

## Práctica 1: Amplificador Emisor Común

### Objetivo:

Demostrar el funcionamiento y características de un amplificador emisor común de señal pequeña. Estudiar algunos factores que afectan su ganancia en voltaje.

### Referencias:

1. Notas y enlaces en página del curso (<http://mate.uprh.edu/~iramos/fisi3144.html>).
2. Boylestad and Nashelsky, Electronic Devices and Circuit Theory, Prentice Hall, 7<sup>th</sup> Ed., Secs. 8.3, 8.12, 11.4-11.6.

### 1. Introducción

El amplificador emisor común consiste básicamente de una combinación de tres filtros pasa-alta (high pass) que permiten el paso de señales con frecuencias mayores a la frecuencia del filtro dominante. Las demás señales son atenuadas. La figura 1 muestra el circuito de un amplificador emisor común con divisor de voltaje. Esta configuración tiene un divisor de voltaje en la entrada que controla el voltaje de entrada en la base,  $V_B$ , un capacitor "bypass",  $C_2$  y dos capacitores de acoplamiento,  $C_1$  y  $C_3$ .

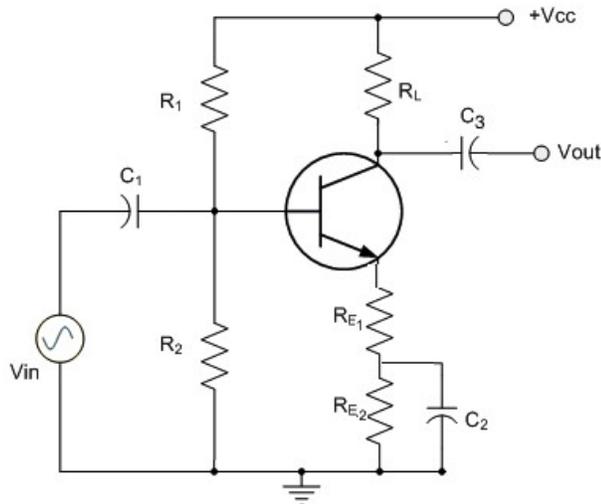


Figura 1. Amplificador Emisor Común

Los voltajes dc en la base y emisor están representados por las ecuaciones 1 y 2, respectivamente.

$$V_B = \left( \frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) V_{CC} \quad (1)$$

$$V_E = V_B - V_{BE}. \quad (2)$$

La corriente en el emisor puede calcularse utilizando la ecuación 3:

$$I_E = \frac{V_E}{R_{E_1} + R_{E_2}} \quad (3)$$

La figura 2 muestra el modelo ac para el transistor BJT, donde  $r_e$  puede representarse a temperatura ambiente como:

$$r_e \approx \frac{25\text{mV}}{I_E}. \quad (4)$$

La expresión en la ecuación 4 es la misma que se usó al principio del curso para representar la resistencia equivalente de un diodo.

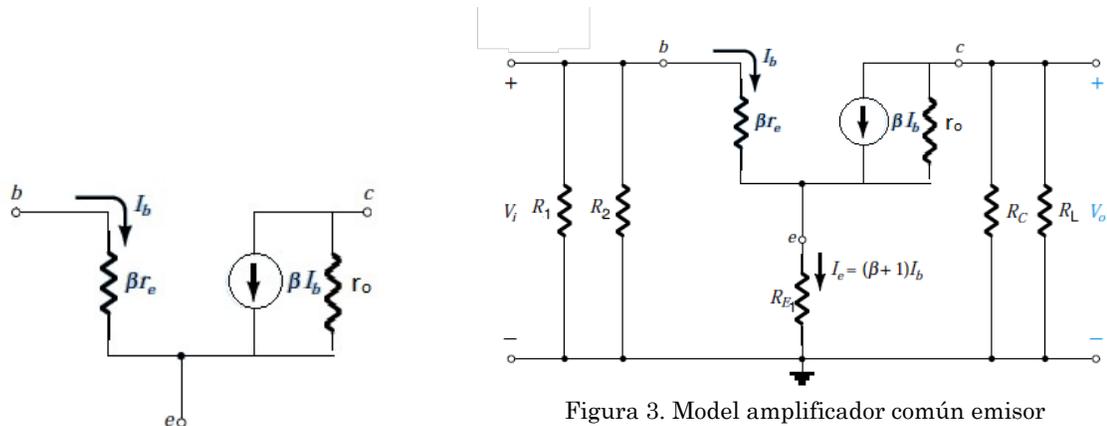


Figura 2. Modelo ac para BJT

Figura 3. Model amplificador común emisor

Usando el modelo ac, el circuito en la figura 1 se representa como en la figura 3. En éste los voltajes de entrada y de salida están dados por la ecuaciones 5 a 7:

$$V_i = I_b \beta r_e + I_e R_{E_1} = \beta r_e I_b + (\beta + 1) I_b R_{E_1} \quad (5)$$

$$V_i = \beta (r_e + R_{E_1}) I_b \quad \text{para} \quad \beta \gg 1 \quad (6)$$

$$V_o = -\beta R_C \parallel R_L I_b \quad \text{para} \quad r_o \gg 10 (R_C + R_E) \quad (7)$$

Usando estos resultados podemos representar la ganancia del amplificador como:

$$A_v = \frac{V_o}{V_i} = \frac{-\beta R_C \parallel R_L I_b}{\beta (r_e + R_{E_1}) I_b} = \frac{-R_C \parallel R_L}{(r_e + R_{E_1})} \quad (8)$$

### Práctica 1: Amplificador Emisor Común

1. Construya el circuito en la figura 1 utilizando un transistor BJT 2N3904 o equivalente, capacitores  $C_1=C_3=2.2\mu\text{F}$ ,  $C_2=10\mu\text{F}$ , resistores  $R_1=10\text{k}\Omega$ ,  $R_2=4.7\text{k}\Omega$ ,  $R_C=3.9\text{k}\Omega$ ,  $R_{E1}=150\Omega$ ,  $R_{E2}=2.7\text{k}\Omega$  y  $R_L=3.9\text{k}\Omega$ . Verifique el funcionamiento correcto de todos los componentes antes de conectarlos y anote sus parámetros. Utilice una fuente de voltaje  $V_{CC}=15\text{V}$ . Todavía no conecte la señal ac en la entrada.
2. Mida el voltaje dc en el emisor ( $V_E$ ) y utilice ese valor para calcular la resistencia ac ( $r_e$ ) y la ganancia ( $A_v$ ).
3. **Verificando funcionamiento del Amplificador:** Conecte una señal senoidal de 0.1 V (pico) y 5kHz en la entrada de su circuito.

Utilizando el osciloscopio, mida los voltajes AC en: a) la base, b) en el emisor, c) en la unión entre  $R_{E1}$  y  $R_{E2}$  y d) en la salida del circuito.

Si su amplificador funciona correctamente, la señal en la base debe ser del orden de mV; la señal en el emisor debe ser ligeramente menor y en fase con la señal de entrada; el voltaje ac en el bypass debe ser nulo y la señal de salida debe ser del orden de voltios y desfasada ( $180^\circ$ ) de la entrada. En su informe explique porque estos son los resultados esperados. Explique como  $R_{E1}$  sirve para minimizar los efectos de la temperatura en el funcionamiento del amplificador.

4. **Ganancia.** Conecte el canal 1 del osciloscopio a la entrada del circuito y el canal 2 a la salida. Mida la ganancia en voltaje. ¿Cuál es la diferencia en fase entre la señal de entrada y la salida del amplificador? ¿Cómo comparan ambas medidas (ganancia y fase) con los valores calculados?
5. **Efecto del capacitor bypass del emisor,  $C_2$ :** Remueva el capacitor bypass y mida la ganancia nuevamente. ¿Cuál es la función de este capacitor en el circuito? Demuestre los cambios revisando el cómputo de la ganancia al eliminar el capacitor. Vuelva a colocar el capacitor en el circuito.
6. **Efecto del capacitor de acoplamiento de entrada,  $C_1$ :** Sustituya el capacitor de acoplamiento en la entrada ( $C_1$ ) por uno de  $0.033\mu\text{F}$  y mida la ganancia en voltaje. Explique los resultados y la función del capacitor en el circuito. ¿Es este resultado cierto para cualquier frecuencia de entrada? Coloque el capacitor original en el circuito.

**Práctica 1: Amplificador Emisor Común (cont)**

7. **Efecto del capacitor bypass de salida,  $C_3$ .** Reemplace el capacitor de acoplamiento en la salida ( $C_3$ ) por uno de  $0.033\mu\text{F}$  y mida la ganancia en voltaje. Explique los resultados y la función del capacitor en el circuito. ¿Es este resultado cierto para cualquier frecuencia de entrada? Coloque el capacitor original en el circuito.
8. **Efecto de la resistencia de carga ( $R_L$ ).** Remueva la resistencia de carga y mida la ganancia en el circuito. Compare con los valores calculados.

**Informe:** Asegúrese de contestar todas la preguntas en el procedimiento. En su conclusión resuma las propiedades del circuito estudiadas en el laboratorio y el el efecto que tiene cada uno de los componentes analizados (capacitores y resistencias) en el funcionamiento del amplificador.