

CARACTERISTICAS DEL BJT. AMPLIFICADOR EMISOR COMUN

Objetivos

* Familiarizar al estudiante con el uso de los manuales de los fabricantes de transistores bipolares (BJT) para entender y manejar sus especificaciones, y con la visualización de las curvas características de dichos dispositivos utilizando el osciloscopio en la modalidad X-Y.

* Realizar un análisis detallado del amplificador Emisor Común, utilizando el osciloscopio como herramienta fundamental para llevar a cabo las mediciones.

* Utilizar adecuadamente los programas de simulación disponibles como ayuda al análisis de los diferentes circuitos.

Preparación

1.- Busque las especificaciones de los dispositivos con los que va a trabajar. Haga un listado de las características más importantes que el fabricante especifica para estos dispositivos, incluyendo una breve explicación de su significado.

2.- Características de salida del transistor bipolar (BJT). Para el circuito de la Figura 3.1.a indique:

a) Por qué es importante que durante la realización de esta práctica el osciloscopio esté **flotando**.

b) Cómo va a obtener en la pantalla del osciloscopio las curvas características de salida del transistor bipolar, conformadas por la corriente de colector i_C vs. el voltaje colector-emisor v_{CE} , para diferentes valores de la corriente de base i_B . Indique si tiene que invertir alguno de los canales para observar la gráfica con la polaridad correcta.

c) Indique las mediciones que va a realizar para determinar los parámetros h_{oe} y h_{fe} en las curvas características de salida observadas en la pantalla del osciloscopio.

3.- Utilizando los valores indicados por su profesor, realice la simulación interactiva del circuito de la Figura 3.1.a en MULTISIM usando el osciloscopio Tektronix de la sección de instrumentos virtuales, a fin de observar en la pantalla las curvas características de salida del transistor bipolar.

4.- Características de entrada del transistor bipolar (BJT). Para el circuito de la Figura 3.1.b indique:

a) Cómo va a obtener en la pantalla del osciloscopio las curvas características de entrada del transistor bipolar, conformadas por la corriente de base i_B vs. el voltaje base-emisor v_{BE} , para diferentes valores de la corriente de colector i_C . Indique si tiene que invertir alguno de los canales para observar la gráfica con la polaridad correcta.

b) Indique las mediciones que va a realizar para determinar el parámetro h_{ie} en las curvas características de entrada observadas en la pantalla del osciloscopio.

5.- Utilizando los valores indicados por su profesor, realice la simulación interactiva del circuito de la Figura 3.1.b en MULTISIM usando el osciloscopio Tektronix de la sección de instrumentos virtuales, a fin de observar en la pantalla las curvas características de entrada del transistor bipolar.

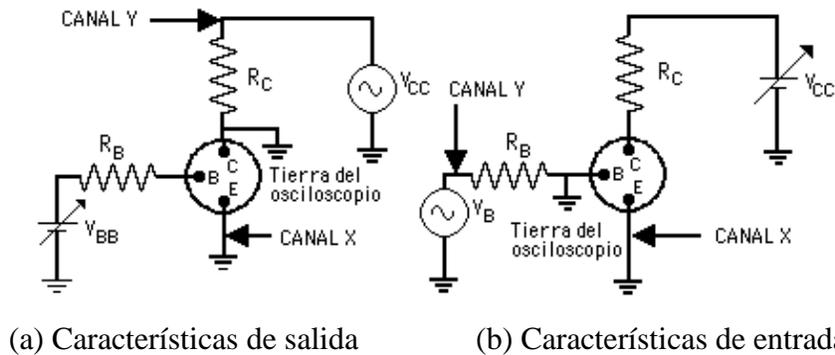


Figura 3.1.- Circuitos para determinar las curvas características de un transistor BJT

6.- Analice el amplificador Emisor Común presentado en la Figura 3.2 con los valores propuestos por su profesor, incluyendo los siguientes aspectos:

- a) El punto de operación, I_{CQ} y V_{CEQ} .
- b) El cálculo de la ganancia de voltaje A_V , la ganancia de corriente A_I , la resistencia de entrada R_i y la resistencia de salida R_o sin carga.

7.- Realice el análisis del circuito en MULTISIM para determinar el punto de operación y el voltaje de salida del amplificador Emisor Común cuando se introduce un voltaje de entrada específico, utilizando los valores indicados por su profesor. Incremente el voltaje del generador hasta obtener en la simulación el máximo voltaje de entrada v_{ipmax} que produce una señal de salida sin distorsión. A partir de los valores obtenidos en las simulaciones, determine la ganancia de voltaje A_V , la ganancia de corriente A_I , la resistencia de entrada R_i y la resistencia de salida R_o sin carga.

8.- Realice el análisis AC Sweep del circuito en MULTISIM para determinar la respuesta en frecuencia del amplificador Emisor Común utilizando los valores indicados por su profesor.

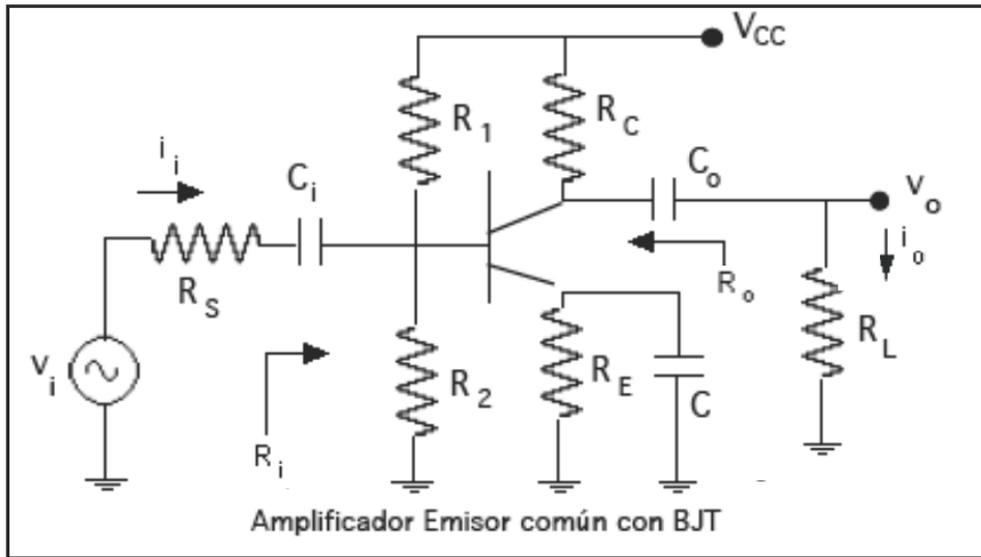


Figura 3.2 Amplificador Emisor Común

Grupo N° _____

Fecha _____

Nombre _____

Nombre _____

EC2014
Trabajo de Laboratorio y Resultados obtenidos
Práctica N° 3

- 1.- Recuerde que al entrar al laboratorio tiene que llenar la hoja de asistencia.
- 2.- Si al iniciar la práctica encuentra faltas ó fallas en el equipo o en partes del mesón de trabajo que le corresponde, notifíquelo inmediatamente al profesor.
- 3.- Monte el circuito de la Figura 3.1.a con los valores indicados por su profesor, sin conectar todavía las puntas de prueba del osciloscopio.
- 4.- Ajuste el valor del voltaje V_{BB} en la fuente DC según las indicaciones de su profesor sin encender todavía dicha fuente. Seleccione en el generador de funciones una señal sinusoidal de frecuencia alrededor de 1kHz y magnitud por ejemplo de 6Vpico, una componente DC de 6V, de forma que el voltaje V_{CC} varíe entre 0 y 12V (o cualquier otro valor que le indique su profesor). Mida estos valores con el osciloscopio y registre dichos valores en la siguiente tabla. **Antes de comenzar las mediciones sobre el circuito, recuerde que el osciloscopio DEBE ESTAR FLOTANDO.** Coloque las puntas de prueba del osciloscopio en las posiciones indicadas en la Figura 3.1.a y mantenga de momento la selección de la presentación de voltaje en función del tiempo en la pantalla del osciloscopio. Observe que, de acuerdo con la convención utilizada generalmente, la polaridad de la señal del canal CHY es positiva, mientras que la señal del canal CHX es negativa. Active el control de inversión de esta señal en el osciloscopio para tener ambas señales con polaridad positiva. Conecte la dos fuentes al circuito y enciéndalas simultáneamente. Como primer paso, observe simultáneamente las señales en ambos canales en función del tiempo, y anote sus observaciones sobre las mismas en el espacio correspondiente. Mida el voltaje máximo de dichas señales y regístrelo en la tabla.

Vmax generador	Vmin generador	Frecuencia	Vmax CHX	Vmax CHY

5.- A continuación seleccione la **presentación XY en el osciloscopio** y realice los siguientes ajustes: Coloque el acoplamiento GND en ambos canales y ubique el punto en la esquina inferior izquierda de la pantalla (recuerde que todas las señales van a ser positivas). Coloque el selector de acoplamiento de ambos canales a **DC**, ya que para observar correctamente la característica corriente-voltaje de un dispositivo hay que incluir las componentes DC y AC. En la pantalla aparecerá la curva característica de salida del transistor bipolar para los parámetros determinados. Para mejorar la imagen, modifique la frecuencia del generador de funciones hasta obtener la gráfica mas nítida posible. Registre la imagen observada, guardándola en un pen-drive o tomándole una foto, para poderla analizar posteriormente, anotando cuidadosamente el tipo de acoplamiento utilizado (DC) y las escalas tanto del amplificador vertical como del horizontal. Realice una medición indirecta de la corriente de base I_{B1} correspondiente a la curva que está observando, midiendo con el voltímetro digital el voltaje sobre la resistencia R_B y realizando la operación correspondiente. Anote sus observaciones.

6.- Modifique el valor de la corriente de base variando la fuente V_{BB} y observe la nueva curva que aparece en la pantalla del osciloscopio. Registre la imagen observada, guardándola en un pen-drive o tomándole una foto, para poderla analizar posteriormente, anotando cuidadosamente el tipo de acoplamiento utilizado (DC) y las escalas tanto del amplificador vertical como del horizontal. Repita este procedimiento para dos o tres valores más de la fuente V_{BB} .

7.- Sobre una de las curvas características de salida disponible en la pantalla y utilizando las facilidades del osciloscopio para realizar mediciones con mayor precisión, determine el parámetro h_{oe} , definido como la relación entre la variación de la corriente de colector ΔI_C (calculada tomando dos valores de voltaje en el eje vertical y dividiendo entre la resistencia R_C) y la variación del voltaje de colector-emisor ΔV_{CE} (calculada tomando dos valores de voltaje del eje horizontal), manteniendo constante la corriente de base I_B (calculada como el voltaje sobre R_B entre el valor de R_B cuando la fuente V_{BB} permanece en un valor fijo). Registre las mediciones en la siguiente tabla.

$I_B = V_{RB}/R_B$	$I_{C1} = V_1/R_C$	$I_{C2} = V_2/R_C$	ΔI_C	V_{CE1}	V_{CE2}	ΔV_{CE}	h_{oe}

8.- Determine el parámetro h_{fe} , definido como la relación entre la variación de la corriente de colector ΔI_C y la variación de la corriente de base ΔI_B , manteniendo constante el voltaje colector-emisor V_{CE} . Para ello seleccione un primer valor de la fuente V_{BB} , el cual define la corriente de base I_{B1} (calculada como el voltaje sobre R_B (V_{RB1}) dividido entre el valor de R_B) y sobre la curva observada en la pantalla realice una medición de la corriente de colector I_{C1} (tomando un valor de voltaje en el eje vertical y dividiendo entre la resistencia R_C) y su correspondiente voltaje V_{CE} en el

eje horizontal. Modifique ahora la fuente V_{BB} para obtener un segundo valor de la corriente de base I_{B2} y sobre la nueva curva observada en la pantalla del osciloscopio identifique el punto en el que el voltaje colector-emisor es igual al que se determinó en la medición anterior y mida la corriente de colector correspondiente I_{C2} . Registre las mediciones en la siguiente tabla.

V_{CE}	$I_{C1} = V_1/R_C$	$I_{C2} = V_2/R_C$	ΔI_C	$I_{B1} = V_{RB1}/R_B$	$I_{B2} = V_{RB2}/R_B$	ΔI_B	h_{fe}

9.- Monte el circuito de la Figura 3.1.b con los valores indicados por su profesor, sin conectar todavía las puntas de prueba del osciloscopio.

10.- Ajuste el valor del voltaje V_{CC} en la fuente DC según las indicaciones de su profesor sin encender todavía dicha fuente. Seleccione en el generador de funciones una señal sinusoidal de frecuencia alrededor de 1kHz y magnitud 1V V_{pico} , una componente DC de 1V, de forma que el voltaje V_{BB} varíe entre 0 y 2V. Mida estos valores con el osciloscopio y registre dichos valores en la siguiente tabla. **Antes de comenzar las mediciones sobre el circuito, recuerde que el osciloscopio DEBE ESTAR FLOTANDO.** Coloque las puntas de prueba del osciloscopio en las posiciones indicadas en la Figura 3.1.b y mantenga de momento la selección de la presentación de voltaje en función del tiempo en la pantalla del osciloscopio. Observe que, de acuerdo con la convención utilizada generalmente, la polaridad de la señal del canal CHY es positiva, mientras que la señal del canal CHX es negativa. Active el control de inversión de esta señal en el osciloscopio para tener ambas señales con polaridad positiva. Conecte la dos fuentes al circuito y enciéndalas simultáneamente. Como primer paso, observe simultáneamente las señales en ambos canales en función del tiempo, y anote sus observaciones sobre las mismas en el espacio correspondiente. Mida el voltaje máximo de dichas señales y regístrelo en la tabla.

V_{max} generador	V_{min} generador	Frecuencia	V_{max} CHX	V_{max} CHY

11.- A continuación seleccione la **presentación XY en el osciloscopio** y realice los siguientes ajustes: Coloque el acoplamiento GND en ambos canales y ubique el punto en la esquina inferior izquierda de la pantalla (recuerde que todas las señales van a ser positivas). Coloque el selector de acoplamiento de ambos canales a **DC**, ya que para observar correctamente la característica

corriente-voltaje de un dispositivo hay que incluir las componentes DC y AC. En la pantalla aparecerá la curva característica de entrada del transistor bipolar (correspondiente al diodo entre base y emisor). Para mejorar la imagen, modifique la frecuencia del generador de funciones hasta obtener la gráfica mas nítida posible. Registre la imagen observada, guardándola en un pen-drive o tomándole una foto, para poderla analizar posteriormente, anotando cuidadosamente el tipo de acoplamiento utilizado (DC) y las escalas tanto del amplificador vertical como del horizontal.

12.- Sobre las curva característica de entrada disponible en la pantalla y utilizando las facilidades del osciloscopio para realizar mediciones con mayor precisión, determine el parámetro h_{ie} , definido como la relación entre la variación del voltaje base-emisor ΔV_{BE} (calculada tomando dos valores de voltaje en el eje horizontal) y la variación de la corriente de base ΔI_B (calculada tomando dos valores de voltaje del eje vertical y dividiendo entre la resistencia R_B), manteniendo constante el voltaje colector-emisor. Registre las mediciones en la siguiente tabla.

V_{CE}	V_{BE1}	V_{BE2}	ΔV_{BE}	$I_{B1} = V_1 / R_B$	$I_{B2} = V_2 / R_B$	ΔI_B	h_{ie}

13.- Monte el amplificador Emisor Común presentado en la Figura 3.2 con los valores indicados por su profesor, encienda la fuente DC seleccionando previamente el valor de V_{CC} correspondiente y mida el punto de operación utilizando el multímetro digital.

V_{BEQ}	I_{CQ}	V_{CEQ}

14.- Al momento de aplicar las fuentes al circuito, recuerde que siempre debe encender primero la fuente DC y luego el generador de funciones. Para apagar primero se apaga el generador de funciones y luego la fuente DC. Una vez que el circuito está en el punto de operación medido en el punto anterior, seleccione en el generador de funciones el voltaje y la frecuencia de la señal de entrada y conéctelo al amplificador. Observe la señal de entrada y la de salida del amplificador para distintos voltajes pico de entrada. Registre las imágenes observadas, guardándolas en un pen-drive o tomándoles una foto, para poderlas analizar posteriormente, anotando cuidadosamente el tipo de acoplamiento utilizado y las escalas tanto del amplificador vertical como del horizontal.

Aumente la entrada hasta obtener la máxima salida sin distorsión y anote el correspondiente valor pico del voltaje de entrada.

V_{ipmax}

15.- Mida la ganancia de voltaje A_V , la ganancia de corriente A_I , la resistencia de entrada R_i y la resistencia de salida R_o sin carga para las condiciones indicadas por su profesor y registre los resultados de sus mediciones en las siguientes tablas. Incluya cualquier observación que juzgue de interés para explicar los resultados obtenidos.

V_i	V_o	$A_V = V_o / V_i$	i_i	i_o	$A_I = i_o / i_i$

V_i	i_i	$R_i = V_i / i_i$	v_C	i_C	$R_o = v_C / i_C$

16.- 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 indicado por su profesor, manteniendo constante el voltaje de entrada. Registre los resultados en la siguiente tabla. Experimente aumentando y disminuyendo los valores de la frecuencias de entrada por encima y por debajo de los valores indicados, observe el comportamiento del circuito bajo estas condiciones y anote sus comentarios.

Frecuencia	V_i	V_o	V_o/V_i	Desfasaje

17.- Al finalizar todas las mediciones, muéstreselas a su profesor para que le firme el trabajo en el laboratorio.

18.- Recuerde dejar el mesón ordenado al terminar la práctica y coloque los taburetes en su sitio.

Informe

Todo Informe debe atenerse a las normas generales establecidas por su profesor y en general debe incluir la Página de Presentación, la Descripción general del trabajo realizado, los Resultados obtenidos en el laboratorio, el Análisis de Resultados y Conclusiones, la Bibliografía y los Anexos. A continuación se presentan unos lineamientos para facilitar la redacción de cada una de las partes.

I. En la Descripción general del trabajo, describa los objetivos y procedimientos llevados a cabo para realizar la práctica a fin de analizar las características de salida y de entrada de un transistor bipolar y el estudio del funcionamiento de un amplificador emisor común.

II. En los Resultados, coloque el formulario llenado en el laboratorio y firmado por su profesor.

III. En el Análisis de Resultados y Conclusiones:

a) Coloque las características de salida y de entrada observadas en la pantalla del osciloscopio, compare las imágenes con las obtenidas en MULTISIM y escriba sus comentarios.

b) Compare valores de los parámetros obtenidos mediante las mediciones sobre las características de salida y de entrada del transistor bipolar con los presentados en la hoja de datos del dispositivo y anote sus comentarios.

c) Coloque los diagramas de las señales observadas en la pantalla del osciloscopio, comente sobre sus características, compare dichas formas de onda con las obtenidas en MULTISIM y escriba sus conclusiones.

d) Elabore el diagrama de la respuesta en frecuencia del amplificador emisor común a partir de los datos registrados en el laboratorio, compárelo con el obtenido con MULTISIM y escriba sus conclusiones.

e) Incluya sus conclusiones generales sobre los experimentos realizados. Haga un breve comentario sobre las aplicaciones de los circuitos analizados en esta práctica.

IV. En los Anexos, recuerde incluir las preparaciones de los miembros del grupo.

Bibliografía

1.- Guía Teórica versión electrónica, ubicada en la página web del laboratorio C, <http://www.labc.usb.ve>, enlace a "Página web de Asignaturas", EC2014 Laboratorio de Electrónica 2014.

2.- Hojas de especificaciones de los componentes seleccionados.