

# MODULO 1 – Capítulo 1 – Buses y slots de ampliación

Los **slots de ampliación** en microinformática son conectores en la placa base (motherboard) que permiten instalar tarjetas adicionales para mejorar o extender las capacidades de un ordenador, como la tarjeta gráfica, de sonido, red o almacenamiento. Estos slots facilitan la conexión de dispositivos que no están integrados directamente en la placa base, permitiendo al usuario personalizar y actualizar su equipo sin cambiar el sistema completo.

**Tabla de tecnologías históricas de slots de ampliación y sus características:**

Tecnología	Año de introducción	Velocidad (máx.)	Tamaño	Dispositivos comunes	Características clave
<b>ISA (Industry Standard Architecture)</b>	1981	8 MB/s (ISA de 16 bits)	8 o 16 bits	Tarjetas de sonido, red, módems	Utilizado en los primeros PCs de IBM; rendimiento bajo.
<b>EISA (Extended ISA)</b>	1988	33 MB/s	32 bits	Controladoras RAID, SCSI	Retrocompatible con ISA; mayor ancho de banda.
<b>VESA Local Bus (VL-Bus)</b>	1992	132 MB/s	32 bits	Tarjetas gráficas	Velocidad de bus mejorada; limitado a sistemas con CPU 486.
<b>PCI (Peripheral Component Interconnect)</b>	1993	133 MB/s	32/64 bits	Tarjetas gráficas, red, sonido	Protocolo independiente del procesador; soporta múltiples dispositivos.
<b>AGP (Accelerated Graphics Port)</b>	1997	2.1 GB/s (AGP 8x)	32 bits	Tarjetas gráficas	Diseñado específicamente para mejorar el rendimiento gráfico.
<b>PCIe (PCI Express)</b>	2003	32 GB/s (PCIe 5.0 x16)	1 a 16 carriles	Tarjetas gráficas, SSDs, red	Evolución del PCI, usa un sistema serial de alta velocidad y flexible.

## Resumen:

- **ISA** fue el primer estándar para PCs, con un rendimiento limitado pero adecuado para la época.
- **EISA** mejoró la velocidad de ISA y ofreció compatibilidad retroactiva.
- **VL-Bus** ofrecía mejor rendimiento gráfico, pero su adopción fue corta debido a las limitaciones de la arquitectura 486.
- **PCI** reemplazó a ISA y VL-Bus, brindando mejor rendimiento y flexibilidad.
- **AGP** mejoró la velocidad de transferencia para tarjetas gráficas, siendo reemplazado eventualmente por PCIe.

- **PCIe** es el estándar actual, con versiones modernas que ofrecen altísimas velocidades para múltiples tipos de dispositivos.

Estos slots de ampliación permitieron la evolución y mejora constante de los PCs a lo largo de los años.

**PCIe** (Peripheral Component Interconnect Express) es un estándar de interconexión de alta velocidad utilizado en las placas base modernas para conectar dispositivos como tarjetas gráficas, discos SSD, tarjetas de red, y más. Es una evolución del estándar PCI que ofrece una mayor flexibilidad y velocidad a través de un diseño basado en carriles seriales de datos.

### Características clave de PCIe:

- **Carriles (Lanes):** Un carril en PCIe consiste en dos pares de cables, uno para enviar datos y otro para recibirlos, permitiendo la transmisión de datos en ambas direcciones simultáneamente. PCIe puede funcionar con diferentes números de carriles: 1, 2, 4, 8, 16 o 32 carriles (designados como x1, x2, x4, x8, x16 y x32). Cuantos más carriles tiene una ranura, mayor es la velocidad de transferencia.
- **Velocidad:** PCIe usa un diseño de comunicación serial punto a punto. A diferencia de los buses paralelos tradicionales, esto permite que cada dispositivo tenga un ancho de banda exclusivo, lo que resulta en una mayor eficiencia y velocidad.
- **Factores de forma:** Las tarjetas PCIe vienen en diferentes tamaños físicos, los más comunes son x1, x4, x8 y x16, con el número de carriles correspondientes. Además, el estándar PCIe se usa también en factores de forma como M.2 (para almacenamiento) y U.2 (usado principalmente en servidores).

### Tabla con versiones de PCIe y sus características:

Versión PCIe	Año de lanzamiento	Velocidad por carril (en ambas direcciones)	Velocidad total en x16	Eficiencia energética	Compatibilidad retroactiva
<b>PCIe 1.0</b>	2003	250 MB/s	4 GB/s	Moderada	Sí
<b>PCIe 2.0</b>	2007	500 MB/s	8 GB/s	Mejorada respecto a 1.0	Sí
<b>PCIe 3.0</b>	2010	1 GB/s	16 GB/s	Mayor eficiencia	Sí
<b>PCIe 4.0</b>	2017	2 GB/s	32 GB/s	Aumento notable	Sí
<b>PCIe 5.0</b>	2019	4 GB/s	64 GB/s	Alta eficiencia	Sí
<b>PCIe 6.0</b>	2022	8 GB/s	128 GB/s	Introduce mejoras de energía y corrección de errores	Sí

### Detalles adicionales:

- **Carriles y Ancho de Banda:** La velocidad de transferencia total de un dispositivo PCIe depende del número de carriles que utiliza. Por ejemplo, una tarjeta PCIe x16 tiene 16

carriles, lo que multiplica la velocidad por carril por 16. Así, en PCIe 3.0, la velocidad por carril es de 1 GB/s, lo que da un ancho de banda total de 16 GB/s para un dispositivo que use 16 carriles.

- **Compatibilidad:** Todas las versiones de PCIe son retrocompatibles. Esto significa que una tarjeta PCIe 3.0 puede instalarse en una ranura PCIe 4.0, aunque la velocidad estará limitada por la versión más lenta, en este caso, PCIe 3.0.
- **Factores de Forma:**
  - **x1:** Usado para tarjetas de red, USB, audio, etc.
  - **x4 y x8:** A menudo usadas para controladoras RAID y SSD de alto rendimiento.
  - **x16:** Común en tarjetas gráficas de alto rendimiento.
  - **M.2:** Factores de forma compactos para discos de almacenamiento NVMe, ampliamente usados en laptops y PCs modernos.

El avance constante de PCIe ha permitido que las tarjetas gráficas, SSDs y otros dispositivos de alto rendimiento aprovechen mayores velocidades y ancho de banda para tareas que requieren un alto procesamiento de datos.

El **pineado** de un slot PCIe (Peripheral Component Interconnect Express) define cómo están conectados los pines que permiten la transmisión de señales de datos, potencia, tierra y otras funciones. Cada versión de PCIe tiene una configuración similar en cuanto a los pines, con la posibilidad de usarse para diferentes cantidades de carriles (x1, x4, x8, x16, etc.). A continuación, presento una tabla con la asignación de pines más común para un conector PCIe x16:

**Tabla de pineado de un conector PCIe x16**

Número de Pin	Nombre	Función	Descripción
1	+12V	Alimentación	Proporciona 12V de potencia.
2	+12V	Alimentación	Proporciona 12V de potencia.
3	+12V	Alimentación	Proporciona 12V de potencia.
4	+12V	Alimentación	Proporciona 12V de potencia.
5	GND	Tierra	Conexión a tierra.
6	GND	Tierra	Conexión a tierra.
7	PETn0	Transmisión diferencial negativa (Lane 0)	Datos hacia el dispositivo (diferencial -).
8	PETp0	Transmisión diferencial positiva (Lane 0)	Datos hacia el dispositivo (diferencial +).
9	GND	Tierra	Conexión a tierra.
10	PERn0	Recepción diferencial negativa (Lane 0)	Datos desde el dispositivo (diferencial -).
11	PERp0	Recepción diferencial positiva (Lane 0)	Datos desde el dispositivo (diferencial +).
12	GND	Tierra	Conexión a tierra.

Número de Pin	Nombre	Función	Descripción
13	REFCLK+	Reloj de referencia	Señal de reloj de referencia diferencial (+).
14	REFCLK-	Reloj de referencia	Señal de reloj de referencia diferencial (-).
15	GND	Tierra	Conexión a tierra.
16	PETn1	Transmisión diferencial negativa (Lane 1)	Datos hacia el dispositivo (diferencial -).
17	PETp1	Transmisión diferencial positiva (Lane 1)	Datos hacia el dispositivo (diferencial +).
18	GND	Tierra	Conexión a tierra.
19	PERn1	Recepción diferencial negativa (Lane 1)	Datos desde el dispositivo (diferencial -).
20	PERp1	Recepción diferencial positiva (Lane 1)	Datos desde el dispositivo (diferencial +).
21-36	Repetidos por carril	Carriles adicionales (Lanes 2 a 15)	Pines asignados para Lanes 2-15.
37	SMCLK	Reloj de gestión del sistema	Señal de gestión del reloj del sistema.
38	SMDAT	Datos de gestión del sistema	Señal de datos para la gestión del sistema.
39	PRSNT1#	Presencia de la tarjeta	Indica la presencia de una tarjeta PCIe.
40	GND	Tierra	Conexión a tierra.
41	+3.3V	Alimentación	Proporciona 3.3V de potencia.
42	+3.3V	Alimentación	Proporciona 3.3V de potencia.
43	GND	Tierra	Conexión a tierra.
44	+3.3V	Alimentación	Proporciona 3.3V de potencia.
45	PRSNT2#	Presencia de la tarjeta	Indica la presencia de una tarjeta PCIe.
46	GND	Tierra	Conexión a tierra.

### Explicación de términos clave:

- **PET (PCI Express Transmit):** Pines responsables de la transmisión de datos desde el host (placa base) hacia el dispositivo (tarjeta PCIe).
- **PER (PCI Express Receive):** Pines encargados de recibir datos desde el dispositivo (tarjeta PCIe) hacia el host.
- **REFCLK:** Señal de reloj de referencia que sincroniza la transmisión de datos entre el host y el dispositivo PCIe.
- **PRSNT#:** Pines que indican la presencia de una tarjeta PCIe instalada. Cuando la tarjeta está presente, se cierra el circuito, permitiendo a la placa base detectar su conexión.
- **+12V, +3.3V y GND:** Pines de alimentación que proporcionan energía a la tarjeta PCIe (12V y 3.3V), y las conexiones a tierra (GND).

## Factores de forma PCIe:

- **x1:** Tiene menos pines (generalmente 36) y usa un solo carril de datos.
- **x4, x8, x16:** Tienen más pines para soportar más carriles y una mayor velocidad de transferencia. Las tarjetas x16 son las más comunes en tarjetas gráficas y otras aplicaciones de alto rendimiento.

La disposición exacta del pinedado varía según la cantidad de carriles soportados (x1, x4, x8, x16), pero los primeros pines suelen ser comunes en todas las versiones de PCIe.

Las ranuras de expansión PCIe (Peripheral Component Interconnect Express) permiten conectar una amplia variedad de dispositivos a una computadora. A continuación, te presento un listado de los tipos más comunes de dispositivos que se pueden instalar en ranuras PCIe, junto con sus características:

### 1. Tarjetas gráficas (GPUs)

- **Descripción:** Las tarjetas gráficas se utilizan para procesar y renderizar gráficos, especialmente en videojuegos, diseño gráfico, modelado 3D y aplicaciones de inteligencia artificial.
- **Ranura típica:** PCIe x16.
- **Características:**
  - Uso intensivo de ancho de banda para procesamiento gráfico.
  - Puede soportar múltiples monitores.
  - Alto consumo de energía.
  - Requiere drivers especializados.

### 2. Tarjetas de red (NICs - Network Interface Cards)

- **Descripción:** Se utilizan para conectar la computadora a redes, ya sea mediante Ethernet (cable) o inalámbrica (Wi-Fi).
- **Ranura típica:** PCIe x1 o x4.
- **Características:**
  - Ofrecen soporte para diferentes velocidades de red (10/100/1000 Mbps, 10Gbps).
  - Las tarjetas Wi-Fi pueden incluir antenas externas para mejorar la recepción.
  - A menudo incluyen soporte para protocolos como Wake-on-LAN.

### 3. Tarjetas de sonido

- **Descripción:** Mejoran la calidad del audio más allá de lo que las tarjetas de sonido integradas pueden ofrecer.
- **Ranura típica:** PCIe x1.
- **Características:**
  - Soporte para sonido envolvente (5.1, 7.1).
  - Conectores para entrada y salida de audio de alta calidad (digital y analógica).
  - Menor latencia en grabación y reproducción de audio.
  - Ideal para audiófilos o para la producción de música.

## 4. Tarjetas de expansión USB

- **Descripción:** Añaden puertos USB adicionales a la computadora, especialmente USB 3.0 o versiones más recientes.
- **Ranura típica:** PCIe x1 o x4.
- **Características:**
  - Soporte para múltiples puertos USB (USB 2.0, 3.0, 3.1, 3.2).
  - Velocidades de transferencia superiores a las de los puertos USB integrados.
  - Compatibilidad con dispositivos de almacenamiento, impresoras, periféricos USB, etc.

## 5. Controladoras RAID

- **Descripción:** Se utilizan para gestionar arreglos de discos (RAID) para mejorar el rendimiento y/o la redundancia de los datos en configuraciones de almacenamiento.
- **Ranura típica:** PCIe x4 o x8.
- **Características:**
  - Soporte para varios tipos de RAID (RAID 0, 1, 5, 10, etc.).
  - Puede administrar varios discos duros o unidades SSD simultáneamente.
  - Mejora la velocidad de acceso a datos o la tolerancia a fallos en almacenamiento.
  - Usada en servidores y estaciones de trabajo con altas demandas de almacenamiento.

## 6. Tarjetas SSD NVMe (Non-Volatile Memory Express)

- **Descripción:** Dispositivos de almacenamiento que aprovechan el bus PCIe para ofrecer velocidades de lectura/escritura mucho más rápidas que los SSDs tradicionales SATA.
- **Ranura típica:** PCIe x4 (o más, según la unidad).
- **Características:**
  - Altas tasas de transferencia de datos (hasta 64 GB/s en PCIe 5.0 x16).
  - Menor latencia y mayor eficiencia energética comparado con los discos SATA.
  - Utilizado en aplicaciones que requieren acceso rápido a grandes volúmenes de datos.

## 7. Tarjetas de captura de vídeo

- **Descripción:** Utilizadas para grabar o transmitir vídeo en alta definición desde cámaras, consolas de videojuegos o dispositivos externos.
- **Ranura típica:** PCIe x1, x4 o x8.
- **Características:**
  - Soporte para grabación en tiempo real y transmisión en vivo.
  - Compatibilidad con resoluciones HD, 4K, e incluso 8K.
  - Usadas comúnmente por creadores de contenido y en aplicaciones de videoconferencia.

## 8. Tarjetas Thunderbolt

- **Descripción:** Añaden conectividad Thunderbolt a la computadora, una tecnología que permite transferencias de datos ultrarrápidas y soporte para pantallas de alta resolución.
- **Ranura típica:** PCIe x4 o x8.
- **Características:**

- Velocidades de transferencia de hasta 40 Gbps.
- Compatible con múltiples periféricos (almacenamiento, monitores, tarjetas gráficas externas).
- Soporte para pantallas 4K y 5K.

## 9. Tarjetas FPGA (Field-Programmable Gate Array)

- **Descripción:** Dispositivos de hardware reprogramables usados para tareas específicas que requieren procesamiento paralelo, como aceleración de inteligencia artificial y análisis de datos.
- **Ranura típica:** PCIe x8 o x16.
- **Características:**
  - Programables para realizar tareas personalizadas.
  - Utilizadas en aplicaciones de alto rendimiento como procesamiento de señales, encriptación, análisis de datos, y más.
  - Muy comunes en centros de datos y aplicaciones científicas.

## 10. Aceleradores de Inteligencia Artificial (AI)

- **Descripción:** Dispositivos diseñados específicamente para tareas de aprendizaje automático y análisis de datos.
- **Ranura típica:** PCIe x8 o x16.
- **Características:**
  - Incluyen procesamiento dedicado para modelos de AI (redes neuronales, procesamiento de imágenes).
  - Muy utilizados en investigación, empresas de tecnología, y para aplicaciones de IA.
  - Proporcionan gran velocidad y paralelización para entrenar y ejecutar modelos.

## 11. Tarjetas de expansión SATA

- **Descripción:** Añaden puertos SATA adicionales para conectar unidades de disco duro y SSDs.
- **Ranura típica:** PCIe x1 o x4.
- **Características:**
  - Permiten conectar múltiples unidades de almacenamiento en sistemas que tienen puertos SATA limitados.
  - Ideal para servidores o estaciones de trabajo con grandes cantidades de almacenamiento físico.

## 12. Tarjetas de expansión FireWire

- **Descripción:** Añaden conectividad FireWire, un estándar de transmisión de datos usado en dispositivos más antiguos.
- **Ranura típica:** PCIe x1.
- **Características:**
  - Ofrecen soporte para dispositivos FireWire como cámaras de video y discos duros externos.
  - Velocidades de hasta 800 Mbps (FireWire 800).

### 13. Tarjetas para puertos seriales/paralelos

- **Descripción:** Añaden puertos seriales (RS-232) o paralelos a la computadora para conectar dispositivos más antiguos.
- **Ranura típica:** PCIe x1.
- **Características:**
  - Compatibles con impresoras y otros dispositivos industriales o de laboratorio.
  - Facilitan la conexión de equipos que utilizan estándares más antiguos.

### 14. Tarjetas de expansión eSATA

- **Descripción:** Añaden puertos eSATA (External SATA) para conectar discos duros externos directamente al bus SATA.
- **Ranura típica:** PCIe x1.
- **Características:**
  - Proporcionan una conexión más rápida para discos duros externos que el USB.
  - Soporte para tasas de transferencia de hasta 6 Gbps.

### 15. Tarjetas HBA (Host Bus Adapter)

- **Descripción:** Permiten la conexión de dispositivos de almacenamiento como discos duros y SSDs, tanto internos como externos, a través de interfaces específicas como SCSI, SAS, y Fibre Channel.
- **Ranura típica:** PCIe x4 o x8.
- **Características:**
  - Muy usadas en servidores y centros de datos.
  - Facilitan la administración de grandes volúmenes de almacenamiento y soportan altas velocidades de transferencia.

Cada uno de estos dispositivos puede aprovechar la flexibilidad y el alto rendimiento del estándar PCIe para mejorar las capacidades de un sistema, permitiendo la personalización y actualización según las necesidades del usuario.

## ¿Qué es un FPGA?

Un **FPGA** (Field-Programmable Gate Array) es un tipo de circuito integrado que puede ser configurado o reprogramado por el usuario después de su fabricación. A diferencia de los chips de propósito fijo, como los microprocesadores o los ASICs (Application-Specific Integrated Circuits), un FPGA no tiene una funcionalidad predeterminada. En su lugar, contiene miles o millones de bloques lógicos interconectados que pueden ser configurados para realizar una amplia variedad de funciones digitales.

## Relación con las puertas lógicas

Las FPGAs se construyen a partir de **puertas lógicas programables**, que son los bloques fundamentales de los circuitos digitales. Cada bloque lógico en un FPGA puede ser configurado



para realizar operaciones lógicas como AND, OR, NOT, XOR, entre otras, combinando varias puertas lógicas básicas.

El FPGA permite crear circuitos digitales complejos porque:

1. **Lógica personalizada:** Puedes diseñar circuitos que simulen cualquier tipo de operación lógica o función digital.
2. **Reconfigurabilidad:** El comportamiento del circuito lógico en un FPGA se define mediante un lenguaje de descripción de hardware (HDL, como VHDL o Verilog) y puede ser modificado o reprogramado para realizar diferentes tareas sin necesidad de cambiar el hardware.

## ¿Para qué se usan los FPGAs?

Los FPGAs son extremadamente versátiles y se utilizan en una amplia variedad de aplicaciones debido a su capacidad de reprogramarse y adaptarse a las necesidades del usuario o de la industria. Algunas de sus aplicaciones más comunes incluyen:

### 1. Prototipado de circuitos electrónicos:

- En lugar de fabricar un ASIC, los ingenieros usan FPGAs para probar, validar y ajustar el diseño del hardware de forma rápida y económica antes de proceder a la fabricación en masa.

### 2. Aceleración de procesamiento:

- En aplicaciones como **inteligencia artificial, análisis de datos y procesamiento de señales**, los FPGAs pueden ser programados para acelerar tareas específicas, proporcionando una mayor eficiencia y menor latencia que las soluciones basadas en CPU o GPU.

### 3. Procesamiento de señales digitales (DSP):

- Los FPGAs se usan en sistemas de telecomunicaciones, transmisión de vídeo, y procesamiento de audio para realizar tareas como codificación, decodificación y filtrado de señales en tiempo real.

### 4. Controladores de hardware:

- FPGAs se utilizan para controlar dispositivos de hardware como robots industriales, motores eléctricos, y sistemas de automatización debido a su capacidad de realizar operaciones lógicas en paralelo, mejorando la precisión y velocidad de control.

### 5. Aceleradores criptográficos:

- En aplicaciones de seguridad, los FPGAs pueden ser utilizados para implementar y acelerar algoritmos de cifrado y descifrado de datos.

### 6. Networking y Telecomunicaciones:

- Los FPGAs son ampliamente utilizados en infraestructura de redes y telecomunicaciones para tareas de enrutamiento, procesamiento de paquetes, y administración de protocolos de comunicación. Su capacidad de procesamiento paralelo permite manejar altas tasas de datos y personalizar protocolos.

### 7. Sistemas embebidos:

- Los FPGAs son utilizados en sistemas embebidos donde es necesario ejecutar tareas específicas en tiempo real, como en dispositivos médicos, sistemas de control de vehículos y sistemas de automatización industrial.

## Escenarios de uso de FPGAs

### 1. Prototipado de hardware para ASIC

- **Contexto:** Un fabricante de chips está desarrollando un nuevo procesador o un circuito integrado especializado.
- **Uso del FPGA:** Se programa un FPGA para replicar el comportamiento del procesador o del circuito, permitiendo realizar pruebas y ajustes antes de enviar el diseño final para su fabricación como ASIC, ahorrando costos y tiempo en la etapa de diseño.

### 2. Aceleración de tareas de inteligencia artificial

- **Contexto:** En centros de datos y en sistemas de machine learning (ML), como el reconocimiento de imágenes o el procesamiento del lenguaje natural.
- **Uso del FPGA:** Se utilizan FPGAs para acelerar tareas específicas del flujo de datos, como las operaciones matemáticas intensivas en redes neuronales profundas. Los FPGAs pueden procesar múltiples operaciones simultáneamente (paralelismo), logrando mejores resultados en tiempo real que los procesadores tradicionales.

### 3. Procesamiento de señales en tiempo real

- **Contexto:** En sistemas de telecomunicaciones o transmisiones de video en vivo.
- **Uso del FPGA:** Los FPGAs se utilizan para realizar procesamiento de señales en tiempo real, como la codificación y decodificación de vídeo, modulación/demodulación de señales de radio, y filtrado de ruido, sin el retraso que introduce una CPU.

### 4. Control de dispositivos en robótica

- **Contexto:** Un sistema de control de robots en una fábrica que requiere respuestas rápidas y precisas.
- **Uso del FPGA:** El FPGA se programa para manejar señales de sensores y controladores de motores en paralelo, lo que permite que el robot reaccione más rápido y con mayor precisión a su entorno. Esto es particularmente útil en robótica industrial, donde el tiempo de respuesta y la eficiencia son cruciales.

### 5. Aceleración de trading algorítmico

- **Contexto:** En sistemas de trading de alta frecuencia (HFT) donde las decisiones deben tomarse en fracciones de segundo.
- **Uso del FPGA:** Los algoritmos de trading se implementan en FPGAs para reducir la latencia en la ejecución de órdenes, procesando grandes cantidades de datos del mercado en tiempo real y respondiendo a eventos más rápidamente que una CPU o GPU.

## Ventajas de los FPGAs:

- **Reconfigurabilidad:** Pueden ser reprogramados después de ser fabricados, lo que los hace flexibles para diferentes aplicaciones.

- **Procesamiento paralelo:** A diferencia de las CPUs, los FPGAs pueden ejecutar múltiples operaciones simultáneamente, lo que los hace ideales para tareas de procesamiento intensivo.
- **Bajo consumo energético:** Comparados con CPUs y GPUs, los FPGAs son más eficientes energéticamente en tareas específicas, ya que solo ejecutan la lógica necesaria.

### **Desventajas de los FPGAs:**

- **Mayor complejidad de programación:** Se requiere un conocimiento especializado en lenguajes de descripción de hardware (HDL) y un esfuerzo considerable en diseño.
- **Menor rendimiento en tareas no especializadas:** En comparación con un ASIC, un FPGA puede ser más lento o consumir más energía en tareas que no requieren personalización.

### **Conclusión**

Los FPGAs son esenciales para aplicaciones que requieren alta flexibilidad y rendimiento en paralelo, como el procesamiento de señales, el prototipado de hardware, y la inteligencia artificial. Están diseñados para realizar tareas específicas de forma eficiente, aprovechando las puertas lógicas para construir y modificar circuitos personalizados.