



# Materiales semiconductores

## Materiales semiconductores

### Materiales conductores y aislantes

Las aplicaciones de los semiconductores han llegado para quedarse y marcar el futuro de todos; entre ellas, se encuentran los smartphones, juegos y vehículos eléctricos (Manoukian y Linden, 2023). Antes de comenzar, resulta imprescindible mencionar la definición de conductores: se trata de materiales que dejan circular la corriente eléctrica a través de ellos, así que permiten el flujo de electrones y, por ende, se utilizan ampliamente en circuitos eléctricos.



En este sentido, a todos aquellos materiales, sustancias o elementos químicos que permiten el paso de una corriente eléctrica o carga en movimiento se les denomina conductores; para que un compuesto pertenezca a esta categoría, los electrones deben moverse libremente dentro de él y, además, tiene que estar conectado a una fuente de voltaje.

Existen muchos materiales conductores, sin embargo, entre los más conocidos, se encuentran las soluciones salinas, los ácidos y los metales; de estos últimos, los más utilizados son el cobre (Cu), el aluminio (Al), el oro (Au), la plata (Ag) y el hierro (Fe). Es importante considerar que los dos primeros son los más utilizados porque resultan muy rentables para cualquier función; por su parte, materiales como el oro y la plata también se consideran buenos metales conductores, pero resulta muy costoso obtenerlos o adquirirlos, por lo que no se utilizan con frecuencia.

Los aislantes son materiales que impiden el tránsito de la corriente eléctrica, ya que poseen una alta resistencia a su paso o al del calor; esto se debe a que cuentan con una baja densidad de electrones libres, por lo que no pueden moverse ni circular libremente a través de un sistema conductor, lo que impide el flujo de corriente eléctrica en un dispositivo.

Casi todos los aislantes se utilizan para cubrir un elemento que puede conducir electricidad, así que sirven para prevenir un cortocircuito, evitar pérdidas de energía y proporcionar aislamiento térmico; en otras palabras, resisten el paso de la corriente eléctrica y no permiten que se desplace. Por otro lado, los aislantes evitan que la corriente se una a otras partes que también pueden ser conductoras; esto supone una ventaja porque protege la integridad del individuo y previene accidentes. Por ejemplo, el personal que trabaja en las estaciones de alta tensión debe utilizar dichos materiales porque sus labores implican un riesgo; además, tienen que ser cautelosos en sus acciones y, por consiguiente, los aisladores les ayudan a desempeñarse mejor y a garantizar su seguridad.

Hay materiales que se utilizan como aislantes, pues su estructura impide que los átomos permitan el paso de la corriente eléctrica, es decir, proporcionan resistencia total a su flujo continuo. La cerámica, plástico, vidrio, caucho, papel y madera son buenos ejemplos de estos compuestos.

### Funcionamiento básico de un material semiconductor

Algo que puede pasar desapercibido es el funcionamiento de los semiconductores, sin embargo, hoy en día existen infinidad de dispositivos muy importantes creados a partir de ellos, desde electrodomésticos hasta automóviles; algunos fueron diseñados para satisfacer nuevas necesidades, como las impresoras 3D. En estos aparatos, los semiconductores evitan que el diseño de impresión sea defectuoso, es decir, desempeñan un papel indispensable en su funcionamiento, en cuanto proporcionan control, automatización, interfaz de usuario y conectividad; en resumen, permiten una fabricación aditiva precisa y eficiente.



Actualmente, los automóviles son una parte importante en la vida de las personas, pero su funcionalidad depende de los semiconductores, especialmente en el rendimiento de las computadoras del vehículo. Esto se debe a que ayudan en caso de accidente, ya que reaccionan más rápido que el conductor y toman medidas cruciales, como detener el coche para evitar una colisión; de hecho, se puede decir que permiten mejorar la conducción, pues impiden que el automóvil se salga de las marcas del carril. En general, los semiconductores resultan esenciales para controlar casi todos los aspectos del vehículo, desde el rendimiento del motor y la eficiencia del combustible hasta la seguridad y el diagnóstico de problemas. En conclusión, optimizan el rendimiento del coche, reducen sus emisiones y mejoran la seguridad vial.

En los próximos años, seguramente aparecerán variaciones para que los semiconductores obedezcan a diferentes propósitos, según las exigencias del producto (Juárez, 2023); en este sentido, dichos materiales ya se utilizan para generar energía a través de paneles o células solares, mejorando su rendimiento. Además, resultan esenciales en la conversión eficiente de la energía solar en electricidad, ya que su estructura específica de bandas de energía, en conjunto con la creación de portadores de carga y la formación de diodos, son aspectos fundamentales de este proceso. En otras palabras, los paneles o células solares utilizan semiconductores para aprovechar la luz del sol y, de esta manera, contribuyen a la generación de energía renovable.

Los materiales semiconductores resultan cruciales por un aspecto en concreto: la función o cualidades de estos dispositivos dependen de los compuestos que los integran. Por ejemplo, el silicio (Si) se utiliza en electrodomésticos; en cambio, para aplicaciones portátiles como celulares o dispositivos Amazon Alexa, se emplean tanto dicho elemento como germanio (Ge). Estos materiales se utilizan ampliamente debido a su disponibilidad, características eléctricas favorables y capacidad de procesarse en estructuras microscópicas.

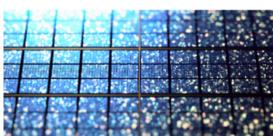


En el caso de teléfonos móviles y dispositivos como Amazon Alexa, los chips de silicio resultan fundamentales para el procesamiento de datos, la gestión de energía y la realización de funciones específicas; en este sentido, los procesadores, memorias y otros componentes electrónicos de estos aparatos se basan en chips de silicio. Este elemento se emplea en forma de obleas, las cuales se cortan en piezas individuales y, luego, se conectan para formar circuitos integrados.

La función de los materiales semiconductores es diferente y, en gran medida, depende de su aplicación; por tanto, aunque también varían en rendimiento, esta es la forma más sencilla de distinguirlos entre sí. Por ejemplo, pueden ser de tipo dual y funcionar como semiconductores y aislantes, según las necesidades de la aplicación; otra de sus funciones es almacenar información en los discos duros de computadoras o dispositivos móviles. Además, se utilizan junto con transistores para garantizar un almacenamiento eficaz de datos.

En resumen, los semiconductores son esenciales en prácticamente todos los aspectos de la tecnología moderna, pues se trata de componentes imprescindibles para la vida cotidiana, la eficiencia energética y el progreso tecnológico. Su capacidad para regular el flujo de corriente eléctrica resulta crucial para una amplia gama de aplicaciones en la sociedad actual; por otro lado, el material del que están fabricados es muy importante debido a sus propiedades únicas para controlar y modular el flujo de corriente eléctrica.

### Propiedades físicas: estructura atómica y comportamiento de los electrones



Las propiedades físicas de un semiconductor resultan esenciales para su comportamiento; en cuanto a su estructura, esta consta de una banda de valencia y otra de conducción: la primera está llena de electrones, mientras que la segunda está parcial o completamente vacía. El espacio de energía entre estas dos bandas se llama "brecha de energía prohibida o *band gap*" y determina las propiedades del semiconductor; entonces, si es pequeña, puede conducir electricidad a temperaturas y voltajes normales.

Por su parte, la movilidad electrónica se refiere a la velocidad a la que los electrones se mueven a través del material, como respuesta a un campo eléctrico; esto representa una cualidad muy importante, ya que influye en la eficiencia de los dispositivos semiconductores.

La estructura atómica de un semiconductor es clave para comprender su comportamiento eléctrico; en este caso, los átomos que se encuentran en un semiconductor, como el silicio o el germanio, forman uniones o enlaces covalentes al compartir electrones. Lo que sucede es que cada átomo tiene hasta cuatro electrones de valencia en su capa exterior y, cuando estos se combinan, se comparten o se unen con los del átomo vecino; de esta manera, se crea una estructura cristalina. Los átomos de un semiconductor están dispuestos en una estructura cristalina regular, una disposición ordenada que permite que los electrones se muevan a través del material de manera coherente y eficiente.

El comportamiento de los electrones en un semiconductor se basa en su capacidad para moverse a través del material; por tanto, cuando se les proporciona suficiente energía, como calor o luz, dichas partículas pueden saltar de la banda de valencia (donde están fuertemente unidas a los núcleos atómicos) a la de conducción (donde pueden moverse más libremente). Este movimiento de electrones de un espacio a otro es lo que permite la conductividad eléctrica en los semiconductores; en otras palabras, sus electrones se agitan para conducir electricidad cuando se les proporciona la energía adecuada.

### Fabricación y encapsulación

En términos generales, se puede decir que la fabricación de dispositivos semiconductores es similar a la de otros componentes; en este caso, se alude a los chips y circuitos integrados que se pueden encontrar dentro de muchos aparatos eléctricos utilizados a diario. No obstante, su fabricación implica varios pasos analíticos y químicos, en los que constantemente se hacen circuitos electrónicos similares a una oblea de semiconductor puro; en este sentido, como se mencionó anteriormente, el silicio es el material más utilizado.



Ahora bien, el proceso de fabricación de un semiconductor conlleva varias semanas, dependiendo de la empresa; sin embargo, por lo general, se invierten entre seis y ocho. En primer lugar, se forma una esfera de silicio puro que se aplatina hasta obtener una oblea de 0,75 mm de espesor; luego, esta pasa por el proceso de pulido hasta lograr una superficie plana. Dicha estructura es sometida a procesos de limpieza y difusión para eliminar impurezas y crear regiones de dopaje, de tal manera que se modifican las propiedades de las regiones semiconductoras. Después, mediante la litografía y grabado, se definen patrones en las obleas y se excluye el material no deseado, ya que se deben crear determinados componentes, como transistores y conexiones. Más tarde, viene la limpieza y tratamiento para eliminar contaminantes y mejorar la calidad del semiconductor; luego, se continúa con la metalización, donde se depositan capas de metal para facilitar la conexión de los componentes. Finalmente, antes de pasar al proceso de encapsulación, los chips se someten a exhaustivas pruebas de calidad para garantizar que funcionen de manera óptima.

A continuación, se muestra un resumen de los pasos que conlleva la fabricación de semiconductores:

1. Creación del cristal de silicio.
2. Limpieza y difusión.
3. Litografía.
4. Grabado y deposición.
5. Difusión final.
6. Metalización.
7. Ensayos y control de calidad.

Fabricados los dispositivos semiconductores, se encapsulan para protegerlos y conectarlos con otros componentes; este procedimiento se basa en varios pasos:

1. Ensamblaje de la matriz: la oblea se corta y se coloca en una estructura de montaje (portador de chip) que se conecta, por medio de hilos finos (cables de unión), con los contactos metálicos de la superficie del portador de chip.
2. Encapsulación: se coloca una carcasa de plástico o cerámica y, después, se inyecta resina epoxi para proteger al dispositivo de factores ambientales, así como para proporcionarle rigidez mecánica.
3. Pruebas finales: encapsulados los dispositivos, se someten a diversas pruebas, ya sea de temperatura o eléctricas, para asegurar su funcionalidad.
4. Marcado y etiquetado: el encapsulado se marca con un número de serie y con las especificaciones del dispositivo.
5. Pruebas automatizadas: las matrices encapsuladas se cortan y prueban nuevamente para asegurar su calidad.
6. Embalaje (empaquetado): los chips se ensamblan en paquetes de gran tamaño, como encapsulados DIP o SMD, dependiendo de su aplicación final.

¿Alguna vez te ha pasado que tu dispositivo móvil o cualquier otro portátil cae accidentalmente al suelo y, de repente, notas una tarjeta verde (en algunos dispositivos, puede ser de otro color) con líneas blancas atravesándola? Bueno, esas son conexiones de cables.

La industria de los semiconductores tiene un gran futuro para la economía, como asegura Fernández-Villaverde (2023); de hecho, actualmente, su creciente uso en el sector de la automoción y en muchos otros está provocando que el encapsulado de placas de circuito impreso, construido mediante conexiones por hilos (cables), crezca exponencialmente.

## Referencias bibliográficas

- Fernández-Villaverde, J. (2023). *Qué nos dice la industria de los semiconductores del futuro de la economía*. Recuperado de [https://blogs.elconfidencial.com/economia/la-mano-visible/2023-04-08/futuro-economia-microchips\\_3607191/](https://blogs.elconfidencial.com/economia/la-mano-visible/2023-04-08/futuro-economia-microchips_3607191/)
- Juárez, C. (2023). *Así será la evolución de los semiconductores hacia 2024*. Recuperado de <https://thelogisticsworld.com/manufactura/asi-sera-la-evolucion-de-los-semiconductores-hacia-2024/>
- Manoukian, J., y Linden, J. (2023). *Los semiconductores vuelven a escena*. Recuperado de <https://privatebankjpmorgan.com/latam/es/insights/markets-and-investing/why-semiconductors-could-be-the-comeback-kings-of-2023>



La obra presentada es propiedad de ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN SUPERIOR A.C. (UNIVERSIDAD TECMILENIO), protegida por la Ley Federal de Derecho de Autor; la alteración o deformación de una obra, así como su reproducción, exhibición o ejecución pública sin el consentimiento de su autor y titular de los derechos correspondientes es constitutivo de un delito tipificado en la Ley Federal de Derechos de Autor, así como en las Leyes Internacionales de Derecho de Autor.

El uso de imágenes, fragmentos de videos, fragmentos de eventos culturales, programas y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, es exclusivamente para fines educativos e informativos, y cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por UNIVERSIDAD TECMILENIO.

Queda prohibido copiar, reproducir, distribuir, publicar, transmitir, difundir, o en cualquier modo explotar cualquier parte de esta obra sin la autorización por escrito de UNIVERSIDAD TECMILENIO. Sin embargo, usted podrá bajar material a su computadora personal para uso exclusivo de educación o para educar a un menor de edad con fines educativos o de investigación científica. No se podrá remover o alterar de la copia ninguna leyenda de Derechos de Autor o la que manifieste la autoría del material.