



**Mi Universidad**

## **Ensayo**

*Nombre del Alumno: Francisco Lopez Argueta*

*Nombre del tema: ensayo bloque II*

*Nombre de la Materia: electronica I*

*Nombre de la profesor: juan jose Ojeda trujillo*

*Nombre de la Licenciatura: Ingeniería en Sistemas Computacionales*

*Cuatrimestre: 5to*

*Lugar y Fecha de elaboración  
Comitán de Domínguez 26/01/25*

## **INTRODUCCION:**

La electrónica es el campo de la ingeniería y de la física aplicada relativo al diseño y aplicación de dispositivos, en general circuitos electrónicos, cuyo funcionamiento depende del flujo de electrones para la generación, transmisión, recepción y almacenamiento de información, entre otros. Esta información puede consistir en voz o música en un receptor de radio, en una imagen en una pantalla de televisión o en números u otros datos en un ordenador o computadora.

¿Qué es la electricidad? ¿Cómo se produce? ¿Cuál es su naturaleza?

Intentaremos responder a todas estas preguntas en este módulo. El átomo será el elemento básico de todo el proceso; por eso, hay que empezar con el estudio de su estructura. La palabra átomo significa indivisible en griego y así se consideró durante mucho tiempo. Posteriormente, los trabajos de Rutherford, Bohr y otros investigadores revelaron que está formado por partículas subatómicas mucho más pequeñas, como por ejemplo los electrones, los protones, los neutrones, los positrones, los mesones, los neutrinos o los antiprotones

## Índice

Teorías de bandas de energía de los cristales-----	
Dopaje de semiconductores-----	
Ley de acción de masas-----	
Movilidad y conductividad de carga de un semiconductor extrínseco—	
Difusión de portadores en un semiconductor graduado -----	
La ecuación de continuidad-----	
Inyección de portadores minoritarios en un semiconductor extrínseco---	
Estructura de los semiconductores-----	
Transporte de cargas en un semiconductor-----	

## **TEORÍAS DE BANDAS DE ENERGÍA DE LOS CRISTALES**

La teoría de bandas se utiliza para explicar cómo los átomos metálicos se unen entre sí y por qué son tan buenos conductores de la electricidad mientras que otros materiales son aislantes. En otras palabras, es una teoría que explica cómo funciona el enlace metálico.

En cualquier trozo de metal, como en un clavo o en un pedazo de cable de cobre, por ejemplo, los átomos se encuentran muy unidos y muy cercanos unos de otros. Según la teoría de bandas, debido a esta cercanía, sus orbitales atómicos (el lugar donde se encuentran sus electrones) se mezclan para formar un solo orbital gigante que se asemeja más a una “banda” que a un orbital.

Cuando esto sucede, se forman básicamente dos bandas que son la Banda de Valencia y la Banda de Conducción (por eso el plural en teoría de bandas).



### **La banda de valencia**

Esta banda se forma por la combinación de los orbitales de valencia de cada átomo. Estos son los últimos orbitales que están ocupados por electrones en cada átomo individual.

La banda de valencia es el lugar donde se encuentran los electrones de un metal cuando los átomos están relajados. Es decir, cuando no se han excitado por la aplicación de un potencial eléctrico, por ejemplo.

### **La banda de conducción**

La banda de conducción se forma por la combinación de los primeros orbitales desocupados o vacíos de cada átomo. Por lo general, la banda de conducción está formada por orbitales p o d que se solapan unos con otros de manera lateral. Esto da origen a una banda que se asemeja a una autopista que pasa por el espacio que está encima y por debajo de las capas de átomos.

Cuando un electrón entra en la capa de conducción, se dice que está “deslocalizado”, ya que se puede mover libremente de un lado a otro, y no se encuentra localizado alrededor de ningún átomo en particular.

### **Una analogía útil**

Para comprender mejor cómo es la estructura de las bandas que se forman en los metales, resulta conveniente utilizar algunas analogías.

## **DOPLAJE DE SEMICONDUCTORES**

Un **semiconductor dopado**, es un semiconductor, que fue **dopado intencionalmente con** el fin de modular sus propiedades eléctricas, ópticas y estructurales. En el caso de detectores de semiconductores de radiación ionizante, el dopaje es la introducción intencional de impurezas en un semiconductor intrínseco con el fin de cambiar sus propiedades eléctricas. Por lo tanto, los semiconductores intrínsecos también se conocen como semiconductores puros o semiconductores de tipo i.

La adición de un pequeño porcentaje de átomos extraños en la red cristalina regular de silicio o germanio produce cambios dramáticos en sus propiedades eléctricas, ya que estos átomos extraños incorporados en la estructura cristalina del semiconductor proporcionan **portadores de carga libre** (electrones o agujeros de electrones) en el semiconductor. En un semiconductor extrínseco, son estos átomos dopantes extraños en la red cristalina los que proporcionan principalmente los portadores de carga que transportan corriente eléctrica a través del cristal. En general, hay dos tipos de átomos dopantes que dan como resultado dos tipos de semiconductores extrínsecos. Estos dopantes que producen los cambios controlados deseados se clasifican como **aceptores o donantes de electrones**. y los semiconductores dopados correspondientes se conocen como:

- **Semiconductores de tipo n.**
- **Semiconductores tipo p.**

**Los semiconductores extrínsecos** son componentes de muchos dispositivos eléctricos comunes, así como de muchos detectores de radiación ionizante. Para estos fines, un diodo semiconductor (dispositivos que permiten la corriente en una sola dirección) generalmente consta de semiconductores tipo p y tipo n colocados en unión entre sí.

## **LEY DE ACCIÓN DE MASAS**

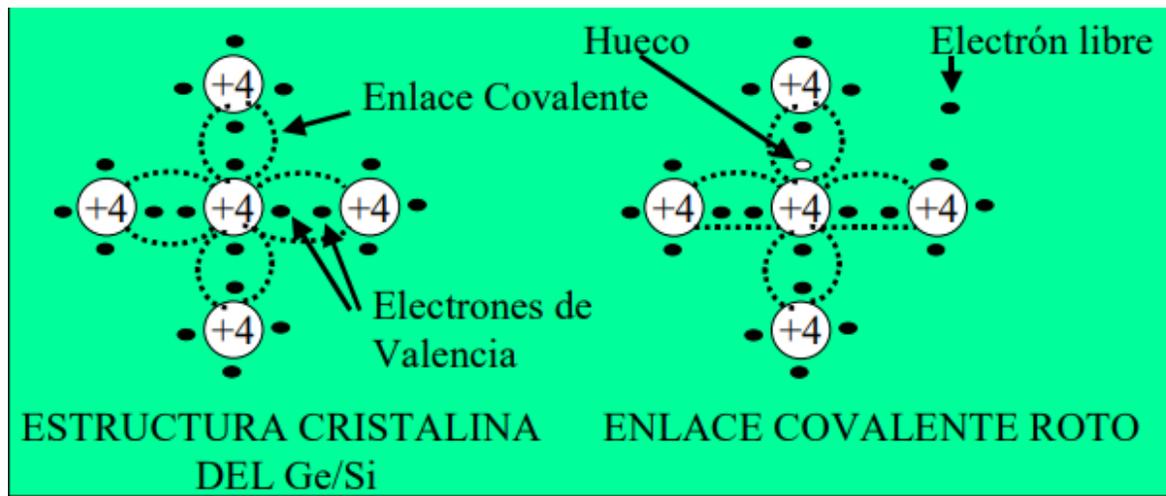
La **ley de acción de masas** establece que la velocidad de una reacción depende de la concentración de sus reactantes elevadas a sus coeficientes estequiométricos. Esta ley permite relacionar entre sí las concentraciones en el equilibrio de los reactantes y productos de una reacción química reversible. En otras palabras, establece la fórmula de la constante de equilibrio

La ley de acción de masas la enunciaron los químicos noruegos (y además cuñados) Cato M. Guldberg (1836-1902) y Peter Waage (1833-1900) en 1864. Esta es una de las leyes fundamentales de la química, ya que nos permite calcular las concentraciones finales en el equilibrio a partir de las cantidades iniciales. Además de esto, la ley de acción de masas también nos permite entender de forma sencilla los efectos que tienen los cambios en las concentraciones de cualquiera de las especies sobre el equilibrio. En otras palabras, nos permite entender cómo funcionan los principios de Le Chatelier.

A pesar de llamarse “ley de acción de masas”, en realidad no se refiere a las masas de los reactantes y productos, sino, más bien, a sus concentraciones. La

razón por la que se llama ley de acción de masa y no ley de acción de concentraciones es porque a la concentración se le solía llamar “masa activa”.

## MOVILIDAD Y CONDUCTIVIDAD DE CARGA DE UN SEMICONDUCTOR EXTRÍNSECO



Hueco: Enlace covalente roto A 0 °K los semiconductores intrínsecos son aislantes. A temperatura ambiente existen electrones libres y huecos resultantes del aporte de energía térmica. El mecanismo de desplazamiento de un hueco no implica electrones libres y supone un movimiento de cargas positivas. En un semiconductor intrínseco la concentración de electrones libres ( $n$ ) es igual a la de huecos ( $p$ ) e igual a su vez a la concentración intrínseca.  $n = p = n_i$   
 Recombinación: Desaparición de pares de electrón-hueco

## DIFUSIÓN DE PORTADORES EN UN SEMICONDUCTOR GRADUADO

Diffusion  
 Overview

1. Cuando la luz incide sobre una célula solar, los portadores se consiguen generan en esa superficie, pero no en la mayor parte de la célula solar. Esto crea un gradiente de concentración de portadores en los semiconductores
2. Cuando existe un gradiente de concentración de portadores en el semiconductor, debido al movimiento aleatorio, los portadores tendrán un movimiento neto de las zonas de concentración de portadores de alta a las zonas de baja concentración en el proceso de difusión.
3. Con el tiempo, estos portadores se difundirán por toda la célula hasta que la concentración sea uniforme.

El movimiento aleatorio constante de portadores puede conducir a un movimiento neto de los portadores si una región en particular tiene una mayor concentración de portadores que otra región (un gradiente de concentración entre la región de alta concentración de portadores y la región de baja concentración de portadores). Por tanto, el movimiento neto de portadores va de las zonas de alta concentración a las de baja. **Si dejamos actuar a este movimiento aleatorio, con el tiempo, los portadores se distribuirán uniformemente en el espacio a través del movimiento al azar.** Esto se puede ver en la animación debajo.

La velocidad a la que se produce la difusión depende de la velocidad a la que los portadores se mueven y de la distancia entre los eventos de dispersión. Se denomina difusividad y se mide en  $\text{cm}^2\text{s}^{-1}$ . Los valores para el silicio, el material semiconductor más utilizado para las células solares, se dan en el [apéndice](#). Debido a que elevando la temperatura aumentará la velocidad térmica de los portadores, la difusión se produce más rápido a temperaturas más altas. Un efecto importante de la difusión es que, con el tiempo, se nivela las concentraciones de portadores en un dispositivo, como los inducidos por generación y recombinación, si ninguna fuerza externa se aplica al dispositivo. Esto se muestra en la siguiente animación en la que una región del dispositivo tiene una alta concentración de electrones y el otro tiene una alta concentración de huecos. Debido al movimiento puramente aleatorio de los portadores, las dos concentraciones serán uniformes en todo el material, con el paso del tiempo.

## LA ECUACIÓN DE CONTINUIDAD

La **ecuación de continuidad**, para un fluido incompresible, establece que la masa total de un fluido que circula por un tubo, sin pérdidas ni ganancias, se mantiene constante. En otras palabras, la masa se conserva sin cambios a medida que el fluido se desplaza

Un fluido incompresible es aquel cuya [densidad](#) permanece aproximadamente constante mientras fluye. Por ejemplo, el agua es un líquido considerado incompresible bajo condiciones estándar de presión y temperatura.

Hay una forma matemática de expresar la conservación de la masa, en la ecuación de continuidad, dada por:

$$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$$

Donde  $v_1$  y  $v_2$  representan la velocidad del fluido en dos secciones de una tubería, mientras que  $A_1$  y  $A_2$  son las respectivas áreas de sección transversal.

El producto del área de sección transversal por la velocidad recibe el nombre de *caudal* y la ecuación de continuidad implica que, a todo lo largo de la tubería, el caudal es constante. Al caudal también se le conoce como *razón de flujo de volumen*, se comprende al observar con cuidado la expresión anterior, cuyas dimensiones son de volumen por unidad de tiempo

## INYECCIÓN DE PORTADORES MINORITARIOS EN UN SEMICONDUCTOR EXTRÍNSECO

## Semiconductor tipo p

Como el número de huecos supera el número de electrones libres, los huecos son los portadores mayoritarios y los electrones libres son los minoritarios.

¿Qué es un portador electrónica?

En electrónica y específicamente en teoría de semiconductores, se denominan portadores mayoritarios a las partículas cuánticas encargadas del transporte de corriente eléctrica que se encuentran en exceso en un material semiconductor dopado como tipo N o tipo P.

**¿Qué es un material de tipo P?**

Los átomos con uno menos de los electrones de valencia resultan en material "tipo p". Estos materiales de tipo p son elementos del grupo III de la tabla periódica. Por lo tanto, el material de tipo p tiene sólo 3 electrones de valencia con los que interactuar con átomos de silicio.

¿Qué es un material intrínseco y extrínseco?

**Semiconductores Extrínsecos** Los semiconductores extrínsecos se caracterizan, porque tienen un pequeño porcentaje de impurezas, respecto a los intrínsecos; esto es, posee elementos trivalentes o pentavalentes, o lo que es lo mismo, se dice que el elemento está dopado.

a un semiconductor intrínseco crea estos agujeros de electrones positivos en la estructura. Por ejemplo, un cristal de silicio dopado con boro (grupo III) crea un semiconductor de tipo p, mientras que un cristal dopado con fósforo (grupo V) da como resultado un semiconductor de tipo n.

Posteriormente, ¿qué es un material tipo n?

Los materiales tipo N se crean añadiendo elementos de impureza (átomos) que tengan cinco electrones de valencia, "Pentavalentes". Las impurezas difundidas con tres electrones de valencia se denominan átomos aceptores.

Teniendo en cuenta esto, ¿cuáles son los portadores?

Un portador, en relación con la genética, es una persona que "porta" y puede transmitir a sus hijos una variante genómica (alélica) asociada con una enfermedad (o rasgo) que se hereda en forma autosómica recesiva o en relación con el sexo, y no presenta síntomas de esa enfermedad (o características de ese rasgo).

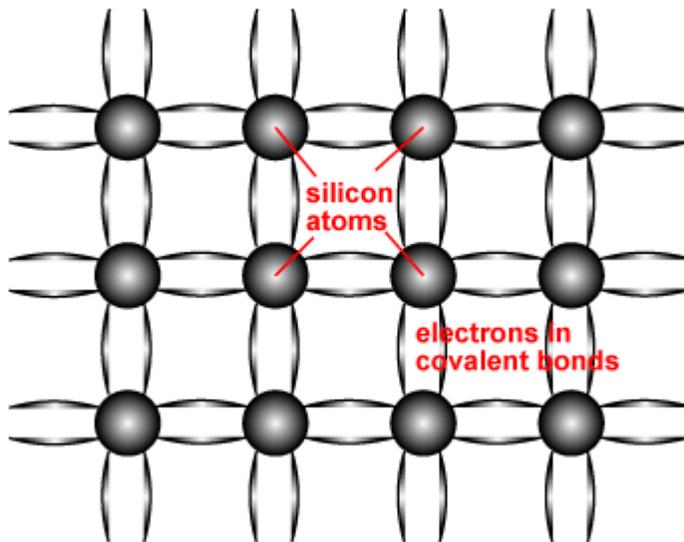
## **ESTRUCTURA DE LOS SEMICONDUCTORES**

Visión de conjunto

1. Los semiconductores son compuestos de átomos unidos juntos para formar una estructura uniforme.
2. Cada átomo de silicio tiene cuatro electrones de valencia que son compartidos, que forma un enlace covalente con los cuatro átomos de Si circundantes.

3. La comprensión de cómo se organizan estos átomos es de vital importancia en la comprensión de las propiedades de los materiales de diferentes semiconductores, y la mejor manera de aplicar ingeniería ellos.

Semiconductores, como el silicio (Si) se componen de átomos individuales unidos entre sí en una estructura regular y periódica para formar un entramado por el cual cada átomo está rodeado por 8 electrones. Un átomo individual se compone de un núcleo formado por un núcleo de protones (partículas con carga positiva) y neutrones (partículas que no tienen carga), rodeado por electrones. El número de electrones y protones es igual, de tal manera que el átomo es eléctricamente neutro, en general. Los electrones que rodean a cada átomo en un semiconductor son parte de un enlace covalente. Un enlace covalente se compone de dos átomos "compartiendo" un solo electrón. Cada átomo forma 4 enlaces covalentes con los 4 átomos circundantes. Por lo tanto, entre cada átomo y sus 4 átomos circundantes, 8 electrones se comparten



## **TRANSPORTE DE CARGAS EN UN SEMICONDUCTOR**

La banda de energía más alta que contiene los electrones que constituyen el enlace entre los átomos del cristal es la "banda de valencia". Por encima de esa banda de energía hay un gap (intervalo de energías prohibidas) y luego un intervalo de energías permitidas llamado banda de conducción. Los electrones cuya energía se encuentra en esa banda no están ligados a ningún átomo de la red cristalina en particular, se pueden mover por el cristal (bajo la acción de un campo eléctrico, por ejemplo) y contribuyen a la conductividad eléctrica. A cero grado Kelvin la banda de conducción está vacía, todos los electrones de más energía de los átomos están en sus lugares formando los enlaces covalentes. A temperaturas mayores o eventualmente por acción de la luz (generación térmica u óptica) crece la probabilidad de que un electrón de la banda de valencia adquiera suficiente energía como para pasar a la banda de conducción, contribuyendo a la conductividad según lo descrito. Cada átomo de silicio tiene cuatro electrones de valencia, por lo tanto tendrá un enlace covalente con otros

cuatro átomos compartiendo dos electrones en cada enlace. Si un electrón pasa a la banda de conducción queda un enlace covalente incompleto por la falta de un electrón, lo cual equivale a una carga neta positiva en la banda de valencia, del mismo valor que la carga del electrón. Esa carga positiva se llama hueco. Bajo la acción de un campo eléctrico el hueco puede desplazarse por el cristal cuando un electrón de un átomo vecino toma el lugar libre. La figura 2.2 muestra la estructura cristalina simplificada (en dos dimensiones) del cristal de silicio y el proceso descrito de conducción bajo el campo eléctrico E.

