

Transistor *(2ª parte)* Bipolar de union

20

INTRODUCCION

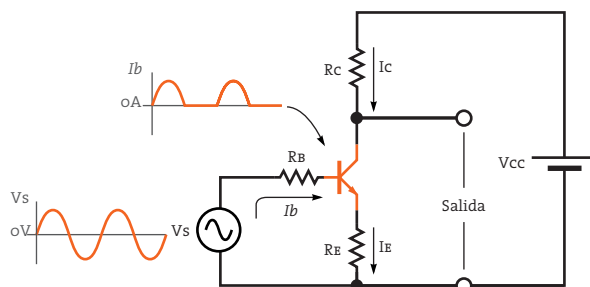
En este capítulo comenzaremos a utilizar el transistor para amplificar pequeñas señales. Aprenderemos a manipular las relaciones de corrientes entre los terminales de un transistor. Relación que hemos visto en capítulo anterior.

En este capítulo comenzaremos por configurar al transistor en Emisor Común. Configuración muy utilizada en distintos circuitos. Esta configuración nos ayudara a comprender el comportamiento en corriente continua de este componente.

PROBLEMA: RECORTE DE SEÑAL

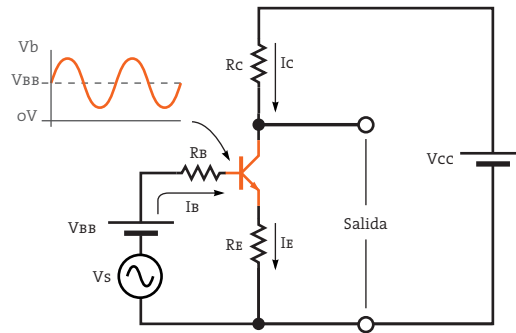
Aquí presentamos un circuito muy similar a los utilizados anteriormente. Tenemos nuestra entrada de señal por base y la salida por colector. En su entrada inyectamos una señal senoidal que oscila entre valores positivos y negativos.

Sin embargo, esto presenta un problema. Entre la juntura base emisor, tenemos un diodo. Esto hará que el circuito de entrada funcione solamente en los valores positivos. Como vemos en las señales en el circuito, en el terminal correspondiente a la base del transistor, la señal esta recortada.



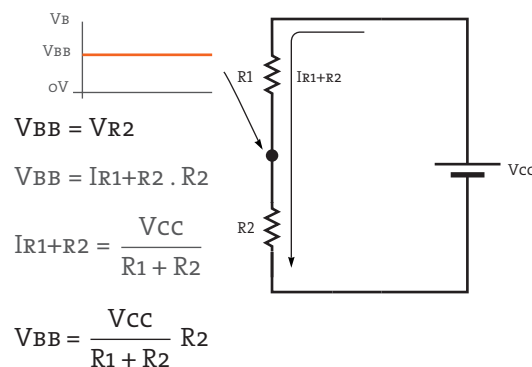
SOLUCIÓN 1: SUMAR UNA FUENTE DE BASE

La solución al problema anterior es subir la tensión de la señal, sin que quede valores negativos. Una manera de lograrlo, es sumarle en serie una fuente de tensión continua a la señal. La señal de V_S será montada sobre la fuente V_{SS} . Sin embargo, esta manera de solucionar el problema de recorte, presenta un coste de tener una segunda fuente en el circuito.



SOLUCIÓN 2: DIVISOR RESISTIVO

Podemos llegar a resolver el mismo problema aprovechando la fuente de tensión V_{CC} . Lo que se hace, es crear un divisor de tensión por medio de dos resistencias. Estas resistencias serán R_1 y R_2 . El valor de tensión sobre R_2 , será donde se monte la señal. Este valor sería como el de la fuente V_{SS} en el circuito anterior.



$$V_{BB} = V_{R2}$$

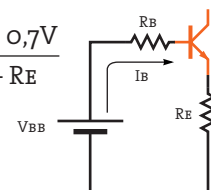
$$V_{BB} = I_{R1+R2} \cdot R_2$$

$$I_{R1+R2} = \frac{V_{CC}}{R_1 + R_2}$$

$$V_{BB} = \frac{V_{CC}}{R_1 + R_2} R_2$$

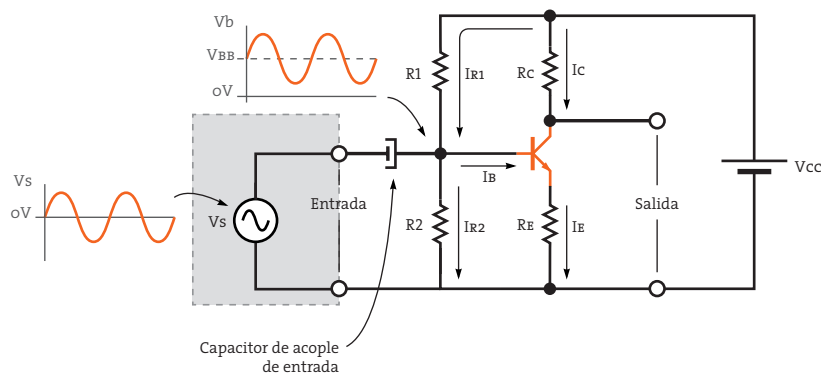
$$R_B = R_1 // R_2$$

$$I_B = \frac{V_{BB} - 0,7V}{R_B + R_E}$$

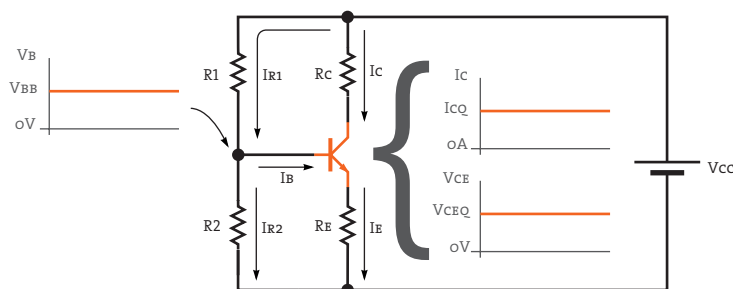


APLICANDO DIVISOR RESISTIVO AL CIRCUITO

Aquí hemos aplicado el divisor resistivo al circuito. Podemos observar como la señal esta dentro de los valores positivos en la base del transistor. Se puede apreciar, un capacitor colocado en la entrada de la etapa. Este capacitor será llamado "capacitor de acople de entrada". Su función es eliminar el ingreso de componentes en continua a la etapa.



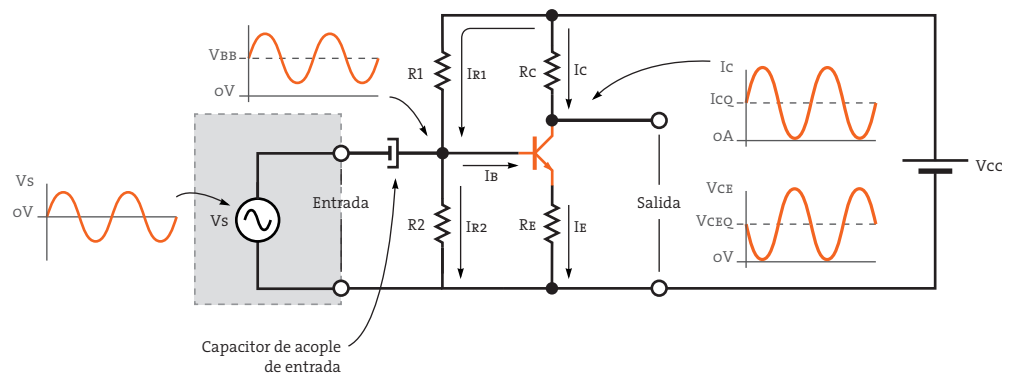
El siguiente circuito representa todos los componentes que actúan en continua. Es el mismo circuito que el anterior, pero simplificado para él. Aquí podemos apreciar los valores de tensión colector-emisor (V_{CE}) y el valor de corriente de colector (I_C). Estos valores de corriente y tensión serán llamados V_{CEQ} e I_{CQ} . Son los valores correspondientes al punto de trabajo en continua. También podemos deducir el valor de tensión de base. El cual nos servirá para el manejo de señales.



$$I_{CQ} = h_{FE} \cdot I_B$$

$$V_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ} \cdot (R_C + R_E)$$

Volviendo al circuito con señal en la entrada. Ahora podemos observar la señal de salida. Como podemos observar, la señal se monta sobre el valor de V_{CEQ} e I_{CQ} . Similar a lo que sucede con la señal en la base. Tenemos que tener en cuenta a la hora de diseñar el circuito, que la señal de salida no se sature ni se recorte. Esto es que la señal de entrada por la ganancia, llegue a valores por arriba V_{CC} , o por debajo del cero.

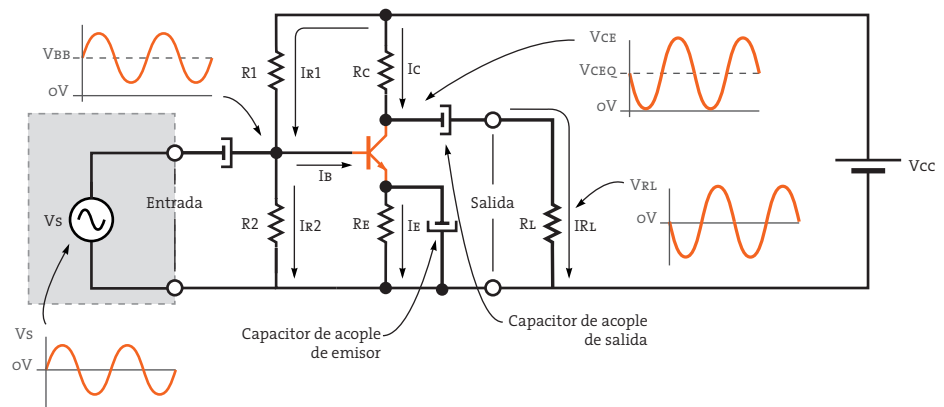


CIRCUITO COMPLETO

Al circuito anterior se le sumaran dos capacitores. Estos tendrán influencia sobre la señal de salida.

Capacitor de acople de salida: Este capacitor eliminara la componente de continua sobre la señal amplificada. Eliminará la tensión V_{CEQ}

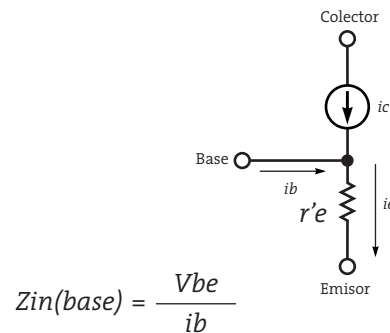
Capacitor de acople de emisor: La función de este capacitor es eliminar, para la señal alterna, la resistencia R_E que se encuentra en paralelo. Más adelante veremos que afectará a la ganancia del sistema.



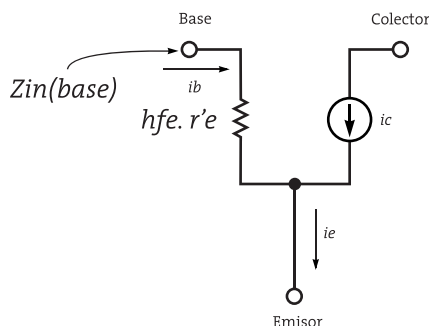
ANÁLISIS EN ALTERNA

Ahora tenemos el circuito completo. Comenzaremos a analizar el circuito en alterna. Veremos al transistor en modelos equivalentes para comprender su funcionamiento, y como los componentes a su alrededor tienen influencia sobre la señal de entrada.

Primero analizaremos al transistor en un modelo equivalente. Esto es reemplazar al transistor con otros componentes para comprender su funcionamiento. Este será el "modelo T". Lo importante en este modelo es saber que entre base y emisor tendremos una resistencia llamada $r'e$. La cual se deduce que es la división de la tensión de base-emisor con la corriente de base.

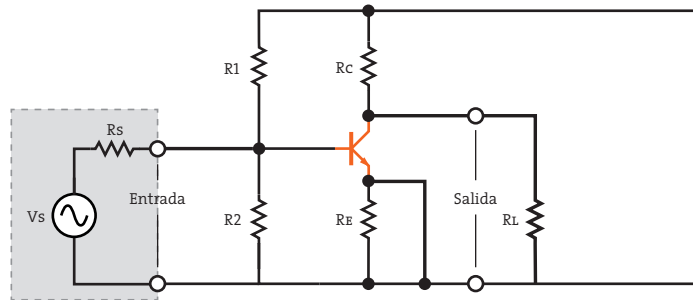


Pasamos ahora al modelo π . A partir de aquí nos quedaremos analizando los circuitos transistorizados en base a este modelo. Para representarlo tenemos, una resistencia entre base-emisor y una fuente de corriente entre colector-emisor. Primero deducimos el valor de la impedancia de entrada Z_{in} . Veremos que este valor será afectado por la ganancia del transistor.

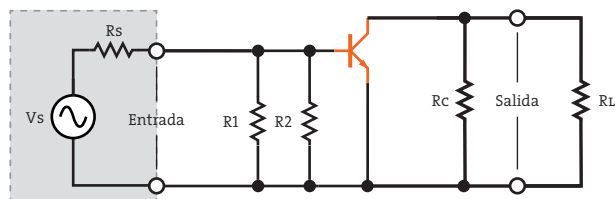


$$Z_{in}(base) = \frac{V_{be}}{i_b} = \frac{i_e \cdot r'e}{i_b} \approx \frac{i_c \cdot r'e}{i_b} = \frac{i_e}{i_b} \cdot r'e = h_{fe} \cdot r'e$$

Ya visto los modelos equivalentes, veamos su aplicación en el circuito completo. Primero puenteamos los capacitores y la fuente.



Luego ordenamos los componentes para que sea cómoda su lectura. Como podemos observar nos quedan dos grupos de resistencias en paralelo. Estas se agrupan en las resistencias equivalentes R_B y r_c .



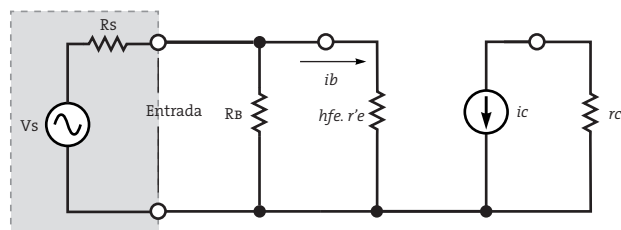
$$R_B = R_1 // R_2$$

$$r_c = R_C // R_L$$

Reemplazamos ahora al transistor por el modelo π . Con este circuito podemos deducir la ganancia en tensión del sistema (A).

También definiremos la impedancia de entrada del sistema (Z_{in}) y la tensión de entrada del sistema (V_{in}).

Con todos estos planteos, ya podremos comenzar a diseñar nuestra mono etapa en configuración emisor común.



$$\left. \begin{aligned} V_{in}(base) &= i_b \cdot h_{fe} \cdot r'_e \\ V_{out} &= i_c \cdot r_c \\ V_{out} &= i_b \cdot h_{fe} \cdot r_c \end{aligned} \right\} A_v = \frac{V_{out}}{V_{in}(base)} = \frac{i_b \cdot h_{fe} \cdot r_c}{i_b \cdot h_{fe} \cdot r'_e} = \frac{r_c}{r'_e}$$

$$Z_{out}(etapa) = R_c$$

$$Z_{out}(Sistema) = r_c$$

$$Z_{in}(etapa) = h_{fe} \cdot r'_e // R_B$$

$$Z_{in}(Sistema) = h_{fe} \cdot r'_e // R_B + R_s$$

$$V_{in}(etapa) = \frac{Z_{in}(etapa)}{R_s + Z_{in}(etapa)} \cdot V_s$$

PARÁMETROS h

Veremos la relación entre parámetros r y h. Es importante saber la relación que existen para poder trabajar con distintos datos que nos suministran desde las hojas de datos.

$$\beta = h_{fe}$$

$$r'_e = \frac{h_{ie}}{h_{fe}}$$

$$g_m = \frac{h_{fe}}{h_{ie}}$$

$$h_{ie} = \left. \frac{\Delta V_{be}}{\Delta i_b} \right|_{V_{ce}} \quad \text{impedancia de entrada}$$

$$h_{oe} = \left. \frac{\Delta i_c}{\Delta V_{ce}} \right|_{i_b} \quad \text{Conductancia de salida}$$

$$r_o = \frac{1}{h_{oe}} \quad \text{impedancia de salida}$$