

Guía 1: Amplificadores simples con BJT

Ing. Juan Miguel David Becera Tobar.

Ing. Jose Demetrio Martinez M.

3 de marzo de 2012

Resumen

El objeto de la presente práctica, es el diseño y conocimiento práctico de los tres montajes amplificadores básicos de señal pequeña que se pueden lograr con un transistor bipolar. En la teoría se ha estudiado que la operación de un transistor como amplificador, puede asimilarse a un cuadripolo con su puerto de entrada y su puerto de salida, siendo uno de los electrodos la referencia común tanto al puerto de entrada como al de salida. Esto conduce inmediatamente a tres configuraciones fundamentales del dispositivo, a saber: emisor común, base común y colector común; esta última suele designarse normalmente como seguidor por el emisor, por razones que se harán evidentes en el correspondiente experimento.

En cuanto al transistor que vamos a emplear en los tres montajes, es el 2N3904. Para la utilización del modelo híbrido en baja frecuencia, solo requerirán la transconductancia g_m , que depende de la corriente de polarización y del voltaje termodinámico V_T , que podemos tomar como 25mV. Para el cálculo de la resistencia de salida r_0 del modelo, se requiere el voltaje de Early, V_A , que para ese transistor es de 113Volts de acuerdo a los modelos PSPICE.

1. Emisor común

1.1. Prelaboratorio

Cada grupo deberá calcular las resistencias señaladas en la figura 1, con el objeto de ubicar el punto de operación en $I_{CQ} = 1.6\text{mA} + X \cdot 0.2\text{mA}$ y $V_{CEQ} = 6\text{Volts}$, donde X es el numero de su grupo. El diseño de la polarización debe seguir las reglas necesarias para garantizar la estabilidad de la misma, y las resistencias calculadas deben aproximarse al valor más cercano del estándar E24, y tener una tolerancia del 5 %. No se deben utilizar reóstatos ni resistencias de ajuste de ningún tipo.

Calculados los valores normalizados de las cuatro resistencias, recalculen ahora el punto de operación del BJT, que seguramente es un poco diferente del pedido. Si hay alguna diferencia exagerada, será necesario refinar el diseño para ajustar las cosas. Finalizado este paso, analicen el circuito obtenido en régimen de

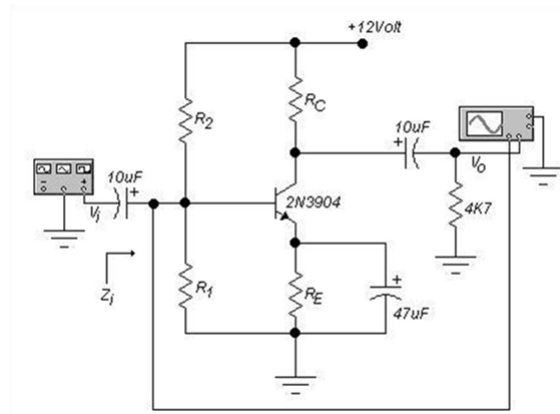


Figure 1: Amplificador emisor común

pequeña señal y calculen la ganancia de voltaje $A_v = v_o/v_i$, así como la impedancia de entrada del amplificador z_i . Utilicen para el transistor el modelo híbrido π por transconductancia.

También deben preparar en el protoboard unos postes de conexión en alambre duro, para las sondas del osciloscopio, así como para conectar el generador de señal al circuito, y otros que les permitan tomar medidas en el colector y en el emisor del transistor. Tengan cuidado de verificar cuidadosamente la polaridad de los condensadores electrolíticos de acople y de desacople del circuito.

1.2. Laboratorio

Lo primero que se hará al llegar al laboratorio es comprobar la polarización correcta del circuito. Para ello conecten a tierra el borne negativo del condensador de acople de la entrada. Ahora conecten la alimentación de 12Volts, y midan con el voltímetro digital el voltaje del colector y del emisor con respecto a tierra. Si la diferencia de las dos lecturas está razonablemente cerca de los 6Volts, quiere decir que su diseño está bien. Midan el voltaje de alimentación (teóricamente 12Volts), y réstense el del colector del transistor que acaban de medir, dividiendo el resultado por el valor medido de RC, con lo cual obtienen el valor real de IC. ¿Qué tanto se aparta de los 2mA pedidos?

Una vez comprobada la correcta polarización del transistor, y anotado en la bitácora el punto de operación exacto del mismo, podemos proceder a hacer mediciones de señal con el osciloscopio. Los cálculos de ganancia de voltaje hechos previamente, les permitirán escoger el tamaño de la señal pico que le pondrán al generador de señal, para medir la cual, deben utilizar el osciloscopio. La frecuencia que vamos a utilizar en nuestras medidas de señal será de 10Khz.

Se procederá entonces a inyectar la señal sinusoidal a 10Khz del generador, entre el condensador de acople y tierra; y se observará en el osciloscopio la señal de salida, ajustando cuidadosamente la amplitud de la onda de entrada, de tal manera que se obtenga a la salida la máxima onda sinusoidal posible sin distorsiones. Logrado esto se conectará el otro canal del osciloscopio a la entrada del amplificador, a fin de observar la señal de entrada.

Ahora sin desconectar los instrumentos, aumenten la frecuencia de la señal de entrada sin cambiar su amplitud, y observen qué sucede con la señal de salida. Traten de encontrar en qué frecuencia, la amplitud pico de la onda de salida es aproximadamente 0.707 veces la que tenía cuando la frecuencia era de 10Khz. Anótenla y observen que a partir de dicha frecuencia, la amplitud decrece en forma continua. Esa frecuencia es el límite de la banda media del amplificador. Vuelva otra vez a la frecuencia de 10Khz.

Cuidadosamente desconecten una de las terminales del condensador de desacople de emisor (47 uF) y observen lo que sucede con la señal de salida. Si es necesario aumenten la amplitud de la señal de entrada hasta que tengan salida legible con facilidad en el osciloscopio. Midan ahora las amplitudes de las dos señales: entrada y salida y anótelas.

Utilizando el punto de operación real de su transistor medido en el laboratorio, vuelvan a calcular la ganancia de voltaje de su amplificador a 10Khz y compárenla con la medición hecha con el osciloscopio.

¿Cuál fue el error porcentual en su cálculo? Traten de explicar las razones de las divergencias si las hay.

Calculen la impedancia de entrada de su amplificador. ¿Cómo se explican la inversión de fase en señal de este amplificador?

¿Por qué razón la ganancia de voltaje empieza a disminuir por encima de una determinada frecuencia de operación?

¿Cómo explicarían lo sucedido al desconectar el condensador de desacople de emisor?

¿Cuál es la ganancia de voltaje?

Escriban observaciones y conclusiones breves sobre el amplificador de emisor común.

2. Base común

2.1. Prelaboratorio

El circuito de la figura2 es el mismo del montaje 1, la única diferencia es el cambio entre la entrada de la señal. Calcular la ganancia de voltaje $A_v = v_o/v_i$, así como la impedancia de entrada z_i , anotando los resultados obtenidos. Para el transistor deberán utilizar el modelo híbrido π en baja frecuencia para base común. Este modelo puede deducirse del modelo híbrido π de emisor común.

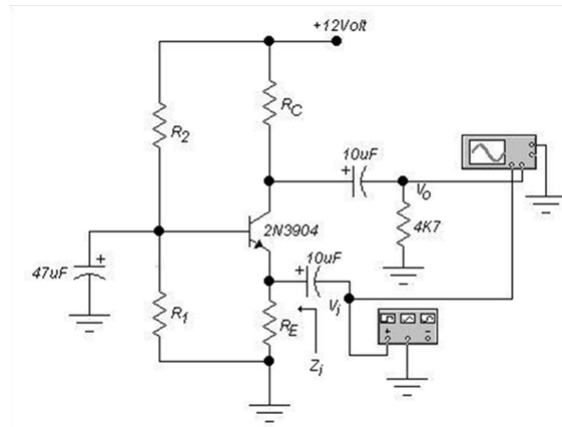


Figure 2: Amplificador base común.

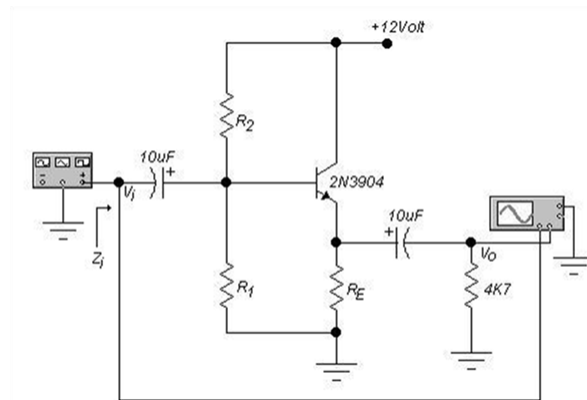


Figure 3: Amplificador colector común

2.2. Laboratorio

Repetir las medidas del punto anterior y Comparen la ganancia de voltaje calculada, con la medición hecha con el osciloscopio y responder:

¿Cuál fue el error porcentual en su cálculo? Traten de explicar las razones de las divergencias, si las hay.

¿Qué pueden decir sobre la inversión de fase en señal de este amplificador?

Comparen la frecuencia límite de la banda media del amplificador de base común con el de emisor común.

¿Cómo explican este resultado?

Comparen las impedancias de entrada calculadas del amplificador de emisor común y el de base común.

¿Qué conclusión pueden sacar?

3. Colector común

3.1. Prelaboratorio

Utilizar el mismo circuito de la practica anterior con las debidas modificaciones, calculen la ganancia de voltaje $A_v = v_o/v_i$, así como la impedancia de entrada del amplificador z_i . Midan cuidadosamente con el multímetro digital el valor exacto de su resistencia de emisor R_E , anotándola en su bitácora: lo necesitarán para la medición de la corriente de emisor de reposo.

3.2. Laboratorio

Repetir las medidas del punto anterior y Comparen la ganancia de voltaje calculada, con la medición hecha con el osciloscopio y responder: ¿Cuál fue el error porcentual en su cálculo? Traten de explicar las razones de las divergencias, si las hay.

¿Qué pueden decir sobre la inversión de fase en señal, de este amplificador?

¿Porqué razones creen Uds. que el montaje de colector común recibe el nombre de seguidor?

¿Confirman sus datos y su experimento lo anterior?

Comparen las frecuencias límite de la banda media de los tres montajes amplificadores estudiados. ¿Cómo se explican estos resultados?