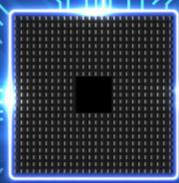


Circuitos integrados y tecnología microelectrónica



Circuitos integrados y tecnología microelectrónica

Introducción a los circuitos integrados: tipos y clasificación

Un circuito integrado (CI), también conocido como **chip** o **microchip**, se trata de un dispositivo electrónico más pequeño que una moneda, el cual se encarga de realizar una función específica dentro de un aparato electrónico. Estos son fácilmente reconocibles entre otros componentes, ya que consisten en una cápsula rectangular, generalmente negra, con terminales a los lados. Los circuitos integrados se pueden encontrar en todas partes, desde celulares, electrodomésticos, computadoras, pantallas, hasta automóviles y máquinas grandes; de hecho, sus funciones son variadas, ya que pueden servir como controladores de sensores y botones de equipos electrónicos, o bien, como codificadores y decodificadores de señales internas, por nombrar solo algunas. Por ejemplo, en los celulares, hay un circuito integrado que ayuda a regular la temperatura, mientras que en el control remoto hay uno que envía la señal al televisor y otro que la recibe para cambiar de canal. En resumen, el circuito integrado es la pieza fundamental de un mundo moderno altamente tecnológico.

Antes de que Jack Kilby desarrollara el primer circuito integrado, en 1959, dentro de la empresa Texas Instruments, las aplicaciones electrónicas ocupaban mucho espacio debido al volumen de sus componentes, como diodos, resistencias y transistores, ya que se trataba solo de dispositivos individuales. El avance revolucionario de Kilby permitió la integración de múltiples componentes en un solo chip, lo que cambió para siempre el panorama de la electrónica; actualmente, se pueden tener arreglos interconectados de miles de estos componentes miniaturizados en una fina capa de **materi semiconductor**, generalmente cristal de silicio (Pérez y Ávila 2021b). Esta tendencia hacia lo diminuto ha dado lugar a dispositivos electrónicos más pequeños, eficientes y potentes, los cuales han transformado la vida cotidiana como lo hizo el teléfono móvil.



A continuación, se explican los diferentes tipos de circuitos integrados, ya que existen varios tipos, cada uno con un propósito y aplicación específica; sin embargo, entre los más comunes, figuran los siguientes:

Circuitos integrados analógicos. Procesan señales analógicas, es decir, funcionan con voltajes y corrientes de forma continua en lugares discretos (lenguaje binario, 0 y 1); además, resultan esenciales para aplicaciones de acondicionamiento de señales, como amplificación y filtrado. Estas necesidades son específicas de la industria del audio y la automatización de procesos.

Circuitos integrados digitales. Manipulan señales discretas representadas en forma binaria (0 y 1), por ende, suponen la base de la lógica digital y se utilizan en aplicaciones como procesadores de computadoras, memorias y controladores lógicos programables (Pérez, 2021a). Hoy en día, casi todos los equipos electrónicos son digitales o tienen, al menos, un proceso de esta naturaleza en su arquitectura.

Circuitos integrados mixtos. Estos chips combinan funciones analógicas y digitales en un solo paquete, así que son muy útiles en aplicaciones donde se requieren ambas capacidades, como en los ámbitos de la comunicación inalámbrica y electrónica de potencia; además, se encargan de regular la transmisión y el consumo de la energía eléctrica que se utiliza diariamente. En este sentido, resulta fundamental que tengan una parte puramente analógica que les permita generarse de forma original, así como una digital para monitorizar y controlar estos procesos; por ejemplo, un teléfono móvil requiere tanto procesamiento digital (para el sistema operativo y las aplicaciones) como analógico (para la gestión de la señal de voz y la conectividad inalámbrica).

De igual manera, existen circuitos integrados propios de cada área tecnológica; a continuación, se presentan algunos ejemplos de estos casos:

Circuitos integrados de radiofrecuencia. Se utilizan en la recepción, transmisión y procesamiento de señales de radiofrecuencia, ya que son esenciales en dispositivos de comunicación inalámbrica, como teléfonos móviles y radios. Estos circuitos pueden ser digitales, analógicos o mixtos, según su diseño.

Circuitos integrados de potencia. Gestionan y controlan la distribución de potencia en sistemas electrónicos, pues se emplean en fuentes de alimentación, reguladores de voltaje, convertidores de potencia y motores. En este caso, el funcionamiento de estos circuitos integrados suele ser el de un **interruptor de potencia**, así que puede ser controlado o no.

Proceso de fabricación de los circuitos integrados

El proceso de fabricación de circuitos integrados es algo complejo, ya que requiere una serie de etapas que exigen una cuidadosa planificación y precisión técnica. Todo comienza con el **diseño del circuito integrado**, cuando los ingenieros utilizan software de diseño asistido por computadora para definir la arquitectura y la funcionalidad del chip; en este paso, se determina la disposición de los componentes electrónicos, así como de las conexiones eléctricas necesarias. En algunos casos, dichos circuitos se construyen mediante componentes individuales; de esta manera, se verifica su funcionamiento antes de sintetizarlos en un circuito integrado. Finalizado el diseño, comienza la fabricación de los circuitos integrados sobre obleas de silicio, las cuales consisten en discos delgados y planos elaborados con silicio monocristalino; este material se obtiene de bloques de silicio más grandes, sometidos a procesos de purificación y cristalización para garantizar la más alta calidad.



La siguiente etapa es la **fotolitografía**, cuando el diseño del circuito se transfiere a la oblea de silicio; en esta fase, el patrón del circuito se coloca sobre la oblea y se expone a luz ultravioleta, lo que define la disposición de los componentes en el material. Después de la fotolitografía, se llevan a cabo los procesos de **deposición y grabado**; en ellos, se depositan capas de materiales (ya sea de óxido de silicio o de otros metales) sobre la oblea para, así, crear algunos componentes, como transistores y conexiones eléctricas. Luego, se utilizan técnicas de grabado químico para definir las estructuras deseadas; este proceso representa la creación de un circuito eléctrico a nivel "material", lo cual significa que, en lugar de dispositivos individuales, se altera la oblea de silicio para darle propiedades previamente diseñadas.

Con el objetivo de controlar las propiedades eléctricas de los componentes, se introducen **dopantes** (átomos de otros elementos) en el silicio, mediante procesos de difusión y deposición química; de esta manera, se modifica la conductividad y las características de los componentes. Fabricado el circuito sobre la oblea de silicio, ya en la etapa de ensamblaje, se corta en chips individuales que, luego, se **encapsulan** en un paquete de plástico o cerámica; esto no solo protege los chips, sino que también les da forma, facilitando su conexión con otros dispositivos.

Finalmente, cada chip pasa por rigurosas pruebas para asegurar su correcto funcionamiento, buscando defectos y evaluando las características eléctricas para comprobar que cumplen con las especificaciones; posteriormente, los chips probados se ensamblan en placas de circuito impreso u otros sustratos para crear productos electrónicos finales. Esta etapa implica interconectarlos con otros componentes, lo que da como resultado un dispositivo electrónico completamente funcional.

Referencias bibliográficas

- Pérez, N., y Ávila, J. (2021a). *Circuitos integrados compuertas lógicas*. Recuperado de <https://portalacademico.cch.unam.mx/cibernetica1/implementacion-de-circuitos-logicos/compuertas-logicas>
- Pérez, N., y Ávila, J. (2021b). *Introducción*. Recuperado de <https://portalacademico.cch.unam.mx/cibernetica1/implementacion-de-circuitos-logicos/introduccion>

Tecnología microelectrónica y su impacto en la sociedad

La tecnología microelectrónica se refiere a la miniaturización de componentes electrónicos, particularmente circuitos integrados o microchips, los cuales resultan esenciales en la mayoría de los dispositivos electrónicos y, además, han tenido un profundo impacto en diversos ámbitos de la sociedad. A continuación, se exploran algunas de las formas en que la tecnología microelectrónica ha revolucionado la vida cotidiana y a la humanidad en general:

Dispositivos electrónicos personales (como tabletas, teléfonos y relojes inteligentes). Estas herramientas se han vuelto omnipresentes gracias a la tecnología microelectrónica y, por tanto, son cada vez más compactos y potentes: esto permite que las personas se comuniquen, accedan a información, realicen tareas y disfruten del entretenimiento en cualquier lugar y momento. Por este motivo, se han habilitado redes sociales, aplicaciones de mensajería y plataformas de colaboración en línea, las cuales han redefinido la comunicación y la interacción social.



Avances en la medicina. La tecnología microelectrónica ha revolucionado la atención sanitaria; en este sentido, los dispositivos médicos implantables, como marcapasos y desfibriladores, dependen de microchips para monitorear y regular las funciones cardíacas. Además, diversas herramientas y las imágenes médicas digitales han mejorado el diagnóstico y tratamiento de enfermedades.

Automatización y robótica. Los robots industriales utilizan microcontroladores para arquetar todos sus componentes mecánicos y eléctricos, de tal modo que pueden realizar tareas precisas y comúnmente repetitivas. Esto ha aumentado su eficiencia y reducido los errores en la producción.



Comunicaciones y conectividad. Las redes de comunicación modernas, desde internet hasta las redes móviles, se basan en tecnología microelectrónica, por ejemplo, los microchips se emplean en equipos de red, dispositivos de comunicación inalámbrica y enrutadores, ya que permiten la conectividad global y la transmisión de datos de alta velocidad.

Retos y preocupaciones. A pesar de sus beneficios, la tecnología microelectrónica también ha planteado serios desafíos, como la privacidad de los datos y la ciberseguridad, por otro lado, enfrenta retos relacionados con la gestión de calor, eficiencia energética, confiabilidad y costos de fabricación. Además, su pequeño tamaño le ha permitido ser omnipresente en los artículos que se utilizan día a día, lo que ha generado problemas de desconexión humana y adicción a los dispositivos electrónicos.



En resumen, la tecnología microelectrónica ha generado un impacto profundo en la sociedad, ya que ha transformado la forma en que las personas viven, trabajan y se comunican; además, su capacidad para miniaturizar componentes electrónicos y aumentar la potencia de cálculo, ha impulsado avances tecnológicos significativos y, asimismo, ha abierto la puerta a una amplia gama de innovaciones en múltiples campos.

Tendencias actuales en diseño de circuitos integrados

El diseño de circuitos integrados es una disciplina en constante evolución, debido a la gran demanda de dispositivos electrónicos más pequeños, potentes y eficientes; de hecho, las tendencias actuales en el diseño de circuitos integrados reflejan los avances tecnológicos y las necesidades más urgentes de la sociedad.

A continuación, se muestran algunas de las tendencias más relevantes en este campo.

La **miniaturización** y aplicación de la **nanotecnología** en la fabricación de circuitos integrados es una tendencia muy fuerte en esta área, ya que permite la creación de dispositivos más compactos y energéticamente eficientes; esto se logra mediante tecnologías como los **transistores FinFET** y los nanotubos de carbono. Además, el diseño de circuitos integrados avanza hacia la integración de sistemas completos en un solo chip, lo que incluye funciones de procesamiento, memoria, sensores y conectividad; a grandes rasgos, los sistemas en un chip SoC (*Systems On a Chip*, por sus siglas en inglés) son cada vez más comunes, pues constituyen una amplia variedad de dispositivos, desde teléfonos inteligentes hasta sistemas integrados y vehículos autónomos.

La eficiencia energética es otra preocupación fundamental en el diseño de circuitos integrados, especialmente en dispositivos móviles y aplicaciones de internet de las cosas o IoT (*Internet of Things*, por sus siglas en inglés); en esta rama del diseño de equipos electrónicos, el objetivo es interconectar casi todos los dispositivos del hogar a través de una red de internet. Por este motivo, resulta muy importante el desarrollo de técnicas de gestión de energía y diseño de circuitos integrados de bajo consumo para prolongar la vida útil de la batería; por otro lado, la seguridad se ha convertido en una cuestión crítica, sobre todo a medida que los dispositivos electrónicos están cada vez más interconectados. El diseño de circuitos integrados seguros se centra en la protección contra amenazas como ciberataques y piratería de *hardware*, así que se han incorporado protocolos de seguridad y técnicas de cifrado.

El diseño de circuitos integrados, específicamente para tareas de **inteligencia artificial** (IA) y aprendizaje automático, es una tendencia importante que acelera el procesamiento de datos y la toma de decisiones en varios campos decisivos, como la visión por computadora, el procesamiento del lenguaje natural y el reconocimiento de patrones; asimismo, existe una tendencia hacia el diseño de circuitos integrados para aplicaciones particulares (encargada de optimizar su eficiencia y rendimiento), la cual se denomina **diseño de circuitos integrados específicos de la aplicación** ASIC (*Application-Specific Integrated Circuit*, por sus siglas en inglés).

De igual manera, el diseño de circuitos integrados se está volviendo más colaborativo y accesible gracias a las herramientas de diseño en la nube, ya que permiten a ingenieros de todo el mundo colaborar en proyectos y acceder a recursos de diseño independientemente de su ubicación; para acelerar el proceso de diseño y reducir costos, se hace hincapié en la reutilización de bloques de diseño, así como en la verificación efectiva de los circuitos integrados. Cabe recordar que la verificación es esencial para garantizar que los circuitos funcionen de acuerdo con las especificaciones y, por ende, resulten seguros y confiables.

Recientemente, los llamados circuitos cuánticos han surgido como una fuerte tendencia, pues se basan en los principios de la mecánica cuántica y utilizan *qubit* en lugar de *bits*, así que tienen la capacidad de existir en múltiples estados a la vez. Esta propiedad de la superposición cuántica permite un procesamiento altamente paralelo, lo que tiene un gran potencial en áreas como la criptografía y la simulación de materiales; sin embargo, su diseño aún presenta desafíos únicos, como la necesidad de operar a temperaturas extremadamente bajas. Se espera que los especialistas en circuitos desempeñen un papel clave a la hora de aprovechar todo el potencial de esta tecnología revolucionaria, ya sea para resolver problemas complejos o para transformar la informática tradicional.

En resumen, el diseño de circuitos integrados es un campo en constante evolución, el cual se adapta a las necesidades tecnológicas y sociales. Las tendencias actuales en el diseño de circuitos integrados se centran en la miniaturización, la integración de sistemas complejos, la eficiencia energética, la seguridad, la inteligencia artificial y la colaboración, así como en otros aspectos; además, representan el impulso que se encarga de continuar con la innovación en la industria electrónica y tecnológica.

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 previa por escrito de UNIVERSIDAD TECMILENIO. Sin embargo, usted podrá bajar material a su computadora personal para uso exclusivamente personal o educacional y no comercial limitado a una copia por página. No se podrá remover o alterar de la copia ninguna leyenda de Derechos de Autor o la que manifieste la autoría del material.

