

Transistor bipolar

El transistor de unión bipolar es un dispositivo semiconductor que se puede utilizar para conmutar o amplificar.

¿Qué son los transistores de unión bipolar?

A diferencia de los diodos semiconductores, que se componen de dos piezas de material semiconductor para formar una simple unión pn, el *transistor bipolar* utiliza una capa adicional de material semiconductor para producir un dispositivo con las propiedades y características de un amplificador.

Si unimos dos diodos de señal individuales uno tras otro, obtenemos dos uniones PN conectadas en serie que compartirían un terminal positivo (P) o negativo (N). La fusión de estos dos diodos produce un dispositivo de tres capas, dos uniones y tres terminales, que constituye la base de un **transistor de unión bipolar (BJT)** .

Los transistores son dispositivos activos de tres terminales, fabricados con diferentes materiales semiconductores, que pueden actuar como aislantes o conductores mediante la aplicación de una pequeña señal de voltaje. La capacidad del transistor para alternar entre estos dos estados le permite realizar dos funciones básicas: conmutación (electrónica digital) o amplificación (electrónica analógica). Los transistores bipolares pueden operar en tres regiones diferentes:

- ✓ Región activa : el transistor funciona como amplificador e $I_c = \beta * I_b$
- ✓ Saturación : el transistor está “completamente encendido” y funciona como un interruptor e $I_c = I_{\text{(saturación)}}$
- ✓ Corte : el transistor está “completamente apagado” y funciona como un interruptor e $I_c = 0$



Un transistor bipolar típico

La palabra transistor es una combinación de dos palabras, Trans fer Var istor , que describe su modo de funcionamiento en los inicios del desarrollo electrónico. Existen dos tipos básicos de construcción de transistores bipolares, PNP y NPN , que describen básicamente la disposición física de los materiales semiconductores de tipo P y tipo N que los componen.

La construcción básica **del transistor bipolar** consta de dos uniones PN que producen tres terminales de conexión. Cada terminal recibe un nombre para distinguirlo de los otros dos. Estos tres terminales se conocen como emisor (E), base (B) y colector (C), respectivamente.

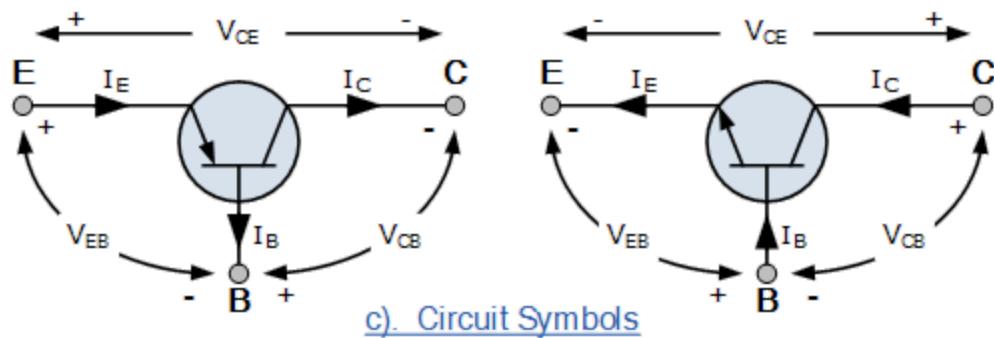
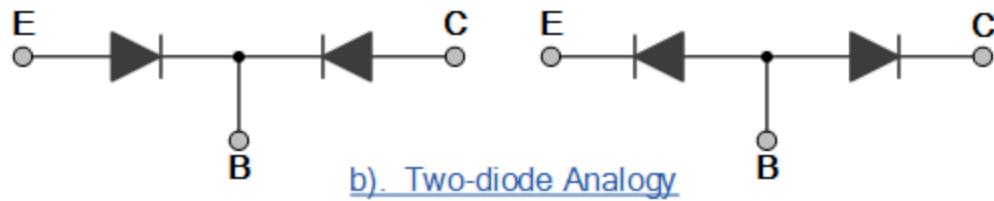
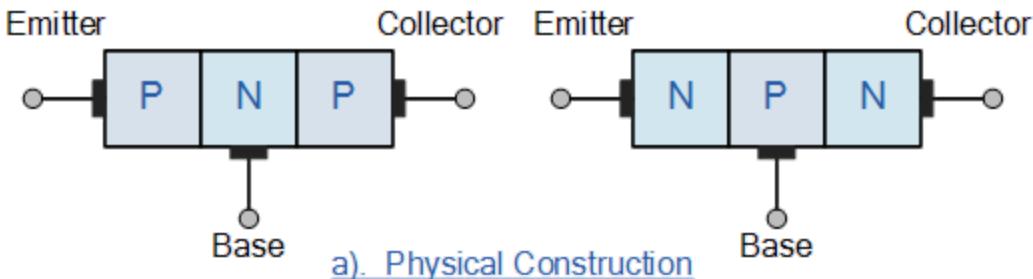
Los transistores bipolares son dispositivos reguladores de corriente que controlan la corriente que fluye a través de ellos desde el emisor hasta el colector en proporción a la tensión de polarización aplicada a su terminal base, actuando así como un interruptor controlado por corriente. Una pequeña corriente que fluye hacia la terminal base controla una corriente de colector mucho mayor, la cual constituye la base del funcionamiento del transistor.

El principio de funcionamiento de los dos tipos de transistores PNP y NPN , es exactamente el mismo, la única diferencia está en su polarización y la polaridad de la fuente de alimentación para cada tipo.

Construcción de transistores bipolares

PNP Transistor

NPN Transistor



La construcción y los símbolos de circuito de los transistores bipolares PNP y NPN se muestran arriba. La flecha en el símbolo del circuito siempre indica la dirección del flujo de corriente convencional entre la base y el emisor. La dirección de la flecha siempre apunta de la región positiva de tipo P a la región negativa de tipo N para ambos tipos de transistores, exactamente igual que para el símbolo estándar del diodo.

Configuraciones de transistores bipolares

Dado que el **transistor bipolar** es un dispositivo de tres terminales, existen básicamente tres maneras de conectarlo en un circuito electrónico, siendo un terminal común tanto para la señal de entrada como para la de salida. Cada método de conexión responde de forma diferente a su señal de entrada dentro del circuito, ya que las características estáticas del transistor varían con cada configuración del circuito.

- ✓ Configuración de base común : tiene ganancia de voltaje pero no ganancia de corriente.
- ✓ Configuración de emisor común : tiene ganancia de corriente y voltaje.
- ✓ Configuración de colector común : tiene ganancia de corriente pero no ganancia de voltaje.

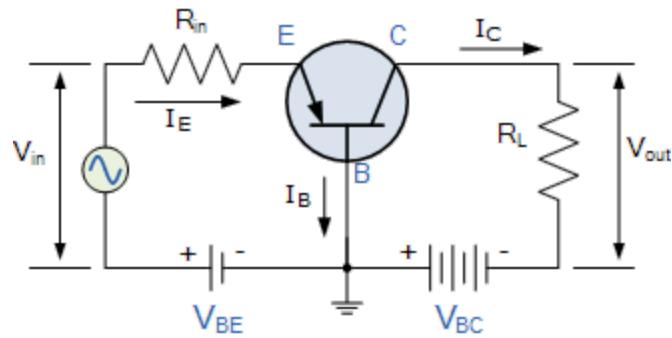
La configuración de base común (CB)

Como su nombre indica, en la configuración **de base común o base conectada a tierra, la conexión BASE** es común tanto para la señal de entrada como para la de salida. La señal de entrada se aplica entre la base del transistor y los terminales del emisor, mientras que la señal de salida correspondiente se toma entre la base y los terminales del colector, como se muestra. El terminal de la base está conectado a tierra o puede conectarse a un punto de tensión de referencia fijo.

La corriente de entrada que fluye hacia el emisor es bastante grande ya que es la suma de la corriente de base y la corriente del colector respectivamente, por lo tanto, la salida de corriente del colector es menor que la entrada de corriente del emisor,

lo que resulta en una ganancia de corriente para este tipo de circuito de "1" (unidad) o menos, en otras palabras, la configuración de base común "atenúa" la señal de entrada.

El circuito de transistor de base común



Este tipo de configuración de amplificador es un circuito amplificador de voltaje no inversor, ya que los voltajes de señal V_{in} y V_{out} están en fase. Este tipo de configuración de transistor no es muy común debido a sus características de ganancia de voltaje inusualmente altas. Sus características de entrada son las de un diodo con polarización directa, mientras que las de salida son las de un fotodiodo iluminado.

Además, este tipo de configuración de transistor bipolar presenta una alta relación entre la resistencia de salida y la de entrada, o, más importante aún, la resistencia de carga (R_L) y la resistencia de entrada (R_{in}), lo que le otorga un valor de "ganancia de resistencia". Por lo tanto, la ganancia de voltaje (A_v) para una configuración de base común se expresa como:

Ganancia de voltaje de base común

$$A_v = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{I_C \times R_L}{I_E \times R_{in}}$$

Dónde: I_C/I_E es la ganancia de corriente, alfa (α) y R_L/R_{in} es la ganancia de resistencia.

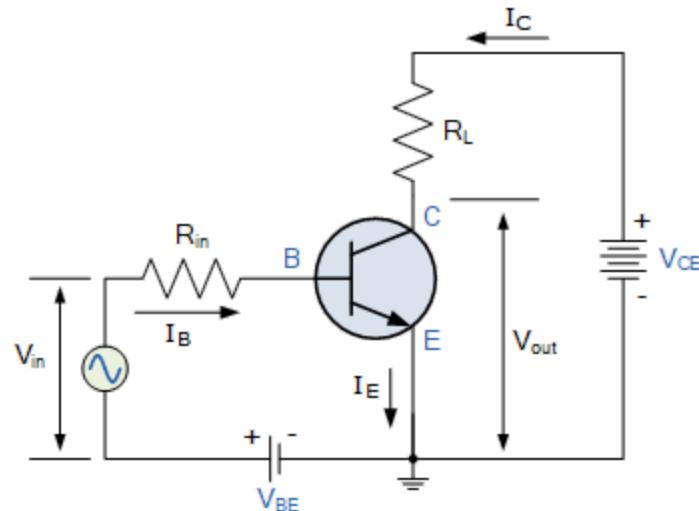
El circuito de base común generalmente solo se utiliza en circuitos amplificadores de una sola etapa, como preamplificadores de micrófono o amplificadores de radiofrecuencia (R_f), debido a su muy buena respuesta de alta frecuencia.

La configuración del emisor común (CE)

En la configuración **de emisor común** o emisor a tierra, la señal de entrada se aplica entre la base y el emisor, mientras que la señal de salida se toma entre el colector y el emisor, como se muestra. Este tipo de configuración es el circuito más común para amplificadores basados en transistores y representa el método "normal" de conexión de transistores bipolares.

La configuración de amplificador de emisor común produce la mayor ganancia de corriente y potencia de las tres configuraciones de transistores bipolares. Esto se debe principalmente a que la impedancia de entrada es BAJA, ya que está conectada a una unión PN con polarización directa, mientras que la impedancia de salida es ALTA, ya que proviene de una unión PN con polarización inversa.

El circuito amplificador de emisor común



En este tipo de configuración, la corriente que sale del transistor debe ser igual a la corriente que entra en el transistor, ya que la corriente del emisor se expresa como $I_e = I_c + I_b$.

Como la resistencia de carga (R_L) está conectada en serie con el colector, la ganancia de corriente del transistor de emisor común es bastante grande, ya que es la relación I_c/I_b . La ganancia de corriente de un transistor se representa con el símbolo griego Beta (β).

Como la corriente de emisor para una configuración de emisor común se define como $I_e = I_c + I_b$, la relación I_c/I_e se denomina Alfa, dado el símbolo griego α . Nota: El valor de Alfa siempre será menor que la unidad.

Dado que la relación eléctrica entre estas tres corrientes, I_b , I_c e I_e , está determinada por la construcción física del propio transistor, cualquier pequeño cambio en la corriente de base (I_b) resultará en un cambio mucho mayor en la corriente de colector (I_c).

Entonces, pequeños cambios en la corriente que fluye en la base controlarán la corriente en el circuito emisor-colector. Normalmente, el valor de Beta se encuentra entre 20 y 200 para la mayoría de los transistores de uso general. Por lo tanto, si un transistor tiene un valor de Beta de, por ejemplo, 100, un electrón fluirá desde la base por cada 100 electrones que fluyan entre la base y el colector.

Combinando las expresiones para Alpha, α y Beta, β , la relación matemática entre estos parámetros y, por lo tanto, la ganancia de corriente del transistor se puede expresar como:

$$\text{Alpha, } (\alpha) = \frac{I_C}{I_E} \quad \text{and} \quad \text{Beta, } (\beta) = \frac{I_C}{I_B}$$

$$\therefore I_C = \alpha \cdot I_E = \beta \cdot I_B$$

$$\text{as: } \alpha = \frac{\beta}{\beta + 1} \quad \beta = \frac{\alpha}{1 - \alpha}$$

$$I_E = I_C + I_B$$

Dónde: " I_C " es la corriente que fluye hacia el terminal del colector, " I_B " es la corriente que fluye hacia el terminal de la base y " I_E " es la corriente que fluye hacia el terminal del emisor.

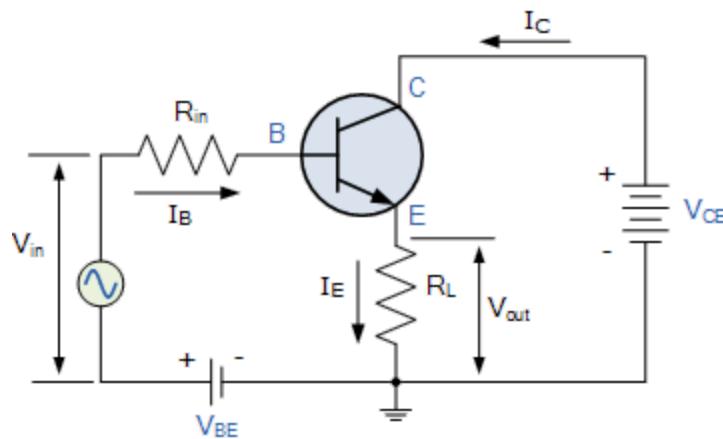
En resumen, este tipo de configuración de transistor bipolar presenta mayor impedancia de entrada, corriente y ganancia de potencia que la configuración de base común, pero su ganancia de voltaje es mucho menor. La configuración de emisor con común es un circuito amplificador inversor. Esto significa que la señal de salida resultante presenta un desfase de 180° respecto a la señal de voltaje de entrada.

La configuración del recopilador común (CC)

En la configuración **de colector común** o colector a tierra, el colector se conecta a tierra a través de la fuente de alimentación, por lo que el terminal del colector es común tanto a la entrada como a la salida. La señal de entrada se conecta directamente al terminal base, mientras que la señal de salida se toma a través de la resistencia de carga del emisor, como se muestra. Este tipo de configuración se conoce comúnmente como circuito **seguidor de voltaje** o **seguidor de emisor**.

La configuración de colector común, o seguidor de emisor, es muy útil para aplicaciones de adaptación de impedancia debido a su impedancia de entrada muy alta, en el orden de cientos de miles de ohmios, mientras que tiene una impedancia de salida relativamente baja.

El circuito del transistor de colector común



La configuración de emisor común tiene una ganancia de corriente aproximadamente igual al valor β del propio transistor. Sin embargo, en la configuración de colector común, la resistencia de carga está conectada en serie con el terminal del emisor, por lo que su corriente es igual a la corriente del emisor.

Como la corriente del emisor es la combinación de la corriente del colector y la corriente de base, la resistencia de carga en este tipo de configuración de transistor también tiene a su través la corriente del colector y la corriente de entrada de la base. Por lo tanto, la ganancia de corriente del circuito se expresa como:

Ganancia de corriente del colector común

$$I_E = I_C + I_B$$

$$A_I = \frac{I_E}{I_B} = \frac{I_C + I_B}{I_B}$$

$$A_I = \frac{I_C}{I_B} + 1$$

$$A_I = \beta + 1$$

Este tipo de configuración de transistor bipolar es un circuito no inversor, ya que las tensiones de señal de Vin y Vout están **en fase**. La configuración de colector común tiene una ganancia de tensión de aproximadamente 1 (ganancia unitaria). Por lo tanto, puede considerarse un amortiguador de tensión, ya que la ganancia de tensión es unitaria.

La resistencia de carga del transistor colector común recibe las corrientes de base y de colector, lo que genera una gran ganancia de corriente (como con la configuración de emisor común) y, por lo tanto, proporciona una buena amplificación de corriente con muy poca ganancia de voltaje.

Después de haber analizado los tres tipos diferentes de configuraciones de transistores bipolares, ahora podemos resumir las diversas relaciones entre las corrientes de CC individuales de los transistores que fluyen a través de cada pata y sus ganancias de corriente de CC indicadas anteriormente en la siguiente tabla.

Relación entre corrientes continuas y ganancias

$$I_E = I_B + I_C \quad \alpha = \frac{I_C}{I_E} = \frac{\beta}{1+\beta}$$

$$I_C = I_E - I_B \quad \beta = \frac{I_C}{I_B} = \frac{\alpha}{1-\alpha}$$

$$I_B = \frac{I_C}{\beta} = \frac{I_E}{1+\beta} = I_E(1-\alpha)$$

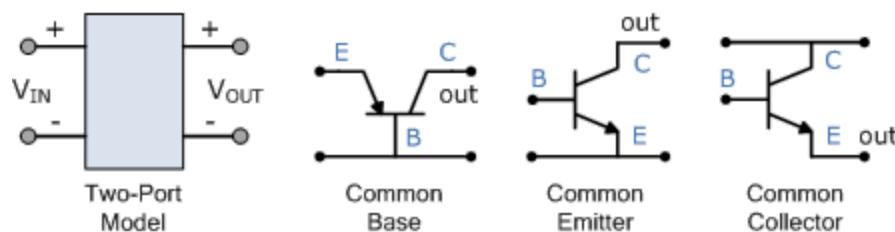
$$I_C = \beta \cdot I_B = \alpha \cdot I_E \quad I_E = \frac{I_C}{\alpha} = I_B(1+\beta)$$

Tenga en cuenta que, si bien aquí hemos analizado configuraciones de *transistores bipolares NPN*, los transistores PNP son igualmente válidos en cada configuración, ya que los cálculos son los mismos para la no inversión de la señal amplificada. La única diferencia radica en las polaridades del voltaje y la dirección de la corriente.

Resumen del transistor bipolar

Luego, para resumir, el comportamiento del transistor bipolar en cada una de las configuraciones de circuito anteriores es muy diferente y produce diferentes características de circuito con respecto a la impedancia de entrada, impedancia de salida y ganancia, ya sea ganancia de voltaje, ganancia de corriente o ganancia de potencia, y esto se resume en la tabla a continuación.

Configuraciones de transistores bipolares



con las características generalizadas de las diferentes configuraciones de transistores dadas en la siguiente tabla:

Característica	Base común	Emisor común	Coleccionista común
Impedancia de entrada	Bajo	Medio	Alto
Impedancia de salida	Muy alto	Alto	Bajo
Cambio de fase	0°	180°	0°
Ganancia de voltaje	Alto	Medio	Bajo
Ganancia de corriente	Bajo	Medio	Alto
Ganancia de potencia	Bajo	Muy alto	Medio

En el siguiente tutorial sobre **transistores bipolares**, analizaremos con más detalle el transistor NPN cuando se utiliza en la configuración de emisor común como amplificador, ya que es la configuración más utilizada debido a su flexibilidad y alta ganancia. También trazaremos las curvas características de salida comúnmente asociadas con los circuitos amplificadores en función de la corriente de colector a la corriente de base.

Leer más tutoriales en Transistores

- [1. Transistor bipolar](#)
- [2. Transistor NPN](#)
- [3. Transistor PNP](#)
- [4. El transistor como interruptor](#)
- [5. Transistor de efecto de campo de unión](#)
- [6. El MOSFET](#)
- [7. MOSFET como interruptor](#)
- [8. Resumen del tutorial sobre transistores](#)
- [9. Transistores Darlington](#)
- [10. Fuente de corriente FET](#)
- [11. Salidas del colector abierto](#)

531 comentarios

Únete a la conversación

¡Error! Por favor, rellene todos los campos.

 Su nombre Dirección de correo electrónico

No soy un robot

reCAPTCHA va a cambiar sus términos del
se [Toma medidas](#)

reCAPTCHA
Privacidad - Términos

Escribe tu comentario
aquí

Notificarme los comentarios de seguimiento por correo electrónico.

Entregar

- *Thanh Son Nguyen*

Me interesó mucho lo escrito.

¡Muchas gracias!

Publicado el [18 de julio de 2025 a la 1:36 a. m.](#)

[Responder](#)

- *Steven Msomi*

El campo de la ingeniería electrónica es muy interesante tanto en la práctica como en la teoría, me encanta la electrónica.

Publicado el [20 de febrero de 2025 a las 10:23](#)

[Responder](#)

- *Yared Berhanesilassie*

Bueno, me da una pista sobre el componente, transistor y tipos.

Publicado el [9 de enero de 2025 a las 13:07](#)

[Responder](#)

- *Hakeem*

Muy satisfactorio, tutorial hecho fácil.

Publicado el [14 de octubre de 2024 a las 18:06](#)

[Responder](#)

- *Electricista del condado de Orange*

Este tutorial sobre transistores es increíblemente informativo y explica a la perfección los fundamentos de su funcionamiento. Aprecio especialmente las claras explicaciones de los diferentes tipos de transistores y sus aplicaciones, lo que facilita la comprensión de estos conceptos a los principiantes. Los diagramas también mejoran la comprensión, especialmente para quienes aprenden visualmente.

Como persona interesada en sistemas eléctricos, me interesan las consideraciones prácticas a la hora de elegir entre transistores BJT y transistores FET para aplicaciones específicas. ¿Existen situaciones específicas en las que un tipo supere significativamente al otro en términos de eficiencia o fiabilidad? Agradecería mucho sus comentarios.

Publicado el [14 de octubre de 2024 a las 13:48](#)

[Responder](#)

- *Shamiul*

Integral $\int dx/x^2 * (ax+b)^2$

¿Cómo puedo resolver?

Publicado el [8 de octubre de 2024 a las 4:20 a. m.](#)

[Responder](#)

- *Wayne Storr*

Descargue la hoja de referencia para [Cálculo de derivadas con límites](#)

Publicado el [8 de octubre de 2024 a las 6:27 a. m.](#)

[Responder](#)

- *Silverio años*

lindo

Publicado el [7 de octubre de 2024 a las 11:35](#)

[Responder](#)

- *Arshad Syed*

Únete a mí

Publicado el [25 de septiembre de 2024 a las 2:05 a. m.](#)

[Responder](#)

- *Amir Mohammad*

¡Muy muy muy bien!

Publicado el [22 de septiembre de 2024 a las 6:06 a. m.](#)

[Responder](#)

- *Nuwamanya petr*

Lo estoy haciendo contigo

Publicado el [17 de agosto de 2024 | 15:34](#)

[Responder](#)

- *DANÉE*

Gracias por la gran dirección.

Publicado el [16 de agosto de 2024 | 12:45 pm](#)

[Responder](#)

- *BAYA*

POR FAVOR QUE ES IMPENDENCIA

Publicado el [16 de agosto de 2024 a las 4:13 a. m.](#)

Responder

- Wayne Storr

Impedancia e impedancia compleja

Publicado el [16 de agosto de 2024 a las 5:38 a. m.](#)

[Responder](#)

- *Biruk*

lindo

Publicado el [24 de julio de 2024 a las 2:14 a. m.](#)

[Responder](#)

- *Simata mulenga*

Maravillosa explicación

Publicado el [15 de julio de 2024 a las 8:59 a. m.](#)

[Responder](#)

- *Ssekatawa Nasser*

Realmente me has ayudado en mi carrera.

Publicado el [4 de julio de 2024 a las 4:32 a. m.](#)

[Responder](#)

- *Daniel*

Las buenas notas quieren más

Publicado el [21 de mayo de 2024 a las 13:40](#)

[Responder](#)

- *Jialin Liu*

Gracias, gran tutorial.

Publicado el [el 3 de mayo de 2024 a las 8:33 a. m.](#)

[Responder](#)

- *Jeremy*

Disfruto la lección

Publicado el [el 17 de abril de 2024 | 12:48 pm](#)

[Responder](#)

- Más

- *Nilantha gihan*

Muy bien

Publicado el [5 de abril de 2024 a las 21:44](#)

[Responder](#)

- *José Ojonugwa Jeremías*

Me alegro de haber encontrado este artículo, breve y directo. ¡

Sigan así!

Publicado el [1 de abril de 2024 a las 11:29](#)

[Responder](#)



Cerca