

## Práctica N° 4

### DIODOS Y APLICACIONES

#### 1.- INTRODUCCION

El objetivo Los elementos que conforman un circuito se pueden caracterizar por ser o no lineales, según como sea la relación entre voltaje y corriente entre sus extremos. Los elementos lineales de uso más común son las resistencias, capacitores o bobinas, como vimos en la práctica No. 1, mientras que el diodo es un elemento no lineal (no óhmico) que por sus características presenta muchas aplicaciones, por ejemplo en rectificadores de voltaje, transistores y puertas lógicas, entre otras.

En esta práctica se estudiarán circuitos con diodos semiconductores: se implementará un rectificador de media onda y uno de onda completa. A continuación se presentan las características más importantes de los diodos, así como las propiedades básicas de los materiales semiconductores. Se recomienda, para profundizar en el tema, acceder a la bibliografía que aparece al final.

#### 2.- FUNDAMENTO TEORICO

Los diodos se caracterizan por tener una relación no lineal entre la corriente y la diferencia de potencial entre sus extremos. Tienen amplia aplicación en los circuitos electrónicos prácticos.

A continuación se examinarán las propiedades de un elemento de circuito no lineal muy importante: el rectificador de diodo.

El término diodo proviene del hecho de que los rectificadores tienen dos terminales activos, o electrodos. El rectificador es no lineal por dejar pasar una corriente más intensa para una polaridad de la tensión aplicada que para la polaridad opuesta. En efecto, un rectificador ideal tiene una resistencia nula en un sentido y resistencia infinita en el opuesto, según indica la Figura 1: gráfica de intensidad-tensión característica.

Si se intercala un rectificador con un circuito de C.A., la intensidad de la corriente será nula mientras la polaridad de la tensión aplicada al rectificador tenga el sentido opuesto al favorable. Por tanto, sólo circulará corriente en un sentido y se dice que se ha rectificado la corriente alterna.

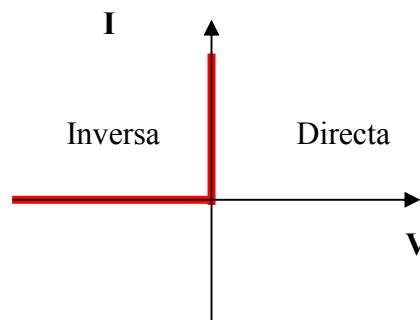


Figura 1.

Característica intensidad-tensión de un rectificador ideal

Una de las principales aplicaciones de los rectificadores la constituyen los circuitos de alimentación de potencia que convierten las tensiones alternas de línea en continua, adecuada para el funcionamiento de los dispositivos eléctricos y electrónicos. En la alimentación de potencia se emplean corrientemente dos tipos de rectificadores: el de

diodo de vacío y el de diodo de unión semiconductor. A causa de sus muchas ventajas, el diodo de unión es el más utilizado en la mayoría de los dispositivos en la actualidad.

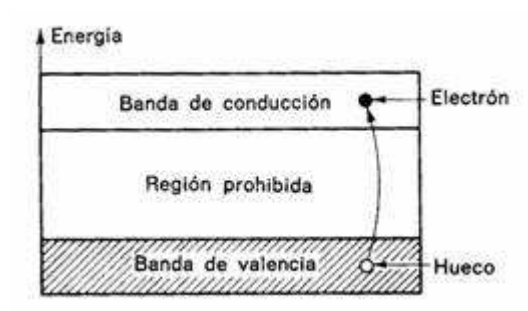
### 2.1. - Teoría del diodo semiconductor.

Los diodos están compuestos en su interior de materiales semiconductores, siendo los más usados el silicio o el germanio. Así, para entender el funcionamiento de un diodo, hay que estudiar los materiales semiconductores. Brevemente expondremos aquí el mecanismo de conducción en diodos.

Las propiedades de todo material sólido dependen de los átomos que lo constituyen y de cómo se agrupan éstos, o sea de la estructura cristalina. Para visualizar las propiedades eléctricas de los distintos materiales resulta útil el modelo de bandas de energía. Para un átomo aislado existen niveles discretos de energía permitida para los electrones. En los sólidos, los niveles de energía permitidos a los electrones consisten en bandas continuas, separadas por bandas de energía prohibida. La banda energética inferior es la llamada banda de valencia, y la superior banda de conducción. Entre estas dos bandas se encuentra la banda prohibida de energía.

Para los metales existe un solapamiento entre la banda de conducción y la de valencia. Al no existir zona prohibida los electrones pueden moverse libremente por el sólido al aplicarse un campo eléctrico, y por lo tanto el material es un buen conductor.

Los aisladores se caracterizan por una zona prohibida ancha, mientras que para los semiconductores la banda prohibida es estrecha, ver figura 2.



**Figura 2**

Bandas de energía de un semiconductor a temperatura ambiente.

A la temperatura de 0 K los semiconductores tienen todos sus electrones en la banda de valencia, y la de conducción está vacía. A temperatura ambiente, debido a la excitación térmica, algunos electrones tienen energía suficiente para pasar a la banda de conducción. Los semiconductores son por lo tanto peores conductores que los metales pero mejores que los aisladores.

La corriente en un semiconductor puede darse por dos motivos: por un flujo de electrones negativos, similar a la corriente en un conductor, o por el movimiento de huecos, o sea lugares donde falta un electrón, en dirección opuesta. Puesto que los huecos representan la carencia de un electrón, el movimiento de estos se puede considerar como una corriente de cargas positivas.

El material semiconductor en que la corriente es debida al movimiento de cargas negativas es llamado semiconductor **N**, en tanto cuando la conducción se debe al movimiento de los huecos es llamado semiconductor **P**.

### 2.2. - Diodo de unión.

Las propiedades eléctricas de los semiconductores se ven muy alteradas cuando al cristal se incorporan átomos de otro material llamados impurezas.

Para construir un diodo se le agrega al silicio átomos de otro elemento, por ejemplo boro. A este proceso se le llama dopado. El boro se llama material aceptor porque puede aceptar átomos de la banda de valencia del silicio. Luego de este proceso, el material dopado resulta ser semiconductor **P** (se dice que tiene excesos de cargas positivas: “huecos”), el cual es buen conductor al ser aplicado un campo eléctrico.

Ahora tomamos otro trozo de silicio y le agregamos átomos de fósforo. El fósforo se llama material donador, porque puede ceder electrones a la banda de conducción del silicio, resultando el compuesto un semiconductor **N** (se dice que tiene excesos de cargas negativas: “electrones”). Los diodos de unión consisten en materiales tipo **P** y **N** unidos. Considerado aislado, tanto un material **P** como uno **N** será **puramente resistivo**, o sea si se invierte el sentido de la polaridad de la fuente, la corriente solo cambiará de signo pero su magnitud no se verá afectada.

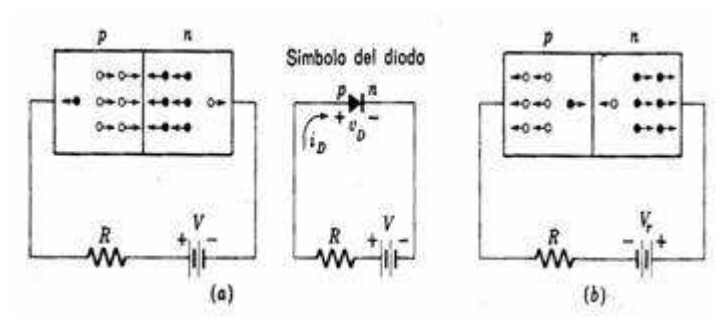
Pero al unir un material **P** con un **N**, se alteran completamente las propiedades de la siguiente forma: cuando la terminal positiva de la fuente es conectada al material **P** y la negativa al **N**, los electrones libres del lado **N** son atraídos a través de la unión hacia el contacto positivo, y los huecos positivos del lado **P** son atraídos en sentido opuesto, hacia el contacto negativo. Esto recibe el nombre de polarización directa. Aplicando una pequeña tensión, circula una alta corriente, siendo la resistencia directa muy baja.

Si ahora invertimos las conexiones de la fuente, los huecos del lado **P** tienden a alejarse de la unión hacia la terminal negativa, y los electrones del lado **N** tienden también a separarse de la unión, hacia el terminal positivo, por lo que no circula corriente a través de la unión. Este es el sentido de no conducción o inverso, donde no existe corriente aunque se aplique un voltaje muy elevado. (en la práctica continúa existiendo una pequeña corriente, del orden de  $10^{-8}$  A)

Todo lo descrito anteriormente está representado en la Figura 3.

La unión entre una región del tipo **n** y una región del tipo **p** en un cristal semiconductor recibe el nombre de unión **pn**.

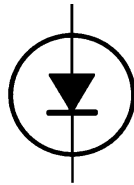
Los diodos tienen muchas aplicaciones, pero una de las más comunes como veremos a lo largo de la practica es el proceso de conversión de corriente alterna (C.A.) a corriente continua (C.C.). En este caso se utiliza el diodo como rectificador.



**Figura 3**

Diodo de unión: (a) polarización directa, (b) polarización inversa

El símbolo para todos los diodos semiconductores, representado en la figura 5, tiene una flecha para indicar el sentido convencional de la corriente directa.



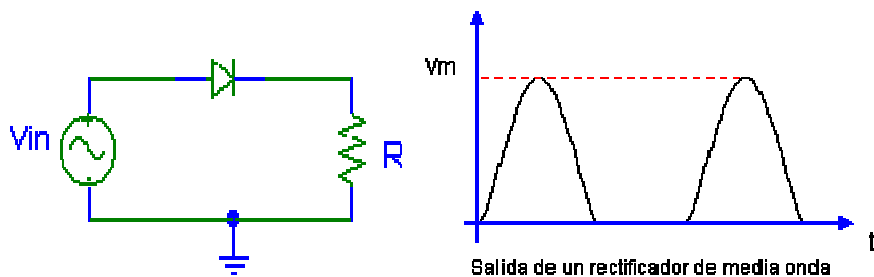
**Figura 5**  
Símbolo para el diodo semiconductor.

#### 2.4. - Aplicación: Rectificador de media onda.

Una de las aplicaciones del diodo semiconductor es la llamada rectificación, que consiste en la producción de tensión continua, a partir de una fuente de tensión alterna. Un rectificador de media onda está constituido por un diodo en serie con un generador y una resistencia. Si el circuito se alimenta con una fuente de voltaje sinusoidal, en un semiciclo el diodo conducirá y se tendrá a la salida un voltaje sinusoidal, y en el semiciclo siguiente el diodo no conduce y la diferencia de potencial entre sus extremos será cero.

La señal de entrada, por ser una senoide tiene valor medio cero, y por lo tanto no tiene componente de continua. El valor medio de la señal de salida ya no será cero con lo que se logra obtener a través del rectificador una señal, cuya frecuencia es la mitad de la de entrada, y que tiene una componente continua.

El circuito más simple que puede convertir corriente alterna en corriente directa es el rectificador de media onda. Este tipo de rectificador deja pasar un semiciclo de la onda de entrada, es por esto que a su salida, se tiene un voltaje pulsante con una frecuencia de 50 Hz. El circuito correspondiente es el siguiente:



**Figura 6**  
(a) Circuito para rectificación del diodo, (b) Curva de rectificación de tensión en función del tiempo.

A pesar de su sensibilidad a la temperatura, característica que es común a la mayoría de los dispositivos semiconductores, los diodos de unión constituyen rectificadores extraordinariamente buenos y gozan de muy amplia aplicación. Los dispositivos prácticos están perfectamente capsulados con el fin de proteger de la contaminación a la superficie del semiconductor.

### 3.- PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.

Nota: Antes de comenzar a medir se deberá discutir:

- Especificaciones del diodo
- Máximos valores de voltaje y corriente que soporta el diodo

- En que rango de voltaje de entrada se trabajará, según las características del diodo

### 3.1 - Aplicación: Rectificador de media onda

- Implementar un rectificador de media onda.
- Medir voltaje de la fuente y en el diodo, discuta.

### 3.2 - Aplicación: Rectificador de onda completa

- Discutir como diseñar un rectificador de onda completa.
- Implementar una fuente de corriente continua a partir de una alterna utilizando un rectificador de onda completa.
- ¿Cómo es posible eliminar el ruido en la señal de corriente?

## 4.- BIBLIOGRAFÍA

- BROPHY, **Electrónica fundamental para científicos**. Ed. Reverté, 1979.
- SHILLING, BELOVE, **Circuitos electrónicos**. Boixareu Editores, 1985.
- HIBBERD, **Circuitos integrados**. Boixareu Editores, 1973.
- HEMENWAY, HENRY, CAULTON, **Física Electrónica**. Limusa, 1992.

<http://www.wikiciencia.org/electronica/semi/diodos/index.php>