

PRACTICA N° 4

MEDICIONES DE LAS CARACTERISTICAS DE DISPOSITIVOS SEMICONDUCTORES

OBJETIVO

Familiarizar al estudiante con el uso de los manuales de los fabricantes de diodos, transistores bipolares y transistores tipo FET, y con la visualización de las curvas características de dichos dispositivos utilizando el osciloscopio, tanto real como virtual, en la modalidad X-Y.

PREPARACION

1.-Explique como opera el osciloscopio en la modalidad X-Y.

2.- Busque las especificaciones de los dispositivos con los que va a trabajar (un diodo zener de 4,7 V, un transistor bipolar npn y otro pnp de propósitos generales, un JFET canal n de propósitos generales, un MOSFET canal n de propósitos generales) y fotocopie las partes más importantes para tenerlas disponibles durante la realización de la práctica, o averigüe si dichas especificaciones están disponibles en línea a través de la red del laboratorio para que Ud. las pueda observar en la pantalla de su computador.

3.- Después de observar las Figuras de esta guía, indique:

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

b) Cuáles de las formas de onda producidas por el generador (sinusoidal, triangular o cuadrada) pueden utilizarse en esta práctica y cuál de ellas es la más conveniente para esta aplicación específica.

4.- Para el diodo zener:

a) Dado el circuito mostrado en la Figura 1 y las especificaciones del dispositivo a su disposición, determine el valor de la resistencia R y el valor pico de la amplitud que puede tener la señal producida por el generador para observar en el osciloscopio la curva característica i vs. v de este dispositivo.

b) Haga un diagrama de la señal que Ud. espera ver en la pantalla del osciloscopio, si las conexiones se realizan exactamente en la forma indicada en la Figura 1.

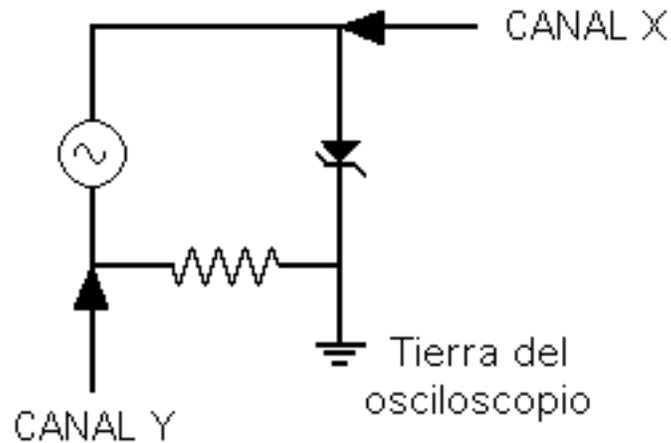


Figura 1.- Circuito para determinar las características i vs v de un diodo zener

c) Si su osciloscopio tiene la posibilidad de invertir uno de los canales, haga un diagrama del circuito indicando la forma de conectar el osciloscopio para obtener una curva característica con la misma orientación que las curvas características estándar de los manuales y libros de texto.

d) Indique las mediciones que va a realizar para determinar el voltaje de conducción, el voltaje de avalancha, la resistencia dinámica y la corriente inversa del zener bajo observación. Indique en qué forma puede realizar lecturas punto a punto para obtener con mayor precisión los datos necesarios a fin de determinar los parámetros pedidos.

e) Utilizando la hoja de cálculo, prepare las tablas para registrar las mediciones necesarias a fin de determinar los parámetros pedidos en el punto anterior. Incluya en dichas tablas los valores esperados, de acuerdo a las especificaciones del fabricante, y añada una columna para expresar el error porcentual entre los valores esperados y los medidos.

5.- Para el transistor bipolar npn:

Para enfatizar el punto de que en esta práctica se están analizando las características de los dispositivos y en ningún momento se pretende realizar circuitos amplificadores, tanto los transistores bipolares de la figura 2 como los JFET de la figura 3 se han dibujado como componentes físicos, indicando las letras de sus terminales, en lugar de utilizar su símbolo circuital correspondiente.

a) Dado los circuitos mostrados en la Figura 2 y las especificaciones del dispositivo a su disposición, determine el valor de las resistencias R_B y R_C , el valor

pico de la amplitud que puede tener la señal producida por el generador, y el conjunto de voltajes DC que tienen que aplicarse como V_{BB} y V_{CC} respectivamente, para observar en el osciloscopio las curvas características de salida i_C vs. v_{CE} con i_B como parámetro en el caso del circuito de la Figura 2.a, y las curvas características de entrada i_B vs. v_{BE} con v_{CE} como parámetro en el caso del circuito de la Figura 2.b.

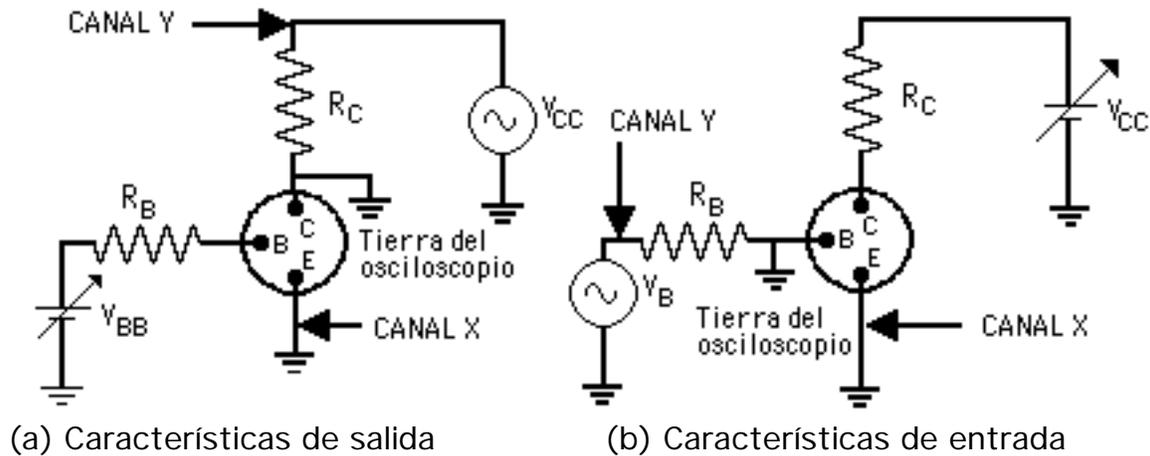


Figura 2.- Circuitos para determinar las características i vs v de un transistor bipolar

b) Haga un diagrama de las señales que Ud. espera ver en la pantalla del osciloscopio, si las conexiones se realizan exactamente en la forma indicada en los circuitos de la Figura 2.

c) Si su osciloscopio tiene la posibilidad de invertir uno de los canales, haga un diagrama de los circuitos indicando la forma de conectar el osciloscopio para obtener las curvas características con la misma orientación que las curvas estándar de los manuales y libros de texto.

d) Indique las mediciones que va a realizar para determinar los parámetros h_{ie} , h_{fe} y h_{oe} del transistor. Indique en qué forma puede realizar lecturas punto a punto para obtener con mayor precisión los datos necesarios a fin de determinar los parámetros pedidos.

e) Utilizando la hoja de cálculo, prepare las tablas para registrar las mediciones necesarias a fin de determinar los parámetros pedidos en el punto anterior. Incluya en dichas tablas los valores esperados, de acuerdo a las especificaciones del fabricante, y añada una columna para expresar el error porcentual entre los valores esperados y los medidos.

6.- Para el transistor bipolar pnp:

a) Indique las modificaciones que tienen que realizar en los componentes de los circuitos mostrados en la Figura 2 y en las conexiones del osciloscopio a los

circuitos para poder observar en la pantalla de este instrumento las curvas características de entrada y salida .

b) Si su osciloscopio tiene la posibilidad de invertir uno de los canales, haga un diagrama de los circuitos indicando la forma de conectar el osciloscopio para obtener las curvas características con la misma orientación que las curvas estándar de los manuales y libros de texto.

7.- Para el JFET canal n:

a) Dado los circuitos mostrados en la Figura 3 y las especificaciones del dispositivo a su disposición, determine el valor de las resistencias R_G , R_E y R_D , el valor pico de la amplitud que puede tener la señal producida por el generador, y el conjunto de voltajes DC que tienen que aplicarse como V_{GG} y V_{DD} respectivamente, para observar en el osciloscopio las curvas características de salida i_D vs. v_{DS} con v_{GS} como parámetro en el caso del circuito de la Figura 3.a, y las curvas características i_D vs. v_{GS} con v_{DS} como parámetro en el caso del circuito de la Figura 3.b.

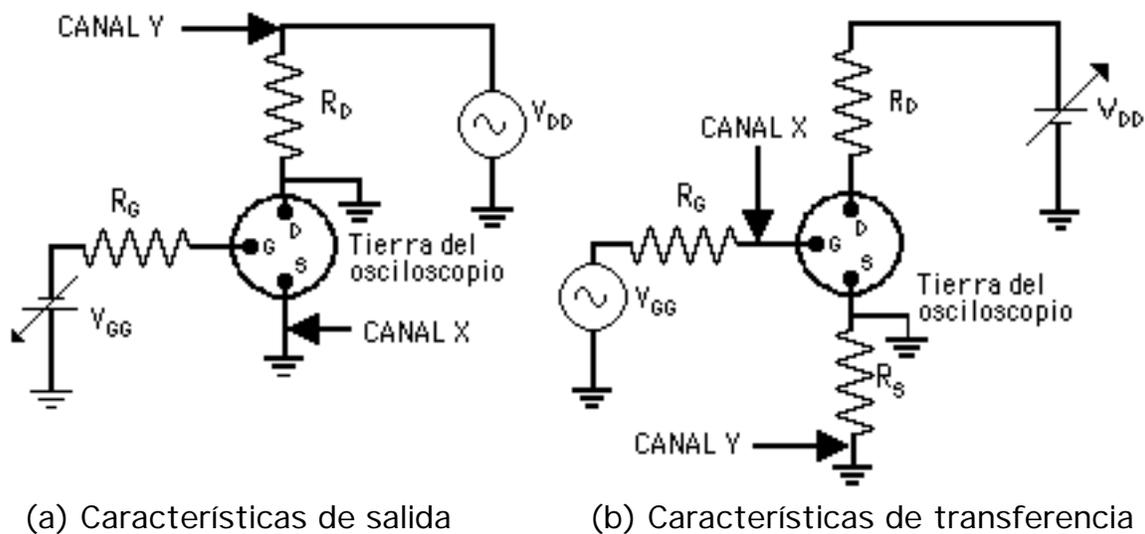


Figura 3.- Circuitos para determinar las características i vs v de un transistor FET

b) Haga un diagrama de las señales que Ud. espera ver en la pantalla del osciloscopio, si las conexiones se realizan exactamente en la forma indicada en los circuitos de la Figura 3.

c) Si su osciloscopio tiene la posibilidad de invertir uno de los canales, haga un diagrama de los circuitos indicando la forma de conectar el osciloscopio para obtener las curvas características con la misma orientación que las curvas estándar de los manuales y libros de texto.

d) Indique las mediciones que va a realizar para determinar los parámetros g_m y r_{ds} del JFET. Indique en qué forma puede realizar lecturas punto a

punto para obtener con mayor precisión los datos necesarios a fin de determinar los parámetros pedidos.

e) Utilizando la hoja de cálculo, prepare las tablas para registrar las mediciones necesarias a fin de determinar los parámetros pedidos en el punto anterior. Incluya en dichas tablas los valores esperados, de acuerdo a las especificaciones del fabricante y añada una columna para expresar el error porcentual entre los valores medidos y los esperados.

8.- Para el MOSFET canal n:

a) Indique las modificaciones que tienen que realizar en los componentes de los circuitos mostrados en la Figura 3 y en las conexiones del osciloscopio a los circuitos para poder observar en la pantalla de este instrumento las curvas características de entrada y salida .

b) Si su osciloscopio tiene la posibilidad de invertir uno de los canales, haga un diagrama de los circuitos indicando la forma de conectar el osciloscopio para obtener las curvas características con la misma orientación que las curvas estándar de los manuales y libros de texto.

TRABAJO EN EL LABORATORIO.

I. Curvas características del diodo zener. (Aproximadamente 40 minutos).

1.- Monte el circuito de la Figura 1 y obtenga en la pantalla del osciloscopio la curva característica de este dispositivo. Haga un diagrama en papel milimetrado. Si su osciloscopio tiene la posibilidad de invertir uno de los canales, obtenga la curva característica con la misma orientación que las curvas características estándar de los manuales y libros de texto. Identifique voltajes y corrientes clave en la curva dibujada.

2.- Realice las mediciones necesarias para obtener con la mayor exactitud posible los parámetros pedidos en la preparación. Registre los resultados obtenidos en las tablas preparadas con la hoja de cálculo. Anote cualquier observación que juzgue de interés para explicar los resultados obtenidos.

II. Curvas características del transistor npn. (Aproximadamente 70 minutos, incluyendo la parte opcional del pnp si se realiza).

1.- Monte el circuito de la Figura 2.a y obtenga en la pantalla del osciloscopio las curvas características de salida i_C vs. v_{CE} con i_B como parámetro. Haga un diagrama en papel milimetrado, identificando voltajes y corrientes clave en las curvas dibujadas. Si su osciloscopio tiene la posibilidad de invertir uno de los canales,

obtenga las curvas características con la misma orientación que las curvas características estándar de los manuales y libros de texto.

2.- Realice las mediciones necesarias para obtener con la mayor exactitud posible los parámetros pedidos en la preparación. Registre los resultados obtenidos en las tablas preparadas con la hoja de cálculo. Anote cualquier observación que juzgue de interés para explicar los resultados obtenidos.

3.- Monte el circuito de la Figura 2.b y obtenga en la pantalla del osciloscopio las curvas características de entrada i_B vs. V_{BE} con V_{CE} como parámetro. Haga un diagrama en papel milimetrado, identificando voltajes y corrientes clave en las curvas dibujadas. Si su osciloscopio tiene la posibilidad de invertir uno de los canales, obtenga las curvas características con la misma orientación que las curvas características estándar de los manuales y libros de texto.

4.- Realice las mediciones necesarias para obtener con la mayor exactitud posible los parámetros pedidos en la preparación. Registre los resultados obtenidos en las tablas preparadas con la hoja de cálculo. Anote cualquier observación que juzgue de interés para explicar los resultados obtenidos.

III. Curvas características del transistor pnp. (Opcional)

1.- Haga los cambios necesarios en el circuito de la Figura 2.a para el transistor pnp y obtenga en la pantalla del osciloscopio las curvas características de salida i_C vs. V_{CE} con i_B como parámetro. Haga un diagrama en papel milimetrado, identificando voltajes y corrientes clave en las curvas dibujadas. Si su osciloscopio tiene la posibilidad de invertir uno de los canales, obtenga las curvas características con la misma orientación que las curvas características estándar de los manuales y libros de texto.

2.- Haga los cambios necesarios en el circuito de la Figura 2.b para el transistor pnp y obtenga en la pantalla del osciloscopio las curvas características de entrada i_B vs. V_{BE} con V_{CE} como parámetro. Haga un diagrama en papel milimetrado, identificando voltajes y corrientes clave en las curvas dibujadas. Si su osciloscopio tiene la posibilidad de invertir uno de los canales, obtenga las curvas características con la misma orientación que las curvas características estándar de los manuales y libros de texto.

IV. Curvas características del JFET. (Aproximadamente 70 minutos, incluyendo la parte opcional del MOSFET si se realiza).

1.- Monte el circuito de la Figura 3.a y obtenga en la pantalla del osciloscopio las curvas características de salida i_D vs. V_{DS} con V_{GS} como parámetro. Haga un diagrama en papel milimetrado, identificando voltajes y corrientes clave en las curvas dibujadas. Si su osciloscopio tiene la posibilidad de invertir uno de los canales,

obtenga las curvas características con la misma orientación que las curvas características estándar de los manuales y libros de texto.

2.- Realice las mediciones necesarias para obtener con la mayor exactitud posible los parámetros pedidos en la preparación. Registre los resultados obtenidos en las tablas preparadas con la hoja de cálculo. Anote cualquier observación que juzgue de interés para explicar los resultados obtenidos.

3.- Monte el circuito de la Figura 3.b y obtenga en la pantalla del osciloscopio las curvas características i_D vs. V_{GS} con V_{DS} como parámetro. Haga un diagrama en papel milimetrado, identificando voltajes y corrientes clave en las curvas dibujadas. Si su osciloscopio tiene la posibilidad de invertir uno de los canales, obtenga las curvas características con la misma orientación que las curvas características estándar de los manuales y libros de texto.

4.- Realice las mediciones necesarias para obtener con la mayor exactitud posible los parámetros pedidos en la preparación. Registre los resultados obtenidos en las tablas preparadas con la hoja de cálculo. Anote cualquier observación que juzgue de interés para explicar los resultados obtenidos.

V. Curvas características del MOSFET canal n. (Opcional).

1.- Haga los cambios necesarios en el circuito de la Figura 3.a para el MOSFET canal n y obtenga en la pantalla del osciloscopio las curvas características de salida i_D vs. V_{DS} con V_{GS} como parámetro. Haga un diagrama en papel milimetrado, identificando voltajes y corrientes clave en las curvas dibujadas. Si su osciloscopio tiene la posibilidad de invertir uno de los canales, obtenga las curvas características con la misma orientación que las curvas características estándar de los manuales y libros de texto.

2.- Haga los cambios necesarios en el circuito de la Figura 3.b para el MOSFET canal n y obtenga en la pantalla del osciloscopio las curvas características i_D vs. V_{GS} con V_{DS} como parámetro. Haga un diagrama en papel milimetrado, identificando voltajes y corrientes clave en las curvas dibujadas. Si su osciloscopio tiene la posibilidad de invertir uno de los canales, obtenga las curvas características con la misma orientación que las curvas características estándar de los manuales y libros de texto.

VI. Trazador de curvas

Si en su laboratorio está disponible un trazador de curvas, observe las características de todos los componentes estudiados en la práctica y haga las anotaciones necesarias para establecer comparaciones entre estas medidas y las que Ud. ha realizado.

INFORME DE TRABAJO.

I.- En el Marco Teórico, haga un resumen de una página sobre el funcionamiento del osciloscopio en la modalidad X-Y y su aplicación para la observación de curvas características de los dispositivos semiconductores.

II. En la Metodología, describa muy brevemente los procedimientos y circuitos utilizados, indicando los valores nominales de los componentes empleados, las características de las formas de onda aplicadas con el generador de señales y la ubicación de los instrumentos de medición.

III. En los Resultados, coloque los datos y gráficos obtenidos en el laboratorio. Complete todas las tablas con los cálculos pertinentes (parámetros bajo medición), incluyendo los errores porcentuales con respecto a los valores indicados por los fabricantes.

IV. En el Análisis de Resultados, comente y justifique los resultados obtenidos para los parámetros medidos, indicando si se encuentran o no dentro de los rangos esperados.

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 la aplicabilidad de dichos procedimientos de medición .

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.- "Microelectronic Circuits, 4th edition", Sedra & Smith, Oxford University Press, 1998.

3.- Hojas de especificaciones de los componentes seleccionados.