

PRACTICA N° 7  
AMPLIFICADORES CON TRANSISTORES BIPOLARES

OBJETIVO

Familiarizar al estudiante con el diseño y montaje de un circuito Emisor Común y un circuito Colector Común, con el uso del programa SPICE (o cualquier otro simulador de circuitos) para analizar los circuitos diseñados antes de llevarlos a la práctica, y con las técnicas de medición de ganancia de voltaje y de corriente, impedancias de entrada y de salida y respuesta en frecuencia de este tipo de amplificadores.

PREPARACION

1.- Busque las especificaciones de los transistores npn y pnp que va a utilizar durante esta experiencia (por ejemplo, el 2N3904 y el 2N3906).

2.- Diseñe un amplificador Emisor Común utilizando el esquema de la Figura 1, que cumpla con las siguientes especificaciones:

$$R_0 = 1 \text{ k}$$

$$V_0 = 8 \text{ V}_{pp} \text{ (sin distorsión).}$$

$$A_{V_0} = 100$$

$f_B < 50 \text{ Hz}$  (El punto de corte de baja frecuencia debe encontrarse por debajo de los 50 Hz).

$$V_{CC} = 20 \text{ V}$$

$$R_L = 1 \text{ k}$$

$$R_S = 50$$

El diseño debe incluir:

a) La escogencia del punto de operación,  $I_{BQ}$ ,  $I_{CQ}$  y  $V_{CEQ}$ , el cual debe ser estable ante variaciones del valor de  $\beta$ .

b) El cálculo de  $A_{V_0}$ ,  $A_{I_0}$ ,  $R_i$  y  $R_0$ .

c) La escogencia de los componentes: Valores nominales y capacidades de disipación de las resistencias  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_C$  y  $R_E$ ; valores nominales y capacidad de voltaje de los condensadores  $C_0$ ,  $C_i$  y  $C_E$ , así como el tipo de condensador adecuado,

tipo de transistor y potencia en el punto de operación. (Asegúrese que la polaridad del voltaje en los condensadores electrolíticos nunca se invierte).

d) El valor  $v_{i_{pp}}$  del generador para obtener el voltaje de salida deseado.

3.- Haga un diagrama circuital del amplificador diseñado indicando todos los valores de los componentes.

4.- Haga el diagrama de cableado del amplificador diseñado, indicando claramente los terminales del transistor y la polaridad de los condensadores.

5.- Analice con el programa SPICE (o cualquier otro Simulador de Circuitos) el punto de operación (análisis OP), el voltaje de salida del amplificador Emisor Común cuando se introduce un voltaje de entrada de 1KHz, 10mV<sub>pico</sub> y el valor de  $v_{i_{pp}}$  determinado en el punto 2.d (análisis TRAN), y la respuesta en frecuencia de dicho amplificador (análisis AC).

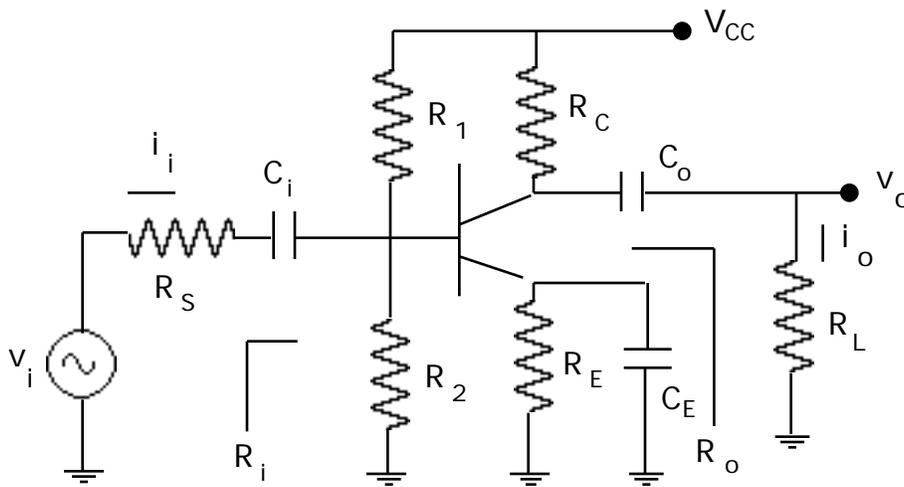


Figura 1.- Amplificador Emisor Común

6.- Indique la forma como va a conectar los instrumentos para medir experimentalmente el punto de operación.

7.- Indique la forma como va a conectar los instrumentos para medir experimentalmente la impedancia de entrada, la impedancia de salida, la ganancia de voltaje, la ganancia de corriente y la amplitud máxima de salida sin distorsión cuando al amplificador se le aplica una señal de entrada de 1 kHz.

8.- Indique la forma como va a conectar los instrumentos para medir experimentalmente la amplitud de la ganancia de voltaje en función de la frecuencia (tomando los datos punto a punto) y la fase de la ganancia de voltaje en función de la frecuencia (utilizando el método que juzgue más conveniente). Indique el rango de

frecuencias sobre el que considera conveniente realizar mediciones para obtener resultados significativos.

9.- Diseñe un amplificador Colector Común utilizando el esquema de la Figura 2, que cumpla con las siguientes especificaciones:

$$R_i = 3 \text{ K}$$

$$V_O = 8 \text{ V}_{pp} \text{ (sin distorsión).}$$

$$A_{V_O} = 0,9$$

$$f_B = 50 \text{ Hz (Punto de corte de baja frecuencia).}$$

$$V_{CC} = 20 \text{ V}$$

$$R_L = 1 \text{ k}$$

$$R_S = 50$$

El diseño debe incluir:

a) La escogencia del punto de operación, tanto  $I_{CQ}$  como  $V_{CEQ}$ , el cual debe ser estable ante variaciones del valor de  $\beta$ .

b) El cálculo de  $A_{V_O}$ ,  $A_{I_O}$ ,  $R_i$  y  $R_o$ .

c) La escogencia de los componentes: Valores nominales y capacidades de disipación de las resistencias  $R_1$ ,  $R_2$  y  $R_E$ ; valores nominales y capacidad de voltaje de los condensadores  $C_O$  y  $C_i$ , así como el tipo de condensador adecuado, tipo de transistor y potencia en el punto de operación. (Asegúrese que la polaridad del voltaje en los condensadores electrolíticos nunca se invierte).

d) El valor  $v_{i_{pp}}$  del generador para obtener el voltaje de salida máximo deseado.

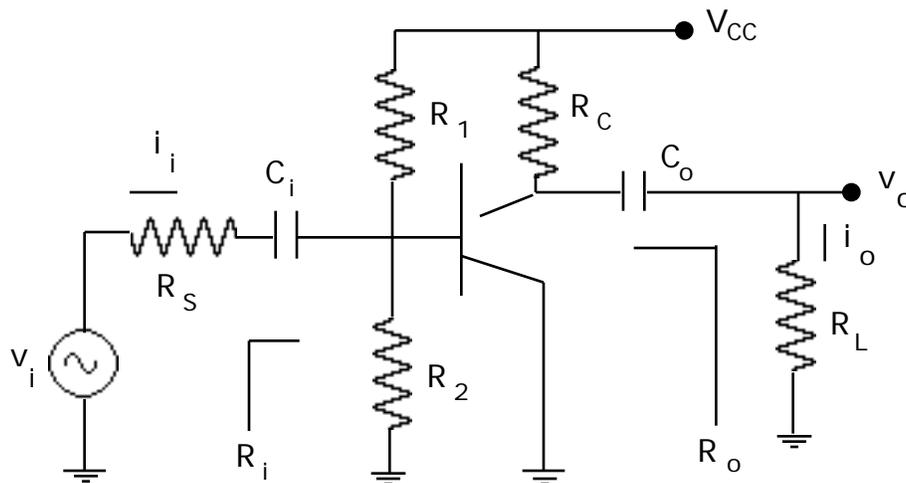


Figura 2.- Amplificador Colector Común

10.- Haga un diagrama circuital del amplificador diseñado indicando todos los valores de los componentes.

11.- Haga el diagrama de cableado del amplificador diseñado, indicando claramente los terminales del transistor y la polaridad de los condensadores.

12.- Analice con el programa SPICE (o cualquier otro Simulador de Circuitos) el punto de operación (análisis OP), el voltaje de salida del amplificador Colector Común cuando se introduce un voltaje de entrada de 1KHz,  $2V_{pico}$  y el valor  $V_{i_{pp}}$  determinado en el punto 9.d (análisis TRAN), y la respuesta en frecuencia de dicho amplificador (análisis AC).

13.- Indique la forma como va a conectar los instrumentos para medir experimentalmente el punto de operación.

14.- Indique la forma como va a conectar los instrumentos para medir experimentalmente la impedancia de entrada, la impedancia de salida, la ganancia de voltaje y la amplitud máxima de salida sin distorsión cuando al amplificador se le aplica una señal de entrada de 1 kHz.

15.- Indique la forma como va a conectar los instrumentos para medir experimentalmente la amplitud de la ganancia de voltaje en función de la frecuencia (tanto punto) y la fase de la ganancia de voltaje en función de la frecuencia (utilizando el método que juzgue más conveniente). Indique el rango de frecuencias sobre el que considera conveniente realizar mediciones para obtener resultados significativos.

16.- Utilizando la hoja de cálculo, prepare las tablas para anotar las mediciones indicadas en todos los puntos anteriores.

### TRABAJO EN EL LABORATORIO.

I. En el circuito de la Figura 1:

1.- Mida el punto de operación  $I_{BQ}$ ,  $I_{CQ}$  y  $V_{CEQ}$ .

2.- Observe la señal de entrada y la de salida para distintos voltajes pico de entrada. Aumente la entrada hasta obtener la máxima salida sin distorsión. Dibuje estas formas de onda, tomando nota de las escalas del osciloscopio.

3.- Mida la impedancia de entrada, la impedancia de salida, la ganancia de voltaje, la ganancia de corriente y la amplitud máxima de salida sin distorsión cuando al amplificador se le aplica una señal de entrada de 1 kHz. Anote los resultados

obtenidos en las tablas preparadas en el pre-informe. Incluya cualquier observación que juzgue de interés para explicar los resultados obtenidos.

4.- Mida la amplitud de la ganancia de voltaje en función de la frecuencia y la fase de la ganancia de voltaje en función de la frecuencia sobre el rango de frecuencias definido previamente por Ud. Anote los resultados obtenidos en las tablas preparadas en el pre-informe. Incluya cualquier observación que juzgue de interés para explicar los resultados obtenidos.

II. En el circuito de la Figura 2:

Repita los puntos 1, 2, 3 y 4 especificados para el circuito anterior.

### INFORME DE TRABAJO.

I. En el Marco Teórico: Haga un resumen de una página sobre el funcionamiento de los circuitos Emisor común y Colector Común utilizados en esta práctica.

II. En la Metodología: Describa muy brevemente los procedimientos y circuitos utilizados, indicando los valores nominales de los componentes empleados y la ubicación de los instrumentos de medición.

III. En los Resultados:

1.- Coloque los datos y gráficos obtenidos en el laboratorio . Complete todas las tablas con los cálculos pertinentes para cada una de las variables medidas el Laboratorio tanto para el amplificador Emisor Común como para el Colector Común, incluyendo los errores porcentuales con respecto a los valores esperados.

2.- Haga gráficos de la amplitud y de la fase de la ganancia de voltaje vs la frecuencia de operación (en escala logarítmica) para cada uno de los amplificadores.

IV. En el Análisis de Resultados:

1.- Comente y justifique los resultados obtenidos, indicando si se encuentran o no dentro de los rangos esperados.

2.- Compare las formas de onda observadas en el laboratorio y los gráficos obtenidos a partir de los datos con los elaborados con el programa SPICE y presente sus conclusiones.

V. En las Conclusiones: Escriba sus conclusiones finales sobre la práctica realizada, los procedimientos de medición utilizados y los resultados obtenidos. Haga

un breve comentario sobre las aplicaciones de los circuitos analizados en esta práctica.

VI. En los Comentarios finales: Describa las dificultades que se le presentaron en las etapas de montaje y medición de los circuitos en el laboratorio, analice las causas de los problemas, indique cómo los resolvió y haga un comentario sobre los procesos que debe seguir para tratar de prevenir o evitar dichas dificultades. Evalúe el grado en que Ud. considera que ha alcanzado los objetivos de la práctica.

VII. Recuerde anexar los Pre-Informes de los miembros del grupo.

### REFERENCIAS.

1.- Laboratorios de Circuitos Electrónicos, Guía Teórica, 2ª versión o versión electrónica, en la página <http://www3.labc.usb.ve/Ec1181/index.html>. Prof. María Isabel Giménez de Guzmán. USB.

2.- "Microelectronics Circuits and Devices" M. Horenstein. Prentice-Hall International Editions, 1990.

3.- "Microelectronic Circuits, 4<sup>th</sup> edition", Sedra & Smith, Oxford University Press, 1998.

4.- Hojas de especificaciones de los componentes seleccionados.