

# Arquitectura de Computadores: Del Silicio al Sistema Operativo

## Índice de Contenidos

### 1. Introducción: El mundo físico de la computación

- De la señal al dato: ¿qué es la información?
- Hardware vs. software: la danza entre lo físico y lo lógico
- Las capas de un sistema computacional: dónde encaja cada pieza

### 2. Los cuatro pilares

- CPU, memoria, E/S y buses
- Diagrama de flujo de datos en la arquitectura Von Neumann
- Limitaciones y evolución: el cuello de botella y las soluciones modernas
- Una breve mención: la arquitectura Harvard

### 3. El cerebro del sistema: la CPU y las plataformas actuales

- Conceptos clave: ISA, microarquitectura, núcleos, hilos, cachés y TDP
- El ecosistema de procesadores: x86, ARM, Apple Silicon y el ascenso de RISC-V
- Tendencias modernas: chiplets, empaquetado 3D y aceleradores de IA (NPU)

### 4. De lo efímero a lo permanente: memoria y almacenamiento

- Registros, cachés (L1/L2/L3), RAM y almacenamiento
- La RAM hoy: DDR5 y LPDDR5X
- Memorias para tareas específicas: HBM3e y GDDR7
- Latencia vs. ancho de banda y el impacto del dual/quad channel

### 5. El centro neurálgico: la placa base

- Anatomía: formatos ATX, mATX, ITX, chipset y VRM
- El arranque del sistema: de la BIOS a UEFI y el nuevo estándar ATX12VO
- El bus principal: PCI Express 5.0 y 6.0, lanes y bifurcación
- Conectores de alta velocidad: M.2 (claves y tamaños), SATA y más
- Conectividad externa e interna: USB4 v2, Thunderbolt 5, red, audio y cabezales

### 6. Almacenamiento

- El rey de la velocidad: NVMe sobre PCIe
- La evolución del flash: tipos de NAND (SLC a PLC) y su impacto

- El disco duro no ha muerto: tecnologías HAMR/MAMR
- Métricas que importan: IOPS, latencia, TBW y DWPD

## **7. Gráficos y visualización: del píxel a la inteligencia artificial**

- Gráficos integrados (iGPU) vs. dedicados (dGPU)
- La memoria de vídeo: VRAM (GDDR6/7) y su propósito
- Conectando pantallas: HDMI, DisplayPort y el modo alternativo de USB-C

## **8. Energía y temperatura: eficiencia y disipación**

- La fuente de alimentación (PSU): potencia, eficiencia 80 Plus y conectores 12V 2×6
- Manteniendo la calma: flujo de aire, disipadores y refrigeración líquida (AIO)

## **9. Periféricos y conectividad de red**

- El universo USB y Thunderbolt: nomenclatura actual y capacidades
- Conexión a la red: Ethernet multi-gigabit y Wi-Fi 7

## **10. Firmware y seguridad a nivel de hardware**

- El guardián del arranque: UEFI, Secure Boot y el rol del TPM 2.0
- Microsoft Pluton: una nueva capa de seguridad integrada

## **11. Sostenibilidad, normativa y formatos alternativos**

- Impacto regulatorio: Right to Repair, RoHS y WEEE en la Unión Europea
- Más allá del sobremesa: SFF, NUCs y ordenadores de placa única (SBC)

## **12. Tomando decisiones: comparativas y perfiles de uso**

- Tablas de decisión: portátil vs. sobremesa, iGPU vs. dGPU, NVMe vs. SATA
- Guía de montaje por perfiles: estudiante, ofimática, edición de contenido, IA básica

## **13. Presente y futuro inmediato: tecnologías que definirán el mañana**

- El ecosistema de chiplets: UCle y la desagregación del SoC
- El horizonte tecnológico: adopción de PCIe 6.0, USB4 v2, Wi-Fi 7 y más
- Mapa temporal: hitos clave 2023-2026

### **Mini-labs**

- Lab 1: Inventario de hardware en Linux y Windows
- Lab 2: Midiendo el rendimiento del disco (fio, CrystalDiskMark)
- Lab 4: Comprobando compatibilidad y rendimiento de la RAM
- Lab 5: Análisis de una hoja técnica de placa base

## Apéndices

- Soluciones a las preguntas de autoevaluación
  - Bibliografía y enlaces de interés
- 

# 1. Introducción: El Mundo Físico de la Computación

Bienvenidos al estudio de la arquitectura de computadores. Antes de poder desarrollar aplicaciones complejas, es fundamental entender la máquina sobre la que se ejecutan. Un ordenador no es una caja mágica; es un sistema complejo y elegante compuesto por componentes físicos que trabajan en armonía, orquestados por conjuntos de instrucciones lógicas. En este curso, desmitificaremos esa caja, pieza por pieza, desde los conceptos más básicos hasta las tecnologías más avanzadas que definen la computación moderna.

## De la Señal al Dato: ¿Qué es la Información?

En su nivel más fundamental, un ordenador moderno es una máquina que manipula electricidad. No entiende de letras, imágenes o sonidos, solo de la presencia o ausencia de una señal eléctrica en un momento y lugar determinados. Este concepto se materializa en la idea del bit (dígito binario), la unidad de información más pequeña.

- **Señal:** Un pulso eléctrico, o la ausencia de este, viajando a través de un circuito.
- **Dato:** La representación de esa señal como un valor binario: **1** (señal presente, alto voltaje) o **0** (señal ausente, bajo voltaje). Agrupando estos bits, podemos formar datos más complejos. Por ejemplo, 8 bits forman un byte, que puede representar un número, una letra o un símbolo.
- **Información:** Son los datos interpretados en un contexto. La secuencia de bits **01001000** es un dato. Cuando un programa la interpreta bajo el código ASCII, se convierte en la información "letra H".

Toda la complejidad de un sistema informático, desde un videojuego en 3D hasta un modelo de inteligencia artificial, se reduce en última instancia a la manipulación de miles de millones de estos **1s** y **0s** por segundo.

## Hardware vs. Software: La Danza entre lo Físico y lo Lógico

La distinción entre hardware y software es la primera y más importante abstracción en la informática. Ambos son completamente interdependientes: uno no tiene sentido sin el otro.

- **Hardware:** Se refiere a todos los componentes físicos, tangibles, que componen un sistema informático. Es todo aquello que se puede tocar: el

procesador, la memoria, el disco duro, el teclado, el monitor. El hardware es el que *causa* el procesamiento de los datos.

- **Software:** Es el conjunto de instrucciones, programas y datos intangibles que le dicen al hardware qué hacer. No se puede tocar, pero se puede ver y utilizar. El software es el que *dirige* el procesamiento.

Una analogía útil es la de un pianista y su piano. El piano es el hardware: un objeto físico con teclas, cuerdas y martillos. Por sí solo, es inerte. La partitura y la habilidad del pianista para interpretarla son el software: un conjunto de instrucciones y procedimientos. Sin el piano, la música no puede sonar. Sin la partitura y el pianista, el piano es solo un mueble. Juntos, crean música.

## Las Capas de un Sistema Computacional: ¿Dónde Encaja Cada Pieza?

Para gestionar la inmensa complejidad que supone pasar de señales eléctricas a una aplicación funcional, los sistemas informáticos se organizan en capas de abstracción. Cada capa proporciona un conjunto de servicios a la capa superior, ocultando los detalles de cómo se implementan esos servicios. Esto permite que un programador de aplicaciones no necesite saber cómo funciona un transistor para escribir código.

Una visión simplificada de estas capas, de abajo hacia arriba, es:

1. **Hardware:** La base física. Incluye la CPU, la memoria, los discos y todos los componentes electrónicos. Es la capa que realmente "hace" el trabajo.
2. **Firmware (UEFI/BIOS):** Es un tipo especial de software grabado permanentemente en el hardware (por ejemplo, en un chip de la placa base). Su misión es inicializar y probar el hardware del sistema cuando se enciende el ordenador, y cargar el sistema operativo.
3. **Sistema Operativo (SO):** Es el software más importante. Actúa como el gran gestor de recursos del sistema y, fundamentalmente, como la principal capa de abstracción. Proporciona una interfaz estandarizada (conocida como API o *Application Programming Interface*) para que las aplicaciones puedan usar el hardware sin tener que conocer los detalles específicos de cada componente. Gracias al SO, un navegador web no necesita un código diferente para funcionar en un portátil con una CPU Intel y otro con una CPU AMD.
4. **Aplicaciones:** Son los programas con los que el usuario final interactúa: navegadores, procesadores de texto, videojuegos, entornos de desarrollo, etc. Se ejecutan "encima" del sistema operativo y utilizan sus servicios para acceder al hardware.

Como futuros desarrolladores de aplicaciones multiplataforma (DAM), vuestro trabajo se centrará principalmente en la capa de Aplicaciones. Sin embargo, comprender las capas inferiores es lo que distingue a un buen programador de uno excepcional. Saber cómo el hardware gestiona la memoria, cómo la CPU ejecuta el código o por qué un tipo de almacenamiento es más rápido que otro os permitirá escribir software más eficiente, rápido y robusto.

## Preguntas de Autoevaluación

1. ¿Cuál es la diferencia fundamental entre un dato y la información?
  2. Proporciona tres ejemplos de hardware y tres de software que no se hayan mencionado explícitamente en el texto.
  3. ¿Por qué se dice que el hardware y el software son interdependientes?
  4. Explica con tus propias palabras qué es una capa de abstracción y por qué es útil en informática.
  5. ¿Cuál es el rol principal del Sistema Operativo en la jerarquía de capas de un sistema computacional?
- 

## 2. El Modelo Fundamental: La Arquitectura de Von Neumann

A mediados de la década de 1940, el matemático John von Neumann y otros pioneros sentaron las bases conceptuales de casi todos los ordenadores modernos. Su modelo, conocido como arquitectura de Von Neumann, describe un diseño elegante y versátil que ha perdurado durante décadas. Entender este modelo es el primer paso para comprender cómo funciona internamente un ordenador.

### Los Cuatro Pilares: CPU, Memoria, E/S y Buses

La arquitectura de Von Neumann se basa en cuatro componentes funcionales principales :

1. **Unidad Central de Proceso (CPU - *Central Processing Unit*):** Es el "cerebro" del ordenador. Se encarga de ejecutar las instrucciones de los programas. A su vez, se compone de dos partes principales:
  - **La Unidad de Control (CU - *Control Unit*):** Dirige y coordina las operaciones de todo el sistema. Interpreta las instrucciones del programa y genera las señales de control para los demás componentes.
  - **La Unidad Aritmético-Lógica (ALU - *Arithmetic Logic Unit*):** Realiza las operaciones matemáticas (suma, resta) y lógicas (AND, OR, NOT) que se le ordenan.
2. **Memoria Principal:** Es un almacén de datos donde se guardan tanto las instrucciones de los programas que se están ejecutando como los datos que esas instrucciones manipulan. Esta es la característica definitoria del modelo de Von Neumann: una única memoria compartida para código y datos.
3. **Sistema de Entrada/Salida (E/S):** Es la interfaz del ordenador con el mundo exterior. Permite introducir datos (a través del teclado, ratón, red) y presentar resultados (en el monitor, impresora, altavoces).
4. **Buses del Sistema:** Son los canales de comunicación que interconectan todos los componentes anteriores, permitiendo el flujo de datos y señales de control entre ellos.

### El Ciclo de Instrucción: El Latido del Procesador

El trabajo fundamental de la CPU es ejecutar secuencias de instrucciones. Para ello, repite continuamente un proceso conocido como el ciclo de instrucción o ciclo de Fetch-Decode-Execute. Este ciclo es el pulso rítmico que impulsa toda la actividad del ordenador.

Para entender el ciclo, necesitamos conocer algunos registros clave dentro de la CPU:

- **Contador de Programa (PC - *Program Counter*):** Contiene la dirección de memoria de la *próxima* instrucción a ejecutar.
- **Registro de Instrucción (IR - *Instruction Register*):** Almacena la instrucción que se está ejecutando *actualmente*.

El ciclo se desarrolla en tres etapas principales :

1. **Fase de Captura (Fetch):**
  - La CPU consulta el PC para obtener la dirección de la siguiente instrucción.
  - Esa dirección se envía a la memoria a través del bus de direcciones.
  - La Unidad de Control (CU) envía una señal de lectura. La memoria responde colocando la instrucción en el bus de datos.
  - La instrucción viaja por el bus de datos hasta la CPU y se almacena en el IR.
  - El PC se incrementa para apuntar a la siguiente instrucción en secuencia.
2. **Fase de Decodificación (Decode):**
  - La CU analiza la instrucción que está en el IR.
  - La "decodifica" para entender qué operación debe realizar (ej. sumar, cargar un dato, saltar a otra parte del programa) y qué operandos (datos) necesita para ello.
  - Prepara las unidades funcionales necesarias, como la ALU.
3. **Fase de Ejecución (Execute):**
  - La operación se lleva a cabo. Si es una operación aritmética, la ALU realiza el cálculo. Si es una operación de memoria, se accede a la memoria para leer o escribir un dato.
  - El resultado de la operación se almacena en un registro de la CPU o en la memoria.
  - Una vez completada, el ciclo vuelve a empezar con la fase de captura de la siguiente instrucción apuntada por el PC.

Este ciclo se repite miles de millones de veces por segundo en un procesador moderno.

## Diagrama: Flujo de datos en la arquitectura Von Neumann

El siguiente diagrama ilustra cómo se interconectan los componentes y cómo fluyen los datos y las señales de control.

## **Limitaciones y Evolución: El Cuello de Botella y las Soluciones Modernas**

La mayor ventaja del modelo de Von Neumann es su simplicidad y flexibilidad. Al tratar las instrucciones como datos, un programa puede modificarse a sí mismo o incluso crear otros programas, una capacidad fundamental para el funcionamiento de los sistemas operativos y los compiladores.

Sin embargo, su principal debilidad es el llamado cuello de botella de Von Neumann (*Von Neumann bottleneck*). Dado que tanto las instrucciones como los datos deben viajar a través del mismo bus para llegar a la CPU desde la memoria, no pueden ser accedidos simultáneamente. La CPU debe esperar para obtener una instrucción y luego esperar de nuevo para obtener los datos que esa instrucción necesita. A medida que las CPUs se han vuelto exponencialmente más rápidas que las memorias, este cuello de botella se ha convertido en el principal factor limitante del rendimiento en la computación.

La existencia de este cuello de botella no es un mero detalle histórico; es la fuerza motriz que ha impulsado las innovaciones más importantes en la arquitectura de computadores durante décadas. Prácticamente todas las mejoras de rendimiento que estudiaremos en este curso, como las memorias caché, el paralelismo a nivel de instrucción (pipelining) y las arquitecturas multi-núcleo, son, en esencia, soluciones ingeniosas diseñadas para mitigar o sortear este problema fundamental.

### **Una Breve Mención: La Arquitectura Harvard**

Paralelamente al modelo de Von Neumann, se desarrolló la arquitectura Harvard. Su característica distintiva es que utiliza memorias y buses separados para las instrucciones y los datos. Esto permite a la CPU obtener la siguiente instrucción al mismo tiempo que accede a los datos para la instrucción actual, eliminando el cuello de botella de Von Neumann y aumentando el rendimiento.

Aunque la arquitectura Harvard pura es más compleja y costosa, y menos flexible (el espacio de memoria no utilizado para datos no puede usarse para instrucciones), su concepto es extremadamente influyente. De hecho, los procesadores modernos no son puramente Von Neumann. Son una arquitectura Harvard modificada.

- A nivel interno de la CPU: Utilizan memorias caché separadas para instrucciones (I-Cache) y para datos (D-Cache). Esto permite que, en la mayoría de los casos, la CPU acceda a ambas simultáneamente, comportándose como una máquina Harvard para obtener la máxima velocidad.
- A nivel de sistema: Ambas cachés se comunican con una única Memoria Principal (RAM) compartida, preservando la flexibilidad del modelo de Von Neumann.

Esta solución híbrida ofrece lo mejor de ambos mundos: el rendimiento del acceso paralelo de Harvard en el nivel más cercano y crítico para la CPU, y la flexibilidad de la memoria unificada de Von Neumann a nivel de sistema.

## Preguntas de Autoevaluación

1. ¿Cuál es la característica principal que define la arquitectura de Von Neumann?
  2. Describe las tres fases del ciclo de instrucción.
  3. ¿Qué es el "cuello de botella de Von Neumann" y por qué limita el rendimiento?
  4. ¿En qué se diferencia la arquitectura Harvard de la de Von Neumann?
  5. ¿Por qué se dice que una CPU moderna es una "arquitectura Harvard modificada"?
- 

## 3. El Cerebro del Sistema: La CPU y las Plataformas Actuales

La Unidad Central de Proceso (CPU) es el componente más complejo y crucial de un ordenador. Es el motor que impulsa la ejecución de todo el software, desde el sistema operativo hasta la aplicación más sencilla. En esta sección, profundizaremos en los conceptos que definen una CPU moderna y exploraremos el panorama actual de las principales arquitecturas que compiten en el mercado.

### Conceptos Clave: ISA, Microarquitectura, Núcleos, Hilos, Cachés y TDP

Para hablar con propiedad sobre las CPUs, es necesario dominar una serie de términos fundamentales.

- **ISA (Instruction Set Architecture - Arquitectura del Conjunto de Instrucciones):** Es la especificación abstracta de un procesador. Define el conjunto de instrucciones que la CPU puede ejecutar, los registros que tiene, cómo gestiona la memoria y cómo maneja las interrupciones. La ISA es el "vocabulario" que entiende el hardware y actúa como un contrato entre el software y el hardware. Ejemplos de ISAs son x86-64, ARMv9 o RISC-V.
- **Microarquitectura:** Es la implementación física y concreta de una ISA. Dos procesadores pueden compartir la misma ISA (y por tanto, ejecutar el mismo código binario), pero tener microarquitecturas completamente diferentes, lo que resulta en rendimientos, consumos y costes distintos. Por ejemplo, tanto los procesadores Intel Core como los AMD Ryzen implementan la ISA x86-64, pero sus microarquitecturas (como "Redwood Cove" de Intel o "Zen 5" de AMD) son diseños internos muy diferentes.
- **Núcleo (Core):** Es una unidad de procesamiento completa dentro de la CPU, capaz de ejecutar un flujo de instrucciones de forma independiente. Un procesador moderno no tiene una única CPU, sino que es un chip que contiene múltiples núcleos. Esto permite el paralelismo real, donde varias tareas se ejecutan simultáneamente.
- **Hilo (Thread):** Un hilo es una secuencia de instrucciones que el sistema operativo puede gestionar. En el contexto de la CPU, un núcleo físico puede



ser capaz de manejar uno o más hilos lógicos. La tecnología que permite a un único núcleo físico gestionar dos hilos simultáneamente se conoce como Simultaneous Multithreading (SMT), comercialmente conocida como Hyper-Threading en los procesadores Intel.

- **Analogía Práctica:** Imagina una cocina. Un núcleo es un cocinero. Un hilo es una receta. Un procesador de 4 núcleos es como tener 4 cocineros, cada uno trabajando en su propia receta. Con SMT, un cocinero (núcleo) es lo suficientemente hábil como para trabajar en dos recetas sencillas a la vez (dos hilos), cambiando rápidamente de una a otra para aprovechar los tiempos muertos (mientras una cosa se hornea, avanza con la otra). Esto no duplica el rendimiento, pero lo mejora significativamente en tareas que se pueden paralelizar.
- **Caché:** Son pequeñas cantidades de memoria SRAM (Static RAM) extremadamente rápidas integradas dentro del propio chip de la CPU. Su propósito es almacenar copias de los datos e instrucciones más utilizados para que el núcleo no tenga que esperar a la lenta memoria RAM principal. Se organizan en niveles (L1, L2, L3), como veremos en detalle más adelante.
- **TDP (Thermal Design Power - Potencia de Diseño Térmico):** Es una especificación que indica la cantidad máxima de calor, medida en vatios (W), que el sistema de refrigeración de un ordenador debe ser capaz de disipar. No es una medida directa del consumo eléctrico, sino una guía para el diseño térmico del sistema. Un TDP más alto generalmente implica un mayor potencial de rendimiento, pero también la necesidad de una refrigeración más robusta.
- **iGPU (Integrated Graphics Processing Unit):** La mayoría de las CPUs de consumo actuales incluyen una unidad de procesamiento gráfico básica en el mismo chip. Esta iGPU es suficiente para tareas de escritorio, navegación web y reproducción de vídeo, eliminando la necesidad de una tarjeta gráfica separada para muchos usuarios.

## **El Ecosistema de Procesadores: x86, ARM, Apple Silicon y el Ascenso de RISC-V**

El mercado de procesadores está dominado por unas pocas ISAs clave, cada una con sus fortalezas y nichos.

- **x86-64:** Es la ISA dominante en el mercado de ordenadores de sobremesa, portátiles de alto rendimiento y servidores. Originalmente desarrollada por Intel, AMD la extendió a 64 bits (con el nombre AMD64), y ahora ambas compañías son los principales fabricantes.
  - **Intel:** Su línea actual incluye los procesadores Core Ultra (nombre en clave "Meteor Lake" y sucesores), que marcan la transición de Intel a una arquitectura de chiplets y la inclusión de NPUs dedicadas para IA.
  - **AMD:** Su arquitectura más reciente es Zen 5, que impulsa a los procesadores Ryzen para escritorio y portátiles, y EPYC para servidores. Zen 5 representa una importante renovación de la microarquitectura, con mejoras en el front-end y un pipeline de ejecución de vectores más ancho.

- **ARM:** Esta ISA, desarrollada por Arm Holdings, domina por completo el mercado de dispositivos móviles (smartphones, tablets) gracias a su diseño enfocado en la alta eficiencia energética (rendimiento por vatio). En los últimos años, ha comenzado una expansión exitosa hacia portátiles, centros de datos e incluso supercomputación. A diferencia de Intel y AMD, Arm no fabrica sus propios chips; licencia sus diseños de ISA y microarquitectura a otras empresas como Qualcomm (con sus procesadores Snapdragon), Samsung y Apple.
- **Apple Silicon:** Es la implementación personalizada de la ISA ARM de Apple. Desde 2020, Apple ha transicionado todos sus ordenadores Mac a sus propios chips de la serie M. Estos son Sistemas en un Chip (SoC) altamente integrados que combinan CPU, GPU, NPU (Neural Engine) y memoria RAM en un único paquete, logrando niveles de rendimiento y eficiencia muy elevados. La última generación, M4, introduce mejoras microarquitectónicas significativas sobre M3, con más núcleos de eficiencia, un Neural Engine mucho más potente (38 TOPS) y un ancho de banda de memoria superior en sus variantes Pro y Max.
- **RISC-V:** Es una ISA relativamente nueva con una característica única y disruptiva: es un estándar abierto y libre de royalties. Esto significa que cualquiera puede diseñar y fabricar procesadores compatibles con RISC-V sin pagar licencias. Aunque actualmente su presencia se concentra en microcontroladores y sistemas embebidos, existe un enorme impulso por parte de la industria y la academia para llevarla a todos los segmentos, desde móviles hasta supercomputadores. Su ecosistema de software y hardware está madurando rápidamente, con la ratificación continua de extensiones clave como las de virtualización, criptografía y vectores, lo que indica un futuro prometedor.

## **Tendencias Modernas: Chiplets, Empaquetado 3D y Aceleradores de IA (NPU)**

El diseño de CPUs está experimentando una revolución impulsada por los límites físicos de la fabricación de semiconductores.

- **De Monolítico a Chiplets:** Durante décadas, una CPU era un único trozo de silicio (un chip monolítico). Fabricar chips muy grandes es difícil y caro, y un solo defecto puede inutilizar todo el procesador. La tendencia actual es el diseño basado en chiplets: el procesador se construye a partir de varios chips más pequeños y especializados (los chiplets), interconectados dentro de un mismo paquete. Por ejemplo, una CPU de AMD puede tener un chiplet para los núcleos de CPU fabricado en un proceso avanzado de 4nm y otro chiplet para la E/S fabricado en un proceso más maduro y barato de 6nm. Esto mejora los costes, la flexibilidad y el rendimiento.
- **Empaquetado 2.5D y 3D:** Para conectar estos chiplets, se utilizan técnicas avanzadas. El empaquetado 2.5D coloca los chiplets uno al lado del otro sobre una base de silicio intermedia llamada "interposer". El empaquetado 3D va un paso más allá, apilando los chiplets unos encima de otros, como en el caso de la memoria 3D V-Cache de AMD, que apila una caché L3 adicional directamente sobre los núcleos de la CPU.

- **Aceleradores de IA (NPU - *Neural Processing Unit*):** La inteligencia artificial se ha convertido en una carga de trabajo tan importante que las CPUs modernas están integrando hardware específico para acelerarla. Estos NPUs, como el Intel AI Boost o el Apple Neural Engine, son capaces de realizar las operaciones matemáticas típicas del machine learning (como las multiplicaciones de matrices) de forma mucho más rápida y con un consumo de energía drásticamente menor que una CPU o una GPU de propósito general.

La integración de NPUs en procesadores de consumo representa un cambio fundamental en la arquitectura del PC. El ordenador personal está evolucionando de ser una máquina de computación de propósito general a una plataforma con hardware especializado para cargas de trabajo de IA. Para vosotros, como futuros desarrolladores, esto significa que el software del mañana deberá ser consciente del hardware para ser competitivo. Las aplicaciones que aprovechen el NPU para tareas de IA serán significativamente más rápidas y eficientes en los portátiles y ordenadores del futuro.

### **Preguntas de Autoevaluación**

1. ¿Cuál es la diferencia entre una ISA y una microarquitectura? Pon un ejemplo.
  2. Un procesador se anuncia como "8 núcleos y 16 hilos". ¿Qué significa esto en términos prácticos?
  3. ¿Por qué la arquitectura ARM es tan popular en los dispositivos móviles?
  4. ¿Qué ventaja principal ofrece RISC-V frente a x86 y ARM?
  5. Explica qué es un diseño de CPU basado en chiplets y por qué es una tendencia importante.
- 

## **4. La Jerarquía de la Memoria: Velocidad vs. Capacidad**

Un procesador moderno puede ejecutar miles de millones de instrucciones por segundo. Para mantener este ritmo frenético, necesita un acceso casi instantáneo a los datos y a las instrucciones. Sin embargo, la memoria masiva y barata es, por naturaleza, lenta. Para resolver esta disparidad fundamental, los sistemas informáticos utilizan una jerarquía de memoria, un sistema de múltiples niveles de almacenamiento donde cada nivel es más pequeño, más rápido y más caro por bit que el nivel inferior.

### **De lo Efímero a lo Permanente: Registros, Cachés (L1/L2/L3), RAM y Almacenamiento**

Podemos visualizar esta jerarquía como una pirámide:

1. **Registros de la CPU (Cima de la pirámide):** Son el tipo de memoria más rápido y pequeño. Están físicamente dentro de los núcleos de la CPU. Son el espacio de trabajo inmediato de la ALU, donde se almacenan los operandos y los

resultados de las operaciones en curso. Su acceso es prácticamente instantáneo (en el orden de un ciclo de reloj).

2. **Memoria Caché:** Actúa como un intermediario de alta velocidad entre la CPU y la memoria RAM principal. Almacena copias de los datos e instrucciones que se han usado recientemente o que se prevé que se usarán pronto. Cuando la CPU necesita un dato, primero lo busca en la caché. Si lo encuentra (un *cache hit*), el acceso es muy rápido. Si no lo encuentra (un *cache miss*), debe ir a buscarlo a la RAM, que es mucho más lento, y traerlo a la caché para futuros accesos. La caché se subdivide en niveles :
  - **Caché L1 (Nivel 1):** Es la más pequeña (decenas de KB por núcleo) y la más rápida. Está integrada en cada núcleo. Como vimos, sigue un modelo Harvard modificado, dividiéndose en una L1 de Instrucciones (I-Cache) y una L1 de Datos (D-Cache) para permitir accesos simultáneos.
  - **Caché L2 (Nivel 2):** Es más grande (cientos de KB a varios MB por núcleo) y ligeramente más lenta que la L1. En la mayoría de los diseños modernos, cada núcleo tiene su propia caché L2 privada.
  - **Caché L3 (Nivel 3):** Es la más grande de las cachés (decenas de MB) y es compartida por todos los núcleos de la CPU. Actúa como un último nivel de caché (*Last-Level Cache* o LLC) antes de tener que recurrir a la RAM. Su función es crucial para la comunicación eficiente entre núcleos y para reducir la latencia en accesos a datos compartidos.
3. **Memoria Principal (RAM - *Random Access Memory*):** Es el gran espacio de trabajo del sistema, donde residen el sistema operativo, las aplicaciones en ejecución y sus datos. Es mucho más grande que la caché (varios gigabytes), pero también significativamente más lenta. Es una memoria volátil, lo que significa que su contenido se pierde cuando se apaga el ordenador.
4. **Almacenamiento Secundario (Base de la pirámide):** Es el almacenamiento a largo plazo, no volátil. Aquí se guardan el sistema operativo, las aplicaciones y los archivos del usuario de forma permanente. Es el nivel más grande (cientos de GB a varios TB) y el más lento de la jerarquía. Incluye los SSDs (Unidades de Estado Sólido) y los HDDs (Discos Duros).

## La RAM Hoy: DDR5 y LPDDR5X

La tecnología de RAM predominante en los sistemas de sobremesa y portátiles es la SDRAM (Synchronous Dynamic RAM). La generación actual es la DDR5.

- **DDR5 SDRAM:** Lanzada en 2021, representa un salto significativo sobre su predecesora, DDR4. Sus características clave incluyen :
  - **Mayor Velocidad:** Las velocidades estándar de DDR5 comienzan en 4800 MT/s (Mega-transferencias por segundo) y escalan hasta 8800 MT/s o más, un aumento considerable frente al máximo oficial de 3200 MT/s de DDR4.
  - **Menor Voltaje:** Opera a 1.1V, en comparación con los 1.2V de DDR4, lo que se traduce en una mayor eficiencia energética.
  - **Nueva Arquitectura de Canal:** Este es uno de los cambios más importantes. Cada módulo de memoria DDR5 (conocido como DIMM) funciona como si fueran dos canales independientes de 32 bits, en lugar de un único canal de 64 bits como en DDR4. Esto mejora la

eficiencia del acceso a la memoria al permitir operaciones de lectura/escritura más concurrentes.

- **PMIC (Power Management Integrated Circuit):** Los módulos DDR5 integran su propio circuito de gestión de energía en la placa, lo que permite una regulación de voltaje más fina y estable directamente en el DIMM.
- **On-die ECC (Error-Correcting Code):** Integra un sistema de corrección de errores dentro de los propios chips de memoria para mejorar la fiabilidad, aunque no reemplaza a la ECC completa a nivel de módulo que se usa en servidores.
- **LPDDR5X:** Es la variante de DDR5 de bajo consumo (*Low Power*), diseñada específicamente para portátiles delgados, tablets y smartphones. Prioriza la eficiencia energética sobre el rendimiento absoluto, aunque alcanza velocidades de datos muy altas (hasta 8533 MT/s o incluso 9600 MT/s en las últimas implementaciones) para alimentar las necesidades de los procesadores móviles modernos y sus aceleradores de IA.

## **Memorias para Tareas Específicas: HBM3E y GDDR7**

Para cargas de trabajo extremadamente intensivas en datos, como la inteligencia artificial y los gráficos de alta gama, se utilizan tipos de memoria especializados que priorizan un ancho de banda masivo.

- **HBM3E (High Bandwidth Memory 3 Extended):** Es la vanguardia en memoria de alto ancho de banda. En lugar de colocar los chips de memoria en una placa, la tecnología HBM los apila verticalmente en 3D. Estos stacks se conectan a la CPU o GPU a través de una interfaz extremadamente ancha (típicamente 1024 bits por stack) sobre una base de silicio llamada interposer. El resultado es un ancho de banda gigantesco (más de 1.2 TB/s por stack en HBM3E) en un formato muy compacto y con una eficiencia energética superior. Es la memoria de elección para los aceleradores de IA más potentes y las GPUs de centros de datos.
- **GDDR7 (Graphics Double Data Rate 7):** Es la última generación de memoria diseñada específicamente para tarjetas gráficas (dGPUs). A diferencia de HBM, utiliza una interfaz más convencional y económica, pero alcanza velocidades por pin muy elevadas (se esperan 32 Gbps o más). Es la solución de alto rendimiento para el mercado de consumo y estaciones de trabajo gráficas.

## **Latencia vs. Ancho de Banda y el Impacto del Dual/Quad Channel**

### **Preguntas de Autoevaluación**

1. Ordena los siguientes tipos de memoria de más rápido a más lento: Caché L2, RAM DDR5, Registros de CPU, SSD NVMe, Caché L3.
2. ¿Cuál es la función principal de la memoria caché en un sistema informático?
3. Menciona dos diferencias clave entre la memoria DDR4 y la DDR5.
4. ¿Para qué tipo de dispositivo se utiliza principalmente la memoria HBM3E y por qué?

5. ¿Es mejor instalar un único módulo de 32 GB de RAM o dos módulos de 16 GB? Justifica tu respuesta.
- 

## 5. El Centro Neurálgico: La Placa Base

Si la CPU es el cerebro del ordenador, la placa base (*motherboard*) es el sistema nervioso central. Es una gran placa de circuito impreso (PCB) a la que se conectan todos los componentes del sistema, permitiendo que se comuniquen entre sí. La elección de la placa base es una de las decisiones más críticas al montar un PC, ya que define y limita las capacidades presentes y futuras de todo el sistema.

### Anatomía de la Placa Base: Formatos (ATX, mATX, ITX), Chipset y VRM

- **Formatos (Form Factors):** La placa base debe encajar físicamente en el chasis (caja) del ordenador. Para ello, existen tamaños estandarizados, siendo los más comunes :
  - **ATX (Advanced Technology eXtended):** El estándar de tamaño completo (305 x 244 mm). Ofrece el mayor número de ranuras de expansión y conectores, ideal para sistemas de alto rendimiento.
  - **Micro-ATX (mATX):** Una versión más corta y cuadrada (244 x 244 mm). Tiene menos ranuras de expansión que ATX pero es compatible con la mayoría de los chasis ATX. Es un buen equilibrio entre tamaño y funcionalidad.
  - **Mini-ITX (ITX):** Un formato muy compacto (170 x 170 mm) diseñado para ordenadores de pequeño formato (SFF - *Small Form Factor*). Típicamente solo tiene una ranura de expansión para la tarjeta gráfica y menos conectores.
- **Chipset:** Es un conjunto de chips que actúa como el centro de comunicaciones de la placa base, gestionando el flujo de datos entre la CPU, la memoria, las ranuras de expansión y los periféricos. En las plataformas modernas, el chipset controla principalmente los puertos SATA, los puertos USB adicionales, el audio, la red y las ranuras PCIe de propósito general. Las ranuras de alta velocidad para la GPU y el SSD NVMe principal suelen conectarse directamente a la CPU.
- **VRM (Voltage Regulator Module - Módulo Regulador de Voltaje):** Es un circuito crítico que convierte el voltaje de 12V que recibe de la fuente de alimentación en el voltaje mucho más bajo y preciso que necesita la CPU (típicamente alrededor de 1.0V a 1.4V). Un VRM de alta calidad, con más fases de potencia y mejores componentes, es esencial para garantizar una entrega de energía estable, especialmente en CPUs de alto consumo o al realizar overclocking.

### El Arranque del Sistema: De la BIOS a UEFI y el nuevo estándar ATX12VO

- **BIOS vs. UEFI:** El firmware de la placa base es el primer software que se ejecuta al encender el ordenador.
  - **BIOS (Basic Input/Output System):** El sistema legado, con una interfaz de texto y limitaciones como la incapacidad de arrancar desde discos de más de 2.2 TB.
  - **UEFI (Unified Extensible Firmware Interface):** El estándar moderno que reemplaza al BIOS. Ofrece una interfaz gráfica, tiempos de arranque más rápidos, mayor seguridad a través de la función Secure Boot (que impide la carga de software no firmado durante el arranque), y soporte para hardware moderno.
- **ATX12VO (12 Volt Only):** Es un estándar de fuente de alimentación más reciente promovido por Intel para mejorar la eficiencia energética, especialmente en estados de bajo consumo. En un sistema tradicional, la fuente de alimentación (PSU) proporciona múltiples voltajes (12V, 5V, 3.3V). Con ATX12VO, la PSU solo suministra un riel de 12V. La conversión a 5V y 3.3V, necesaria para dispositivos como los SSDs SATA y los puertos USB, se traslada a la placa base. Esto permite una regulación más eficiente, pero requiere placas base y fuentes de alimentación específicamente diseñadas para este estándar.

## **El Bus Principal: PCI Express (5.0 y 6.0), Lanes y Bifurcación**

PCI Express (PCIe) es el bus de interconexión de alta velocidad estándar para conectar componentes de alto rendimiento como tarjetas gráficas, SSDs NVMe y tarjetas de red avanzadas.

- **Generaciones y Ancho de Banda:** Cada nueva generación de PCIe duplica el ancho de banda por línea (lane) de la anterior.
  - **PCIe 5.0:** Ofrece 32 GT/s (Gigatransferencias por segundo) por línea.
  - **PCIe 6.0:** Alcanza 64 GT/s por línea, utilizando una nueva técnica de señalización llamada PAM4 para lograrlo.
- **Lanes (Líneas):** Un enlace PCIe se compone de una o más líneas de datos. Las ranuras físicas en la placa base se describen por su tamaño físico y el número de líneas eléctricas que tienen conectadas (ej., una ranura de tamaño x16 puede estar conectada eléctricamente como x16, x8 o x4).
- **Bifurcación:** Es una función avanzada de la BIOS/UEFI que permite dividir las líneas de una única ranura PCIe física. Por ejemplo, una ranura x16 se puede "bifurcar" en dos ranuras lógicas x8, o en cuatro ranuras lógicas x4. Esto es útil para usar tarjetas adaptadoras que albergan múltiples SSDs M.2 en una sola ranura de GPU.

## **Conectores de Alta Velocidad: M.2 (Claves y Tamaños), SATA y más**

- **M.2:** Es el conector moderno y compacto para SSDs de alta velocidad y módulos Wi-Fi.
  - **Tamaños:** Se identifican por un número de 4 o 5 dígitos (ancho x largo). El más común es 2280 (22 mm de ancho, 80 mm de largo). Otros tamaños incluyen 2230 (común en portátiles y consolas portátiles) y hasta 25110 en servidores.

- **Claves (Keys):** El conector tiene muescas que definen su compatibilidad. Las más importantes para almacenamiento son :
  - **Clave M:** Permite hasta 4 lanes PCIe (x4). Es el estándar para SSDs NVMe de alto rendimiento.
  - **Clave B:** Permite hasta 2 lanes PCIe (x2) o una conexión SATA. Menos común hoy en día.
  - **Clave B+M:** Tiene ambas muescas. Es compatible con zócalos M y B, pero eléctricamente está limitado a PCIe x2 o SATA.
- **SATA (Serial ATA):** El estándar legado para conectar HDDs y SSDs de 2.5 pulgadas. Su ancho de banda está limitado a 6 Gbit/s, mucho más lento que NVMe sobre PCIe.
- **U.2 y Oculink:** Conectores menos comunes en el mercado de consumo, más orientados a servidores y estaciones de trabajo. U.2 permite conectar SSDs NVMe de 2.5 pulgadas, que suelen tener mejor refrigeración y mayor capacidad que los M.2.

## **Conectividad Externa e Interna: USB4 v2, Thunderbolt 5, Red, Audio y Cabezales**

La placa base también es el centro de toda la conectividad:

- **Panel Trasero:**
  - **USB:** Los puertos USB son omnipresentes. Los estándares más recientes son USB4 Versión 2.0 (hasta 80 Gbps) y Thunderbolt 5 (hasta 80 Gbps bidireccional y 120 Gbps en modo asimétrico), que utilizan el conector físico USB-C.
  - **Red:** Los puertos Ethernet son estándar. Las placas modernas suelen incluir puertos de 2.5 GbE o incluso 10 GbE. La conectividad inalámbrica se proporciona a través de módulos Wi-Fi, con Wi-Fi 6E y Wi-Fi 7 como los últimos estándares.
  - **Audio y Vídeo:** Conectores de audio analógico y digital, y salidas de vídeo (HDMI, DisplayPort) para usar la iGPU de la CPU.
- **Conectores Internos (Cabezales):**
  - Permiten conectar los puertos del panel frontal del chasis (USB, audio), ventiladores, iluminación RGB y otros componentes internos.

## **Preguntas de Autoevaluación**

1. ¿Qué formato de placa base elegirías para un sistema compacto de juegos y por qué?
  2. Explica la diferencia entre los lanes PCIe que vienen de la CPU y los que vienen del chipset.
  3. Un amigo instala un segundo SSD NVMe en su placa base y nota que su tarjeta gráfica ahora funciona a x8 en lugar de x16. ¿Cuál es la causa más probable?
  4. ¿Qué es UEFI y qué ventaja clave de seguridad introdujo sobre el BIOS?
  5. Tienes un SSD M.2 NVMe PCIe 4.0 x4. ¿En qué tipo de zócalo M.2 (clave B, M o B+M) deberías instalarlo para obtener el máximo rendimiento?
-



## 6. Almacenamiento Moderno: Más Allá de los Gigabytes

El almacenamiento ha evolucionado drásticamente, pasando de ser un simple repositorio de datos a un componente crítico que define la agilidad y la capacidad de respuesta de todo el sistema. La velocidad a la que el sistema operativo arranca, las aplicaciones se cargan y los archivos grandes se manipulan depende directamente de la tecnología de almacenamiento utilizada.

### El Rey de la Velocidad: NVMe sobre PCIe

Durante años, el estándar para conectar unidades de almacenamiento fue SATA (Serial ATA), diseñado originalmente para discos duros mecánicos. Aunque los SSDs SATA supusieron un gran salto en rendimiento, el propio interfaz SATA se convirtió en un cuello de botella.

La solución es NVMe (Non-Volatile Memory Express). Es un protocolo de comunicación diseñado desde cero para los SSDs que utilizan memoria flash, y se comunica directamente con la CPU a través del bus PCI Express (PCIe), el mismo que utiliza la tarjeta gráfica. Esto elimina las capas de software y hardware heredadas de SATA, resultando en :

- **Latencia mucho menor:** Las solicitudes de datos son casi instantáneas.
- **Mayor ancho de banda:** Aprovecha múltiples lanes PCIe (típicamente x4), ofreciendo velocidades de lectura/escritura secuencial que pueden superar los 12,000 MB/s en unidades PCIe 5.0, frente al límite de ~550 MB/s de SATA.
- **Mayor paralelismo (IOPS):** NVMe puede manejar miles de colas de comandos en paralelo, mientras que SATA solo puede manejar una. Esto se traduce en un rendimiento espectacularmente superior en operaciones aleatorias (medidas en IOPS - *Input/Output Operations Per Second*), que es lo que más impacta en la sensación de agilidad del sistema operativo y las aplicaciones. La especificación NVMe 2.0, lanzada en 2021, refactorizó el estándar para facilitar su desarrollo y añadió nuevas características como Zoned Namespaces (ZNS) para optimizar el rendimiento y la durabilidad en entornos de centros de datos.

### La Evolución del Flash: Tipos de NAND (SLC a PLC) y su Impacto

Los SSDs almacenan datos en chips de memoria flash NAND. La tecnología NAND ha evolucionado para almacenar más bits de datos en cada celda de memoria física, lo que reduce el coste por gigabyte pero introduce compromisos en rendimiento y durabilidad.

- **SLC (Single-Level Cell):** 1 bit por celda. Es la más rápida, duradera y cara. Se utiliza en aplicaciones empresariales de altísima gama.
- **MLC (Multi-Level Cell):** 2 bits por celda. Un buen equilibrio, pero en gran parte reemplazada en el mercado de consumo.

- **TLC (Triple-Level Cell):** 3 bits por celda. Es el estándar actual en la mayoría de los SSDs de consumo, ofreciendo un buen equilibrio entre coste, rendimiento y durabilidad.
- **QLC (Quad-Level Cell):** 4 bits por celda. Permite SSDs de gran capacidad a un precio más bajo, pero a costa de una menor velocidad de escritura sostenida y una menor durabilidad. Ideal para cargas de trabajo de solo lectura o almacenamiento masivo.
- **PLC (Penta-Level Cell):** 5 bits por celda. Es la siguiente frontera, actualmente en desarrollo, que promete densidades aún mayores.

Para mitigar las desventajas de velocidad de TLC y QLC, los SSDs modernos utilizan una pequeña porción de su NAND en modo SLC como una caché de escritura rápida. Las escrituras se realizan primero en esta caché veloz y luego, cuando el disco está inactivo, se transfieren a la memoria TLC/QLC principal.

## **El Disco Duro No Ha Muerto: Tecnologías HAMR/MAMR**

A pesar del dominio de los SSDs, los discos duros mecánicos (HDDs) siguen siendo la solución más rentable para el almacenamiento masivo de datos (terabytes de vídeos, copias de seguridad, archivos en la nube). La industria continúa innovando para aumentar su capacidad.

El principal desafío es hacer los "granos" magnéticos en los platos del disco cada vez más pequeños para aumentar la densidad de datos, sin que se vuelvan magnéticamente inestables. Las tecnologías más recientes para lograr esto son :

- **HAMR (Heat-Assisted Magnetic Recording):** Impulsada por Seagate, utiliza un diminuto láser en el cabezal de escritura para calentar momentáneamente un punto minúsculo del plato justo antes de escribir. Este calor reduce la coercitividad magnética del material, permitiendo escribir en granos mucho más pequeños y estables. Esta tecnología permite fabricar discos de 30 TB y más.
- **MAMR (Microwave-Assisted Magnetic Recording):** Impulsada por Western Digital, utiliza un "oscilador de par de espín" en el cabezal para generar un campo de microondas que cumple una función similar a la del láser en HAMR, facilitando la escritura en medios de alta densidad.

## **Métricas que Importan: IOPS, Latencia, TBW y DWPD**

Al evaluar una unidad de almacenamiento, es crucial mirar más allá de la velocidad de lectura/escritura secuencial.

- **IOPS (Input/Output Operations Per Second):** Mide el número de operaciones de lectura o escritura que una unidad puede realizar por segundo. Es una métrica clave para el rendimiento con archivos pequeños y accesos aleatorios, como los que realiza un sistema operativo.
- **Latencia:** El tiempo que tarda la unidad en responder a una solicitud. Una baja latencia es fundamental para que el sistema se sienta ágil.
- **TBW (Terabytes Written):** Es una medida de la resistencia o durabilidad de un SSD. Indica la cantidad total de terabytes que se pueden escribir en la unidad.

durante su vida útil antes de que las celdas NAND comiencen a fallar. Un SSD de 1 TB con una clasificación de 600 TBW puede tener 600 terabytes escritos en él antes de que expire su garantía de resistencia.

- **DWPD (Drive Writes Per Day):** Es otra forma de medir la resistencia, más común en el ámbito empresarial. Indica cuántas veces se puede escribir la capacidad total de la unidad cada día durante el período de garantía. Por ejemplo, un SSD de 1 TB con 1 DWPD y una garantía de 5 años está diseñado para soportar 1 TB de escrituras diarias durante esos 5 años.

## Preguntas de Autoevaluación

1. ¿Por qué un SSD NVMe es significativamente más rápido que un SSD SATA?
  2. ¿Qué contrapartidas tiene el uso de memoria NAND QLC en un SSD en comparación con TLC?
  3. ¿Para qué tipo de almacenamiento siguen siendo relevantes los discos duros (HDD) hoy en día?
  4. Un SSD tiene una capacidad de 2 TB y una clasificación de resistencia de 1200 TBW. ¿Qué significa esto?
  5. ¿Qué métrica de rendimiento (ancho de banda secuencial o IOPS aleatorios) es más importante para la velocidad de arranque de un sistema operativo? ¿Por qué?
- 

## 7. Gráficos y Visualización: Del Píxel a la Inteligencia Artificial

La capacidad de un ordenador para generar y mostrar imágenes, desde una simple interfaz de usuario hasta complejos mundos virtuales en 3D, recae en la Unidad de Procesamiento Gráfico (GPU - *Graphics Processing Unit*). Originalmente diseñada para acelerar tareas gráficas, la arquitectura masivamente paralela de la GPU la ha convertido también en una herramienta indispensable para la computación científica y la inteligencia artificial.

### Gráficos Integrados (iGPU) vs. Dedicados (dGPU)

Existen dos formas principales en las que un sistema puede incorporar una GPU:

- **GPU Integrada (iGPU - *Integrated GPU*):**
  - ¿Qué es? La iGPU es un procesador gráfico que está integrado en el mismo chip que la CPU. No es un componente separado.
  - Recursos: Comparte recursos con la CPU, lo más importante, la memoria RAM del sistema. No tiene su propia memoria dedicada.
  - Ventajas: Bajo coste, bajo consumo de energía y no genera mucho calor. Esto la hace ideal para portátiles delgados y ligeros, y para ordenadores de sobremesa de uso general.
  - Desventajas: Rendimiento limitado. El uso compartido de la memoria RAM crea un cuello de botella en el ancho de banda. No es adecuada

para videojuegos exigentes, renderizado 3D profesional o tareas de IA intensivas.

- **Uso:** Perfecta para navegación web, ofimática, reproducción de vídeo en alta definición y videojuegos casuales.
- **GPU Dedicada (dGPU - *Dedicated GPU*):**
  - **¿Qué es?** La dGPU es un procesador gráfico independiente, montado en su propia tarjeta de circuito impreso (una tarjeta gráfica) que se inserta en una ranura PCIe x16 de la placa base.
  - **Recursos:** Tiene su propia memoria de alta velocidad, llamada VRAM, y su propio sistema de refrigeración. No comparte estos recursos con la CPU.
  - **Ventajas:** Rendimiento muy superior. La VRAM dedicada y su arquitectura especializada le permiten manejar cargas de trabajo gráficas y de computación paralela extremadamente complejas.
  - **Desventajas:** Mucho más cara, consume una cantidad significativa de energía y genera mucho calor, requiriendo soluciones de refrigeración robustas y chasis bien ventilados.
  - **Uso:** Imprescindible para videojuegos en alta resolución y con ajustes de calidad altos, edición de vídeo 4K/8K, modelado y renderizado 3D, y entrenamiento de modelos de inteligencia artificial.

En muchos portátiles de gama media y alta, coexisten ambas tecnologías. El sistema utiliza la iGPU para tareas ligeras para ahorrar batería y cambia automáticamente a la dGPU cuando se ejecuta una aplicación exigente (como un juego).

## La Memoria de Vídeo (VRAM): GDDR6/7 y su propósito

La VRAM (*Video RAM*) es para la dGPU lo que la RAM es para la CPU: un espacio de trabajo de alta velocidad. Su función es almacenar los datos que la GPU necesita para renderizar una imagen, como las texturas de los objetos, los modelos 3D (la geometría), los *shaders* (pequeños programas que definen cómo se ve una superficie) y el *framebuffer* (la imagen final que se enviará al monitor).

La tecnología de VRAM más común es GDDR (Graphics Double Data Rate). Está optimizada para un ancho de banda extremadamente alto, necesario para alimentar los miles de núcleos de una GPU moderna.

- **GDDR6/GDDR6X:** Son los estándares actuales en la mayoría de las tarjetas gráficas.
- **GDDR7:** Es la nueva generación que está llegando al mercado con las últimas GPUs. Utiliza señalización PAM3 para alcanzar velocidades por pin aún mayores, apuntando a 32 Gbps o más, lo que se traduce en un ancho de banda total que puede superar 1.5 TB/s en las tarjetas de gama más alta.

En las GPUs de centro de datos y aceleradores de IA, donde el ancho de banda es aún más crítico, se utiliza HBM (High Bandwidth Memory), como ya se vio en la sección de memoria.

## Conectando Pantallas: HDMI, DisplayPort y el Modo Alternativo de USB-C

Para que la imagen generada por la GPU llegue al monitor, se utilizan varios estándares de conexión digital:

- **HDMI (High-Definition Multimedia Interface):** Es el estándar más común en televisores y monitores de consumo. Las últimas versiones (como HDMI 2.1) soportan altas resoluciones y tasas de refresco (ej. 4K a 120 Hz).
- **DisplayPort (DP):** Es el estándar preferido en el mundo del PC, especialmente para gaming, ya que suele ofrecer un mayor ancho de banda que HDMI y soporta tecnologías como G-Sync y FreeSync (sincronización adaptativa de la tasa de refresco) de forma más robusta. La versión más reciente, DisplayPort 2.1, es capaz de manejar resoluciones como 8K a 60 Hz o 4K a 240 Hz.
- **USB-C con Modo Alternativo DisplayPort:** El conector USB-C es tan versátil que puede transportar una señal de vídeo DisplayPort nativa. Esto se conoce como "DP Alt Mode". Permite conectar un monitor directamente a un puerto USB-C (o Thunderbolt) de un portátil o una placa base, simplificando la conectividad.

### Preguntas de Autoevaluación

1. Un amigo quiere un portátil para tomar apuntes, navegar por internet y ver series. ¿Qué tipo de GPU le recomendarías y por qué?
  2. ¿Cuál es la función principal de la VRAM en una tarjeta gráfica dedicada?
  3. ¿Por qué las GPUs dedicadas son tan eficaces para el entrenamiento de modelos de IA?
  4. ¿Qué conector de vídeo es generalmente preferido para el gaming de alta tasa de refresco en PC?
  5. ¿Qué significa que un puerto USB-C soporte "DP Alt Mode"?
- 

## 8. Energía y Temperatura: Eficiencia y Disipación

Un ordenador es una máquina que transforma energía eléctrica en computación, pero una parte inevitable de esa transformación se pierde en forma de calor. Gestionar la entrega de energía de forma eficiente y disipar el calor generado de manera efectiva son dos de los desafíos más importantes en el diseño de un sistema informático. Un fallo en cualquiera de estos dos aspectos puede llevar a inestabilidad, reducción del rendimiento o incluso daños permanentes en los componentes.

### La Fuente de Alimentación (PSU): Potencia, Eficiencia (80 PLUS) y Conectores (12V-2x6)

La Fuente de Alimentación o PSU (Power Supply Unit) es el componente que convierte la corriente alterna (AC) de la toma de corriente de la pared en la corriente continua (DC) de bajo voltaje que utilizan los componentes del PC.

- **Potencia (Vataje):** Se mide en vatios (W) e indica la cantidad máxima de energía que la fuente puede suministrar. Es crucial elegir una PSU con suficiente potencia para alimentar todos los componentes, especialmente la

CPU y la GPU, dejando un margen de seguridad (típicamente un 20-30% por encima del consumo máximo estimado del sistema).

- **Eficiencia (Certificación 80 PLUS):** La eficiencia mide qué porcentaje de la energía que la PSU toma de la pared se convierte efectivamente en energía útil para los componentes. El resto se pierde en forma de calor. La certificación 80 PLUS es un estándar voluntario que garantiza un nivel mínimo de eficiencia en diferentes niveles de carga.
  - Una PSU con una eficiencia del 90% que necesita entregar 450W a los componentes, consumirá 500W de la pared ( $450/0.90=500$ ), perdiendo 50W como calor.
  - Una PSU con un 80% de eficiencia, para entregar los mismos 450W, consumiría 562.5W ( $450/0.80=562.5$ ), perdiendo 112.5W como calor.
  - Una mayor eficiencia significa una factura de la luz más baja, menos calor generado dentro del chasis y, a menudo, componentes internos de mayor calidad.
- **Conectores:** La PSU se conecta a los componentes a través de un conjunto de cables. El conector más reciente y de mayor potencia para las tarjetas gráficas es el 12V-2x6. Es una revisión del anterior conector 12VHPWR, diseñado para suministrar hasta 600W a través de un único cable. La revisión 12V-2x6 mejora la seguridad al modificar la longitud de los pines de detección (los hace más cortos) para asegurar que el conector esté completamente insertado antes de permitir que la GPU solicite la máxima potencia, reduciendo el riesgo de sobrecalentamiento por una mala conexión.

## **Manteniendo la Calma: Flujo de Aire, Disipadores y Refrigeración Líquida (AIO)**

Todo el calor generado por los componentes debe ser evacuado del chasis para evitar el sobrecalentamiento. Cuando un componente como la CPU o la GPU alcanza una temperatura límite, activa un mecanismo de autoprotección llamado thermal throttling, que reduce drásticamente su velocidad (y por tanto su rendimiento) para evitar dañarse.

- **Flujo de Aire (Airflow):** Es el principio fundamental de la refrigeración por aire. El objetivo es crear una corriente constante que introduzca aire fresco del exterior y expulse el aire caliente del interior.
  - **Configuración Típica:** La configuración más efectiva consiste en instalar ventiladores en la parte frontal del chasis como entrada (intake) y en la parte trasera y/o superior como salida (exhaust). Esto crea un flujo de aire direccional que atraviesa los componentes clave.
  - **Presión Positiva vs. Negativa:** Si la suma del caudal de aire de los ventiladores de entrada es mayor que la de los de salida, se crea presión positiva (el aire tiende a salir por las rendijas, lo que ayuda a prevenir la entrada de polvo). Si es al revés, se crea presión negativa (el aire tiende a entrar por las rendijas, acumulando más polvo).
- **Disipadores (Heatsinks):** Son bloques de metal (generalmente aluminio o cobre) con muchas aletas que se colocan en contacto directo con un chip (como la CPU) a través de una fina capa de pasta térmica (que mejora la transferencia de calor). El calor del chip se transfiere al disipador, y un

ventilador montado sobre él se encarga de disipar ese calor al flujo de aire del chasis.

- **Refrigeración Líquida AIO (All-In-One):** Es un sistema de refrigeración sellado y pre-ensamblado. Consiste en un bloque que se monta sobre la CPU, un radiador con ventiladores, y dos tubos por los que una bomba hace circular un líquido refrigerante. El líquido absorbe el calor de la CPU, lo transporta hasta el radiador, y los ventiladores del radiador disipan el calor fuera del chasis. Los AIOs suelen ofrecer un rendimiento de refrigeración superior al de los disipadores de aire y ayudan a mantener el interior del chasis más despejado, mejorando el flujo de aire general.

## Preguntas de Autoevaluación

1. ¿Qué indica la certificación "80 PLUS Gold" en una fuente de alimentación?
  2. ¿Por qué una PSU más eficiente genera menos calor?
  3. Describe la configuración de ventiladores ideal para un buen flujo de aire en una caja de PC.
  4. ¿Qué es el "thermal throttling" y por qué ocurre?
  5. ¿Cuál es la principal ventaja de un sistema de refrigeración líquida AIO frente a un disipador por aire tradicional?
- 

## 9. Periféricos y Conectividad de Red

Un ordenador no es una isla; su utilidad reside en su capacidad para interactuar con el usuario y con otros dispositivos. Esta interacción se realiza a través de una amplia gama de puertos y tecnologías de conectividad, cada una con sus propias especificaciones y capacidades. Conocer los estándares actuales es vital para entender las posibilidades y limitaciones de un sistema.

### El Universo USB y Thunderbolt: Nomenclatura Actual y Capacidades

USB (Universal Serial Bus) es el estándar de conexión de periféricos más extendido del mundo. Sin embargo, su nomenclatura ha sido históricamente confusa. La USB-IF (USB Implementers Forum) ha simplificado recientemente los nombres comerciales para centrarse en la velocidad.

- **Conector Físico:** Es importante diferenciar el estándar (la tecnología) del conector. Mientras que los estándares antiguos usaban conectores como USB-A o Micro-USB, el conector moderno y universal es el USB-C. Es reversible, más pequeño y capaz de soportar los estándares más rápidos y la entrega de energía (Power Delivery).
- **Estándares y Velocidades:**
  - **USB 5Gbps:** Anteriormente conocido como USB 3.0, USB 3.1 Gen 1 o USB 3.2 Gen 1. Ofrece una velocidad de 5 Gbps.
  - **USB 10Gbps:** Anteriormente USB 3.1 Gen 2 o USB 3.2 Gen 2. Ofrece 10 Gbps.

- **USB 20Gbps:** Conocido como USB 3.2 Gen 2x2. Utiliza dos carriles de 10 Gbps sobre un cable USB-C para alcanzar 20 Gbps.
- **USB4:** Basado en el protocolo Thunderbolt 3, unifica los estándares. Hay dos variantes principales:
  - **USB4 20Gbps:** Garantiza una velocidad mínima de 20 Gbps.
  - **USB4 40Gbps:** Ofrece hasta 40 Gbps.
- **USB4 Versión 2.0:** Anunciado en 2022, duplica la velocidad máxima a 80 Gbps. Utiliza una nueva arquitectura de capa física que puede funcionar sobre los cables pasivos existentes de 40 Gbps y nuevos cables activos de 80 Gbps.

Thunderbolt es un estándar de conectividad desarrollado por Intel en colaboración con Apple. Utiliza el conector USB-C y es, en esencia, un superconjunto de USB4, ya que encapsula señales de PCIe, DisplayPort y USB en un solo cable.

- **Thunderbolt 4:** Ofrece un ancho de banda garantizado de 40 Gbps y establece requisitos más estrictos que USB4 40Gbps (como el soporte para dos monitores 4K).
- **Thunderbolt 5:** Es la última generación, basada en la especificación USB4 Versión 2.0. Sus capacidades son impresionantes :
  - **Ancho de Banda:** 80 Gbps de forma bidireccional (80 Gbps de envío y 80 Gbps de recepción simultáneos).
  - **Bandwidth Boost:** Puede reconfigurar dinámicamente los carriles para ofrecer hasta 120 Gbps en una dirección (ideal para monitores de altísima resolución) manteniendo 40 Gbps en la otra.
  - **Power Delivery:** Exige un mínimo de 140W de entrega de potencia para la carga de portátiles.

## Conexión a la Red: Ethernet (Multi-Gigabit) y Wi-Fi 7

- **Ethernet:** Es el estándar para la conectividad de red por cable. Durante años, Gigabit Ethernet (1 Gbps) fue la norma. Sin embargo, las placas base y los routers modernos están adoptando cada vez más Multi-Gigabit Ethernet, con velocidades de 2.5 GbE, 5 GbE o incluso 10 GbE. Esto es especialmente útil para transferir archivos grandes rápidamente a un dispositivo de almacenamiento en red (NAS) o para aprovechar conexiones a internet de fibra óptica de alta velocidad.
- **Wi-Fi 7 (802.11be):** Es la generación más reciente de Wi-Fi, diseñada para ofrecer velocidades más altas, una latencia mucho menor y un mejor rendimiento en entornos congestionados. La certificación de dispositivos "Wi-Fi CERTIFIED 7" comenzó a principios de 2024. Sus características clave son :
  - **Canales de 320 MHz:** Duplica el ancho de canal máximo de Wi-Fi 6E, lo que permite un mayor "carril" para los datos y, por tanto, velocidades teóricas mucho más altas.
  - **4K-QAM (Modulación de Amplitud en Cuadratura):** Permite empaquetar un 20% más de datos en la misma señal de radio en comparación con el 1024-QAM de Wi-Fi 6.
  - **MLO (Multi-Link Operation):** Es la característica más revolucionaria. Permite que un dispositivo se conecte y transmita datos



simultáneamente a través de múltiples bandas de frecuencia (por ejemplo, 5 GHz y 6 GHz a la vez). Esto no solo aumenta el rendimiento, sino que también mejora la fiabilidad y reduce la latencia al poder esquivar interferencias en tiempo real.

### Preguntas de Autoevaluación

1. ¿Cuál es el nombre comercial correcto para un dispositivo que cumple con la especificación USB 3.2 Gen 2?
  2. Un amigo quiere conectar tres monitores 4K a 144 Hz a su portátil con un solo cable. ¿Qué tecnología de conectividad necesitaría?
  3. ¿Cuál es la ventaja principal de Multi-Gigabit Ethernet (ej. 2.5 GbE) sobre el tradicional Gigabit Ethernet?
  4. Explica qué es MLO (Multi-Link Operation) en Wi-Fi 7 y por qué es una mejora importante.
  5. ¿Puedo conectar un dispositivo USB-A a un puerto USB-C? ¿Cómo?
- 

## 10. Firmware y Seguridad a Nivel de Hardware

La seguridad de un sistema informático no comienza en el sistema operativo, sino en el nivel más bajo: el hardware y el firmware que lo controla. En los últimos años, se ha producido un esfuerzo masivo por parte de la industria para construir una base de confianza desde el momento en que se pulsa el botón de encendido, creando una "raíz de confianza" anclada en el silicio.

### El Guardián del Arranque: UEFI, Secure Boot y el Rol del TPM 2.0

- **UEFI (Unified Extensible Firmware Interface):** Como se mencionó anteriormente, UEFI es el sucesor moderno del BIOS. Más que una simple actualización, es una especificación completa que define una interfaz de software entre el sistema operativo y el firmware de la plataforma. La gestión de esta especificación corre a cargo del UEFI Forum.
- **Secure Boot (Arranque Seguro):** Es una característica fundamental de UEFI. Su propósito es garantizar que, durante el proceso de arranque, solo se cargue software de confianza que haya sido firmado digitalmente por el fabricante del hardware o del sistema operativo (como Microsoft). Cada componente del arranque (el firmware de la UEFI, el gestor de arranque del SO, el kernel del SO) verifica la firma del siguiente componente antes de cederle el control. Esto crea una cadena de confianza que protege el sistema contra malware de bajo nivel, como los *bootkits* o *rootkits*, que intentan infectar el sistema antes de que el antivirus del SO tenga la oportunidad de cargarse.
- **TPM 2.0 (Trusted Platform Module):** Es un microchip criptográfico seguro, o una implementación en firmware (fTPM), que está físicamente presente en la placa base o integrado en la CPU. Su función es proporcionar una "raíz de confianza" basada en hardware. El TPM puede realizar operaciones criptográficas de forma segura, como generar y almacenar claves de cifrado,

fuera del alcance de la CPU principal y del software. Sus funciones clave incluyen :

- **Almacenamiento seguro de secretos:** Guarda claves de cifrado (como las de BitLocker), contraseñas y certificados en un entorno a prueba de manipulaciones.
- **Atestación:** Puede "medir" (mediante hashes criptográficos) el estado del software de arranque y del sistema. Un servidor remoto puede solicitar estas mediciones al TPM para verificar que el sistema no ha sido alterado antes de concederle acceso a la red.
- **Generación de números aleatorios:** Proporciona una fuente de aleatoriedad basada en hardware, crucial para una criptografía robusta.

Windows 11 requiere obligatoriamente soporte para TPM 2.0 y Secure Boot, subrayando la importancia de estas tecnologías para la seguridad de la plataforma moderna.

## **Microsoft Pluton: Una Nueva Capa de Seguridad Integrada**

Microsoft Pluton es la evolución del concepto de TPM. En lugar de ser un chip separado en la placa base (que podría ser vulnerable a ataques físicos en el bus de comunicación), el procesador de seguridad Pluton está integrado directamente en el die de la CPU. Esta integración, desarrollada en colaboración con Intel, AMD y Qualcomm, ofrece varias ventajas de seguridad :

- **Aislamiento Físico Mejorado:** Al estar dentro del mismo paquete que la CPU, se elimina la interfaz física entre la CPU y el chip de seguridad, que era un posible vector de ataque.
- **Actualizaciones de Firmware Seguras desde la Nube:** El firmware del procesador Pluton es actualizado directamente por Microsoft a través de Windows Update. Esto asegura que el componente de seguridad más fundamental del sistema reciba parches de seguridad de manera consistente y segura, de forma similar a como se actualizan otros componentes de Windows.
- **Integración Profunda con Windows:** Pluton está diseñado para funcionar como una raíz de confianza aún más fuerte para características de Windows como BitLocker, Windows Hello y la seguridad basada en virtualización (VBS).

Es importante destacar que Pluton no reemplaza al TPM; puede funcionar como un TPM 2.0 o coexistir con uno discreto. Su objetivo es proporcionar una base de hardware para la seguridad que sea más resistente, flexible y siempre actualizada.

## **El Proceso de Arranque y la Gestión del Firmware**

El proceso de arranque de un sistema moderno con UEFI y Secure Boot sigue una secuencia segura:

1. **Encendido (Power-On):** La PSU suministra energía a la placa base.
2. **Ejecución del Firmware UEFI:** El firmware de la placa base se carga desde su chip de memoria flash.

3. **POST (Power-On Self-Test):** El UEFI realiza una comprobación básica de los componentes hardware esenciales (CPU, RAM, etc.).
4. **Inicialización de Dispositivos:** Se inicializan los dispositivos de E/S.
5. **Verificación de Secure Boot:** El firmware UEFI verifica la firma digital del gestor de arranque del sistema operativo. Si la firma es válida y de confianza, le cede el control.
6. **Carga del Sistema Operativo:** El gestor de arranque carga el kernel del SO, verificando también su firma. Este proceso continúa hasta que el sistema operativo está completamente cargado y en funcionamiento.

La gestión del firmware (actualizar el UEFI/BIOS) es una tarea de mantenimiento crítica. Los fabricantes publican periódicamente actualizaciones que pueden mejorar la compatibilidad con nuevo hardware (nuevas CPUs, RAM), corregir errores y, lo que es más importante, parchear vulnerabilidades de seguridad descubiertas en el código de bajo nivel.

### **Preguntas de Autoevaluación**

1. ¿Cuál es el propósito principal de la tecnología Secure Boot?
  2. Explica con tus propias palabras qué es un TPM y para qué sirve.
  3. ¿Qué ventaja de seguridad clave ofrece el diseño de Microsoft Pluton en comparación con un TPM discreto tradicional?
  4. ¿Por qué es importante mantener actualizado el firmware (UEFI/BIOS) de la placa base?
  5. Describe brevemente la "cadena de confianza" que se establece durante un arranque seguro.
- 

## **11. Sostenibilidad, Normativa y Formatos Alternativos**

El diseño y uso de la tecnología informática no ocurre en un vacío. Está cada vez más influenciado por consideraciones sobre el consumo energético, el impacto medioambiental y las regulaciones gubernamentales. Al mismo tiempo, la computación se está expandiendo más allá del formato tradicional de torre de sobremesa, adaptándose a nuevas necesidades y entornos.

### **Eficiencia Energética y Gestión de Energía**

El consumo de energía es un factor crítico tanto por razones económicas (coste de la electricidad) como medioambientales. Los sistemas modernos incorporan múltiples estrategias para minimizar el consumo sin sacrificar el rendimiento cuando es necesario:

- **Estados de Energía (C-states y P-states):** Los procesadores modernos no funcionan a máxima velocidad todo el tiempo. Implementan estados de energía definidos por el estándar ACPI (Advanced Configuration and Power Interface).

- **P-states (Performance States):** Ajustan dinámicamente la frecuencia y el voltaje del procesador en función de la carga de trabajo. Cuando la CPU está ocupada, funciona a alta frecuencia (P0). Cuando está inactiva, reduce su velocidad para ahorrar energía (P1, P2, etc.).
- **C-states (Core States):** Son estados de reposo. Cuando un núcleo no tiene nada que hacer, puede entrar en estados de "sueño" cada vez más profundos (C1, C2... hasta C10), apagando partes del núcleo para reducir drásticamente el consumo de energía en reposo.
- **Eficiencia de los Componentes:** Como vimos, la eficiencia de la fuente de alimentación (certificación 80 PLUS) es crucial. Del mismo modo, la elección de componentes como CPUs y GPUs de bajo consumo (especialmente en portátiles) y SSDs (que consumen mucho menos que los HDDs) contribuye significativamente al ahorro energético general.

## **El Impacto Regulatorio: Right to Repair, RoHS y WEEE en la Unión Europea**

La Unión Europea ha sido pionera en la implementación de regulaciones que buscan hacer la industria electrónica más sostenible y responsable.

- **Derecho a Reparar (Right to Repair):** Es un movimiento y un conjunto de legislaciones que buscan dar a los consumidores y a los talleres de reparación independientes el acceso a las piezas, herramientas y manuales necesarios para reparar productos electrónicos. La Directiva (UE) 2024/1799, publicada en julio de 2024, establece normas comunes para promover la reparación de bienes. Obliga a los fabricantes de ciertos productos (lista que se irá ampliando) a ofrecer servicios de reparación a un precio razonable incluso fuera del periodo de garantía y a proporcionar acceso a piezas de repuesto durante un período prolongado (por ejemplo, 10 años). El objetivo es alargar la vida útil de los dispositivos, reducir los residuos electrónicos y empoderar a los consumidores.
- **WEEE (Waste Electrical and Electronic Equipment - Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos):** La Directiva WEEE (2012/19/UE) establece un marco para la recogida y el reciclaje de residuos electrónicos. Impone la responsabilidad a los productores (fabricantes o importadores) de financiar la recogida y el tratamiento adecuado de sus productos al final de su vida útil. Es la razón por la que los productos electrónicos llevan el símbolo del contenedor de basura tachado, indicando que no deben desecharse con la basura doméstica.
- **RoHS (Restriction of Hazardous Substances - Restricción de Sustancias Peligrosas):** La Directiva RoHS (2011/65/UE) restringe el uso de ciertas sustancias peligrosas en la fabricación de aparatos eléctricos y electrónicos para proteger la salud humana y el medio ambiente. Las sustancias restringidas incluyen plomo (en soldaduras), mercurio, cadmio y ciertos retardantes de llama. Esta directiva ha impulsado a la industria a adoptar alternativas más seguras, como las soldaduras sin plomo.

## **Más Allá del Sobremesa: SFF, NUCs y Ordenadores de Placa Única (SBC)**

No todos los ordenadores son grandes torres. La miniaturización de los componentes ha permitido la aparición de una gran variedad de formatos alternativos:

- **SFF (Small Form Factor):** Es una categoría general que engloba a los PCs de sobremesa contruidos en chasis compactos, utilizando a menudo placas base Mini-ITX. Ofrecen un rendimiento similar al de un sobremesa tradicional en un paquete mucho más pequeño.
- **NUC (Next Unit of Computing):** Es un estándar de PC ultracompacto impulsado por Intel. Un NUC es un ordenador completo (CPU, RAM, almacenamiento) en un chasis que cabe en la palma de la mano. Son populares como centros multimedia, para ofimática ligera o como servidores domésticos de bajo consumo.
- **SBC (Single-Board Computer - Ordenador de Placa Única):** Son ordenadores completos donde todos los componentes (CPU, RAM, E/S) están integrados en una única placa de circuito. El ejemplo más famoso es la Raspberry Pi. Son muy económicos, de muy bajo consumo y se utilizan ampliamente en proyectos de electrónica, domótica, educación y en el "Edge Computing" (procesamiento de datos cerca de donde se generan).

### Preguntas de Autoevaluación

1. ¿Qué es un "P-state" en una CPU y cómo ayuda a ahorrar energía?
  2. ¿Cuál es el objetivo principal de la legislación de "Derecho a Reparar"?
  3. Ves el símbolo de un contenedor tachado en un viejo teléfono móvil. ¿Qué directiva de la UE te obliga a no tirarlo a la basura normal y qué deberías hacer con él?
  4. ¿Por qué la directiva RoHS prohibió el uso de plomo en las soldaduras de los circuitos electrónicos?
  5. ¿En qué se diferencia un NUC de un SBC como la Raspberry Pi?
- 

## 12. Tomando Decisiones: Comparativas y Perfiles de Uso

La teoría sobre los componentes es fundamental, pero su verdadero valor reside en poder aplicarla para tomar decisiones informadas. Elegir el hardware adecuado depende enteramente del uso que se le vaya a dar, del presupuesto y de las prioridades de cada usuario. En esta sección, se presentan tablas comparativas y perfiles de uso para guiar este proceso de decisión.

### Tablas de Decisión: Portátil vs. Sobremesa, iGPU vs. dGPU, NVMe vs. SATA

Estas tablas resumen las ventajas y desventajas de algunas de las elecciones más comunes a las que se enfrenta un comprador.

#### Portátil vs. Sobremesa

**iGPU vs. dGPU**

**SSD NVMe vs. SSD SATA**

## **Guía de Montaje por Perfiles: Estudiante, Ofimática, Edición de Contenido, IA Básica**

A continuación se presentan configuraciones de ejemplo para diferentes perfiles de usuario, priorizando los componentes clave para cada caso de uso.

### **Perfil 1: Estudiante / Ofimática**

- **Prioridades:** Coste, bajo consumo, portabilidad (si es portátil), agilidad en tareas comunes.
- **CPU:** Un procesador moderno con una buena iGPU es más que suficiente. Ej: Intel Core Ultra 5 / AMD Ryzen 5 con gráficos Radeon integrados. 4-6 núcleos son adecuados.
- **RAM:** 16 GB de RAM DDR5 es el punto ideal actual para una multitarea fluida.
- **Almacenamiento:** Un único SSD NVMe de 512 GB o 1 TB es perfecto. La velocidad de NVMe hará que el sistema se sienta muy rápido en el uso diario.
- **GPU:** La iGPU de la CPU es suficiente. No se necesita una dGPU.
- **Placa Base:** Un modelo básico con chipset B-series (AMD B650, Intel B760) en formato mATX es una opción económica y funcional.
- **Fuente de Alimentación:** Una unidad de 450W-550W con certificación 80 PLUS Bronze es más que suficiente.

### **Perfil 2: Edición de Contenido (Vídeo/Foto/3D)**

- **Prioridades:** Potencia de CPU (muchos núcleos), gran cantidad de RAM, GPU potente para aceleración, almacenamiento rápido y de gran capacidad.
- **CPU:** Un procesador con un alto número de núcleos es clave para reducir los tiempos de renderizado. Ej: Intel Core Ultra 7/9 o AMD Ryzen 7/9. 8-16 núcleos son un buen punto de partida.
- **RAM:** 32 GB de RAM DDR5 es el mínimo recomendable. Para vídeo 4K/8K o 3D complejo, 64 GB o más pueden ser necesarios.
- **Almacenamiento:** Una configuración de dos unidades es ideal:
  1. Un SSD NVMe PCIe 4.0/5.0 rápido (1-2 TB) para el sistema operativo, las aplicaciones y los archivos de proyecto activos.
  2. Un segundo SSD (NVMe o SATA) de gran capacidad (2-4 TB) o un HDD para almacenar material bruto y proyectos archivados.
- **GPU:** Una dGPU potente es crucial. Acelera la previsualización en tiempo real, los efectos y la exportación final. Ej: NVIDIA GeForce RTX serie 40/50 (con muchos núcleos CUDA) o AMD Radeon RX serie 7000/8000. La cantidad de VRAM (12 GB o más) es importante.
- **Placa Base:** Un modelo con chipset de gama media-alta (AMD X670, Intel Z790) para asegurar buena conectividad (múltiples M.2, USB rápidos) y un VRM robusto.
- **Fuente de Alimentación:** Una unidad de 750W-1000W con certificación 80 PLUS Gold o superior para garantizar estabilidad y eficiencia.

### **Perfil 3: IA Básica / Machine Learning (Estudiante/Investigador)**

- **Prioridades:** La GPU es el componente más importante. La VRAM es crítica.
  - **CPU:** Una CPU de gama media es suficiente, ya que la mayor parte del trabajo la realizará la GPU. Ej: Intel Core Ultra 5 / AMD Ryzen 5 o 7.
  - **RAM:** 32 GB de RAM DDR5 es un buen punto de partida para manejar los conjuntos de datos.
  - **Almacenamiento:** Un SSD NVMe rápido (1-2 TB) para el SO, las herramientas de desarrollo y los datasets.
  - **GPU:** La elección más importante. Las GPUs de NVIDIA son el estándar de facto en la industria de la IA debido a su ecosistema de software CUDA. Se necesita una GPU con la mayor cantidad de VRAM posible, ya que el tamaño de los modelos que se pueden entrenar está directamente limitado por ella. Una GeForce RTX con 12 GB, 16 GB o incluso 24 GB de VRAM es la prioridad número uno.
  - **Placa Base:** Un modelo estándar que soporte los componentes elegidos es suficiente. No se necesitan características de gama alta.
  - **Fuente de Alimentación:** Una unidad de calidad de 750W o más con certificación 80 PLUS Gold para alimentar de forma fiable la potente GPU.
- 

## **13. Presente y Futuro Inmediato: Tecnologías que Definirán el Mañana**

La industria del hardware se encuentra en un punto de inflexión. Tras décadas perfeccionando el diseño de chips monolíticos, las nuevas fronteras se exploran en la interconexión, la modularidad y la especialización. Comprender estas tendencias es clave para anticipar cómo serán los ordenadores y los centros de datos en los próximos años, y qué habilidades serán necesarias para desarrollar software para ellos.

### **El Ecosistema de Chiplets: UCle y la Desagregación del SoC**

Como se introdujo anteriormente, el futuro del diseño de procesadores de alto rendimiento reside en los chiplets. En lugar de fabricar un único y masivo System-on-Chip (SoC) que lo contenga todo, los fabricantes están adoptando un enfoque de "Lego" de alta tecnología: construir procesadores combinando múltiples chiplets más pequeños y especializados.

Para que este enfoque funcione a escala industrial y entre diferentes compañías, se necesita un estándar de interconexión abierto. Ese estándar es UCle (Universal Chiplet Interconnect Express). Anunciado en 2022 por un consorcio que incluye a gigantes como Intel, AMD, ARM, TSMC, Samsung y Google, UCle define una interfaz física y un protocolo para que los chiplets se comuniquen entre sí dentro de un mismo paquete.

- **El Objetivo:** Crear un ecosistema abierto donde un diseñador de sistemas pueda, en teoría, combinar un chiplet de CPU de AMD, un chiplet de IA de Google y un chiplet de E/S de Intel en un único producto personalizado, sabiendo que podrán comunicarse sin problemas.
- **La Tecnología:** UCle se basa en los protocolos bien establecidos de PCIe y CXL, definiendo la capa física (el cableado a nivel de silicio), la capa de protocolo y el modelo de software para garantizar la interoperabilidad. Las versiones más recientes, como UCle 3.0, ya especifican velocidades de hasta 64 GT/s.

La transición a un ecosistema de chiplets basado en UCle permitirá una innovación más rápida, costes reducidos y la creación de SoCs altamente personalizados para cargas de trabajo específicas, rompiendo la dependencia de un único proveedor para todo el diseño del chip.

### **La Memoria Unificada: Compute Express Link (CXL) 3.x**

Paralelamente a la desagregación del procesador, está ocurriendo la desagregación de la memoria. Compute Express Link (CXL) es un estándar de interconexión abierto construido sobre la capa física de PCIe. Su objetivo es permitir que la CPU y los dispositivos aceleradores (como GPUs, FPGAs o NPUs) se comuniquen de forma coherente en memoria.

"Coherente" significa que todos los dispositivos del sistema comparten una única visión de la memoria, eliminando la necesidad de copiar datos constantemente entre la RAM de la CPU y la VRAM de la GPU, un proceso lento e ineficiente. CXL 3.0, basado en PCIe 6.0, introduce conceptos revolucionarios para la arquitectura de servidores :

- **Memory Pooling (Agrupación de Memoria):** Permite crear grandes "piscinas" de memoria en un rack de servidores. Un servidor que necesite más RAM para una tarea específica puede "tomar prestada" memoria de esta piscina compartida de forma dinámica y, al terminar, devolverla. Esto evita el desperdicio de memoria que queda sin usar en servidores individuales.
- **Memory Sharing (Memoria Compartida):** Va un paso más allá, permitiendo que múltiples CPUs y aceleradores accedan y operen sobre la misma región de memoria compartida de forma simultánea y coherente. Esto es un cambio de paradigma para la computación distribuida y de alto rendimiento.

La convergencia de chiplets (UCle) y la memoria compartida (CXL) sobre un bus ultrarrápido (PCIe 6.0) apunta a un futuro de infraestructura composable. En lugar de servidores rígidos y monolíticos, los centros de datos del futuro podrán "componer" sistemas sobre la marcha, asignando dinámicamente recursos de un pool de CPUs, GPUs, memoria y almacenamiento para adaptarse perfectamente a las necesidades de cada aplicación. Para un desarrollador, esto implica que las aplicaciones del futuro podrían ejecutarse en una infraestructura mucho más fluida y desagregada, lo que requerirá nuevos modelos de programación y gestión de recursos.



## El Horizonte Tecnológico: Adopción de PCIe 6.0, USB4 v2, Wi-Fi 7 y más

- **PCIe 6.0:** Su adopción ya ha comenzado en el centro de datos para interconectar aceleradores de IA y tarjetas de red de 800 GbE. Se espera que llegue a las plataformas de consumo de gama alta entre 2025 y 2026, principalmente para los SSDs NVMe de próxima generación.
- **USB4 v2 (80 Gbps) y Thunderbolt 5:** Los primeros portátiles y placas base con Thunderbolt 5 aparecieron a finales de 2024. Se espera que su adopción se generalice en dispositivos de gama alta a lo largo de 2025, convirtiéndose en el estándar de facto para la conectividad de alto rendimiento.
- **Wi-Fi 7:** Con la certificación ya en marcha desde principios de 2024, la adopción masiva en routers, portátiles y smartphones se está produciendo a lo largo de 2025. Sus ventajas en latencia y rendimiento lo harán especialmente atractivo para el gaming en la nube, la realidad virtual/aumentada y las aplicaciones en tiempo real.
- **GDDR7 y HBM3E:** Ya son el estándar de memoria para las nuevas generaciones de GPUs y aceleradores de IA lanzados a partir de finales de 2024 y durante 2025.

### Mapa Temporal: Hitos Clave (2023-2026)

---

## 14. Prácticas de Laboratorio y Verificación

La mejor forma de asimilar los conceptos teóricos es aplicándolos en un sistema real. Estos mini-laboratorios están diseñados para que utilices herramientas estándar, tanto en Linux como en Windows, para explorar, verificar y medir el rendimiento del hardware de un ordenador.

### Mini-Lab 1: Inventario de Hardware en Linux y Windows

- **Objetivo:** Identificar los componentes clave de un sistema utilizando herramientas de línea de comandos y gráficas.
- **Duración estimada:** 20 minutos.

#### Procedimiento en Linux

1. Abre una terminal.
2. **CPU:** Ejecuta el comando `lscpu`. Analiza la salida para identificar:
  - Arquitectura (ej. x86\_64).
  - Nombre del modelo.
  - Número de núcleos (**Core(s) per socket**).
  - Número de hilos por núcleo (**Thread(s) per core**).
  - Tamaño de las cachés L1, L2 y L3.
3. **Dispositivos PCIe:** Ejecuta `lspci`. Busca en la lista tu tarjeta gráfica (VGA compatible controller) y tu controlador de almacenamiento NVMe.

4. Dispositivos USB: Ejecuta `lsusb` para listar los dispositivos conectados a los puertos USB.
5. Dispositivos de Bloque (Almacenamiento): Ejecuta `lsblk` para ver tus discos duros y SSDs, sus particiones y tamaños. Para más detalles sobre un SSD NVMe, usa `sudo nvme list`.
6. Resumen Completo: Instala la herramienta `inxi` (ej. `sudo apt install inxi`) y ejecuta `inxi -F` para obtener un resumen completo y bien formateado de todo el hardware del sistema.

### Procedimiento en Windows

1. Información del Sistema (Gráfico):
  - Presiona **Win + R**, escribe `msinfo32` y pulsa Enter.
  - Navega por las categorías del panel izquierdo ("Resumen del sistema", "Componentes") para encontrar información detallada sobre el procesador, la memoria, la placa base (BaseBoard) y los dispositivos de almacenamiento.
2. Administrador de Dispositivos (Gráfico):
  - Presiona **Win + R**, escribe `devmgmt.msc` y pulsa Enter.
  - Expande las categorías "Procesadores", "Adaptadores de pantalla", "Adaptadores de red" y "Unidades de disco" para ver los modelos específicos de tus componentes.
3. PowerShell (Línea de Comandos):
  - Abre PowerShell como Administrador.
  - CPU: Ejecuta `Get-ComputerInfo -Property "CsProcessors"`.
  - Discos: Ejecuta `Get-PhysicalDisk` para listar las unidades de almacenamiento.
  - Dispositivos Conectados: Ejecuta `Get-PnpDevice -PresentOnly` para obtener una lista exhaustiva de todos los dispositivos Plug and Play.

### Rúbrica de Evaluación

### Mini-Lab 2: Midiendo el Rendimiento del Disco (fio/CrystalDiskMark)

- **Objetivo:** Medir y comprender la diferencia entre el rendimiento secuencial (throughput) y el rendimiento aleatorio (IOPS) de una unidad de almacenamiento.
- **Duración estimada:** 25 minutos.

### Procedimiento en Windows (con CrystalDiskMark)

1. Descarga e instala la versión estándar de().
2. Ejecuta la aplicación.
3. Configura los parámetros en la parte superior:
  - Número de pasadas: 5 (valor por defecto).
  - Tamaño del archivo de prueba: 1GiB (valor por defecto, suficiente para una prueba rápida).
  - Unidad a probar: Selecciona tu unidad principal (normalmente C:).

4. Haz clic en el botón "All". La prueba comenzará y tardará unos minutos.
5. **Análisis de Resultados:** Observa los resultados. Los más importantes son:
  - **SEQ1M Q8T1 (Lectura/Escritura Secuencial):** Mide el throughput o ancho de banda. Representa la velocidad al leer o escribir archivos grandes y contiguos (ej. copiar una película). Se mide en MB/s. Un valor alto es mejor.
  - **RND4K Q1T1 (Lectura/Escritura Aleatoria):** Mide el rendimiento con archivos pequeños y accesos aleatorios. Es un buen indicador de la latencia y los IOPS. Representa la agilidad del sistema operativo y la velocidad de carga de las aplicaciones. Se mide en MB/s (que se puede convertir a IOPS). Un valor alto es mejor.

### Procedimiento en Linux (con fio)

¡Advertencia! Estos comandos realizan pruebas de lectura no destructivas. Las pruebas de escritura en un dispositivo de bloque (`/dev/sdX`) borrarán los datos. Realiza las pruebas de escritura en un archivo dentro de un sistema de ficheros montado.

1. Instala **fio**: `sudo apt install fio` o `sudo dnf install fio`.
2. Crea un directorio para la prueba: `mkdir ~/fio_test && cd ~/fio_test`.
3. Prueba de Throughput Secuencial (Lectura):
  - `--bs=1M`: Bloque grande (1 MB), simula la transferencia de archivos grandes.
  - Analiza la salida en la sección **bw** (ancho de banda) en MiB/s.
4. Prueba de IOPS Aleatorios (Lectura):
  - `--bs=4k`: Bloque pequeño (4 KB), simula accesos del sistema operativo.
  - Analiza la salida en la sección **iops**.

### Discusión

- Compara los resultados de la prueba secuencial y la aleatoria. ¿Qué unidad es más rápida en cada escenario?
- ¿Qué métrica crees que es más importante para la velocidad de carga de un videojuego con un mapa muy grande? ¿Y para copiar una carpeta con miles de documentos pequeños?

### Rúbrica de Evaluación

### Mini-Lab 3: Verificando Lanes PCIe y Mapeo de M.2

- **Objetivo:** Comprender de forma práctica cómo se asignan y comparten los lanes PCIe en una placa base real.
- **Duración estimada:** 25 minutos.

### Procedimiento

1. **Obtener el Manual:** Busca y descarga el manual en PDF de la placa base de tu ordenador (o de un modelo de referencia como la "ASUS ROG STRIX Z790-E GAMING WIFI" o "MSI MAG X670E TOMAHAWK WIFI").
2. **Localizar la Información Clave:** Busca en el manual la sección de "Especificaciones" (*Specifications*) y encuentra la tabla de "Ranuras de Expansión" (*Expansion Slots*) y "Almacenamiento" (*Storage*). Busca un diagrama de bloques (*Block Diagram*) si está disponible.
3. **Analizar el Manual:**
  - Identifica cuántas ranuras PCIe x16 tiene la placa.
  - Lee las notas a pie de página o la descripción para ver cómo se comparten los lanes. Fíjate en frases como: "PCIEX16(G5)\_1 slot will run at x8 mode when M.2\_2 slot is populated."
  - Identifica qué ranuras M.2 están conectadas a la CPU y cuáles al chipset.
4. **Verificación en el Sistema (Windows):**
  - Descarga y ejecuta la herramienta .
  - En la pestaña principal, busca el campo "Bus Interface". Te mostrará la generación y el número de lanes a los que está funcionando tu GPU (ej. **PCIe x16 4.0 @ x16 4.0**). Nota: La GPU puede entrar en modo de ahorro de energía y mostrar x8 o x4 en reposo. Haz clic en el signo de interrogación ? al lado para iniciar un pequeño test que la pondrá a máxima velocidad de bus.
5. **Verificación en el Sistema (Linux):**
  - Abre una terminal y ejecuta: **sudo lspci -vv | grep -E "VGA|LnkCap"**.
  - Busca la entrada de tu tarjeta gráfica (VGA). Justo debajo, la línea **LnkCap** te mostrará la capacidad máxima del enlace (ej. **Speed 8GT/s, Width x16**) y la línea **LnkSta** el estado actual (ej. **Speed 8GT/s, Width x16**). 8GT/s corresponde a PCIe 3.0, 16GT/s a 4.0, 32GT/s a 5.0.
6. **Experimento (Opcional y Avanzado):** Si tienes un SSD NVMe y te sientes cómodo manipulando el hardware, apaga el PC, mueve el SSD a una ranura M.2 diferente (que según el manual comparta lanes con la GPU) y repite la verificación para ver si el ancho de banda de la GPU ha cambiado.

#### Rúbrica de Evaluación

### Mini-Lab 4: Comprobando la Compatibilidad y Rendimiento de la RAM

- **Objetivo:** Verificar
- **Isitos:** Ninguno.
- **Tiempo estimado de lectura:** 8–10 horas.

---

## Tabla de Contenido

- 1. Introducción: El Mundo Físico de la Computación
  - de-la-señal-al-dato-qué-es-la-información)
  - hardware-vs-software-la-danza-entre-lo-físico-y-lo-lógico)
  - las-capas-de-un-sistema-computacional-dónde-encaja-cada-pieza)
  - 
  - los-cuatro-pilares-cpu-memoria-es-y-buses)
  - 
  - diagrama-flujo-de-datos-en-la-arquitectura-von-neumann)
  - limitaciones-y-evolución-el-cuello-de-botella-y-las-soluciones-modernas)
  - una-breve-mención-la-arquitectura-harvard)
  -
- 3-el-cerebro-del-sistema-la-cpu-y-las-plataformas-actuales)
  - conceptos-clave-isa-microarquitectura-núcleos-hilos-cachés-y-tdp)
  - el-ecosistema-de-procesadores-x86-arm-apple-silicon-y-el-ascenso-de-risc-v)
  - tendencias-modernas-chiplets-empaquetado-3d-y-aceleradores-de-ia-npu)
  - 
  - de-lo-efímero-a-lo-permanente-registros-cachés-l1l2l3-ram-y-almacenamiento)
  - la-ram-hoy-ddr5-y-lpddr5x)
  - memorias-para-tareas-específicas-hbm3e-y-gddr7)
  - latencia-vs-ancho-de-banda-y-el-impacto-del-dualquad-channel)
  -
- 5-el-centro-neurálgico-la-placa-base)
  - anatomía-de-la-placa-base-formatos-atx-matx-itx-chipset-y-vrm)
  - el-arranque-del-sistema-de-la-bios-a-uefi-y-el-nuevo-estándar-atx12vo)
  - el-bus-principal-pci-express-50-y-60-lanes-y-bifurcación)
  - conectores-de-alta-velocidad-m2-claves-y-tamaños-sata-y-más)
  - conectividad-externa-e-interna-usb4-v2-thunderbolt-5-red-audio-y-cabezales)
  - 
  - el-rey-de-la-velocidad-nvme-sobre-pcie)
  - la-evolución-del-flash-tipos-de-nand-slc-a-plc-y-su-impacto)
  - el-disco-duro-no-ha-muerto-tecnologías-hammamr)
  - métricas-que-importan-iops-latencia-tbw-y-dwvdp)
  -
- 7-gráficos-y-visualización-del-píxel-a-la-inteligencia-artificial)
  - gráficos-integrados-igpu-vs-dedicados-dgpu)
  - la-memoria-de-vídeo-vram-gddr67-y-su-propósito)
  - conectando-pantallas-hdmi-displayport-y-el-modo-alterno-de-usb-c)
  -
- 8-energía-y-temperatura-eficiencia-y-disipación)
  - la-fuente-de-alimentación-psu-potencia-eficiencia-80-plus-y-conectores-12v-2x6)
  - manteniendo-la-calma-flujo-de-aire-disipadores-y-refrigeración-líquida-aio)
  -
- 9-periféricos-y-conectividad-de-red)
  - el-universo-usb-y-thunderbolt-nomenclatura-actual-y-capacidades)
  - conexión-a-la-red-ethernet-multi-gigabit-y-wi-fi-7)
  -
- 10-firmware-y-seguridad-a-nivel-de-hardware)

- el-guardián-del-arranque-uefi-secure-boot-y-el-rol-del-tpm-20)
- microsoft-pluton-una-nueva-cap-a-de-seguridad-integrada)
- 
- 
- 11-sostenibilidad-normativa-y-formatos-alternativos)
  - 
  - el-impacto-regulatorio-right-to-repair-rohs-y-weeee-en-la-unión-europea)
  - más-allá-del-sobremesa-sff-nucs-y-ordenadores-de-placa-única-sbc)
  -
- 12-tomando-decisiones-comparativas-y-perfiles-de-uso)
  - tablas-de-decisión-portátil-vs-sobremesa-igpu-vs-dgpu-nvme-vs-sata)
  - guía-de-montaje-por-perfiles-estudiante-ofimática-edición-de-contenido-ia-básica)
- 13-presente-y-futuro-inmediato-tecnologías-que-definirán-el-mañana)
  - el-ecosistema-de-chiplets-ucie-y-la-desagregación-del-soc)
  - 
  - el-horizonte-tecnológico-adopción-de-pcie-60-usb4-v2-wi-fi-7-y-más)
  - mapa-temporal-hitos-clave-2023-2026)
  - mini-lab-1-inventario-de-hardware-en-linux-y-windows)
  - mini-lab-2-midiendo-el-rendimiento-del-disco-fiocrystdiskmark)
  - 
  - mini-lab-4-comprobando-la-compatibilidad-y-rendimiento-de-la-ram)
  - mini-lab-5-análisis-de-una-hoja-técnica-de-placa-base)
- 
- soluciones-a-las-preguntas-de-autoevaluación)
- bibliografía-y-enlaces-de-interés)
- 
- 

# 1. Introducción: El Mundo Físico de la Computación

Bienvenidos al estudio de la arquitectura de computadores. Antes de poder desarrollar aplicaciones complejas, es fundamental entender la máquina sobre la que se ejecutan. Un ordenador no es una caja mágica; es un sistema complejo y elegante compuesto por componentes físicos que trabajan en armonía, orquestados por conjuntos de instrucciones lógicas. En este curso, desmitificaremos esa caja, pieza por pieza, desde los conceptos más básicos hasta las tecnologías más avanzadas que definen la computación moderna.

## De la Señal al Dato: ¿Qué es la Información?

En su nivel más fundamental, un ordenador moderno es una máquina que manipula electricidad. No entiende de letras, imágenes o sonidos, solo de la presencia o ausencia de una señal eléctrica en un momento y lugar determinados. Este concepto se materializa en la idea del **bit** (dígito binario), la unidad de información más pequeña.

- **Señal:** Un pulso eléctrico, o la ausencia de este, viajando a través de un circuito.

- **Dato:** La representación de esa señal como un valor binario: **1** (señal presente, alto voltaje) o **0** (señal ausente, bajo voltaje). Agrupando estos bits, podemos formar datos más complejos. Por ejemplo, 8 bits forman un **byte**, que puede representar un número, una letra o un símbolo.
- **Información:** Son los datos interpretados en un contexto. La secuencia de bits **01001000** es un dato. Cuando un programa la interpreta bajo el código ASCII, se convierte en la información "letra H".

Toda la complejidad de un sistema informático, desde un videojuego en 3D hasta un modelo de inteligencia artificial, se reduce en última instancia a la manipulación de miles de millones de estos **1s** y **0s** por segundo.

## Hardware vs. Software: La Danza entre lo Físico y lo Lógico

La distinción entre hardware y software es la primera y más importante abstracción en la informática. Ambos son completamente interdependientes: uno no tiene sentido sin el otro.

- **Hardware:** Se refiere a todos los componentes físicos, tangibles, que componen un sistema informático. Es todo aquello que se puede tocar: el procesador, la memoria, el disco duro, el teclado, el monitor. El hardware es el que *causa* el procesamiento de los datos.
- **Software:** Es el conjunto de instrucciones, programas y datos intangibles que le dicen al hardware qué hacer. No se puede tocar, pero se puede ver y utilizar. El software es el que *dirige* el procesamiento.

Una analogía útil es la de un pianista y su piano. El piano es el **hardware**: un objeto físico con teclas, cuerdas y martillos. Por sí solo, es inerte. La partitura y la habilidad del pianista para interpretarla son el **software**: un conjunto de instrucciones y procedimientos. Sin el piano, la música no puede sonar. Sin la partitura y el pianista, el piano es solo un mueble. Juntos, crean música.

## Las Capas de un Sistema Computacional: ¿Dónde Encaja Cada Pieza?

Para gestionar la inmensa complejidad que supone pasar de señales eléctricas a una aplicación funcional, los sistemas informáticos se organizan en **capas de abstracción**. Cada capa proporciona un conjunto de servicios a la capa superior, ocultando los detalles de cómo se implementan esos servicios. Esto permite que un programador de aplicaciones no necesite saber cómo funciona un transistor para escribir código.

Una visión simplificada de estas capas, de abajo hacia arriba, es:

1. **Hardware:** La base física. Incluye la CPU, la memoria, los discos y todos los componentes electrónicos. Es la capa que realmente "hace" el trabajo.
2. **Firmware (UEFI/BIOS):** Es un tipo especial de software grabado permanentemente en el hardware (por ejemplo, en un chip de la placa base). Su misión es inicializar y probar el hardware del sistema cuando se enciende el ordenador, y cargar el sistema operativo.
3. **Sistema Operativo (SO):** Es el software más importante. Actúa como el gran gestor de recursos del sistema y, fundamentalmente, como la principal capa de abstracción.

Proporciona una interfaz estandarizada (conocida como API o *Application Programming Interface*) para que las aplicaciones puedan usar el hardware sin tener que conocer los detalles específicos de cada componente. Gracias al SO, un navegador web no necesita un código diferente para funcionar en un portátil con una CPU Intel y otro con una CPU AMD.

4. **Aplicaciones:** Son los programas con los que el usuario final interactúa: navegadores, procesadores de texto, videojuegos, entornos de desarrollo, etc. Se ejecutan "encima" del sistema operativo y utilizan sus servicios para acceder al hardware.

Como futuros desarrolladores de aplicaciones multiplataforma (DAM), vuestro trabajo se centrará principalmente en la capa de Aplicaciones. Sin embargo, comprender las capas inferiores es lo que distingue a un buen programador de uno excepcional. Saber cómo el hardware gestiona la memoria, cómo la CPU ejecuta el código o por qué un tipo de almacenamiento es más rápido que otro os permitirá escribir software más eficiente, rápido y robusto.

## Preguntas de Autoevaluación

1. ¿Cuál es la diferencia fundamental entre un dato y la información?
  2. Proporciona tres ejemplos de hardware y tres de software que no se hayan mencionado explícitamente en el texto.
  3. ¿Por qué se dice que el hardware y el software son interdependientes?
  4. Explica con tus propias palabras qué es una capa de abstracción y por qué es útil en informática.
  5. ¿Cuál es el rol principal del Sistema Operativo en la jerarquía de capas de un sistema computacional?
- 

## 2. El Modelo Fundamental: La Arquitectura de Von Neumann

A mediados de la década de 1940, el matemático John von Neumann y otros pioneros sentaron las bases conceptuales de casi todos los ordenadores modernos. Su modelo, conocido como **arquitectura de Von Neumann**, describe un diseño elegante y versátil que ha perdurado durante décadas. Entender este modelo es el primer paso para comprender cómo funciona internamente un ordenador.

### Los Cuatro Pilares: CPU, Memoria, E/S y Buses

La arquitectura de Von Neumann se basa en cuatro componentes funcionales principales :

1. **Unidad Central de Proceso (CPU - *Central Processing Unit*):** Es el "cerebro" del ordenador. Se encarga de ejecutar las instrucciones de los programas. A su vez, se compone de dos partes principales:



- La **Unidad de Control (CU - Control Unit)**: Dirige y coordina las operaciones de todo el sistema. Interpreta las instrucciones del programa y genera las señales de control para los demás componentes.
  - La **Unidad Aritmético-Lógica (ALU - Arithmetic Logic Unit)**: Realiza las operaciones matemáticas (suma, resta) y lógicas (AND, OR, NOT) que se le ordenan.
2. **Memoria Principal**: Es un almacén de datos donde se guardan tanto las **instrucciones** de los programas que se están ejecutando como los **datos** que esas instrucciones manipulan. Esta es la característica definitoria del modelo de Von Neumann: una única memoria compartida para código y datos.
  3. **Sistema de Entrada/Salida (E/S)**: Es la interfaz del ordenador con el mundo exterior. Permite introducir datos (a través del teclado, ratón, red) y presentar resultados (en el monitor, impresora, altavoces).
  4. **Buses del Sistema**: Son los canales de comunicación que interconectan todos los componentes anteriores, permitiendo el flujo de datos y señales de control entre ellos.

## El Ciclo de Instrucción: El Latido del Procesador

El trabajo fundamental de la CPU es ejecutar secuencias de instrucciones. Para ello, repite continuamente un proceso conocido como el **ciclo de instrucción** o ciclo de Fetch-Decode-Execute. Este ciclo es el pulso rítmico que impulsa toda la actividad del ordenador.

Para entender el ciclo, necesitamos conocer algunos registros clave dentro de la CPU:

- **Contador de Programa (PC - Program Counter)**: Contiene la dirección de memoria de la *próxima* instrucción a ejecutar.
- **Registro de Instrucción (IR - Instruction Register)**: Almacena la instrucción que se está ejecutando *actualmente*.

El ciclo se desarrolla en tres etapas principales :

1. **Fase de Captura (Fetch)**:
  - La CPU consulta el PC para obtener la dirección de la siguiente instrucción.
  - Esa dirección se envía a la memoria a través del bus de direcciones.
  - La Unidad de Control (CU) envía una señal de lectura. La memoria responde colocando la instrucción en el bus de datos.
  - La instrucción viaja por el bus de datos hasta la CPU y se almacena en el IR.
  - El PC se incrementa para apuntar a la siguiente instrucción en secuencia.
2. **Fase de Decodificación (Decode)**:
  - La CU analiza la instrucción que está en el IR.
  - La "decodifica" para entender qué operación debe realizar (ej. sumar, cargar un dato, saltar a otra parte del programa) y qué operandos (datos) necesita para ello.
  - Prepara las unidades funcionales necesarias, como la ALU.
3. **Fase de Ejecución (Execute)**:
  - La operación se lleva a cabo. Si es una operación aritmética, la ALU realiza el cálculo. Si es una operación de memoria, se accede a la memoria para leer o escribir un dato.

- El resultado de la operación se almacena en un registro de la CPU o en la memoria.
- Una vez completada, el ciclo vuelve a empezar con la fase de captura de la siguiente instrucción apuntada por el PC.

Este ciclo se repite miles de millones de veces por segundo en un procesador moderno.

## Diagrama: Flujo de datos en la arquitectura Von Neumann

El siguiente diagrama ilustra cómo se interconectan los componentes y cómo fluyen los datos y las señales de control.

## Limitaciones y Evolución: El Cuello de Botella y las Soluciones Modernas

La mayor ventaja del modelo de Von Neumann es su simplicidad y flexibilidad. Al tratar las instrucciones como datos, un programa puede modificarse a sí mismo o incluso crear otros programas, una capacidad fundamental para el funcionamiento de los sistemas operativos y los compiladores.

Sin embargo, su principal debilidad es el llamado **cuello de botella de Von Neumann** (*Von Neumann bottleneck*). Dado que tanto las instrucciones como los datos deben viajar a través del mismo bus para llegar a la CPU desde la memoria, no pueden ser accedidos simultáneamente. La CPU debe esperar para obtener una instrucción y luego esperar de nuevo para obtener los datos que esa instrucción necesita. A medida que las CPUs se han vuelto exponencialmente más rápidas que las memorias, este cuello de botella se ha convertido en el principal factor limitante del rendimiento en la computación.

La existencia de este cuello de botella no es un mero detalle histórico; es la fuerza motriz que ha impulsado las innovaciones más importantes en la arquitectura de computadores durante décadas. Prácticamente todas las mejoras de rendimiento que estudiaremos en este curso, como las memorias caché, el paralelismo a nivel de instrucción (pipelining) y las arquitecturas multi-núcleo, son, en esencia, soluciones ingeniosas diseñadas para mitigar o sortear este problema fundamental.

## Una Breve Mención: La Arquitectura Harvard

Paralelamente al modelo de Von Neumann, se desarrolló la **arquitectura Harvard**. Su característica distintiva es que utiliza **memorias y buses separados para las instrucciones y los datos**. Esto permite a la CPU obtener la siguiente instrucción al mismo tiempo que accede a los datos para la instrucción actual, eliminando el cuello de botella de Von Neumann y aumentando el rendimiento.

Aunque la arquitectura Harvard pura es más compleja y costosa, y menos flexible (el espacio de memoria no utilizado para datos no puede usarse para instrucciones), su concepto es extremadamente influyente. De hecho, los procesadores modernos no son puramente Von Neumann. Son una **arquitectura Harvard modificada**.

- **A nivel interno de la CPU:** Utilizan memorias caché separadas para instrucciones (I-Cache) y para datos (D-Cache). Esto permite que, en la mayoría de los casos, la

CPU acceda a ambas simultáneamente, comportándose como una máquina Harvard para obtener la máxima velocidad.

- **A nivel de sistema:** Ambas cachés se comunican con una única Memoria Principal (RAM) compartida, preservando la flexibilidad del modelo de Von Neumann.

Esta solución híbrida ofrece lo mejor de ambos mundos: el rendimiento del acceso paralelo de Harvard en el nivel más cercano y crítico para la CPU, y la flexibilidad de la memoria unificada de Von Neumann a nivel de sistema.

## Preguntas de Autoevaluación

1. ¿Cuál es la característica principal que define la arquitectura de Von Neumann?
  2. Describe las tres fases del ciclo de instrucción.
  3. ¿Qué es el "cuello de botella de Von Neumann" y por qué limita el rendimiento?
  4. ¿En qué se diferencia la arquitectura Harvard de la de Von Neumann?
  5. ¿Por qué se dice que una CPU moderna es una "arquitectura Harvard modificada"?
- 

## 3. El Cerebro del Sistema: La CPU y las Plataformas Actuales

La Unidad Central de Proceso (CPU) es el componente más complejo y crucial de un ordenador. Es el motor que impulsa la ejecución de todo el software, desde el sistema operativo hasta la aplicación más sencilla. En esta sección, profundizaremos en los conceptos que definen una CPU moderna y exploraremos el panorama actual de las principales arquitecturas que compiten en el mercado.

### Conceptos Clave: ISA, Microarquitectura, Núcleos, Hilos, Cachés y TDP

Para hablar con propiedad sobre las CPUs, es necesario dominar una serie de términos fundamentales.

- **ISA (Instruction Set Architecture - Arquitectura del Conjunto de Instrucciones):** Es la especificación abstracta de un procesador. Define el conjunto de instrucciones que la CPU puede ejecutar, los registros que tiene, cómo gestiona la memoria y cómo maneja las interrupciones. La ISA es el "vocabulario" que entiende el hardware y actúa como un contrato entre el software y el hardware. Ejemplos de ISAs son x86-64, ARMv9 o RISC-V.
- **Microarquitectura:** Es la implementación física y concreta de una ISA. Dos procesadores pueden compartir la misma ISA (y por tanto, ejecutar el mismo código binario), pero tener microarquitecturas completamente diferentes, lo que resulta en rendimientos, consumos y costes distintos. Por ejemplo, tanto los procesadores Intel Core como los AMD Ryzen implementan la ISA x86-64, pero sus microarquitecturas (como "Redwood Cove" de Intel o "Zen 5" de AMD) son diseños internos muy diferentes.
- **Núcleo (Core):** Es una unidad de procesamiento completa dentro de la CPU, capaz de ejecutar un flujo de instrucciones de forma independiente. Un procesador

moderno no tiene una única CPU, sino que es un chip que contiene múltiples núcleos. Esto permite el paralelismo real, donde varias tareas se ejecutan simultáneamente.

- **Hilo (Thread):** Un hilo es una secuencia de instrucciones que el sistema operativo puede gestionar. En el contexto de la CPU, un núcleo físico puede ser capaz de manejar uno o más hilos lógicos. La tecnología que permite a un único núcleo físico gestionar dos hilos simultáneamente se conoce como **Simultaneous Multithreading (SMT)**, comercialmente conocida como **Hyper-Threading** en los procesadores Intel.
  - **Analogía Práctica:** Imagina una cocina. Un **núcleo** es un cocinero. Un **hilo** es una receta. Un procesador de 4 núcleos es como tener 4 cocineros, cada uno trabajando en su propia receta. Con SMT, un cocinero (núcleo) es lo suficientemente hábil como para trabajar en dos recetas sencillas a la vez (dos hilos), cambiando rápidamente de una a otra para aprovechar los tiempos muertos (mientras una cosa se hornea, avanza con la otra). Esto no duplica el rendimiento, pero lo mejora significativamente en tareas que se pueden paralelizar.
- **Caché:** Son pequeñas cantidades de memoria SRAM (Static RAM) extremadamente rápidas integradas dentro del propio chip de la CPU. Su propósito es almacenar copias de los datos e instrucciones más utilizados para que el núcleo no tenga que esperar a la lenta memoria RAM principal. Se organizan en niveles (L1, L2, L3), como veremos en detalle más adelante.
- **TDP (Thermal Design Power - Potencia de Diseño Térmico):** Es una especificación que indica la cantidad máxima de calor, medida en vatios (W), que el sistema de refrigeración de un ordenador debe ser capaz de disipar. **No es una medida directa del consumo eléctrico**, sino una guía para el diseño térmico del sistema. Un TDP más alto generalmente implica un mayor potencial de rendimiento, pero también la necesidad de una refrigeración más robusta.
- **iGPU (Integrated Graphics Processing Unit):** La mayoría de las CPUs de consumo actuales incluyen una unidad de procesamiento gráfico básica en el mismo chip. Esta iGPU es suficiente para tareas de escritorio, navegación web y reproducción de vídeo, eliminando la necesidad de una tarjeta gráfica separada para muchos usuarios.

## El Ecosistema de Procesadores: x86, ARM, Apple Silicon y el Ascenso de RISC-V

El mercado de procesadores está dominado por unas pocas ISAs clave, cada una con sus fortalezas y nichos.

- **x86-64:** Es la ISA dominante en el mercado de ordenadores de sobremesa, portátiles de alto rendimiento y servidores. Originalmente desarrollada por Intel, AMD la extendió a 64 bits (con el nombre AMD64), y ahora ambas compañías son los principales fabricantes.
  - **Intel:** Su línea actual incluye los procesadores **Core Ultra** (nombre en clave "Meteor Lake" y sucesores), que marcan la transición de Intel a una arquitectura de chiplets y la inclusión de NPUs dedicadas para IA.
  - **AMD:** Su arquitectura más reciente es **Zen 5**, que impulsa a los procesadores Ryzen para escritorio y portátiles, y EPYC para servidores. Zen

5 representa una importante renovación de la microarquitectura, con mejoras en el front-end y un pipeline de ejecución de vectores más ancho.

- **ARM:** Esta ISA, desarrollada por Arm Holdings, domina por completo el mercado de dispositivos móviles (smartphones, tablets) gracias a su diseño enfocado en la alta eficiencia energética (rendimiento por vatio). En los últimos años, ha comenzado una expansión exitosa hacia portátiles, centros de datos e incluso supercomputación. A diferencia de Intel y AMD, Arm no fabrica sus propios chips; licencia sus diseños de ISA y microarquitectura a otras empresas como Qualcomm (con sus procesadores Snapdragon), Samsung y Apple.
- **Apple Silicon:** Es la implementación personalizada de la ISA ARM de Apple. Desde 2020, Apple ha transicionado todos sus ordenadores Mac a sus propios chips de la serie M. Estos son **Sistemas en un Chip (SoC)** altamente integrados que combinan CPU, GPU, NPU (Neural Engine) y memoria RAM en un único paquete, logrando niveles de rendimiento y eficiencia muy elevados. La última generación, **M4**, introduce mejoras microarquitectónicas significativas sobre M3, con más núcleos de eficiencia, un Neural Engine mucho más potente (38 TOPS) y un ancho de banda de memoria superior en sus variantes Pro y Max.
- **RISC-V:** Es una ISA relativamente nueva con una característica única y disruptiva: es un **estándar abierto y libre de royalties**. Esto significa que cualquiera puede diseñar y fabricar procesadores compatibles con RISC-V sin pagar licencias. Aunque actualmente su presencia se concentra en microcontroladores y sistemas embebidos, existe un enorme impulso por parte de la industria y la academia para llevarla a todos los segmentos, desde móviles hasta supercomputadores. Su ecosistema de software y hardware está madurando rápidamente, con la ratificación continua de extensiones clave como las de virtualización, criptografía y vectores, lo que indica un futuro prometedor.

## Tendencias Modernas: Chiplets, Empaquetado 3D y Aceleradores de IA (NPU)

El diseño de CPUs está experimentando una revolución impulsada por los límites físicos de la fabricación de semiconductores.

- **De Monolítico a Chiplets:** Durante décadas, una CPU era un único trozo de silicio (un chip monolítico). Fabricar chips muy grandes es difícil y caro, y un solo defecto puede inutilizar todo el procesador. La tendencia actual es el diseño basado en **chiplets**: el procesador se construye a partir de varios chips más pequeños y especializados (los chiplets), interconectados dentro de un mismo paquete. Por ejemplo, una CPU de AMD puede tener un chiplet para los núcleos de CPU fabricado en un proceso avanzado de 4nm y otro chiplet para la E/S fabricado en un proceso más maduro y barato de 6nm. Esto mejora los costes, la flexibilidad y el rendimiento.
- **Empaquetado 2.5D y 3D:** Para conectar estos chiplets, se utilizan técnicas avanzadas. El **empaquetado 2.5D** coloca los chiplets uno al lado del otro sobre una base de silicio intermedia llamada "interposer". El **empaquetado 3D** va un paso más allá, apilando los chiplets unos encima de otros, como en el caso de la memoria 3D V-Cache de AMD, que apila una caché L3 adicional directamente sobre los núcleos de la CPU.

- **Aceleradores de IA (NPU - *Neural Processing Unit*):** La inteligencia artificial se ha convertido en una carga de trabajo tan importante que las CPUs modernas están integrando hardware específico para acelerarla. Estos NPUs, como el **Intel AI Boost** o el **Apple Neural Engine**, son capaces de realizar las operaciones matemáticas típicas del machine learning (como las multiplicaciones de matrices) de forma mucho más rápida y con un consumo de energía drásticamente menor que una CPU o una GPU de propósito general.

La integración de NPUs en procesadores de consumo representa un cambio fundamental en la arquitectura del PC. El ordenador personal está evolucionando de ser una máquina de computación de propósito general a una plataforma con hardware especializado para cargas de trabajo de IA. Para vosotros, como futuros desarrolladores, esto significa que el software del mañana deberá ser consciente del hardware para ser competitivo. Las aplicaciones que aprovechen el NPU para tareas de IA serán significativamente más rápidas y eficientes en los portátiles y ordenadores del futuro.

## Preguntas de Autoevaluación

1. ¿Cuál es la diferencia entre una ISA y una microarquitectura? Pon un ejemplo.
  2. Un procesador se anuncia como "8 núcleos y 16 hilos". ¿Qué significa esto en términos prácticos?
  3. ¿Por qué la arquitectura ARM es tan popular en los dispositivos móviles?
  4. ¿Qué ventaja principal ofrece RISC-V frente a x86 y ARM?
  5. Explica qué es un diseño de CPU basado en chiplets y por qué es una tendencia importante.
- 

## 4. La Jerarquía de la Memoria: Velocidad vs. Capacidad

Un procesador moderno puede ejecutar miles de millones de instrucciones por segundo. Para mantener este ritmo frenético, necesita un acceso casi instantáneo a los datos y a las instrucciones. Sin embargo, la memoria masiva y barata es, por naturaleza, lenta. Para resolver esta disparidad fundamental, los sistemas informáticos utilizan una **jerarquía de memoria**, un sistema de múltiples niveles de almacenamiento donde cada nivel es más pequeño, más rápido y más caro por bit que el nivel inferior.

### De lo Efímero a lo Permanente: Registros, Cachés (L1/L2/L3), RAM y Almacenamiento

Podemos visualizar esta jerarquía como una pirámide:

1. **Registros de la CPU (Cima de la pirámide):** Son el tipo de memoria más rápido y pequeño. Están físicamente dentro de los núcleos de la CPU. Son el espacio de trabajo inmediato de la ALU, donde se almacenan los operandos y los resultados de las operaciones en curso. Su acceso es prácticamente instantáneo (en el orden de un ciclo de reloj).
2. **Memoria Caché:** Actúa como un intermediario de alta velocidad entre la CPU y la memoria RAM principal. Almacena copias de los datos e instrucciones que se han

usado recientemente o que se prevé que se usarán pronto. Cuando la CPU necesita un dato, primero lo busca en la caché. Si lo encuentra (un *cache hit*), el acceso es muy rápido. Si no lo encuentra (un *cache miss*), debe ir a buscarlo a la RAM, que es mucho más lento, y traerlo a la caché para futuros accesos. La caché se subdivide en niveles :

- **Caché L1 (Nivel 1):** Es la más pequeña (decenas de KB por núcleo) y la más rápida. Está integrada en cada núcleo. Como vimos, sigue un modelo Harvard modificado, dividiéndose en una **L1 de Instrucciones (I-Cache)** y una **L1 de Datos (D-Cache)** para permitir accesos simultáneos.
  - **Caché L2 (Nivel 2):** Es más grande (cientos de KB a varios MB por núcleo) y ligeramente más lenta que la L1. En la mayoría de los diseños modernos, cada núcleo tiene su propia caché L2 privada.
  - **Caché L3 (Nivel 3):** Es la más grande de las cachés (decenas de MB) y es compartida por todos los núcleos de la CPU. Actúa como un último nivel de caché (*Last-Level Cache* o LLC) antes de tener que recurrir a la RAM. Su función es crucial para la comunicación eficiente entre núcleos y para reducir la latencia en accesos a datos compartidos.
3. **Memoria Principal (RAM - Random Access Memory):** Es el gran espacio de trabajo del sistema, donde residen el sistema operativo, las aplicaciones en ejecución y sus datos. Es mucho más grande que la caché (varios gigabytes), pero también significativamente más lenta. Es una memoria volátil, lo que significa que su contenido se pierde cuando se apaga el ordenador.
4. **Almacenamiento Secundario (Base de la pirámide):** Es el almacenamiento a largo plazo, no volátil. Aquí se guardan el sistema operativo, las aplicaciones y los archivos del usuario de forma permanente. Es el nivel más grande (cientos de GB a varios TB) y el más lento de la jerarquía. Incluye los SSDs (Unidades de Estado Sólido) y los HDDs (Discos Duros).

## La RAM Hoy: DDR5 y LPDDR5X

La tecnología de RAM predominante en los sistemas de sobremesa y portátiles es la SDRAM (Synchronous Dynamic RAM). La generación actual es la DDR5.

- **DDR5 SDRAM:** Lanzada en 2021, representa un salto significativo sobre su predecesora, DDR4. Sus características clave incluyen :
  - **Mayor Velocidad:** Las velocidades estándar de DDR5 comienzan en 4800 MT/s (Mega-transferencias por segundo) y escalan hasta 8800 MT/s o más, un aumento considerable frente al máximo oficial de 3200 MT/s de DDR4.
  - **Menor Voltaje:** Opera a 1.1V, en comparación con los 1.2V de DDR4, lo que se traduce en una mayor eficiencia energética.
  - **Nueva Arquitectura de Canal:** Este es uno de los cambios más importantes. Cada módulo de memoria DDR5 (conocido como DIMM) funciona como si fueran **dos canales independientes de 32 bits**, en lugar de un único canal de 64 bits como en DDR4. Esto mejora la eficiencia del acceso a la memoria al permitir operaciones de lectura/escritura más concurrentes.
  - **PMIC (Power Management Integrated Circuit):** Los módulos DDR5 integran su propio circuito de gestión de energía en la placa, lo que permite una regulación de voltaje más fina y estable directamente en el DIMM.

- **On-die ECC (Error-Correcting Code):** Integra un sistema de corrección de errores dentro de los propios chips de memoria para mejorar la fiabilidad, aunque no reemplaza a la ECC completa a nivel de módulo que se usa en servidores.
- **LPDDR5X:** Es la variante de DDR5 de bajo consumo (*Low Power*), diseñada específicamente para portátiles delgados, tablets y smartphones. Prioriza la eficiencia energética sobre el rendimiento absoluto, aunque alcanza velocidades de datos muy altas (hasta 8533 MT/s o incluso 9600 MT/s en las últimas implementaciones) para alimentar las necesidades de los procesadores móviles modernos y sus aceleradores de IA.

## Memorias para Tareas Específicas: HBM3E y GDDR7

Para cargas de trabajo extremadamente intensivas en datos, como la inteligencia artificial y los gráficos de alta gama, se utilizan tipos de memoria especializados que priorizan un ancho de banda masivo.

- **HBM3E (High Bandwidth Memory 3 Extended):** Es la vanguardia en memoria de alto ancho de banda. En lugar de colocar los chips de memoria en una placa, la tecnología HBM los apila verticalmente en 3D. Estos stacks se conectan a la CPU o GPU a través de una interfaz extremadamente ancha (típicamente 1024 bits por stack) sobre una base de silicio llamada interposer. El resultado es un ancho de banda gigantesco (más de 1.2 TB/s por stack en HBM3E) en un formato muy compacto y con una eficiencia energética superior. Es la memoria de elección para los aceleradores de IA más potentes y las GPUs de centros de datos.
- **GDDR7 (Graphics Double Data Rate 7):** Es la última generación de memoria diseñada específicamente para tarjetas gráficas (dGPUs). A diferencia de HBM, utiliza una interfaz más convencional y económica, pero alcanza velocidades por pin muy elevadas (se esperan 32 Gbps o más). Es la solución de alto rendimiento para el mercado de consumo y estaciones de trabajo gráficas.

## Latencia vs. Ancho de Banda y el Impacto del Dual/Quad Channel

### Preguntas de Autoevaluación

1. Ordena los siguientes tipos de memoria de más rápido a más lento: Caché L2, RAM DDR5, Registros de CPU, SSD NVMe, Caché L3.
2. ¿Cuál es la función principal de la memoria caché en un sistema informático?
3. Menciona dos diferencias clave entre la memoria DDR4 y la DDR5.
4. ¿Para qué tipo de dispositivo se utiliza principalmente la memoria HBM3E y por qué?
5. ¿Es mejor instalar un único módulo de 32 GB de RAM o dos módulos de 16 GB? Justifica tu respuesta.

---

## 5. El Centro Neurálgico: La Placa Base



Si la CPU es el cerebro del ordenador, la **placa base** (*motherboard*) es el sistema nervioso central. Es una gran placa de circuito impreso (PCB) a la que se conectan todos los componentes del sistema, permitiendo que se comuniquen entre sí. La elección de la placa base es una de las decisiones más críticas al montar un PC, ya que define y limita las capacidades presentes y futuras de todo el sistema.

## Anatomía de la Placa Base: Formatos (ATX, mATX, ITX), Chipset y VRM

- **Formatos (Form Factors):** La placa base debe encajar físicamente en el chasis (caja) del ordenador. Para ello, existen tamaños estandarizados, siendo los más comunes :
  - **ATX (Advanced Technology eXtended):** El estándar de tamaño completo (305 x 244 mm). Ofrece el mayor número de ranuras de expansión y conectores, ideal para sistemas de alto rendimiento.
  - **Micro-ATX (mATX):** Una versión más corta y cuadrada (244 x 244 mm). Tiene menos ranuras de expansión que ATX pero es compatible con la mayoría de los chasis ATX. Es un buen equilibrio entre tamaño y funcionalidad.
  - **Mini-ITX (ITX):** Un formato muy compacto (170 x 170 mm) diseñado para ordenadores de pequeño formato (SFF - *Small Form Factor*). Típicamente solo tiene una ranura de expansión para la tarjeta gráfica y menos conectores.
- **Chipset:** Es un conjunto de chips que actúa como el centro de comunicaciones de la placa base, gestionando el flujo de datos entre la CPU, la memoria, las ranuras de expansión y los periféricos. En las plataformas modernas, el chipset controla principalmente los puertos SATA, los puertos USB adicionales, el audio, la red y las ranuras PCIe de propósito general. Las ranuras de alta velocidad para la GPU y el SSD NVMe principal suelen conectarse directamente a la CPU.
- **VRM (Voltage Regulator Module - Módulo Regulador de Voltaje):** Es un circuito crítico que convierte el voltaje de 12V que recibe de la fuente de alimentación en el voltaje mucho más bajo y preciso que necesita la CPU (típicamente alrededor de 1.0V a 1.4V). Un VRM de alta calidad, con más fases de potencia y mejores componentes, es esencial para garantizar una entrega de energía estable, especialmente en CPUs de alto consumo o al realizar overclocking.

## El Arranque del Sistema: De la BIOS a UEFI y el nuevo estándar ATX12VO

- **BIOS vs. UEFI:** El firmware de la placa base es el primer software que se ejecuta al encender el ordenador.
  - **BIOS (Basic Input/Output System):** El sistema legado, con una interfaz de texto y limitaciones como la incapacidad de arrancar desde discos de más de 2.2 TB.
  - **UEFI (Unified Extensible Firmware Interface):** El estándar moderno que reemplaza al BIOS. Ofrece una interfaz gráfica, tiempos de arranque más rápidos, mayor seguridad a través de la función **Secure Boot** (que impide la carga de software no firmado durante el arranque), y soporte para hardware moderno.

- **ATX12VO (12 Volt Only):** Es un estándar de fuente de alimentación más reciente promovido por Intel para mejorar la eficiencia energética, especialmente en estados de bajo consumo. En un sistema tradicional, la fuente de alimentación (PSU) proporciona múltiples voltajes (12V, 5V, 3.3V). Con ATX12VO, la PSU solo suministra un rai1 de 12V. La conversi3n a 5V y 3.3V, necesaria para dispositivos como los SSDs SATA y los puertos USB, se traslada a la placa base. Esto permite una regulaci3n m1s eficiente, pero requiere placas base y fuentes de alimentaci3n espec1ficamente dise1adas para este est1ndar.

## El Bus Principal: PCI Express (5.0 y 6.0), Lanes y Bifurcaci3n

**PCI Express (PCIe)** es el bus de interconexi3n de alta velocidad est1ndar para conectar componentes de alto rendimiento como tarjetas gr1ficas, SSDs NVMe y tarjetas de red avanzadas.

- **Generaciones y Ancho de Banda:** Cada nueva generaci3n de PCIe duplica el ancho de banda por l1nea (lane) de la anterior.
  - **PCIe 5.0:** Ofrece 32 GT/s (Gigatransferencias por segundo) por l1nea.
  - **PCIe 6.0:** Alcanza 64 GT/s por l1nea, utilizando una nueva t1cnica de se1alizi3n llamada PAM4 para lograrlo.
- **Lanes (L1neas):** Un enlace PCIe se compone de una o m1s l1neas de datos. Las ranuras f1sicas en la placa base se describen por su tama1o f1sico y el n1mero de l1neas el1ctricas que tienen conectadas (ej., una ranura de tama1o x16 puede estar conectada el1ctricamente como x16, x8 o x4).
- **Bifurcaci3n:** Es una funci3n avanzada de la BIOS/UEFI que permite dividir las l1neas de una 1nica ranura PCIe f1sica. Por ejemplo, una ranura x16 se puede "bifurcar" en dos ranuras l3gicas x8, o en cuatro ranuras l3gicas x4. Esto es 1til para usar tarjetas adaptadoras que albergan m1ltiples SSDs M.2 en una sola ranura de GPU.

## Conectores de Alta Velocidad: M.2 (Claves y Tama1os), SATA y m1s

- **M.2:** Es el conector moderno y compacto para SSDs de alta velocidad y m3dulos Wi-Fi.
  - **Tama1os:** Se identifican por un n1mero de 4 o 5 d1gitos (ancho x largo). El m1s com1n es **2280** (22 mm de ancho, 80 mm de largo). Otros tama1os incluyen 2230 (com1n en port1tiles y consolas port1tiles) y hasta 25110 en servidores.
  - **Claves (Keys):** El conector tiene muescas que definen su compatibilidad. Las m1s importantes para almacenamiento son :
    - **Clave M:** Permite hasta 4 lanes PCIe (x4). Es el est1ndar para SSDs NVMe de alto rendimiento.
    - **Clave B:** Permite hasta 2 lanes PCIe (x2) o una conexi3n SATA. Menos com1n hoy en d1a.
    - **Clave B+M:** Tiene ambas muescas. Es compatible con z3calos M y B, pero el1ctricamente est1 limitado a PCIe x2 o SATA.
- **SATA (Serial ATA):** El est1ndar legado para conectar HDDs y SSDs de 2.5 pulgadas. Su ancho de banda est1 limitado a 6 Gbit/s, mucho m1s lento que NVMe sobre PCIe.

- **U.2 y Oculink:** Conectores menos comunes en el mercado de consumo, más orientados a servidores y estaciones de trabajo. U.2 permite conectar SSDs NVMe de 2.5 pulgadas, que suelen tener mejor refrigeración y mayor capacidad que los M.2.

## Conectividad Externa e Interna: USB4 v2, Thunderbolt 5, Red, Audio y Cabezales

La placa base también es el centro de toda la conectividad:

- **Panel Trasero:**
  - **USB:** Los puertos USB son omnipresentes. Los estándares más recientes son **USB4 Versión 2.0** (hasta 80 Gbps) y **Thunderbolt 5** (hasta 80 Gbps bidireccional y 120 Gbps en modo asimétrico), que utilizan el conector físico USB-C.
  - **Red:** Los puertos Ethernet son estándar. Las placas modernas suelen incluir puertos de **2.5 GbE** o incluso **10 GbE**. La conectividad inalámbrica se proporciona a través de módulos Wi-Fi, con **Wi-Fi 6E** y **Wi-Fi 7** como los últimos estándares.
  - **Audio y Vídeo:** Conectores de audio analógico y digital, y salidas de vídeo (HDMI, DisplayPort) para usar la iGPU de la CPU.
- **Conectores Internos (Cabezales):**
  - Permiten conectar los puertos del panel frontal del chasis (USB, audio), ventiladores, iluminación RGB y otros componentes internos.

## Preguntas de Autoevaluación

1. ¿Qué formato de placa base elegirías para un sistema compacto de juegos y por qué?
2. Explica la diferencia entre los lanes PCIe que vienen de la CPU y los que vienen del chipset.
3. Un amigo instala un segundo SSD NVMe en su placa base y nota que su tarjeta gráfica ahora funciona a x8 en lugar de x16. ¿Cuál es la causa más probable?
4. ¿Qué es UEFI y qué ventaja clave de seguridad introdujo sobre el BIOS?
5. Tienes un SSD M.2 NVMe PCIe 4.0 x4. ¿En qué tipo de zócalo M.2 (clave B, M o B+M) deberías instalarlo para obtener el máximo rendimiento?

---

## 6. Almacenamiento Moderno: Más Allá de los Gigabytes

El almacenamiento ha evolucionado drásticamente, pasando de ser un simple repositorio de datos a un componente crítico que define la agilidad y la capacidad de respuesta de todo el sistema. La velocidad a la que el sistema operativo arranca, las aplicaciones se cargan y los archivos grandes se manipulan depende directamente de la tecnología de almacenamiento utilizada.

## El Rey de la Velocidad: NVMe sobre PCIe

Durante años, el estándar para conectar unidades de almacenamiento fue SATA (Serial ATA), diseñado originalmente para discos duros mecánicos. Aunque los SSDs SATA supusieron un gran salto en rendimiento, el propio interfaz SATA se convirtió en un cuello de botella.

La solución es **NVMe (Non-Volatile Memory Express)**. Es un protocolo de comunicación diseñado desde cero para los SSDs que utilizan memoria flash, y se comunica directamente con la CPU a través del bus **PCI Express (PCIe)**, el mismo que utiliza la tarjeta gráfica. Esto elimina las capas de software y hardware heredadas de SATA, resultando en :

- **Latencia mucho menor:** Las solicitudes de datos son casi instantáneas.
- **Mayor ancho de banda:** Aprovecha múltiples lanes PCIe (típicamente x4), ofreciendo velocidades de lectura/escritura secuencial que pueden superar los 12,000 MB/s en unidades PCIe 5.0, frente al límite de ~550 MB/s de SATA.
- **Mayor paralelismo (IOPS):** NVMe puede manejar miles de colas de comandos en paralelo, mientras que SATA solo puede manejar una. Esto se traduce en un rendimiento espectacularmente superior en operaciones aleatorias (medidas en IOPS - *Input/Output Operations Per Second*), que es lo que más impacta en la sensación de agilidad del sistema operativo y las aplicaciones. La especificación NVMe 2.0, lanzada en 2021, refactorizó el estándar para facilitar su desarrollo y añadió nuevas características como Zoned Namespaces (ZNS) para optimizar el rendimiento y la durabilidad en entornos de centros de datos.

## La Evolución del Flash: Tipos de NAND (SLC a PLC) y su Impacto

Los SSDs almacenan datos en chips de memoria flash **NAND**. La tecnología NAND ha evolucionado para almacenar más bits de datos en cada celda de memoria física, lo que reduce el coste por gigabyte pero introduce compromisos en rendimiento y durabilidad.

- **SLC (Single-Level Cell):** 1 bit por celda. Es la más rápida, duradera y cara. Se utiliza en aplicaciones empresariales de altísima gama.
- **MLC (Multi-Level Cell):** 2 bits por celda. Un buen equilibrio, pero en gran parte reemplazada en el mercado de consumo.
- **TLC (Triple-Level Cell):** 3 bits por celda. Es el estándar actual en la mayoría de los SSDs de consumo, ofreciendo un buen equilibrio entre coste, rendimiento y durabilidad.
- **QLC (Quad-Level Cell):** 4 bits por celda. Permite SSDs de gran capacidad a un precio más bajo, pero a costa de una menor velocidad de escritura sostenida y una menor durabilidad. Ideal para cargas de trabajo de solo lectura o almacenamiento masivo.
- **PLC (Penta-Level Cell):** 5 bits por celda. Es la siguiente frontera, actualmente en desarrollo, que promete densidades aún mayores.

Para mitigar las desventajas de velocidad de TLC y QLC, los SSDs modernos utilizan una pequeña porción de su NAND en modo SLC como una **caché de escritura rápida**. Las escrituras se realizan primero en esta caché veloz y luego, cuando el disco está inactivo, se transfieren a la memoria TLC/QLC principal.

## El Disco Duro No Ha Muerto: Tecnologías HAMR/MAMR

A pesar del dominio de los SSDs, los discos duros mecánicos (**HDDs**) siguen siendo la solución más rentable para el almacenamiento masivo de datos (terabytes de vídeos, copias de seguridad, archivos en la nube). La industria continúa innovando para aumentar su capacidad.

El principal desafío es hacer los "granos" magnéticos en los platos del disco cada vez más pequeños para aumentar la densidad de datos, sin que se vuelvan magnéticamente inestables. Las tecnologías más recientes para lograr esto son :

- **HAMR (Heat-Assisted Magnetic Recording):** Impulsada por Seagate, utiliza un diminuto láser en el cabezal de escritura para calentar momentáneamente un punto minúsculo del plato justo antes de escribir. Este calor reduce la coercitividad magnética del material, permitiendo escribir en granos mucho más pequeños y estables. Esta tecnología permite fabricar discos de 30 TB y más.
- **MAMR (Microwave-Assisted Magnetic Recording):** Impulsada por Western Digital, utiliza un "oscilador de par de espín" en el cabezal para generar un campo de microondas que cumple una función similar a la del láser en HAMR, facilitando la escritura en medios de alta densidad.

## Métricas que Importan: IOPS, Latencia, TBW y DWPD

Al evaluar una unidad de almacenamiento, es crucial mirar más allá de la velocidad de lectura/escritura secuencial.

- **IOPS (Input/Output Operations Per Second):** Mide el número de operaciones de lectura o escritura que una unidad puede realizar por segundo. Es una métrica clave para el rendimiento con archivos pequeños y accesos aleatorios, como los que realiza un sistema operativo.
- **Latencia:** El tiempo que tarda la unidad en responder a una solicitud. Una baja latencia es fundamental para que el sistema se sienta ágil.
- **TBW (Terabytes Written):** Es una medida de la **resistencia** o **durabilidad** de un SSD. Indica la cantidad total de terabytes que se pueden escribir en la unidad durante su vida útil antes de que las celdas NAND comiencen a fallar. Un SSD de 1 TB con una clasificación de 600 TBW puede tener 600 terabytes escritos en él antes de que expire su garantía de resistencia.
- **DWPD (Drive Writes Per Day):** Es otra forma de medir la resistencia, más común en el ámbito empresarial. Indica cuántas veces se puede escribir la capacidad total de la unidad cada día durante el período de garantía. Por ejemplo, un SSD de 1 TB con 1 DWPD y una garantía de 5 años está diseñado para soportar 1 TB de escrituras diarias durante esos 5 años.

## Preguntas de Autoevaluación

1. ¿Por qué un SSD NVMe es significativamente más rápido que un SSD SATA?
2. ¿Qué contrapartidas tiene el uso de memoria NAND QLC en un SSD en comparación con TLC?

3. ¿Para qué tipo de almacenamiento siguen siendo relevantes los discos duros (HDD) hoy en día?
  4. Un SSD tiene una capacidad de 2 TB y una clasificación de resistencia de 1200 TBW. ¿Qué significa esto?
  5. ¿Qué métrica de rendimiento (ancho de banda secuencial o IOPS aleatorios) es más importante para la velocidad de arranque de un sistema operativo? ¿Por qué?
- 

## 7. Gráficos y Visualización: Del Píxel a la Inteligencia Artificial

La capacidad de un ordenador para generar y mostrar imágenes, desde una simple interfaz de usuario hasta complejos mundos virtuales en 3D, recae en la **Unidad de Procesamiento Gráfico (GPU - *Graphics Processing Unit*)**. Originalmente diseñada para acelerar tareas gráficas, la arquitectura masivamente paralela de la GPU la ha convertido también en una herramienta indispensable para la computación científica y la inteligencia artificial.

### Gráficos Integrados (iGPU) vs. Dedicados (dGPU)

Existen dos formas principales en las que un sistema puede incorporar una GPU:

- **GPU Integrada (iGPU - *Integrated GPU*):**
  - **¿Qué es?** La iGPU es un procesador gráfico que está integrado en el mismo chip que la CPU. No es un componente separado.
  - **Recursos:** Comparte recursos con la CPU, lo más importante, la memoria RAM del sistema. No tiene su propia memoria dedicada.
  - **Ventajas:** Bajo coste, bajo consumo de energía y no genera mucho calor. Esto la hace ideal para portátiles delgados y ligeros, y para ordenadores de sobremesa de uso general.
  - **Desventajas:** Rendimiento limitado. El uso compartido de la memoria RAM crea un cuello de botella en el ancho de banda. No es adecuada para videojuegos exigentes, renderizado 3D profesional o tareas de IA intensivas.
  - **Uso:** Perfecta para navegación web, ofimática, reproducción de vídeo en alta definición y videojuegos casuales.
- **GPU Dedicada (dGPU - *Dedicated GPU*):**
  - **¿Qué es?** La dGPU es un procesador gráfico independiente, montado en su propia tarjeta de circuito impreso (una **tarjeta gráfica**) que se inserta en una ranura PCIe x16 de la placa base.
  - **Recursos:** Tiene su propia memoria de alta velocidad, llamada **VRAM**, y su propio sistema de refrigeración. No comparte estos recursos con la CPU.
  - **Ventajas:** Rendimiento muy superior. La VRAM dedicada y su arquitectura especializada le permiten manejar cargas de trabajo gráficas y de computación paralela extremadamente complejas.
  - **Desventajas:** Mucho más cara, consume una cantidad significativa de energía y genera mucho calor, requiriendo soluciones de refrigeración robustas y chasis bien ventilados.

- **Uso:** Imprescindible para videojuegos en alta resolución y con ajustes de calidad altos, edición de vídeo 4K/8K, modelado y renderizado 3D, y entrenamiento de modelos de inteligencia artificial.

En muchos portátiles de gama media y alta, coexisten ambas tecnologías. El sistema utiliza la iGPU para tareas ligeras para ahorrar batería y cambia automáticamente a la dGPU cuando se ejecuta una aplicación exigente (como un juego).

## La Memoria de Vídeo (VRAM): GDDR6/7 y su propósito

La VRAM (*Video RAM*) es para la dGPU lo que la RAM es para la CPU: un espacio de trabajo de alta velocidad. Su función es almacenar los datos que la GPU necesita para renderizar una imagen, como las texturas de los objetos, los modelos 3D (la geometría), los *shaders* (pequeños programas que definen cómo se ve una superficie) y el *framebuffer* (la imagen final que se enviará al monitor).

La tecnología de VRAM más común es **GDDR (Graphics Double Data Rate)**. Está optimizada para un ancho de banda extremadamente alto, necesario para alimentar los miles de núcleos de una GPU moderna.

- **GDDR6/GDDR6X:** Son los estándares actuales en la mayoría de las tarjetas gráficas.
- **GDDR7:** Es la nueva generación que está llegando al mercado con las últimas GPUs. Utiliza señalización PAM3 para alcanzar velocidades por pin aún mayores, apuntando a 32 Gbps o más, lo que se traduce en un ancho de banda total que puede superar 1.5 TB/s en las tarjetas de gama más alta.

En las GPUs de centro de datos y aceleradores de IA, donde el ancho de banda es aún más crítico, se utiliza **HBM (High Bandwidth Memory)**, como ya se vio en la sección de memoria.

## Conectando Pantallas: HDMI, DisplayPort y el Modo Alternativo de USB-C

Para que la imagen generada por la GPU llegue al monitor, se utilizan varios estándares de conexión digital:

- **HDMI (High-Definition Multimedia Interface):** Es el estándar más común en televisores y monitores de consumo. Las últimas versiones (como HDMI 2.1) soportan altas resoluciones y tasas de refresco (ej. 4K a 120 Hz).
- **DisplayPort (DP):** Es el estándar preferido en el mundo del PC, especialmente para gaming, ya que suele ofrecer un mayor ancho de banda que HDMI y soporta tecnologías como G-Sync y FreeSync (sincronización adaptativa de la tasa de refresco) de forma más robusta. La versión más reciente, DisplayPort 2.1, es capaz de manejar resoluciones como 8K a 60 Hz o 4K a 240 Hz.
- **USB-C con Modo Alternativo DisplayPort:** El conector USB-C es tan versátil que puede transportar una señal de vídeo DisplayPort nativa. Esto se conoce como "DP Alt Mode". Permite conectar un monitor directamente a un puerto USB-C (o Thunderbolt) de un portátil o una placa base, simplificando la conectividad.

## Preguntas de Autoevaluación

1. Un amigo quiere un portátil para tomar apuntes, navegar por internet y ver series. ¿Qué tipo de GPU le recomendarías y por qué?
  2. ¿Cuál es la función principal de la VRAM en una tarjeta gráfica dedicada?
  3. ¿Por qué las GPUs dedicadas son tan eficaces para el entrenamiento de modelos de IA?
  4. ¿Qué conector de vídeo es generalmente preferido para el gaming de alta tasa de refresco en PC?
  5. ¿Qué significa que un puerto USB-C soporte "DP Alt Mode"?
- 

## 8. Energía y Temperatura: Eficiencia y Disipación

Un ordenador es una máquina que transforma energía eléctrica en computación, pero una parte inevitable de esa transformación se pierde en forma de calor. Gestionar la entrega de energía de forma eficiente y disipar el calor generado de manera efectiva son dos de los desafíos más importantes en el diseño de un sistema informático. Un fallo en cualquiera de estos dos aspectos puede llevar a inestabilidad, reducción del rendimiento o incluso daños permanentes en los componentes.

### La Fuente de Alimentación (PSU): Potencia, Eficiencia (80 PLUS) y Conectores (12V-2x6)

La **Fuente de Alimentación** o **PSU (Power Supply Unit)** es el componente que convierte la corriente alterna (AC) de la toma de corriente de la pared en la corriente continua (DC) de bajo voltaje que utilizan los componentes del PC.

- **Potencia (Vataje):** Se mide en vatios (W) e indica la cantidad máxima de energía que la fuente puede suministrar. Es crucial elegir una PSU con suficiente potencia para alimentar todos los componentes, especialmente la CPU y la GPU, dejando un margen de seguridad (típicamente un 20-30% por encima del consumo máximo estimado del sistema).
- **Eficiencia (Certificación 80 PLUS):** La eficiencia mide qué porcentaje de la energía que la PSU toma de la pared se convierte efectivamente en energía útil para los componentes. El resto se pierde en forma de calor. La certificación **80 PLUS** es un estándar voluntario que garantiza un nivel mínimo de eficiencia en diferentes niveles de carga.
  - Una PSU con una eficiencia del 90% que necesita entregar 450W a los componentes, consumirá 500W de la pared ( $450/0.90=500$ ), perdiendo 50W como calor.
  - Una PSU con un 80% de eficiencia, para entregar los mismos 450W, consumiría 562.5W ( $450/0.80=562.5$ ), perdiendo 112.5W como calor.
  - Una mayor eficiencia significa una factura de la luz más baja, menos calor generado dentro del chasis y, a menudo, componentes internos de mayor calidad.
- **Conectores:** La PSU se conecta a los componentes a través de un conjunto de cables. El conector más reciente y de mayor potencia para las tarjetas gráficas es el **12V-2x6**. Es una revisión del anterior conector 12VHPWR, diseñado para suministrar



hasta 600W a través de un único cable. La revisión 12V-2x6 mejora la seguridad al modificar la longitud de los pines de detección (los hace más cortos) para asegurar que el conector esté completamente insertado antes de permitir que la GPU solicite la máxima potencia, reduciendo el riesgo de sobrecalentamiento por una mala conexión.

## Manteniendo la Calma: Flujo de Aire, Disipadores y Refrigeración Líquida (AIO)

Todo el calor generado por los componentes debe ser evacuado del chasis para evitar el sobrecalentamiento. Cuando un componente como la CPU o la GPU alcanza una temperatura límite, activa un mecanismo de autoprotección llamado **thermal throttling**, que reduce drásticamente su velocidad (y por tanto su rendimiento) para evitar dañarse.

- **Flujo de Aire (Airflow):** Es el principio fundamental de la refrigeración por aire. El objetivo es crear una corriente constante que introduzca aire fresco del exterior y expulse el aire caliente del interior.
  - **Configuración Típica:** La configuración más efectiva consiste en instalar ventiladores en la parte **frontal del chasis como entrada (intake)** y en la parte **trasera y/o superior como salida (exhaust)**. Esto crea un flujo de aire direccional que atraviesa los componentes clave.
  - **Presión Positiva vs. Negativa:** Si la suma del caudal de aire de los ventiladores de entrada es mayor que la de los de salida, se crea **presión positiva** (el aire tiende a salir por las rendijas, lo que ayuda a prevenir la entrada de polvo). Si es al revés, se crea **presión negativa** (el aire tiende a entrar por las rendijas, acumulando más polvo).
- **Disipadores (Heatsinks):** Son bloques de metal (generalmente aluminio o cobre) con muchas aletas que se colocan en contacto directo con un chip (como la CPU) a través de una fina capa de **pasta térmica** (que mejora la transferencia de calor). El calor del chip se transfiere al disipador, y un ventilador montado sobre él se encarga de disipar ese calor al flujo de aire del chasis.
- **Refrigeración Líquida AIO (All-In-One):** Es un sistema de refrigeración sellado y pre-ensamblado. Consiste en un bloque que se monta sobre la CPU, un radiador con ventiladores, y dos tubos por los que una bomba hace circular un líquido refrigerante. El líquido absorbe el calor de la CPU, lo transporta hasta el radiador, y los ventiladores del radiador disipan el calor fuera del chasis. Los AIOs suelen ofrecer un rendimiento de refrigeración superior al de los disipadores de aire y ayudan a mantener el interior del chasis más despejado, mejorando el flujo de aire general.

## Preguntas de Autoevaluación

1. ¿Qué indica la certificación "80 PLUS Gold" en una fuente de alimentación?
2. ¿Por qué una PSU más eficiente genera menos calor?
3. Describe la configuración de ventiladores ideal para un buen flujo de aire en una caja de PC.
4. ¿Qué es el "thermal throttling" y por qué ocurre?
5. ¿Cuál es la principal ventaja de un sistema de refrigeración líquida AIO frente a un disipador por aire tradicional?

---

## 9. Periféricos y Conectividad de Red

Un ordenador no es una isla; su utilidad reside en su capacidad para interactuar con el usuario y con otros dispositivos. Esta interacción se realiza a través de una amplia gama de puertos y tecnologías de conectividad, cada una con sus propias especificaciones y capacidades. Conocer los estándares actuales es vital para entender las posibilidades y limitaciones de un sistema.

### El Universo USB y Thunderbolt: Nomenclatura Actual y Capacidades

**USB (Universal Serial Bus)** es el estándar de conexión de periféricos más extendido del mundo. Sin embargo, su nomenclatura ha sido históricamente confusa. La USB-IF (USB Implementers Forum) ha simplificado recientemente los nombres comerciales para centrarse en la velocidad.

- **Conector Físico:** Es importante diferenciar el estándar (la tecnología) del conector. Mientras que los estándares antiguos usaban conectores como USB-A o Micro-USB, el conector moderno y universal es el **USB-C**. Es reversible, más pequeño y capaz de soportar los estándares más rápidos y la entrega de energía (Power Delivery).
- **Estándares y Velocidades:**
  - **USB 5Gbps:** Anteriormente conocido como USB 3.0, USB 3.1 Gen 1 o USB 3.2 Gen 1. Ofrece una velocidad de 5 Gbps.
  - **USB 10Gbps:** Anteriormente USB 3.1 Gen 2 o USB 3.2 Gen 2. Ofrece 10 Gbps.
  - **USB 20Gbps:** Conocido como USB 3.2 Gen 2x2. Utiliza dos carriles de 10 Gbps sobre un cable USB-C para alcanzar 20 Gbps.
  - **USB4:** Basado en el protocolo Thunderbolt 3, unifica los estándares. Hay dos variantes principales:
    - **USB4 20Gbps:** Garantiza una velocidad mínima de 20 Gbps.
    - **USB4 40Gbps:** Ofrece hasta 40 Gbps.
  - **USB4 Versión 2.0:** Anunciado en 2022, duplica la velocidad máxima a **80 Gbps**. Utiliza una nueva arquitectura de capa física que puede funcionar sobre los cables pasivos existentes de 40 Gbps y nuevos cables activos de 80 Gbps.

**Thunderbolt** es un estándar de conectividad desarrollado por Intel en colaboración con Apple. Utiliza el conector USB-C y es, en esencia, un superconjunto de USB4, ya que encapsula señales de PCIe, DisplayPort y USB en un solo cable.

- **Thunderbolt 4:** Ofrece un ancho de banda garantizado de 40 Gbps y establece requisitos más estrictos que USB4 40Gbps (como el soporte para dos monitores 4K).
- **Thunderbolt 5:** Es la última generación, basada en la especificación USB4 Versión 2.0. Sus capacidades son impresionantes:
  - **Ancho de Banda:** 80 Gbps de forma bidireccional (80 Gbps de envío y 80 Gbps de recepción simultáneos).

- **Bandwidth Boost:** Puede reconfigurar dinámicamente los carriles para ofrecer hasta **120 Gbps** en una dirección (ideal para monitores de altísima resolución) manteniendo 40 Gbps en la otra.
- **Power Delivery:** Exige un mínimo de 140W de entrega de potencia para la carga de portátiles.

## Conexión a la Red: Ethernet (Multi-Gigabit) y Wi-Fi 7

- **Ethernet:** Es el estándar para la conectividad de red por cable. Durante años, Gigabit Ethernet (1 Gbps) fue la norma. Sin embargo, las placas base y los routers modernos están adoptando cada vez más **Multi-Gigabit Ethernet**, con velocidades de **2.5 GbE**, **5 GbE** o incluso **10 GbE**. Esto es especialmente útil para transferir archivos grandes rápidamente a un dispositivo de almacenamiento en red (NAS) o para aprovechar conexiones a internet de fibra óptica de alta velocidad.
- **Wi-Fi 7 (802.11be):** Es la generación más reciente de Wi-Fi, diseñada para ofrecer velocidades más altas, una latencia mucho menor y un mejor rendimiento en entornos congestionados. La certificación de dispositivos "Wi-Fi CERTIFIED 7" comenzó a principios de 2024. Sus características clave son :
  - **Canales de 320 MHz:** Duplica el ancho de canal máximo de Wi-Fi 6E, lo que permite un mayor "carril" para los datos y, por tanto, velocidades teóricas mucho más altas.
  - **4K-QAM (Modulación de Amplitud en Cuadratura):** Permite empaquetar un 20% más de datos en la misma señal de radio en comparación con el 1024-QAM de Wi-Fi 6.
  - **MLO (Multi-Link Operation):** Es la característica más revolucionaria. Permite que un dispositivo se conecte y transmita datos simultáneamente a través de múltiples bandas de frecuencia (por ejemplo, 5 GHz y 6 GHz a la vez). Esto no solo aumenta el rendimiento, sino que también mejora la fiabilidad y reduce la latencia al poder esquivar interferencias en tiempo real.

## Preguntas de Autoevaluación

1. ¿Cuál es el nombre comercial correcto para un dispositivo que cumple con la especificación USB 3.2 Gen 2?
2. Un amigo quiere conectar tres monitores 4K a 144 Hz a su portátil con un solo cable. ¿Qué tecnología de conectividad necesitaría?
3. ¿Cuál es la ventaja principal de Multi-Gigabit Ethernet (ej. 2.5 GbE) sobre el tradicional Gigabit Ethernet?
4. Explica qué es MLO (Multi-Link Operation) en Wi-Fi 7 y por qué es una mejora importante.
5. ¿Puedo conectar un dispositivo USB-A a un puerto USB-C? ¿Cómo?

---

## 10. Firmware y Seguridad a Nivel de Hardware

La seguridad de un sistema informático no comienza en el sistema operativo, sino en el nivel más bajo: el hardware y el firmware que lo controla. En los últimos años, se ha

producido un esfuerzo masivo por parte de la industria para construir una base de confianza desde el momento en que se pulsa el botón de encendido, creando una "raíz de confianza" anclada en el silicio.

## El Guardián del Arranque: UEFI, Secure Boot y el Rol del TPM 2.0

- **UEFI (Unified Extensible Firmware Interface):** Como se mencionó anteriormente, UEFI es el sucesor moderno del BIOS. Más que una simple actualización, es una especificación completa que define una interfaz de software entre el sistema operativo y el firmware de la plataforma. La gestión de esta especificación corre a cargo del UEFI Forum.
- **Secure Boot (Arranque Seguro):** Es una característica fundamental de UEFI. Su propósito es garantizar que, durante el proceso de arranque, solo se cargue software de confianza que haya sido firmado digitalmente por el fabricante del hardware o del sistema operativo (como Microsoft). Cada componente del arranque (el firmware de la UEFI, el gestor de arranque del SO, el kernel del SO) verifica la firma del siguiente componente antes de cederle el control. Esto crea una cadena de confianza que protege el sistema contra malware de bajo nivel, como los *bootkits* o *rootkits*, que intentan infectar el sistema antes de que el antivirus del SO tenga la oportunidad de cargarse.
- **TPM 2.0 (Trusted Platform Module):** Es un microchip criptográfico seguro, o una implementación en firmware (fTPM), que está físicamente presente en la placa base o integrado en la CPU. Su función es proporcionar una "raíz de confianza" basada en hardware. El TPM puede realizar operaciones criptográficas de forma segura, como generar y almacenar claves de cifrado, fuera del alcance de la CPU principal y del software. Sus funciones clave incluyen :
  - **Almacenamiento seguro de secretos:** Guarda claves de cifrado (como las de BitLocker), contraseñas y certificados en un entorno a prueba de manipulaciones.
  - **Atestación:** Puede "medir" (mediante hashes criptográficos) el estado del software de arranque y del sistema. Un servidor remoto puede solicitar estas mediciones al TPM para verificar que el sistema no ha sido alterado antes de concederle acceso a la red.
  - **Generación de números aleatorios:** Proporciona una fuente de aleatoriedad basada en hardware, crucial para una criptografía robusta.

Windows 11 requiere obligatoriamente soporte para TPM 2.0 y Secure Boot, subrayando la importancia de estas tecnologías para la seguridad de la plataforma moderna.

## Microsoft Pluton: Una Nueva Capa de Seguridad Integrada

**Microsoft Pluton** es la evolución del concepto de TPM. En lugar de ser un chip separado en la placa base (que podría ser vulnerable a ataques físicos en el bus de comunicación), el procesador de seguridad Pluton está **integrado directamente en el die de la CPU**. Esta integración, desarrollada en colaboración con Intel, AMD y Qualcomm, ofrece varias ventajas de seguridad :

- **Aislamiento Físico Mejorado:** Al estar dentro del mismo paquete que la CPU, se elimina la interfaz física entre la CPU y el chip de seguridad, que era un posible vector de ataque.
- **Actualizaciones de Firmware Seguras desde la Nube:** El firmware del procesador Pluton es actualizado directamente por Microsoft a través de Windows Update. Esto asegura que el componente de seguridad más fundamental del sistema reciba parches de seguridad de manera consistente y segura, de forma similar a como se actualizan otros componentes de Windows.
- **Integración Profunda con Windows:** Pluton está diseñado para funcionar como una raíz de confianza aún más fuerte para características de Windows como BitLocker, Windows Hello y la seguridad basada en virtualización (VBS).

Es importante destacar que Pluton no reemplaza al TPM; puede funcionar como un TPM 2.0 o coexistir con uno discreto. Su objetivo es proporcionar una base de hardware para la seguridad que sea más resistente, flexible y siempre actualizada.

## El Proceso de Arranque y la Gestión del Firmware

El proceso de arranque de un sistema moderno con UEFI y Secure Boot sigue una secuencia segura:

1. **Encendido (Power-On):** La PSU suministra energía a la placa base.
2. **Ejecución del Firmware UEFI:** El firmware de la placa base se carga desde su chip de memoria flash.
3. **POST (Power-On Self-Test):** El UEFI realiza una comprobación básica de los componentes hardware esenciales (CPU, RAM, etc.).
4. **Inicialización de Dispositivos:** Se inicializan los dispositivos de E/S.
5. **Verificación de Secure Boot:** El firmware UEFI verifica la firma digital del gestor de arranque del sistema operativo. Si la firma es válida y de confianza, le cede el control.
6. **Carga del Sistema Operativo:** El gestor de arranque carga el kernel del SO, verificando también su firma. Este proceso continúa hasta que el sistema operativo está completamente cargado y en funcionamiento.

La **gestión del firmware** (actualizar el UEFI/BIOS) es una tarea de mantenimiento crítica. Los fabricantes publican periódicamente actualizaciones que pueden mejorar la compatibilidad con nuevo hardware (nuevas CPUs, RAM), corregir errores y, lo que es más importante, parchear vulnerabilidades de seguridad descubiertas en el código de bajo nivel.

## Preguntas de Autoevaluación

1. ¿Cuál es el propósito principal de la tecnología Secure Boot?
2. Explica con tus propias palabras qué es un TPM y para qué sirve.
3. ¿Qué ventaja de seguridad clave ofrece el diseño de Microsoft Pluton en comparación con un TPM discreto tradicional?
4. ¿Por qué es importante mantener actualizado el firmware (UEFI/BIOS) de la placa base?
5. Describe brevemente la "cadena de confianza" que se establece durante un arranque seguro.

---

## 11. Sostenibilidad, Normativa y Formatos Alternativos

El diseño y uso de la tecnología informática no ocurre en un vacío. Está cada vez más influenciado por consideraciones sobre el consumo energético, el impacto medioambiental y las regulaciones gubernamentales. Al mismo tiempo, la computación se está expandiendo más allá del formato tradicional de torre de sobremesa, adaptándose a nuevas necesidades y entornos.

### Eficiencia Energética y Gestión de Energía

El consumo de energía es un factor crítico tanto por razones económicas (coste de la electricidad) como medioambientales. Los sistemas modernos incorporan múltiples estrategias para minimizar el consumo sin sacrificar el rendimiento cuando es necesario:

- **Estados de Energía (C-states y P-states):** Los procesadores modernos no funcionan a máxima velocidad todo el tiempo. Implementan estados de energía definidos por el estándar **ACPI (Advanced Configuration and Power Interface)**.
  - **P-states (Performance States):** Ajustan dinámicamente la frecuencia y el voltaje del procesador en función de la carga de trabajo. Cuando la CPU está ocupada, funciona a alta frecuencia (P0). Cuando está inactiva, reduce su velocidad para ahorrar energía (P1, P2, etc.).
  - **C-states (Core States):** Son estados de reposo. Cuando un núcleo no tiene nada que hacer, puede entrar en estados de "sueño" cada vez más profundos (C1, C2... hasta C10), apagando partes del núcleo para reducir drásticamente el consumo de energía en reposo.
- **Eficiencia de los Componentes:** Como vimos, la eficiencia de la fuente de alimentación (certificación 80 PLUS) es crucial. Del mismo modo, la elección de componentes como CPUs y GPUs de bajo consumo (especialmente en portátiles) y SSDs (que consumen mucho menos que los HDDs) contribuye significativamente al ahorro energético general.

### El Impacto Regulatorio: Right to Repair, RoHS y WEEE en la Unión Europea

La Unión Europea ha sido pionera en la implementación de regulaciones que buscan hacer la industria electrónica más sostenible y responsable.

- **Derecho a Reparar (Right to Repair):** Es un movimiento y un conjunto de legislaciones que buscan dar a los consumidores y a los talleres de reparación independientes el acceso a las piezas, herramientas y manuales necesarios para reparar productos electrónicos. La Directiva (UE) 2024/1799, publicada en julio de 2024, establece normas comunes para promover la reparación de bienes. Obliga a los fabricantes de ciertos productos (lista que se irá ampliando) a ofrecer servicios de reparación a un precio razonable incluso fuera del periodo de garantía y a proporcionar acceso a piezas de repuesto durante un período prolongado (por

ejemplo, 10 años). El objetivo es alargar la vida útil de los dispositivos, reducir los residuos electrónicos y empoderar a los consumidores.

- **WEEE (Waste Electrical and Electronic Equipment - Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos):** La Directiva WEEE (2012/19/UE) establece un marco para la recogida y el reciclaje de residuos electrónicos. Impone la responsabilidad a los productores (fabricantes o importadores) de financiar la recogida y el tratamiento adecuado de sus productos al final de su vida útil. Es la razón por la que los productos electrónicos llevan el símbolo del contenedor de basura tachado, indicando que no deben desecharse con la basura doméstica.
- **RoHS (Restriction of Hazardous Substances - Restricción de Sustancias Peligrosas):** La Directiva RoHS (2011/65/UE) restringe el uso de ciertas sustancias peligrosas en la fabricación de aparatos eléctricos y electrónicos para proteger la salud humana y el medio ambiente. Las sustancias restringidas incluyen plomo (en soldaduras), mercurio, cadmio y ciertos retardantes de llama. Esta directiva ha impulsado a la industria a adoptar alternativas más seguras, como las soldaduras sin plomo.

## Más Allá del Sobremesa: SFF, NUCs y Ordenadores de Placa Única (SBC)

No todos los ordenadores son grandes torres. La miniaturización de los componentes ha permitido la aparición de una gran variedad de formatos alternativos:

- **SFF (Small Form Factor):** Es una categoría general que engloba a los PCs de sobremesa contruidos en chasis compactos, utilizando a menudo placas base Mini-ITX. Ofrecen un rendimiento similar al de un sobremesa tradicional en un paquete mucho más pequeño.
- **NUC (Next Unit of Computing):** Es un estándar de PC ultracompacto impulsado por Intel. Un NUC es un ordenador completo (CPU, RAM, almacenamiento) en un chasis que cabe en la palma de la mano. Son populares como centros multimedia, para ofimática ligera o como servidores domésticos de bajo consumo.
- **SBC (Single-Board Computer - Ordenador de Placa Única):** Son ordenadores completos donde todos los componentes (CPU, RAM, E/S) están integrados en una única placa de circuito. El ejemplo más famoso es la **Raspberry Pi**. Son muy económicos, de muy bajo consumo y se utilizan ampliamente en proyectos de electrónica, domótica, educación y en el "Edge Computing" (procesamiento de datos cerca de donde se generan).

## Preguntas de Autoevaluación

1. ¿Qué es un "P-state" en una CPU y cómo ayuda a ahorrar energía?
  2. ¿Cuál es el objetivo principal de la legislación de "Derecho a Reparar"?
  3. Ves el símbolo de un contenedor tachado en un viejo teléfono móvil. ¿Qué directiva de la UE te obliga a no tirarlo a la basura normal y qué deberías hacer con él?
  4. ¿Por qué la directiva RoHS prohibió el uso de plomo en las soldaduras de los circuitos electrónicos?
  5. ¿En qué se diferencia un NUC de un SBC como la Raspberry Pi?
-

## 12. Tomando Decisiones: Comparativas y Perfiles de Uso

La teoría sobre los componentes es fundamental, pero su verdadero valor reside en poder aplicarla para tomar decisiones informadas. Elegir el hardware adecuado depende enteramente del uso que se le vaya a dar, del presupuesto y de las prioridades de cada usuario. En esta sección, se presentan tablas comparativas y perfiles de uso para guiar este proceso de decisión.

### Tablas de Decisión: Portátil vs. Sobremesa, iGPU vs. dGPU, NVMe vs. SATA

Estas tablas resumen las ventajas y desventajas de algunas de las elecciones más comunes a las que se enfrenta un comprador.

#### Portátil vs. Sobremesa

#### iGPU vs. dGPU

#### SSD NVMe vs. SSD SATA

### Guía de Montaje por Perfiles: Estudiante, Ofimática, Edición de Contenido, IA Básica

A continuación se presentan configuraciones de ejemplo para diferentes perfiles de usuario, priorizando los componentes clave para cada caso de uso.

#### Perfil 1: Estudiante / Ofimática

- **Prioridades:** Coste, bajo consumo, portabilidad (si es portátil), agilidad en tareas comunes.
- **CPU:** Un procesador moderno con una buena iGPU es más que suficiente. Ej: Intel Core Ultra 5 / AMD Ryzen 5 con gráficos Radeon integrados. 4-6 núcleos son adecuados.
- **RAM:** 16 GB de RAM DDR5 es el punto ideal actual para una multitarea fluida.
- **Almacenamiento:** Un único SSD NVMe de 512 GB o 1 TB es perfecto. La velocidad de NVMe hará que el sistema se sienta muy rápido en el uso diario.
- **GPU:** La iGPU de la CPU es suficiente. No se necesita una dGPU.
- **Placa Base:** Un modelo básico con chipset B-series (AMD B650, Intel B760) en formato mATX es una opción económica y funcional.
- **Fuente de Alimentación:** Una unidad de 450W-550W con certificación 80 PLUS Bronze es más que suficiente.

#### Perfil 2: Edición de Contenido (Vídeo/Foto/3D)

- **Prioridades:** Potencia de CPU (muchos núcleos), gran cantidad de RAM, GPU potente para aceleración, almacenamiento rápido y de gran capacidad.



- **CPU:** Un procesador con un alto número de núcleos es clave para reducir los tiempos de renderizado. Ej: Intel Core Ultra 7/9 o AMD Ryzen 7/9. 8-16 núcleos son un buen punto de partida.
- **RAM:** 32 GB de RAM DDR5 es el mínimo recomendable. Para vídeo 4K/8K o 3D complejo, 64 GB o más pueden ser necesarios.
- **Almacenamiento:** Una configuración de dos unidades es ideal:
  1. Un SSD NVMe PCIe 4.0/5.0 rápido (1-2 TB) para el sistema operativo, las aplicaciones y los archivos de proyecto activos.
  2. Un segundo SSD (NVMe o SATA) de gran capacidad (2-4 TB) o un HDD para almacenar material bruto y proyectos archivados.
- **GPU:** Una dGPU potente es crucial. Acelera la previsualización en tiempo real, los efectos y la exportación final. Ej: NVIDIA GeForce RTX serie 40/50 (con muchos núcleos CUDA) o AMD Radeon RX serie 7000/8000. La cantidad de VRAM (12 GB o más) es importante.
- **Placa Base:** Un modelo con chipset de gama media-alta (AMD X670, Intel Z790) para asegurar buena conectividad (múltiples M.2, USB rápidos) y un VRM robusto.
- **Fuente de Alimentación:** Una unidad de 750W-1000W con certificación 80 PLUS Gold o superior para garantizar estabilidad y eficiencia.

### Perfil 3: IA Básica / Machine Learning (Estudiante/Investigador)

- **Prioridades:** La GPU es el componente más importante. La VRAM es crítica.
- **CPU:** Una CPU de gama media es suficiente, ya que la mayor parte del trabajo la realizará la GPU. Ej: Intel Core Ultra 5 / AMD Ryzen 5 o 7.
- **RAM:** 32 GB de RAM DDR5 es un buen punto de partida para manejar los conjuntos de datos.
- **Almacenamiento:** Un SSD NVMe rápido (1-2 TB) para el SO, las herramientas de desarrollo y los datasets.
- **GPU:** La elección más importante. Las GPUs de NVIDIA son el estándar de facto en la industria de la IA debido a su ecosistema de software **CUDA**. Se necesita una GPU con la mayor cantidad de **VRAM** posible, ya que el tamaño de los modelos que se pueden entrenar está directamente limitado por ella. Una GeForce RTX con 12 GB, 16 GB o incluso 24 GB de VRAM es la prioridad número uno.
- **Placa Base:** Un modelo estándar que soporte los componentes elegidos es suficiente. No se necesitan características de gama alta.
- **Fuente de Alimentación:** Una unidad de calidad de 750W o más con certificación 80 PLUS Gold para alimentar de forma fiable la potente GPU.

---

## 13. Presente y Futuro Inmediato: Tecnologías que Definirán el Mañana

La industria del hardware se encuentra en un punto de inflexión. Tras décadas perfeccionando el diseño de chips monolíticos, las nuevas fronteras se exploran en la interconexión, la modularidad y la especialización. Comprender estas tendencias es clave para anticipar cómo serán los ordenadores y los centros de datos en los próximos años, y qué habilidades serán necesarias para desarrollar software para ellos.

## El Ecosistema de Chiplets: UCle y la Desagregación del SoC

Como se introdujo anteriormente, el futuro del diseño de procesadores de alto rendimiento reside en los **chiplets**. En lugar de fabricar un único y masivo System-on-Chip (SoC) que lo contenga todo, los fabricantes están adoptando un enfoque de "Lego" de alta tecnología: construir procesadores combinando múltiples chiplets más pequeños y especializados.

Para que este enfoque funcione a escala industrial y entre diferentes compañías, se necesita un estándar de interconexión abierto. Ese estándar es **UCle (Universal Chiplet Interconnect Express)**. Anunciado en 2022 por un consorcio que incluye a gigantes como Intel, AMD, ARM, TSMC, Samsung y Google, UCle define una interfaz física y un protocolo para que los chiplets se comuniquen entre sí dentro de un mismo paquete.

- **El Objetivo:** Crear un ecosistema abierto donde un diseñador de sistemas pueda, en teoría, combinar un chiplet de CPU de AMD, un chiplet de IA de Google y un chiplet de E/S de Intel en un único producto personalizado, sabiendo que podrán comunicarse sin problemas.
- **La Tecnología:** UCle se basa en los protocolos bien establecidos de PCIe y CXL, definiendo la capa física (el cableado a nivel de silicio), la capa de protocolo y el modelo de software para garantizar la interoperabilidad. Las versiones más recientes, como UCle 3.0, ya especifican velocidades de hasta 64 GT/s.

La transición a un ecosistema de chiplets basado en UCle permitirá una innovación más rápida, costes reducidos y la creación de SoCs altamente personalizados para cargas de trabajo específicas, rompiendo la dependencia de un único proveedor para todo el diseño del chip.

## La Memoria Unificada: Compute Express Link (CXL) 3.x

Paralelamente a la desagregación del procesador, está ocurriendo la desagregación de la memoria. **Compute Express Link (CXL)** es un estándar de interconexión abierto construido sobre la capa física de PCIe. Su objetivo es permitir que la CPU y los dispositivos aceleradores (como GPUs, FPGAs o NPUs) se comuniquen de forma **coherente en memoria**.

"Coherente" significa que todos los dispositivos del sistema comparten una única visión de la memoria, eliminando la necesidad de copiar datos constantemente entre la RAM de la CPU y la VRAM de la GPU, un proceso lento e ineficiente. CXL 3.0, basado en PCIe 6.0, introduce conceptos revolucionarios para la arquitectura de servidores :

- **Memory Pooling (Agrupación de Memoria):** Permite crear grandes "piscinas" de memoria en un rack de servidores. Un servidor que necesite más RAM para una tarea específica puede "tomar prestada" memoria de esta piscina compartida de forma dinámica y, al terminar, devolverla. Esto evita el desperdicio de memoria que queda sin usar en servidores individuales.
- **Memory Sharing (Memoria Compartida):** Va un paso más allá, permitiendo que múltiples CPUs y aceleradores accedan y operen sobre la misma región de memoria compartida de forma simultánea y coherente. Esto es un cambio de paradigma para la computación distribuida y de alto rendimiento.

La convergencia de chiplets (UCle) y la memoria compartida (CXL) sobre un bus ultrarrápido (PCIe 6.0) apunta a un futuro de **infraestructura composable**. En lugar de servidores rígidos y monolíticos, los centros de datos del futuro podrán "componer" sistemas sobre la marcha, asignando dinámicamente recursos de un pool de CPUs, GPUs, memoria y almacenamiento para adaptarse perfectamente a las necesidades de cada aplicación. Para un desarrollador, esto implica que las aplicaciones del futuro podrían ejecutarse en una infraestructura mucho más fluida y desagregada, lo que requerirá nuevos modelos de programación y gestión de recursos.

## El Horizonte Tecnológico: Adopción de PCIe 6.0, USB4 v2, Wi-Fi 7 y más

- **PCIe 6.0:** Su adopción ya ha comenzado en el centro de datos para interconectar aceleradores de IA y tarjetas de red de 800 GbE. Se espera que llegue a las plataformas de consumo de gama alta entre 2025 y 2026, principalmente para los SSDs NVMe de próxima generación.
- **USB4 v2 (80 Gbps) y Thunderbolt 5:** Los primeros portátiles y placas base con Thunderbolt 5 aparecieron a finales de 2024. Se espera que su adopción se generalice en dispositivos de gama alta a lo largo de 2025, convirtiéndose en el estándar de facto para la conectividad de alto rendimiento.
- **Wi-Fi 7:** Con la certificación ya en marcha desde principios de 2024, la adopción masiva en routers, portátiles y smartphones se está produciendo a lo largo de 2025. Sus ventajas en latencia y rendimiento lo harán especialmente atractivo para el gaming en la nube, la realidad virtual/aumentada y las aplicaciones en tiempo real.
- **GDDR7 y HBM3E:** Ya son el estándar de memoria para las nuevas generaciones de GPUs y aceleradores de IA lanzados a partir de finales de 2024 y durante 2025.

## Mapa Temporal: Hitos Clave (2023-2026)

---

## 14. Prácticas de Laboratorio y Verificación

La mejor forma de asimilar los conceptos teóricos es aplicándolos en un sistema real. Estos mini-laboratorios están diseñados para que utilices herramientas estándar, tanto en Linux como en Windows, para explorar, verificar y medir el rendimiento del hardware de un ordenador.

### Mini-Lab 1: Inventario de Hardware en Linux y Windows

- **Objetivo:** Identificar los componentes clave de un sistema utilizando herramientas de línea de comandos y gráficas.
- **Duración estimada:** 20 minutos.

#### Procedimiento en Linux

1. Abre una terminal.
2. **CPU:** Ejecuta el comando `lscpu`. Analiza la salida para identificar:
  - Arquitectura (ej. x86\_64).
  - Nombre del modelo.

- Número de núcleos (**Core(s) per socket**).
  - Número de hilos por núcleo (**Thread(s) per core**).
  - Tamaño de las cachés L1, L2 y L3.
3. **Dispositivos PCIe:** Ejecuta **lspci**. Busca en la lista tu tarjeta gráfica (VGA compatible controller) y tu controlador de almacenamiento NVMe.
  4. **Dispositivos USB:** Ejecuta **lsusb** para listar los dispositivos conectados a los puertos USB.
  5. **Dispositivos de Bloque (Almacenamiento):** Ejecuta **lsblk** para ver tus discos duros y SSDs, sus particiones y tamaños. Para más detalles sobre un SSD NVMe, usa **sudo nvme list**.
  6. **Resumen Completo:** Instala la herramienta **inxi** (ej. **sudo apt install inxi**) y ejecuta **inxi -F** para obtener un resumen completo y bien formateado de todo el hardware del sistema.

## Procedimiento en Windows

1. **Información del Sistema (Gráfico):**
  - Presiona **Win + R**, escribe **msinfo32** y pulsa Enter.
  - Navega por las categorías del panel izquierdo ("Resumen del sistema", "Componentes") para encontrar información detallada sobre el procesador, la memoria, la placa base (BaseBoard) y los dispositivos de almacenamiento.
2. **Administrador de Dispositivos (Gráfico):**
  - Presiona **Win + R**, escribe **devmgmt.msc** y pulsa Enter.
  - Expande las categorías "Procesadores", "Adaptadores de pantalla", "Adaptadores de red" y "Unidades de disco" para ver los modelos específicos de tus componentes.
3. **PowerShell (Línea de Comandos):**
  - Abre PowerShell como Administrador.
  - **CPU:** Ejecuta **Get-ComputerInfo -Property "CsProcessors"**.
  - **Discos:** Ejecuta **Get-PhysicalDisk** para listar las unidades de almacenamiento.
  - **Dispositivos Conectados:** Ejecuta **Get-PnpDevice -PresentOnly** para obtener una lista exhaustiva de todos los dispositivos Plug and Play.

## Rúbrica de Evaluación

### Mini-Lab 2: Midiendo el Rendimiento del Disco (fio/CrystalDiskMark)

- **Objetivo:** Medir y comprender la diferencia entre el rendimiento secuencial (throughput) y el rendimiento aleatorio (IOPS) de una unidad de almacenamiento.
- **Duración estimada:** 25 minutos.

## Procedimiento en Windows (con CrystalDiskMark)

1. Descarga e instala la versión estándar de().
2. Ejecuta la aplicación.
3. Configura los parámetros en la parte superior:

- **Número de pasadas:** 5 (valor por defecto).
  - **Tamaño del archivo de prueba:** 1GiB (valor por defecto, suficiente para una prueba rápida).
  - **Unidad a probar:** Selecciona tu unidad principal (normalmente C:).
4. Haz clic en el botón "All". La prueba comenzará y tardará unos minutos.
  5. **Análisis de Resultados:** Observa los resultados. Los más importantes son:
    - **SEQ1M Q8T1 (Lectura/Escritura Secuencial):** Mide el **throughput** o ancho de banda. Representa la velocidad al leer o escribir archivos grandes y contiguos (ej. copiar una película). Se mide en MB/s. Un valor alto es mejor.
    - **RND4K Q1T1 (Lectura/Escritura Aleatoria):** Mide el rendimiento con archivos pequeños y accesos aleatorios. Es un buen indicador de la **latencia** y los **IOPS**. Representa la agilidad del sistema operativo y la velocidad de carga de las aplicaciones. Se mide en MB/s (que se puede convertir a IOPS). Un valor alto es mejor.

### Procedimiento en Linux (con fio)

**¡Advertencia!** Estos comandos realizan pruebas de lectura no destructivas. Las pruebas de escritura en un dispositivo de bloque (`/dev/sdX`) borrarán los datos. Realiza las pruebas de escritura en un archivo dentro de un sistema de ficheros montado.

1. Instala **fio**: `sudo apt install fio` o `sudo dnf install fio`.
2. Crea un directorio para la prueba: `mkdir ~/fio_test && cd ~/fio_test`.
3. **Prueba de Throughput Secuencial (Lectura):**
  - `--bs=1M`: Bloque grande (1 MB), simula la transferencia de archivos grandes.
  - Analiza la salida en la sección **bw** (ancho de banda) en MiB/s.
4. **Prueba de IOPS Aleatorios (Lectura):**
  - `--bs=4k`: Bloque pequeño (4 KB), simula accesos del sistema operativo.
  - Analiza la salida en la sección **iops**.

### Discusión

- Compara los resultados de la prueba secuencial y la aleatoria. ¿Qué unidad es más rápida en cada escenario?
- ¿Qué métrica crees que es más importante para la velocidad de carga de un videojuego con un mapa muy grande? ¿Y para copiar una carpeta con miles de documentos pequeños?

### Rúbrica de Evaluación

### Mini-Lab 3: Verificando Lanes PCIe y Mapeo de M.2

- **Objetivo:** Comprender de forma práctica cómo se asignan y comparten los lanes PCIe en una placa base real.
- **Duración estimada:** 25 minutos.

### Procedimiento

1. **Obtener el Manual:** Busca y descarga el manual en PDF de la placa base de tu ordenador (o de un modelo de referencia como la "ASUS ROG STRIX Z790-E GAMING WIFI" o "MSI MAG X670E TOMAHAWK WIFI").
2. **Localizar la Información Clave:** Busca en el manual la sección de "Especificaciones" (*Specifications*) y encuentra la tabla de "Ranuras de Expansión" (*Expansion Slots*) y "Almacenamiento" (*Storage*). Busca un diagrama de bloques (*Block Diagram*) si está disponible.
3. **Analizar el Manual:**
  - Identifica cuántas ranuras PCIe x16 tiene la placa.
  - Lee las notas a pie de página o la descripción para ver cómo se comparten los lanes. Fíjate en frases como: *"PCIEX16(G5)\_1 slot will run at x8 mode when M.2\_2 slot is populated."*
  - Identifica qué ranuras M.2 están conectadas a la CPU y cuáles al chipset.
4. **Verificación en el Sistema (Windows):**
  - Descarga y ejecuta la herramienta .
  - En la pestaña principal, busca el campo "Bus Interface". Te mostrará la generación y el número de lanes a los que está funcionando tu GPU (ej. **PCIe x16 4.0 @ x16 4.0**). Nota: La GPU puede entrar en modo de ahorro de energía y mostrar x8 o x4 en reposo. Haz clic en el signo de interrogación **?** al lado para iniciar un pequeño test que la pondrá a máxima velocidad de bus.
5. **Verificación en el Sistema (Linux):**
  - Abre una terminal y ejecuta: **sudo lspci -vv | grep -E "VGA|LnkCap"**.
  - Busca la entrada de tu tarjeta gráfica (VGA). Justo debajo, la línea **LnkCap** te mostrará la capacidad máxima del enlace (ej. **Speed 8GT/s, Width x16**) y la línea **LnkSta** el estado actual (ej. **Speed 8GT/s, Width x16**). 8GT/s corresponde a PCIe 3.0, 16GT/s a 4.0, 32GT/s a 5.0.
6. **Experimento (Opcional y Avanzado):** Si tienes un SSD NVMe y te sientes cómodo manipulando el hardware, apaga el PC, mueve el SSD a una ranura M.2 diferente (que según el manual comparta lanes con la GPU) y repite la verificación para ver si el ancho de banda de la GPU ha cambiado.

## Rúbrica de Evaluación

### Mini-Lab 4: Comprobando la Compatibilidad y Rendimiento de la RAM

- **Objetivo:** Verificar