

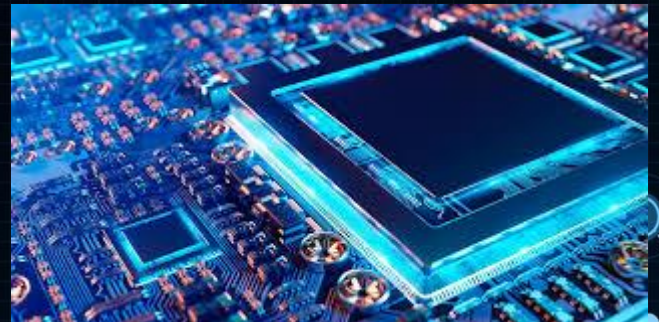
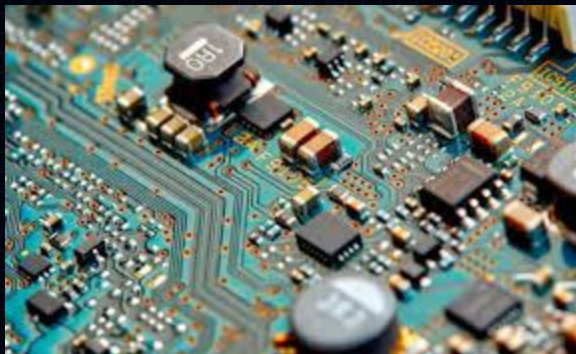


**NOMBRE DEL ALUMNO: ERICK  
DANIEL GALLEGOS LOPEZ**

**NOMBRE DEL DOCENTE: JUAN  
JOSE OJEDA TRUJILLO**

**MATERIA: ELECTRONICA 1**

**ENSAYO:  
SEMICONDUCTORES**



# SEMICONDUCTORES

## Teoría de bandas de energía de los cristales

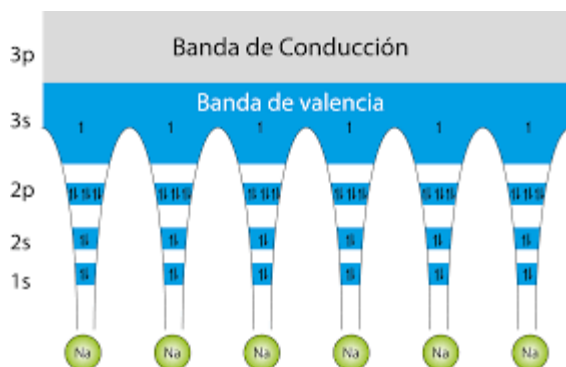
La teoría de bandas de energía en los cristales es fundamental para entender cómo los electrones se comportan en materiales sólidos, especialmente en semiconductores, conductores y aislantes. Esta teoría explica cómo los electrones en un cristal ocupan diferentes niveles de energía, formando lo que se conoce como bandas de energía.

En los cristales, los átomos se organizan en una estructura periódica. Debido a esta regularidad en la disposición de los átomos, los electrones experimentan un potencial periódico. Según la mecánica cuántica, esto provoca la formación de bandas de energía, donde las energías permitidas para los electrones se agrupan en bandas continuas y separadas por "bandas prohibidas" o gaps, que son regiones donde no puede existir ningún electrón.

La banda más baja, conocida como la *banda de valencia*, contiene los electrones en su estado más bajo de energía. La *banda de conducción*, por otro lado, es la banda en la que los electrones pueden moverse libremente, permitiendo la conducción eléctrica. La distancia entre la banda de valencia y la banda de conducción es el *gap de energía*. En los conductores, este gap es muy pequeño o inexistente, lo que permite que los electrones se muevan fácilmente, mientras que en los aislantes, el gap es grande, lo que impide el flujo de electrones.

En semiconductores, el gap es intermedio, lo que significa que, a temperaturas más altas, algunos electrones pueden saltar del nivel de valencia a la banda de conducción, permitiendo la conducción, pero no tan fácilmente como en los conductores.

En resumen, la teoría de bandas de energía de los cristales es clave para entender cómo los materiales conducen electricidad, lo cual tiene aplicaciones cruciales en el diseño de dispositivos electrónicos y semiconductores.



## DOPAJE DE SEMICONDUCTORES

El dopaje de semiconductores es un proceso crucial en la fabricación de dispositivos electrónicos como transistores, diodos y circuitos integrados. Este proceso consiste en introducir impurezas controladas en un material semiconductor, generalmente silicio, para modificar sus propiedades eléctricas y hacerlo adecuado para su uso en la electrónica.

**El dopaje de semiconductores se lleva a cabo introduciendo átomos de elementos extraños (dopantes) en la estructura cristalina del semiconductor**

**Para lograr el dopaje hay dos principios u formas las cuales son:**

❓ **Dopantes donadores (tipo n):** Son elementos con un electrón de valencia adicional en su estructura, como el fósforo o el arsénico. Cuando se incorporan al silicio, estos átomos donan electrones extra, lo que aumenta la concentración de electrones libres en el semiconductor y lo convierte en un conductor de tipo n.

❓ **Dopantes aceptor (tipo p):** Son elementos con un "hueco" en su estructura de electrones de valencia, como el boro. Estos átomos crean sitios vacíos donde los electrones pueden moverse, generando lo que se llama "huecos" que se comportan como cargas positivas. Al introducir dopantes de tipo p, el semiconductor se convierte en un conductor de tipo p.

### Aplicaciones del Dopaje

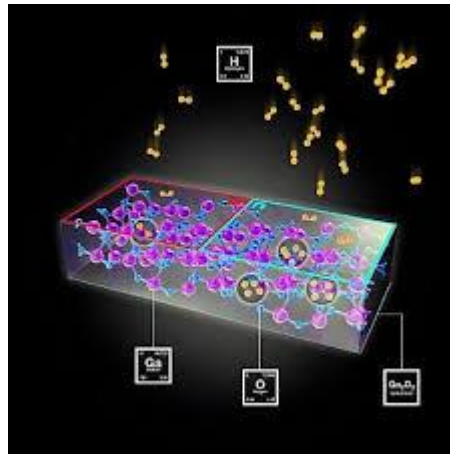
El dopaje de semiconductores es esencial en la fabricación de dispositivos electrónicos. Al combinar regiones de material dopado tipo p y tipo n, se forman las **uniones p-n**, que son fundamentales en componentes como:

1. **Diodos:** Los diodos permiten el paso de corriente en una sola dirección y son esenciales en la rectificación de corriente alterna a corriente continua.
2. **Transistores:** Los transistores son los bloques de construcción de circuitos electrónicos modernos. Se utilizan como interruptores y amplificadores en dispositivos como computadoras, teléfonos y sistemas de comunicación.

## SEMICONDUCTORES

3. **Celdas solares:** En las celdas solares, las uniones p-n son utilizadas para convertir la energía solar en electricidad a través del efecto fotovoltaico.

### Métodos de Dopaje



### Movilidad de Carga en Semiconductores Extrínsecos

La **movilidad de los portadores de carga** (electrones en semiconductores tipo n o huecos en semiconductores tipo p) es una medida de qué tan rápido pueden moverse cuando se les aplica un campo eléctrico. Esta propiedad es crucial para la conductividad del material. En un semiconductor dopado, los portadores de carga son proporcionados por el dopante, y su comportamiento puede diferir de los portadores en un semiconductor intrínseco.

- **Movilidad de los electrones** ( $\mu_n$ ) en semiconductores tipo n y **movilidad de los huecos** ( $\mu_p$ ) en semiconductores tipo p son influenciadas por diversos factores, tales como:
  - **La temperatura:** A medida que la temperatura aumenta, la movilidad tiende a disminuir debido a la mayor dispersión de los portadores de carga por los átomos del material.

## SEMICONDUCTORES

- **La concentración de dopante:** Un dopaje excesivo puede reducir la movilidad, ya que los portadores de carga se dispersan más a menudo debido a las impurezas introducidas. La interacción entre los portadores de carga y los átomos dopantes provoca una disminución de la movilidad.

En semiconductores extrínsecos, la movilidad depende de la concentración de dopantes y la temperatura, entre otros factores. A temperaturas más altas, los electrones y huecos tienden a tener mayor energía térmica, lo que aumenta las colisiones con el reticulado cristalino, disminuyendo la movilidad.

---

### Conductividad Eléctrica de Semiconductores Extrínsecos

La **conductividad eléctrica** ( $\sigma$ ) en un semiconductor está relacionada con la cantidad de portadores de carga presentes y la movilidad de estos portadores. En un semiconductor extrínseco, la conductividad está dada por:

$$\sigma = q \cdot n \cdot \mu \cdot (\mu_n + \mu_p)$$

Donde:

- $q$  es la carga de los portadores de carga (en este caso, electrones o huecos).
- $n$  es la concentración de portadores de carga.
- $\mu$  es la movilidad de los portadores de carga.

**La ecuación de continuidad.**

La ecuación de continuidad es una ley fundamental de la física que describe el comportamiento de un fluido incompresible en un conducto cerrado. En términos simples, establece que la cantidad de fluido que entra en un sistema debe ser igual a la cantidad de fluido que sale, asumiendo que no hay fugas ni acumulaciones dentro del sistema.

Matemáticamente, se expresa como:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

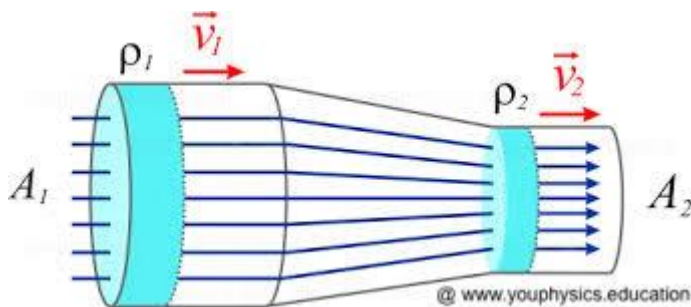
Donde:

- $A_1$  y  $A_2$  son las áreas de sección transversal en dos puntos diferentes del conducto.
- $v_1$  y  $v_2$  son las velocidades del fluido en esos puntos.

Esta ecuación implica que si el área de la sección transversal del conducto disminuye, la velocidad del fluido debe aumentar para que la cantidad de fluido que pasa por unidad de tiempo se mantenga constante.

La ecuación de continuidad se aplica no solo en la dinámica de fluidos, sino también en otros contextos como la conservación de la carga eléctrica en un conductor o la conservación de masa en sistemas más generales.

En resumen, esta ecuación refleja un principio de conservación, en el que se asegura que no se pierde masa ni volumen de fluido en un flujo constante, lo que la convierte en una herramienta esencial en el estudio de fluidos.



### **Inyección de portadores minoritarios en un semiconductor extrínseco.**

❓ **Modelo de semiconductores extrínsecos:** Para comprender cómo se inyectan los portadores minoritarios, es importante entender cómo funciona un semiconductor dopado. Un semiconductor tipo N contiene una abundancia de electrones en su banda de conducción, mientras que en un semiconductor tipo P predominan los huecos en la banda de valencia.

❓ **Inyección de portadores minoritarios en una unión PN:** Cuando se aplica una tensión externa a una unión PN, los portadores minoritarios de una región (electrones en una región tipo P, o huecos en una región tipo N) se inyectan en la región opuesta, lo que provoca una redistribución de cargas. Esto altera el equilibrio de la corriente y puede generar una corriente de inyección, donde los portadores minoritarios se recombinan con los portadores mayoritarios, liberando energía.

❓ **Fenómenos de recombinación y generación:** Los portadores minoritarios inyectados pueden recombinarse con portadores mayoritarios en una región del semiconductor. Este proceso de recombinación puede liberar energía en forma de calor o luz, y es responsable de los efectos ópticos en algunos dispositivos, como los diodos emisores de luz (LED). Además, los portadores minoritarios pueden generar nuevos portadores a través de un proceso conocido como **generación térmica**.

❓ **Efectos en la corriente de saturación:** En una unión PN, cuando se inyectan portadores minoritarios, se puede observar una corriente de saturación, la cual es independiente del voltaje aplicado una vez que se alcanza un valor suficientemente alto. Este comportamiento es importante en aplicaciones de rectificación y amplificación en semiconductores.

❓ **Diode y transistor como ejemplos de inyección de portadores minoritarios:** En los diodos, la inyección de portadores minoritarios entre las regiones P y N es crucial para la rectificación de corriente. En los transistores, la inyección de portadores minoritarios es esencial para el proceso de amplificación, donde un pequeño cambio en la corriente de base produce una gran variación en la corriente de colector.

# SEMICONDUCTORES

El transporte de cargas en un semiconductor es un proceso fundamental en el funcionamiento de dispositivos electrónicos como transistores, diodos, y circuitos integrados. Este proceso involucra el movimiento de electrones y huecos a través del material semiconductor, lo cual depende de sus propiedades eléctricas y de los fenómenos físicos que ocurren en su interior.

## 1. Estructura de un Semiconductor

Un semiconductor es un material cuyo comportamiento eléctrico se encuentra entre el de un conductor y un aislante. Los semiconductores más comunes son el silicio (Si) y el germanio (Ge), que tienen una estructura cristalina regular y una banda de energía que se divide en la banda de valencia (donde se encuentran los electrones) y la banda de conducción (donde los electrones pueden moverse y conducir corriente). Entre estas dos bandas, existe una brecha llamada *bandgap* o *brecha de energía*, que determina la cantidad de energía necesaria para que un electrón salte de la banda de valencia a la banda de conducción.

## 2. Tipos de Portadores de Carga

El transporte de carga en un semiconductor involucra dos tipos de portadores de carga:

- **Electrones:** Son partículas con carga negativa y se mueven a través de la banda de conducción.
- **Huecos:** Son espacios vacíos que resultan del movimiento de electrones desde la banda de valencia hacia la banda de conducción. Aunque los huecos no son partículas físicas, se comportan como si tuvieran carga positiva.

## 3. Movilidad de las Cargas

La movilidad de los portadores de carga, ya sean electrones o huecos, es crucial para entender la velocidad con la que los electrones se mueven a través del material semiconductor. La movilidad depende de factores como la temperatura, la concentración de impurezas y las características del material semiconductor. En general, los electrones tienen una mayor movilidad que los huecos, lo que significa que los electrones pueden moverse más rápido a través del semiconductor.

## 4. Efecto de la Impureza en el Transporte de Carga

El dopaje es el proceso de introducir impurezas en un semiconductor para modificar su conductividad. Dependiendo de si se añaden impurezas que donan electrones



## SEMICONDUCTORES

(dopaje tipo n) o impurezas que crean huecos (dopaje tipo p), se puede controlar la densidad de portadores de carga en el material. Este proceso tiene un impacto directo en las características del transporte de cargas, ya que las impurezas afectan la movilidad de los electrones y los huecos.

- **Dopaje tipo n:** Introduce átomos que tienen electrones extra, lo que aumenta la densidad de electrones en la banda de conducción.
- **Dopaje tipo p:** Introduce átomos que crean huecos en la banda de valencia, aumentando la densidad de huecos.

### 5. Transportes de Carga por Difusión y Campo Eléctrico

El transporte de carga en un semiconductor puede ser impulsado por dos fenómenos principales: la *difusión* y la *migración bajo la acción de un campo eléctrico*.

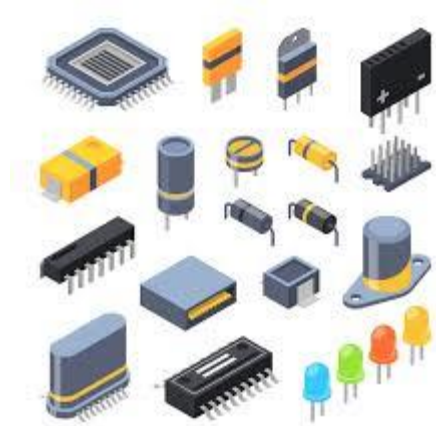
- **Difusión:** Los electrones y los huecos tienden a moverse desde zonas de alta concentración hacia zonas de baja concentración. Este movimiento ocurre de manera espontánea y está regido por la ley de Fick. La difusión es más significativa cuando hay una diferencia de concentración de portadores de carga en diferentes partes del material.
- **Efecto del Campo Eléctrico:** Cuando se aplica un campo eléctrico, los electrones (con carga negativa) se mueven en la dirección opuesta al campo, mientras que los huecos (que tienen una carga positiva efectiva) se mueven en la dirección del campo. Este movimiento es conocido como *deriva* y depende de la intensidad del campo eléctrico y la movilidad de los portadores.

### 6. Generación y Recombinación de Portadores

Los portadores de carga no se mantienen indefinidamente en la banda de conducción. Pueden ser generados o recombinados debido a interacciones con la energía térmica o fotones. La *generación* ocurre cuando un electrón recibe suficiente energía para saltar de la banda de valencia a la banda de conducción, creando un electrón libre y un hueco. La *recombinación* es el proceso inverso, donde un electrón en la banda de conducción se combina con un hueco, liberando energía en forma de calor o luz.

## conclusion

Los semiconductores no solo son la base de la electrónica moderna, sino que su evolución ha sido un factor crucial en la aceleración del progreso tecnológico. A medida que la demanda por dispositivos más rápidos y eficientes sigue creciendo, la industria de semiconductores continuará jugando un papel vital en la construcción del futuro digital. Es fundamental seguir invirtiendo en investigación y desarrollo para asegurar que los semiconductores sigan cumpliendo con las necesidades del siglo XXI.



# SEMICONDUCTORES

## BIBLIOGRAFIA

<https://openstax.org/books/f%C3%ADsica-universitaria-volumen-3/pages/9-6-semiconductores-y-dopaje>

[https://www.uv.es/candid/docencia/ed\\_tema-04.pdf](https://www.uv.es/candid/docencia/ed_tema-04.pdf)

<https://www.pveducation.org/es/fotovoltaica/dispositivos-semiconductores/movimiento-de-portadores-en-semiconductores>

[https://cienciasfera.com/materiales/tecnologia/tecno02/tema08/22\\_ecuacin\\_de\\_continuidad.html](https://cienciasfera.com/materiales/tecnologia/tecno02/tema08/22_ecuacin_de_continuidad.html)

gua de la escuela

[https://es.wikipedia.org/wiki/Dopaje\\_\(semiconductores\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Dopaje_(semiconductores))