

- Base común:

Ganancia de corriente

La ganancia de corriente se encuentra dividiendo la corriente de salida entre la de entrada. En un circuito de base común, la primera es la corriente de colector (I_C) y la corriente de entrada es la del emisor (I_E). La ganancia de corriente en el circuito de base común se representa por la letra alfa (α). Empleando estos símbolos, la ecuación que da la ganancia de corriente quedara:

$$\alpha = \frac{I_C}{I_E}$$

La ganancia de corriente en un transistor es inferior a la unidad, debido a que la corriente de emisor siempre es algo mayor que la corriente del colector. Por lo tanto, siempre es menor que 1.

Ganancia de resistencia, voltaje y potencia

Según se ha visto el transistor de base común no puede producir una verdadera ganancia de corriente, pero si proporciona ganancias de voltaje y de potencia, debido a su ganancia de resistencia. Esta a su vez, se produce a causa de que el circuito de colector esta polarizado inversamente, mientras que al circuito del emisor se le aplica la polarización directa. Por lo tanto, el circuito de salida ofrece una resistencia mucho mayor que el circuito de entrada.

En realidad, la resistencia del circuito de salida la determina el resistor de carga insertado en dicho circuito, ya que produce las variaciones del voltaje de salida de acuerdo con los cambios de corriente en el colector. Si se pudiera emplear un resistor de carga que ofreciera una resistencia igual a la de la unión colector-base, entonces se obtendría la ganancia máxima; pero esto significaría que la magnitud de la resistencia fuera de megaohms y un valor tan grande requeriría que se utilizara una batería de polarización muy grande a fin de obtener una corriente de polarización adecuada. Por lo tanto, el resistor de carga generalmente tiene un valor nominal mucho menor. Un transistor típico suele tener una resistencia de entrada de 300 ohms y una resistencia de salida de 15,000 ohms.

Ganancia	Ecuación
Corriente	$= I_C/I_E$
Resistencia	$R_{gan} = R_{sal}/R_{en}$
Voltaje	$E_{gan} = R_{gan}$
	$E_{gan} = E_{sal}/E_{en}$
Potencia	$P_{gan} = E_{gan}$
	$P_{gan} = R_{gan}$
	$P_{gan} = E_{gan}^2/R_{gan}$
	$P_{gan} = P_{sal}/P_{en}$

- Emisor común:

Ganancia de corriente

La ganancia de corriente se encuentra dividiendo la corriente de salida entre la de entrada. En un transistor emisor común, la corriente de salida sigue siendo la de colector; sin embargo, la corriente de entrada ya no es la corriente de emisor como en el transistor de base común, sino la de base (IB).

Por tanto, no son las mismas ecuaciones para las ganancias de corriente en los transistores de base común y de emisor común. Para distinguir una ecuación de otra, se usa la letra griega beta (β), como símbolo de la ganancia de corriente en un transistor de emisor común. En consecuencia, la ecuación que da la ganancia de corriente toma la forma:

$$\beta = \frac{I_C}{I_B}$$

Se ha visto que la ganancia de corriente en el transistor de base común era menor que la unidad; debido a que la corriente de entrada (IE) era mayor que la salida (IB). Sin embargo, como la corriente de entrada en un transistor de emisor común es la de base (IB), la corriente de salida es mucho mayor que la de la entrada, o sea, el transistor produce una gran ganancia de corriente.

Ganancia de resistencia, voltaje y potencia

Los amplificadores con emisor a tierra pueden proporcionar ganancias de voltaje y de potencia mucho mayores que los de base común. Desde luego, esto se debe a su capacidad para dar una gran ganancia de corriente, ya que la ganancia de resistencia en un transistor con emisor a tierra es exactamente igual a lo que ofrece uno con base a tierra.

Ganancia	Ecuación
Corriente	$= I_C/I_B$
Resistencia	$R_{gan} = R_{sal}/R_{en}$
Voltaje	$E_{gan} = R_{gan}$
	$E_{gan} = E_{sal}/E_{en}$
Potencia	$P_{gan} = E_{gan}$
	$P_{gan} = 2 R_{gan}$
	$P_{gan} = E_{gan}^2/R_{gan}$
	$P_{gan} = P_{sal}/P_{en}$

- Colector común:

Ganancia de corriente

Para encontrar la ganancia de corriente en el seguidor de emisor, la corriente de salida se divide entre la corriente de entrada, o sea, se procede igual que en los otros circuitos. Sin embargo; aquí, la corriente de entrada es la corriente de base (IB) y la de salida es la corriente de emisor (IC), de manera que la ecuación toma la forma de:

$$\text{Ganancia de corriente} = \frac{I_C}{I_B}$$

Ahora bien, la corriente de emisor en el transistor de colector es mucho mayor que la corriente de base, de modo que la ganancia de corriente es aun mucho mas grande que el transistor emisor común, según se vio alfa (α) denota la ganancia de corriente en el transistor base común y beta (β), en el de emisor común; en cambio no hay ningún símbolo que indique dicha característica para el colector común.

Como $I_E = I_C + I_B$, la ecuación de ganancia se puede expresar como:

$$\text{ganancia de corriente} = \frac{I_C + I_B}{I_B}$$

Lo cual se puede expresar como:

$$\text{ganancia de corriente} = \frac{I_C}{I_B} + \frac{I_B}{I_B} = \frac{I_C}{I_B} + 1 = \beta + 1$$

Ó

$$\text{ganancia de corriente} = \beta + 1$$

Ganancia de resistencia, voltaje y potencia

Como el seguidor de emisor tiene una ganancia de corriente mas alta que el de emisor común, se pensaría que también tendría ganancias mayores de tensión y potencia. Pero este no es el caso. Este dispositivo tiene una ganancia de resistencia menor que la unidad

$$R_{gan} = R_{sal}/R_{en} = R_{bajo}/R_{alto} = \text{mucho menor que } 1$$

En efecto, en un transistor típico de esta clase, la resistencia del circuito de entrada es del orden de 300 k , mientras que la resistencia de salida es alrededor de 300 Ω , por lo cual la ganancia de resistencia es muy pequeña. De hecho, su valor es tan bajo, que aun en el caso en que el seguidor de emisor tenga una gran ganancia de corriente, la ganancia de voltaje, o sea, $I_{gan}R_{gan}$, representa una perdida.

Ganancia	Ecuación
Corriente	$I_{gan} = \beta + 1$
Resistencia	$R_{gan} = R_{sal}/R_{en}$
Voltaje	$E_{gan} = (\beta + 1) R_{gan}$
	$E_{gan} = E_{sal}/E_{en}$
Potencia	$P_{gan} = (\beta + 1) E_{gan}$
	$P_{gan} = (\beta + 1)^2 R_{gan}$
	$P_{gan} = P_{sal}/P_{en}$

Solución para α en función de β

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

Solución para en función de

$$\alpha = \frac{\beta}{1 + \beta}$$

Conexión cascode

Una conexión cascode tiene un transistor en serie con otro.

Configuración cascode con una etapa de emisor común que alimenta a una etapa de base común. Este arreglo está diseñado para proporcionar una alta impedancia de entrada con una baja ganancia de voltaje, y para asegurar que la capacitancia miller de entrada este a un mínimo, en tanto la CB proporciona una alta frecuencia durante la operación.

$$r_e = \frac{26}{I_E} \quad \text{capacitancia dinamica}$$

$$A_{V1} = -\frac{R_e}{r_e} = -\frac{r_e}{r_e} = -1 \quad \text{ganancia de voltaje - etapa 1 -}$$

$$AV2 = \frac{R_e}{r_e} \quad \text{ganancia de voltaje - etapa 2 -}$$

Conexión darlington

Una conexión muy popular de dos transistores de unión bipolar para que operen como un transistor con superbeta es la conexión darlington. Su característica principal consiste en que el transistor compuesto actúa como una sola unidad con una ganancia de corriente, que es el producto de las dos ganancias de corriente de cada transistor, así:

$$D =$$

además si $\beta =$, se tiene:

$$D =$$

$$I_E$$

$$I_C$$

$$I_B$$

$$I_C$$

$$I_E$$

$$I_B$$

IE

Vi

Vcc

Vo

RB1

RB2

RC

RE

CE

Q1

RB

CB

RL

Q2

Q1

Q2

B

E

C

B

E

C