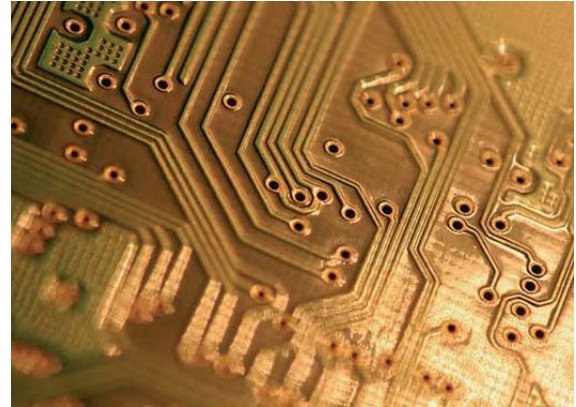


# SEMICONDUCTORES

Alfredo Borque Palacín

Los semiconductores son materiales cuya resistividad se sitúa entre la de los buenos conductores y la de los aislantes. Aquí vamos a tratar de manera sencilla su funcionamiento, y para ello empezaremos, para una mejor comprensión, recordando los principios de la naturaleza de la corriente eléctrica.

A partir de los semiconductores siguieron los descubrimientos que han hecho posible el constante avance de la electrónica actual.



La corriente eléctrica puede ser explicada como el movimiento de portadores de cargas eléctricas entre dos puntos de un circuito. Para explicar el flujo de la corriente es necesario saber algo acerca de la estructura atómica de los materiales utilizados en los circuitos electrónicos.

Desde el punto de vista de la ingeniería, los átomos están constituidos por dos tipos de partículas cargadas eléctricamente, denominadas electrones y protones. Los electrones son mucho más ligeros que los protones, ya que un protón tiene 1840 veces la masa de un electrón. También la carga de un electrón es negativa, mientras que la de un protón es positiva, la magnitud de carga viene a ser la misma en un protón que en un electrón, pero de sentido contrario una respecto a la otra. Al tener los protones una masa mayor, estos se hallan concentrados en el centro o núcleo del átomo, como muestra la figura 1, mientras que los electrones siguen órbitas alrededor del mismo que son denominadas capas, bandas o niveles. Los electrones que toman parte en el proceso de conducción se encuentran en la banda más exterior del átomo, la cual es conocida como banda de valencia o banda de conducción.

La aplicación de un determinado voltaje afecta a los electrones de la banda de valencia conocidos como electrones de valencia, viéndose sometidos a una fuerza eléctrica. Esta fuerza trata de empujar a los electrones hacia el polo positivo del generador. Si dicha fuerza es lo suficientemente grande, actúa de forma que algunos de los electrones escapan de las fuerzas que les mantienen sujetos al átomo, y aque-

llos electrones que llegan al polo positivo del generador constituyen el flujo de corriente en el circuito.

Un átomo aislado tiene una carga eléctrica cero o nula. Al estar la carga positiva del núcleo compensada por la carga negativa de los electrones, cuando un electrón escapa del átomo, se transforma en una carga móvil negativa; mientras que el átomo al perder un electrón, queda cargado con un potencial positivo, de una unidad electrónica. De este modo, el átomo tratará de atraer hacia sí cualquier otro electrón móvil que se encuentre en sus proximidades. Sobre esta base, es posible describir a la carga positiva del átomo como un hueco electrónico, que puede ser considerado un portador de carga positiva, así como un electrón puede describirse como un portador de carga negativa. Un hueco es simplemente la

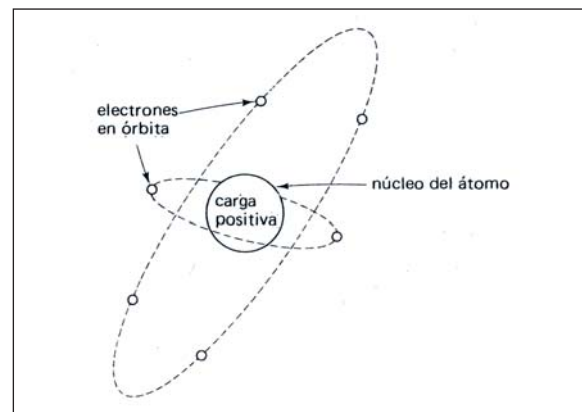


Figura 1

ausencia de un electrón en un punto de la estructura donde normalmente sería encontrado. La descripción que acabamos de hacer de hueco no es completamente correcta, porque un hueco es un portador de carga tan móvil como lo es el electrón, la descripción hecha sirve para introducirnos en el concepto básico de hueco.

Una razón para que el electrón abandone a su átomo es la de adquirir la suficiente energía para escapar de las fuerzas atómicas de enlace. Esta energía puede ser debida a diversas fuentes, siendo la más común el calor de la atmósfera que lo rodea. A temperatura normal, muchos electrones en los conductores eléctricos adquieren la suficiente energía para escapar de sus átomos; de este modo, en los conductores eléctricos, un gran número de electrones libres están en óptimas condiciones para realizar la conducción eléctrica, moviéndose por el conductor de una manera aleatoria. En un determinado momento, en un conductor eléctrico aislado, los electrones móviles se pueden acumular en una determinada zona, por ejemplo en la zona A de la figura 2, aquí existe una concentración de cargas negativa. Al mismo tiempo, existe una deficiencia en la zona B del conductor. La zona B tiene un potencial positivo con respecto a la zona A. Debido a ello los electrones en la zona A se encuentran sujetos a una fuerza de atracción hacia la zona B. De este modo los electrones libres tienden a moverse de una manera aleatoria de una zona a otra. El movimiento de portadores de carga es conocido como corriente de difusión; en cualquier material eléctrico la difusión de cargas se da siempre cuando existe una diferencia de concentraciones de portadores de cargas móviles en dos zonas del conductor, dando lugar a un movimiento de cargas de la zona de mayor concentración a la de concentración menor.

Los materiales utilizados en los semiconductores son comúnmente el silicio y el germanio. El arseniuro de galio y el fósforo de galio se emplean en diodos emisores de luz.

El silicio es el material más utilizado entre los semiconductores, este elemento se encuentra en muchas formas de rocas y piedras; por ejemplo la arena es dióxido de silicio.

Los materiales semiconductores son primeramente ultrapurificados en un horno a temperaturas muy elevadas. La conducción de la corriente se da en materiales semiconductores puros, como resultado de los electrones y de los huecos generados por efectos térmicos. La aplicación de una diferencia de potencial a través de un material de estas características actúa sobre los electrones móviles, de forma que se dirigen hacia el polo negativo. Según aumente la temperatura ambiente del semiconductor, el número de electrones que escapan de sus átomos también aumenta. Por lo tanto, para un valor dado de diferencia de potencial el flujo de corriente que atraviesa el material semiconductor aumenta con la temperatura; la resistencia del material disminuye cuando aumenta la temperatura. Los semiconductores tienen un coeficiente de temperatura negativo.

Los materiales semiconductores empleados en la fabricación de dispositivos electrónicos tienen una cantidad controlada de impurezas que se añaden durante su

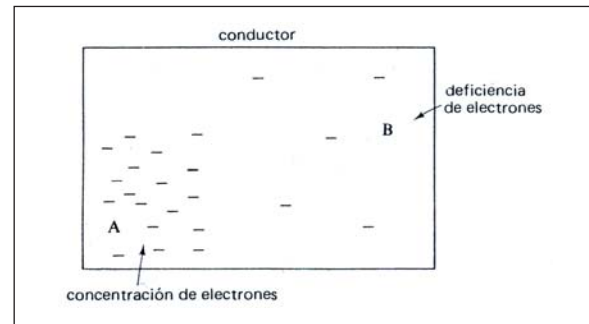


Figura 2

manufactura. La cantidad de impurezas añadida es normalmente de una parte por cada millón de partes de material puro. Dependiendo del tipo de impureza que se añade, el semiconductor es denominado como material tipo-p o material tipo-n.

En un material tipo-p, las impurezas añadidas causan en él un número mayor de huecos libres que de electrones libres; tipo-p implica portadores de cargas positivas móviles. De este modo, cuando el flujo de corriente llega a un material de tipo-p, la mayoría del flujo de corriente es debida al movimiento de los portadores de cargas positivas hacia el polo negativo de la fuente.

Una contribución mucho menor al flujo total de corriente resulta del movimiento de electrones hacia el polo positivo de la fuente. Por lo tanto, en los materiales semiconductores tipo-p, los huecos son descritos como portadores mayoritarios, y los electrones como portadores minoritarios. El galio y el indio son materiales usados para dopar el silicio, dando como resultado semiconductores del tipo-p.

En un material de tipo-n, los agentes de dopado que se utilizan son el arsénico y el antimonio, siendo ambos dopadores del silicio y del germanio, estos actúan de forma que producen muchos más electrones móviles que huecos móviles, nótese que tipo-n implica portadores de cargas negativas. Debido a ello, en este tipo de material, los electrones son los portadores mayoritarios y los huecos los portadores minoritarios. El flujo de corriente en los materiales del tipo-n es debido principalmente al flujo de electrones hacia el polo positivo de la fuente.

Ambos, los semiconductores de tipo-n y los de tipo-p, son utilizados en la fabricación de dispositivos electrónicos.

