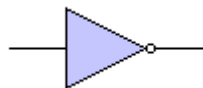
Finalmente tenemos una gráfica de la siguiente forma:



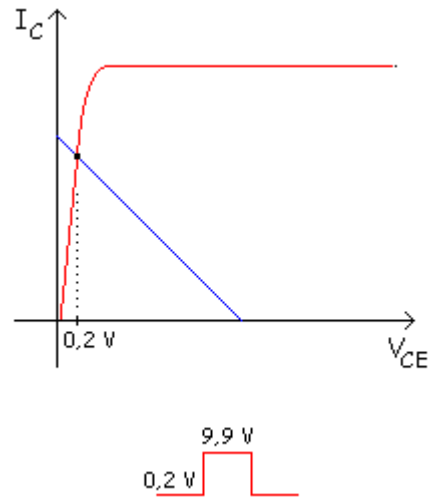
**Aplicación:** Si tenemos en la entrada una onda cuadrada.



Me invierte la  $V_{sal}$ , invierte la onda de entrada en la salida. Ese circuito se utiliza en electrónica digital.



A ese circuito le llamábamos "Circuito de polarización de base", que era bueno para corte y saturación, para conmutación. Pero este que hemos hecho no es exacto, lo exacto es:



Entonces se cogen los márgenes, pero como están muy separados se desprecia y no se le da importancia a ese pequeño error.