

Amplificador de emisor común

Después que un transistor se haya polarizado con un punto Q cerca de la mitad de la línea de carga de cc, se puede acoplar una pequeña señal de ca en la base. Esto produce alternancias o fluctuaciones de igual forma y frecuencia en la corriente de colector. Por ejemplo si la entrada es una onda senoidal con una frecuencia de 1 KHz, la salida será una onda senoidal amplificada con una frecuencia de 1 KHz. El amplificador se llama lineal (o de alta fidelidad) si no cambia la forma de la señal. Si la amplitud de la señal es pequeña, el transistor solo usará una pequeña parte de la línea de carga y la operación sea lineal.

Por otra parte, si la señal de entrada es demasiado grande, las fluctuaciones en la línea de carga excitarán al transistor a saturación y corte. Esto cortará los picos de una onda senoidal y el amplificador ya no será lineal. Si se escucha con mucha atención una salida con un altavoz, se oirá un sonido terrible porque la señal se distorsiona grandemente.

Un capacitor de acoplamiento permite el paso de una señal de ca de un punto a otro.

En un amplificador transistorizado, la fuente de cc proporciona corrientes y voltajes fijos. La fuente de ca produce fluctuaciones en estas corrientes y voltajes. La forma más simple para analizar el circuito es la división del análisis en dos partes: un análisis de cc y un análisis de ca. En otras palabras, puede usarse el teorema de la superposición cuando se analicen amplificadores transistorizados.

Circuitos equivalentes de Ca y CC

En seguida se enumeran algunos pasos para la aplicación del teorema de la superposición de circuitos transistorizados:

- 1.- Redúzcase la fuente de ca a cero; esto significa poner en corto una fuente de voltaje o abrir una fuente de corriente. Abranse todos los capacitores. Al circuito restante se le llama circuito equivalente de cc. Con este circuito se pueden calcular los voltajes y corrientes en cc que se deseen.
- 2.- Redúzcase la fuente de cc a cero; esto equivale a poner en corto una fuente de voltaje o abrir una fuente de corriente. Póngase en corto todos los capacitores de paso y de acoplamiento. Al circuito restante se le llama circuito equivalente de ca. Este es el circuito que se utiliza para el cálculo de voltajes y corrientes de ca.
- 3.- La corriente total en cualquier rama del circuito es la suma de las corrientes de cc y ca que se encuentran presentes en esta rama; el voltaje total aplicado en cualquier rama es la suma de los voltajes de ca y cc que se encuentran aplicados a esa rama.

Esta es la forma como se aplica el teorema de superposición al amplificador de la figura.

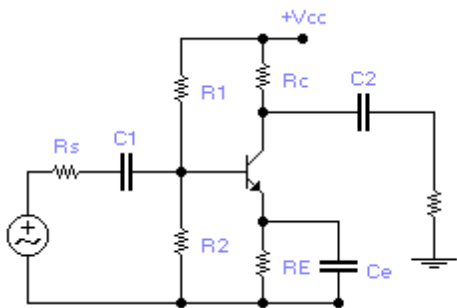


Figura A

Primero, se reducen todas las fuentes de ca a cero, se abren todos los capacitores y lo que quedas es el cuircuito que se tiene en la figura siguiente:

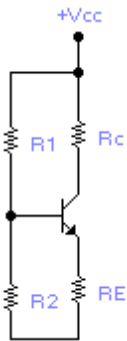


Figura B

Este el circuito equivalente de cc. Esto es lo que realmente interesa en lo que respecta a voltajes y corrientes de cc. Con este circuito se pueden calcular los voltajes y corrientes fijos.

Seguidamente se pone en corto la fuente de voltaje y tambien los capacitores de acoplamiento y de paso; lo restante es el circuito equivalente en ca que se muestra en la figura:

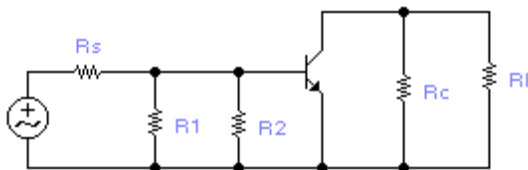


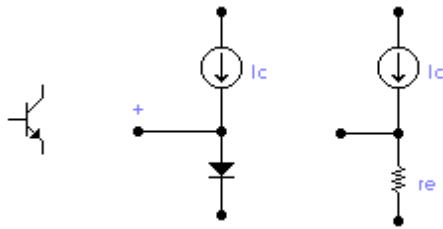
Figura C

Debe notarse que el emisor esta a tierra de ca, debido a que el capacitor de paso esta en paralelo con R_E . Asi mismo, cuando la fuente de alimentación de cc esta en corto, pone a tierra un extremo de R_1 y de R_c ; dicho de otra manera, el punto de alimentación de cc es una tierra de ca porque tienen una impedancia interna que se aproxima a cero. Con el circuito equivalente de ca que se indico en la figura puede calcularse cualquier voltaje y corriente de ca que se desee.

El amplificador de Emisor a Tierra

La figura A muestra un amplificador de emisor común (EC). Como el emisor esta acoplado a tierra por medio de un capacitor, a este amokificador algunas veces se le llama amplificador con emisor a tierra; esto significa que el emisor esta a tierra de ca, pero na a tierra de cc. Tiene acoplada a al base una pequeña onda senoidal, lo cual produce variaciones en la corriente de base. La corriente de colector es una forma de onda senoidal amplificada de la misma frecuencia, debida a . Esta corriente senoidal de colector, fluye por la resistencia de colector y produce un voltaje amplificado de salida.

Equivalencias de un transistor



(a) (b) (c)

a: Transistor

b: Modelo Eber–Moll de cc

c: Modelo Eber–Moll de ca.

Ganancia de voltaje

La ganancia de voltaje de un amplificador es la relacion del voltaje de ca de salida al voltaje de ca de entrada. Simbólicamente,

Cuando se trata de localización de fallas, es muy util tener una idea sobre cual sera la ganancia de voltaje. Una manera de deducir una formula simple para la ganancia de voltaje de la figura A, es substituir el circuito por el circuito equivalente de ca; esto significa poner en corto a tierra el voltaje de alimentacion y poner en corto todos los capacitores porque para la corriente alterna actuan como cortocircuitos en un amplificador bien diseñado.

En la figura C muestra el circuito equivalente de ca. La resistencia R_c de colector va hacia teierra porque el punto de voltaje de alimentacion actua como un cortocircuito para ca. De la misma forma, el resistor R_1 esta a tierra, por lo que aparece en paralelo con R_2 y el diodo emisor. Debido al circuito en paralelo en el lado de entrada, V_{ent} aparece directamente en paralelo con el diodo emisor. Por lo tanto, se puede visualizar el circuito equivalente de ca como se muestra en la figura:

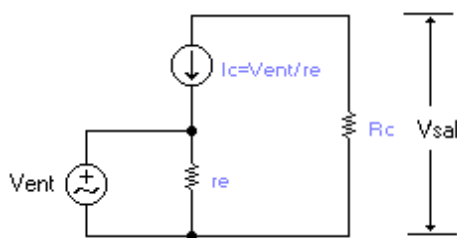


Figura D

En cualquier circuito, el voltaje aplicado a r_e es igual a V_{ent} . Esta idea debe afianzarse antes de seguir adelante.

La ley de Ohm indica que la corriente de ca de emisor es:

Como la corriente del colector es aproximadamente igual a la corriente de emisor:

El signo menos se usa para indicar la inversión de fase. En otras palabras, en el semiciclo positivo del voltaje de entrada aumenta la corriente de colector, produciendo el semiciclo negativo del voltaje de salida. Como $I_e = V_{in}/r_e$, se presenta entonces la siguiente ecuación

Reacomodando los terminos anteriores se obtiene la ganancia de voltaje:

El modelo de CA de una etapa de emisor común

El problema principia cuando se colocan etapas amplificadoras en serie; así se pueden obtener ganancias totales del orden de los miles. Pero antes de analizar amplificadores de multietapas, es necesario un circuito equivalente simple de ca para una etapa individual. Para obtener este modelo, debe conocerse la impedancia de entrada y salida.

Impedancia de entrada

La fuente de ca que excita un amplificador proporciona corriente alterna a esta. Normalmente, cuanto mas corriente consume el amplificador de la fuente, sera mejor. La impedancia de entrada de un amplificador determina la cantidad de corriente que toma el amplificador de la fuente de ca.

En la banda de frecuencia normal de un amplificador, en donde los capacitores de paso y acoplamiento aparentan ser cortocircuitos en ca y en donde cualquier otra reactancia es despreciable; la impedancia de entrada de ca se define como:

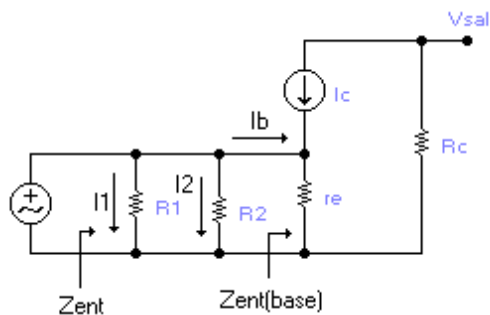


Figura E

En el amplificador de emisor a tierra, la fuente de ca ve los resistores de polarización en paralelo con el diodo emisor, como se muestra en la figura E. La corriente convencional I_1 fluye de R_1 , I_2 hacia R_2 , e I_b hacia la base (si se usa el flujo de electrones, deberán invertirse las flechas). La impedancia que se observa directamente hacia la base se simboliza como $Z_{ent(base)}$, y esta dada por

Según la ley de Ohm se sabe que

Debido a que $I_e = I_c + I_b$, esto se reduce a:

Entonces $Z_{ent(base)}$ fácilmente se simplifica a:

En síntesis, el amplificador emisor a tierra, tiene una impedancia de entrada de

Esta es una impedancia total de entrada porque incluye los resistores de polarización y la impedancia de la base del transistor.

Impedancia de salida

Ahora vease algo interesante en el lado de salida del amplificador, para lo cual este debe thevenizarse. El voltaje Thevenin que aparece en la salida es:

La impedancia de Thevenin es la combinación en paralelo de R_c y la impedancia interna de la fuente de corriente de colector. En el modelo Ebers–Moll la fuente de corriente de colector es ideal; por lo tanto, tiene una impedancia interna infinita. Esta es una aproximación, pero es satisfactoria para el trabajo preliminar. Así que la impedancia Thevenin es:

Etapas en cascada

Si se ha entendido todo hasta este punto, no debe haber problema con las etapas de emisor común en cascada. La idea aquí es utilizar la salida amplificada de una etapa así como la entrada de otra etapa. En esta forma se puede construir un amplificador de multietapas con una ganancia muy grande de voltaje.

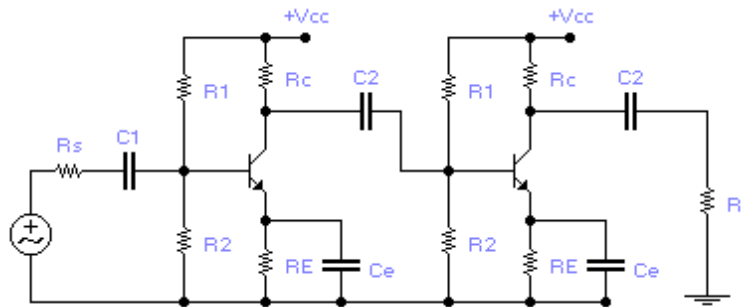


Figura F

La figura F, muestra un amplificador de dos etapas utilizando circuitos CE en cascada. Una fuente de ca con una resistencia de fuentes R_s , amplifica la señal, la cual se acopla a la siguiente etapa de CE. Entonces la señal es amplificada otra vez, para obtener la salida final considerablemente mayor que la señal de la fuente.

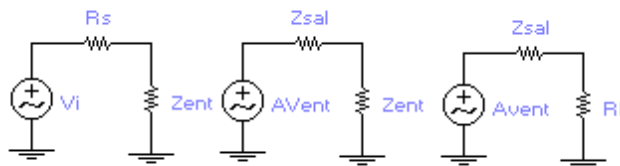


Figura G

La figura G muestra el modelo de ca para un amplificador de dos etapas. Cada etapa tiene una impedancia de entrada dada por la combinación en paralelo de R_1, R_2 y r_e . Igualmente, cada etapa tiene una ganancia de voltaje sin carga de $-R_c/r_e$ y una impedancia de salida de R_c . Por lo tanto, se efectúa el cálculo de Z_{ent} , A_v y Z_{sal} para cada etapa; entonces, analizando los efectos de la fuente y de la carga, se puede trabajar el voltaje de salida final. El mismo procedimiento se puede aplicar a cualquier número de etapas, algunas de las cuales pueden ser amplificadores minimizados.