

EL DIODO SEMICONDUCTOR

Objetivos

- 1.– Identificar los electrodos de un diodo (de Silicio o de Germanio).**
- 2.– Probar el estado de un diodo utilizando un ohmetro.**
- 3.– Obtener curvas características de un diodo.**

Introducción

Un diodo es un elemento de dos terminales cuya característica tensión–corriente no es lineal. Está formado por un cristal semiconductor dopado de tal manera que una mitad es tipo "p" y la otra "n", constituyendo una unión pn. La terminal que corresponde con la parte "p" se llama ánodo y el que coincide con la "n" es el cátodo.

El diodo está compuesto por un cristal de silicio o de germanio dopado, es decir, al que se le han incluido impurezas. El dopado del silicio (o del germanio) se realiza para variar sus propiedades de semiconductor.

Los átomos de estos semiconductores tienen cuatro electrones sueltos en su capa de valencia, lo cual les confiere sus cualidades semiconductoras, al unirse estos átomos de silicio o germanio por enlace covalente, quedan con la configuración electrónica de gas noble, es decir con ocho electrones de valencia en su última capa. Cuando dopamos estos cristales con átomos de más de cuatro electrones de valencia, quedan electrones sueltos de la capa de valencia al crear enlaces covalentes y cuando dopamos estos cristales con átomos de menos de cuatro electrones en su capa de valencia quedan huecos al crear estos enlaces covalentes.

Lado P y lado N del diodo.

Al lado del diodo dopado con átomos trivalentes (con tres electrones en su capa de valencia) se le llama lado P (positivo). Al silicio dopado con átomos pentavalentes se le llama semiconductor de tipo N (negativo).

El semiconductor de tipo P tiene más huecos aceptores de electrones que electrones libres, por lo que se dice que los huecos son los portadores mayoritarios y el semiconductor de tipo N tiene más electrones libres que huecos, por lo que estos son los portadores mayoritarios y los huecos los portadores minoritarios.

Comprobación de un diodo.

Conectando la sonda positiva del polímetro (en escala de Ohmios) en el extremo P del diodo y la negra en el extremo N, la resistencia debe de ser pequeña, si colocamos la sonda roja en el extremo N y la sonda negra en el extremo P, la resistencia debe de ser infinita.

Diodo rectificador.

El diodo más antiguo y utilizado es el diodo rectificador que conduce en un sentido, pero se opone a la circulación de corriente en el sentido opuesto.

Las características de su funcionamiento están definidas por una curva denominada curva característica del

diodo rectificador.

- Polarización inversa de un diodo. Se conecta una batería a los extremos del diodo, de manera la terminal negativa se una al ánodo y la positiva al cátodo. Se observa que a través del diodo fluye una pequeña corriente, denominada de fugas o corriente inversa de saturación del diodo. Esta corriente es muy pequeña, pero aumenta con la temperatura, por lo tanto la resistencia inversa del diodo disminuye con la temperatura. Esta corriente es independiente de la tensión aplicada, siempre que está sea menor a una valor denominado tensión de ruptura. A partir de esta tensión la corriente aumenta rápidamente con pequeños incrementos de tensión.
- Polarización directa de un diodo. Si se conecta la fuente de tensión al diodo de forma que el potencial negativo este unido al cátodo y el positivo al ánodo se dice que el diodo está en polarización directa. Al aplicar está tensión el diodo conduce.
- Tensión de codo, de partida o umbral. Es la tensión, en polarización directa, por debajo de la cual la corriente es muy pequeña (menos del 1% del máximo valor nominal). Por encima de esta tensión la corriente sube rápidamente. Esta tensión es de 0,2–0,3 V en los diodos de germanio y de 0,6–0,7 V en los de silicio.
- Resistencia interna. Cuando el diodo trabaja en la zona de polarización directa, con pequeñas variaciones de tensión la corriente aumenta rápidamente, lo único que se opone al paso de la corriente es la resistencia de las zonas "p" y "n". A la suma de estas resistencias se le llama resistencia interna del diodo, $r_B = r_p + r_n$. El valor de esta resistencia depende del nivel de dopado y del tamaño de las zonas "p" y "n". Normalmente la resistencia de los diodos rectificadores es menor de 1 ohmio.

Aproximaciones del diodo rectificador.

- Primera aproximación: el diodo ideal.

Es la aproximación más simple. Se utiliza para obtener respuestas rápidas y es muy útil para la detección de averías. Esta aproximación consiste en suponer que en la zona directa el diodo se comporta como un conductor perfecto, resistencia nula y en la zona inversa como un aislante perfecto, resistencia infinita. Cuando la tensión es muy elevada y la corriente muy pequeña el diodo real se comporta como un diodo ideal.

- Segunda aproximación.

En esta aproximación se tiene en cuenta la tensión de codo. Cuando menor es la tensión aplicada mayor es el error que se introduce con el modelo ideal, por lo cual este puede ser útil.

- Tercera aproximación.

Se tiene en cuenta la resistencia interna del diodo, r_B , además de la tensión de codo. Una vez que el diodo entra en conducción se considera que la tensión aumenta linealmente con la corriente.

Especificaciones de un diodo rectificador.

- Tensión inversa de ruptura: la tensión inversa de ruptura es la máxima tensión en sentido inverso que puede soportar un diodo sin entrar en conducción; esta tensión para un diodo rectificador es destructiva, por ello cuando se diseña un circuito siempre se utiliza un factor de seguridad que no está determinado, sino que depende del diseñador, así por ejemplo, si la hoja de características de un diodo expresa un valor para la tensión inversa de ruptura de 80 V, un diseñador muy conservador puede utilizar un factor de seguridad de 2. El diodo no soportará, en ningún caso, tensiones inversas superiores a 40 V.

- Corriente máxima de polarización directa: es el valor medio de corriente para el cual el diodo se quema debido a una excesiva disipación de potencia. Este valor nunca se debe alcanzar, por ello, al igual que en el caso de la tensión inversa de ruptura se utiliza en diseño un factor de seguridad que suele ser 2. Este valor está expresado en la hoja de características del diodo referido a alimentación monofásica, carga resistiva, 50 o 60 Hz y a 75 °C de temperatura.
- Caída de tensión con polarización directa: esta medida se realiza con una señal alterna y se obtiene la caída de tensión con polarización directa, para un valor determinado de corriente y una temperatura de 25 °C.
- Corriente inversa máxima: es la corriente con polarización inversa para una tensión continua determinada que viene indicada en la hoja de características del diodo. El valor de la corriente inversa se da para diferentes temperatura.

Diodo Zener.

El diodo Zener es un diodo de silicio que se ha diseñado para que trabaje en la zona de ruptura. Estos diodos funcionan mejor en la zona de ruptura que en la directa, se denominan también diodos de avalancha.

La zona de polarización directa en el diodo Zener funciona igual que un diodo rectificador. En la zona inversa, antes de llegar a la zona de ruptura circula una pequeña corriente inversa. Cuando se alcanza la tensión de ruptura, V_z , el diodo conduce manteniéndose la tensión prácticamente constante.

Dispositivo optoelectrónico.

Los dispositivos optoelectrónicos son aquellos que combinan la óptica con la electrónica.

Diodo emisor de luz o led.

Un led es un diodo trabajando en polarización directa, el cual en lugar de disipar la energía en forma de calor, lo hace en forma de luz. Este tipo de diodos están fabricados de galio, arsénico o fósforo y la caída de tensión en polarización directa suele ser de unos 2 V.

Los led pueden radiar luz roja, verde, amarilla, naranja o infrarroja (invisible). Los led que producen una radiación visible se utilizan en los instrumentos, mientras que los de radiación invisible encuentran su aplicación en los sistemas de alarma antirrobo principalmente.

Fotodiodo.

Son diodos que trabajan en la zona inversa y en los que a través de una ventana se permite que pase la luz por el encapsulado hasta la unión pn. Con esto se consigue que aumente el número de portadores aumentando la corriente inversa. A mayor intensidad de luz, mayor corriente inversa.

Optoacoplador.

Un optoacoplador se denomina también optoaislador o aislador acoplado ópticamente y combina un led con un fotodiodo en un solo encapsulado.

El led está situado a la entrada y la luz que emite incide sobre el fotodiodo, aumentando su corriente inversa.

Diodo Schottky.

El diodo Schottky es un diodo especial en el que no existe el almacenamiento de cargas y conmuta más rápido

que un diodo normal, por lo que se emplea para frecuencias mayores a 10 MHz. A bajas frecuencias (por debajo de 10 MHz) un diodo normal puede conmutar bien cuando la polarización pasa de directo a inverso, pero conforme aumenta la frecuencia, el diodo llega a un punto en el que no puede conmutar lo suficientemente rápido para evitar una corriente considerable durante parte del semiciclo inverso. Este efecto se conoce como almacenamiento de cargas e impone un límite a la frecuencia útil de los diodos normales. El tiempo que tarda en conmutar un diodo que está polarizado directamente se denomina tiempo de recuperación inversa. Este tipo de diodos puede trabajar hasta frecuencias de 300 MHz. Su aplicación se encuentra en los ordenadores. Un diodo Schottky tiene una caída de tensión en polarización directa de 0,25 V.

Equipo y material

1 Fuente de Alimentación de Corriente Directa Variable

2 Multímetros digitales

1 Diodo de Silicio 200 Volts, 1 Ampere (1N40001)

1 Resistencia de 10 k a 20 Watts

Desarrollo

Primeramente verificamos el diodo con el multímetro digital, como ohmetro. Para verificar la resistencia del diodo, primero colocamos la punta positiva en el ánodo y la punta negativa en el cátodo (polarización directa) y obtuvimos la lectura de 2.03 M . Luego colocamos el ohmetro en una polarización inversa y obtuvimos que la resistencia del mismo era infinita.

Posteriormente armamos un circuito serie, colocando el multímetro digital (como amperímetro) al positivo de la fuente, luego se conectó la resistencia de 10 k , y finalmente el diodo con una polarización directa, regresando la conexión a la fuente.

Posteriormente fuimos variando el voltaje aplicado, obteniendo las lecturas de voltaje en la resistencia, en el diodo y la corriente en el circuito.

Conclusiones y Resultados

Los lecturas que obtuvimos fueron las siguientes:

Voltaje Aplicado	Voltaje presente	Voltaje presente	Corriente
[V]	en la resistencia [V]	en el diodo [mV]	[mA]
0.5	0.0851	423.2	0.037
1	0.5009	496.1	0.229
2	1.443	545.5	0.66
3	2.426	570.9	1.113
5	4.402	600.6	2.021
5.5	4.897	604.6	2.25
10	9.379	637.6	4.317
15	14.39	657.2	6.634
20	19.35	672.4	8.951
25	24.33	681.7	11.28

Se puede observar claramente que a mayor voltaje aplicado, el voltaje presente en la resistencia aumentaba rápidamente, mientras que el diodo aumentaba relativamente poco.

Posteriormente se obtuvo la gráfica de el voltaje aplicado con respecto a las lecturas de la corriente del circuito. Se observa la relación lineal entre el voltaje aplicado y la corriente en el circuito.

También se obtuvo la gráfica de la corriente del circuito con respecto al voltaje presente en el diodo. En esta curva se puede apreciar claramente como el diodo se comporta, (en contraste de cómo actúa una resistencia y su relación lineal entre el voltaje y la corriente) al incrementar el voltaje, vemos que da paso a una corriente mucho mayor.