

UNIDAD 1



Arquitectura y componentes de un ordenador

Sistemas Informáticos
1º de DAM Semipresencial A
IES San Vicente 2019/2020
Autor: Arturo Bernal Mayordomo

Index

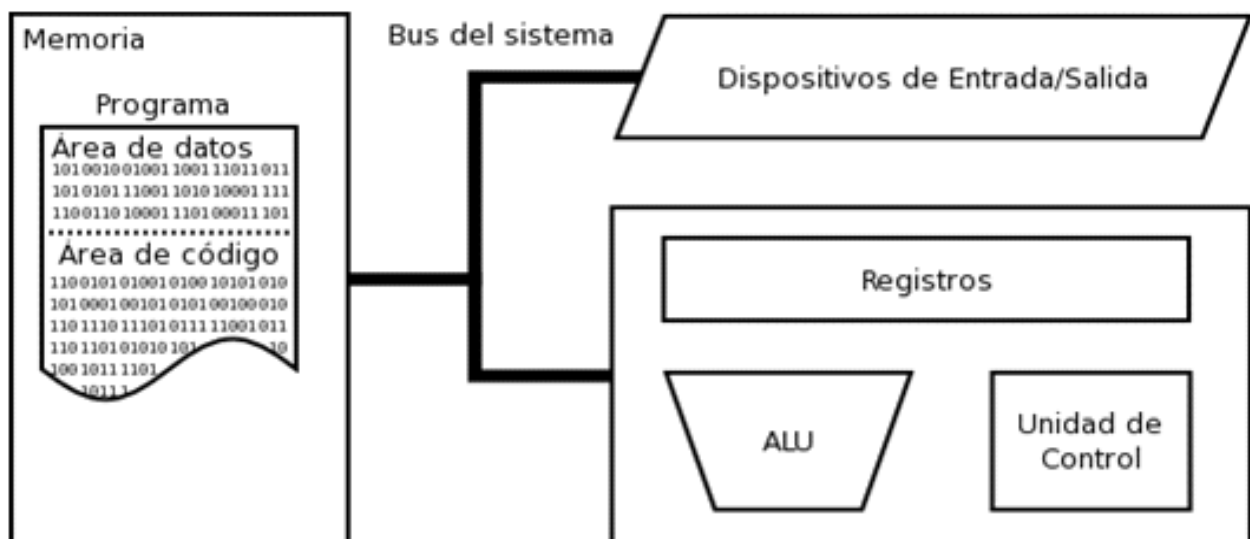
La arquitectura Von Neumann.....	3
La caja del ordenador.....	4
Partes de una caja.....	6
El microprocesador.....	7
Arquitectura x86.....	7
Núcleo de la CPU.....	8
Memoria Caché.....	9
CPUs Multinúcleo.....	9
Procesamiento Multi-hilo (SMT).....	11
Instrucciones SIMD.....	11
Modelos de procesadores x86 actuales.....	12
Arquitectura ARM.....	13
Placa base.....	14
Chipset.....	14
Otros componentes.....	15
Conectores del panel trasero.....	15
Conectores del panel frontal.....	16
BIOS/UEFI.....	16
Zócalo (Socket) del procesador.....	17
Memoria RAM.....	18
Canales de memoria.....	18
Unidad de Proceso Gráfico (GPU).....	20
Conector PCI-Express.....	20
Arquitectura de las tarjetas gráficas.....	21
Modelos y gamas.....	22
Memoria gráfica.....	22
Computación con GPU.....	23
Almacenamiento secundario.....	24
Discos duros mecánicos o magnéticos.....	24
Discos SSD.....	25
Interfaz SATA.....	25
Interfaz PCI-Express.....	25
RAID.....	26
Dispositivos ópticos.....	27
Otros dispositivos.....	28
Tarjetas de red.....	28
Tarjetas de sonido.....	28
Tarjetas controladoras.....	28
Monitores.....	29
Altavoces.....	29
Impresoras.....	29
Teclado.....	29
Ratón.....	30
Puesta en marcha y diagnóstico.....	31
Resolución de problemas.....	32

La arquitectura Von Neumann

En 1944 John Von Neumann estableció lo que sería la arquitectura básica de cualquier ordenador moderno (para la época, claro). Aunque se mantienen ciertos aspectos esenciales en los ordenadores actuales, esta arquitectura ha ido evolucionando enormemente hasta la actualizada.

Segun Von Neumann, un ordenador estaría formado por:

- **Unidad Aritmético-Lógica (ALU):** Unidad de proceso que se encarga de los cálculos matemáticos y lógicos con números (enteros).
- **Registros:** Pequeñas unidades de memoria que almacenan los datos con los que opera la ALU.
- **Unidad de control:** Interpreta las instrucciones de los programas, controla el movimiento de datos entre la memoria principal y los registros, y ordena a la ALU los cálculos a realizar.
- **Memoria:** Contiene las instrucciones y datos de los programas en ejecución.
- **Bus de Entrada/Salida:** Permite la comunicación con los dispositivos periféricos tanto de entrada (teclado, ratón, ...), de salida (monitor, impresora, ...), y de almacenamiento secundario (discos duros, ...) que también se podrían considerar dispositivos de entrada/salida de datos.



Hoy en día sigue existiendo el concepto de memoria principal (RAM), los registros ALUs (hay varias) y unidad de control (junto a otros componentes) se engloban dentro de un núcleo de proceso. Las CPUs modernas constan de varios de esos núcleos (las hay incluso de 64). Hay buses especializados de comunicación entre memoria y procesador, para diferentes dispositivos de entrada/salida, y muchas cosas más que iremos viendo a lo largo de esta unidad.

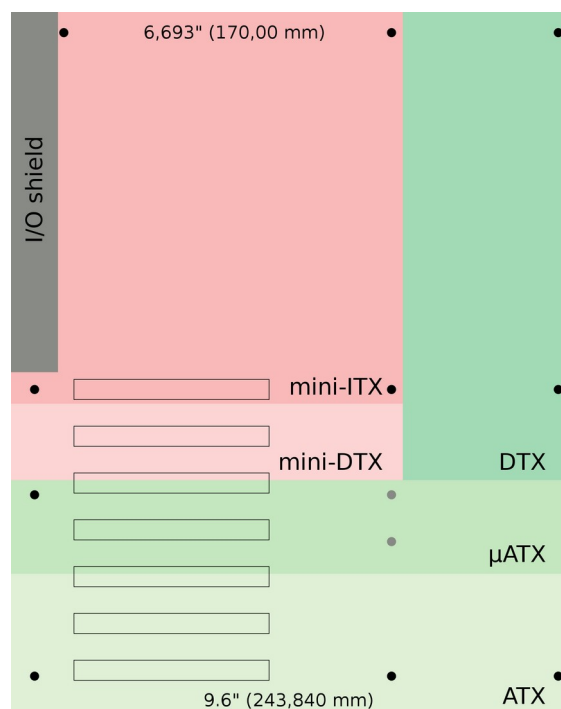
La caja del ordenador

La caja (o torre, o carcasa) del ordenador es el componente sobre el cual se montarán el resto de componentes y a la vez los protegerá del exterior (golpes, polvo, ...). Las hay de diferentes tamaños y formas.

Las cajas estándar, según el tamaño que tengan soportarán placas base de diferentes factores de forma. Como son compatibles entre sí (siempre podremos usar una placa de menor tamaño en una caja más grande), se podría decir que las cajas compatibles con el factor de forma más grande, los soportan todos. Ordenados de mayor a menor, los factores de forma más usados son:

- Extended ATX
- ATX
- Micro-ATX
- Mini-ITX

Existen otros factores de forma que no se usan (o prácticamente) en la actualidad, como DTX o Mini-DTX (introducido por AMD, entre Mini-ITX y Micro-ATX en tamaño), o Nano-ITX (creado por VIA, más pequeño que Mini-ITX).



A continuación podemos observar diferentes placas base según el factor de forma para hacernos una idea. Son placas muy similares, de la misma época (2018-2019), tienen el mismo chipset (AMD X570, excepto la placa Micro-ATX que es AMD B450), y soportan los mismos procesadores (Ryzen de 2ª y 3ª generación).



Extended ATX (E-ATX)



ATX



Micro ATX



Mini ITX

Partes de una caja

Las partes de una caja de ordenador son las siguientes:

Chasis

Estructura metálica del interior de la caja que sirve de soporte para colocar los componentes. Es decir, donde atornillamos la placa base, la fuente de alimentación y discos duros o SSD, entre otros. También encontramos en la parte posterior las ranuras para los puertos de entrada/salida de la placa base y las tarjetas de expansión, así como orificios de ventilación. Es el esqueleto de la caja.



Cubierta

Parte exterior que recubre el chasis, incluyendo las tapas para poder acceder fácilmente al interior, el frontal y la parte superior de la torre. Tiene un color diferente al del metal del chasis.



Frontal

Parte de la cubierta, donde se sitúan los leds de estado (encendido, discos) y los botones, al menos el de encendido (a veces el de reinicio). También pueden encontrarse puertos USB y de sonido. Además, suelen tener tapas para las unidades de DVD/Blu-Ray u otras unidades de 5 y 1/4 pulgadas como frontales de tarjetas de sonido, etc, así como ranuras de ventilación.



Fuente de alimentación

Realmente no es una parte de la caja ya que se puede intercambiar fácilmente (cuando tiene un formato estándar, claro), pero viene incluida de serie en algunas cajas. Es la encargada de proporcionar alimentación a todos los componentes internos del ordenador, y a algunos externos que se alimentan a través de los puertos USB, por ejemplo.



El microprocesador

EL microprocesador o CPU (Unidad Central de Proceso) es el circuito integrado (chip) que se encarga de interpretar y ejecutar las instrucciones de los programas, realizando las operaciones que estas indican. El equivalente a la CPU hoy en día dentro del procesador, es el **núcleo** (core), y de hecho lo normal hoy en día es integrar varios núcleos dentro de un procesador

Hoy en día, dentro del microprocesador se incluyen varias funcionalidades que no estaban en la CPU clásica. Dentro de lo que podemos encontrar integrado en un procesador está:

- **Núcleos de proceso** (antiguamente el procesador era simplemente un núcleo).
- **Controladora de memoria RAM:** Gestiona la comunicación entre la memoria RAM y el procesador a través de un canal de datos directo. Antiguamente se encontraba en el puente norte de la placa base.
- **Controladora PCI-Express:** Gestiona la comunicación entre el procesador y las tarjetas conectadas al bus PCI-Express. Se usa principalmente para conectar tarjetas gráficas.
- **Procesador gráfico o GPU:** Se encarga de procesar los gráficos del ordenador. Normalmente es bastante menos potente que las tarjetas gráficas que se conectan al ordenador, debido a restricciones como el consumo de energía o el acceso a la memoria, que están compartidos con los núcleos de la CPU. No todos los microprocesadores integran GPU.
- Existen procesadores que además integran controladoras que normalmente encontraríamos en el chipset de la placa base como pueden ser las controladoras USB, SATA, Ethernet (red cableada), WIFI, red móvil, etc... Sobre todo en dispositivos móviles. Esto es lo que se llama un SoC (**S**ystem on a **C**hip).

Arquitectura x86

Los procesadores de una misma arquitectura “entienden” las mismas instrucciones, por lo que son capaces de ejecutar programas compilados para dicha arquitectura. Es decir, son compatibles entre sí.

La arquitectura x86 es la más utilizada hoy en día en ordenadores domésticos, servidores, e incluso consolas. Fue creada en 1978 por Intel con el procesador 8086. Los principales fabricantes y únicos con licencia para este tipo de arquitectura son Intel y AMD (también VIA, que tiene cierta presencia en China).

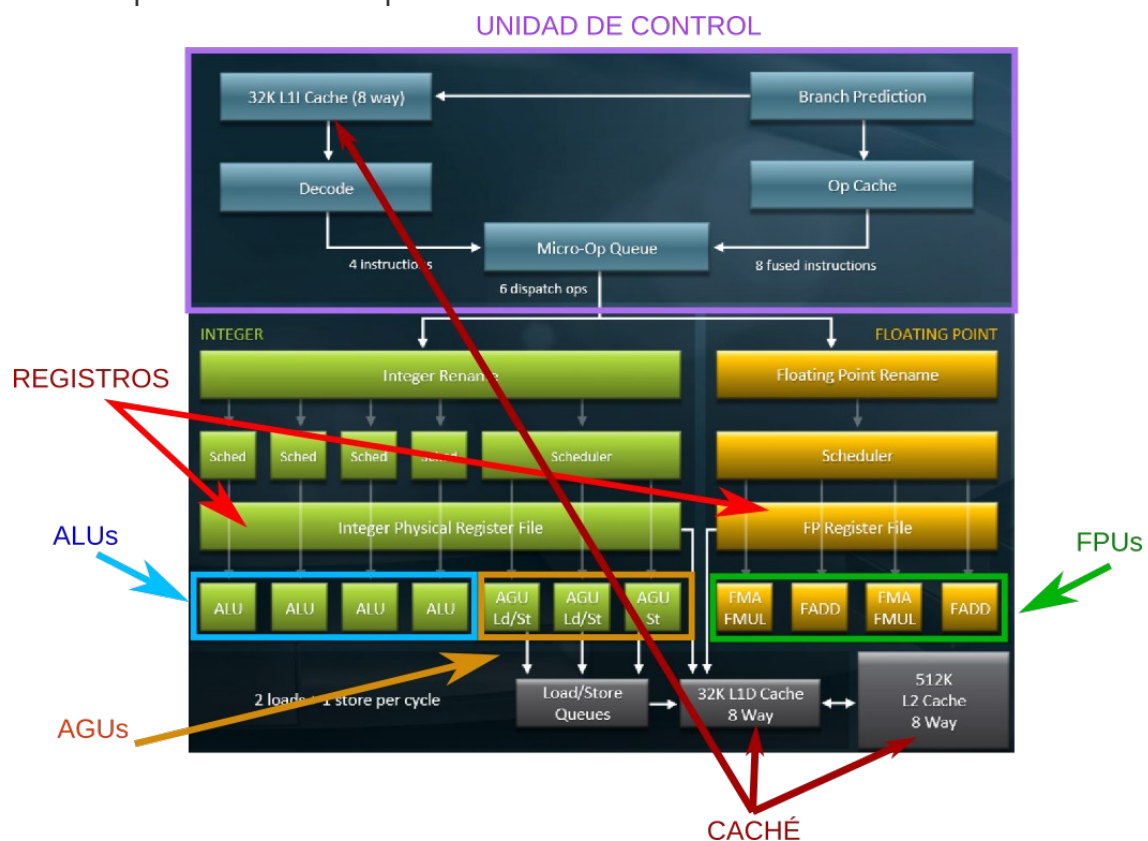
La arquitectura ha evolucionado considerablemente pasando de los 16 bits (tamaño de los registros y números con los que opera la ALU) iniciales del procesador 8086, los 64 bits actuales, integrar varios núcleos y controladoras, varios niveles de memoria caché, etc.

Núcleo de la CPU

Para poder ejecutar las instrucciones de forma eficiente, cada núcleo de la CPU incluye (entre otras cosas), lo siguiente:

- **Unidad de Control:** Lee, decodifica y coordina la ejecución de las instrucciones de los programas
- **Unidades Aritmético-Lógicas (ALU):** Se encargan de las operaciones lógicas y aritméticas con números enteros
- **Unidades de Coma Flotante (FPU):** Operaciones con números en coma flotante (decimales)
- **Unidades de Generación de Direcciones (AGU):** Se encargan de calcular las direcciones de memoria de las cuales se obtienen y se guardan los datos con los que opera la CPU.
- **Registros:** Pequeños bancos de memoria de 32 o 64 bits (depende arquitectura procesador. Extremadamente rápidos, que almacenan los datos con los que opera la ALU.
- **Memoria Caché:** Memoria no tan rápida como los registros, pero más que la RAM. Sirve para acelerar la carga de datos e instrucciones de la RAM que han sido copiados a esta memoria, ya que es mucho más rápida.

Aunque las arquitecturas de los procesadores actuales son muy complejas, se pueden reconocer fácilmente las partes básicas llevan décadas formando parte de las CPUs y que hemos descrito arriba. Abajo se puede ver una imagen de las partes de un núcleo de proceso de la arquitectura Zen 2 de AMD.

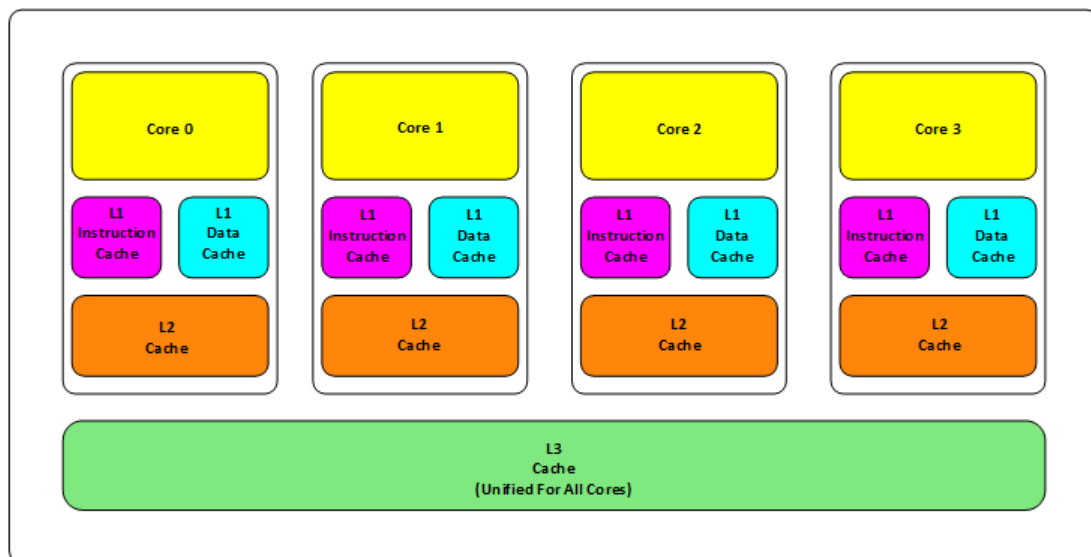


Memoria Caché

Hay en día suele haber 3 niveles de memoria caché integrada en el procesador (en algunos puede haber sólo 2 niveles):

- **Nivel 1:** La más rápida y pequeña (máx 128KB por núcleo del procesador)
- **Nivel 2:** Más grande (512KB-1MB por núcleo), a veces compartida por varios núcleos.
- **Nivel 3:** La mayor pero más lenta. Es compartida por todos o por varios núcleos (varios MB)

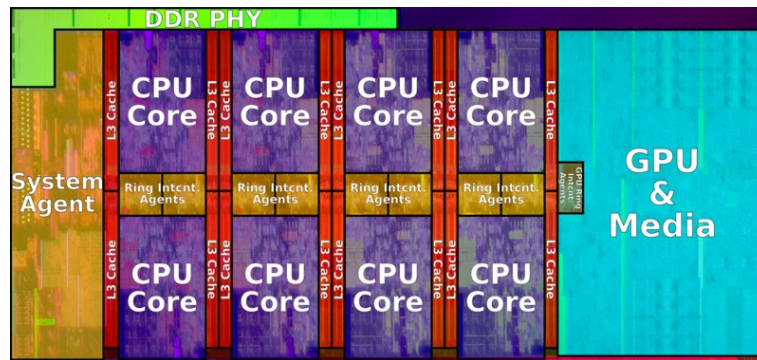
Cuando una CPU busca un dato, primero lo mira en la de Nv1, si no lo encuentra busca en la de Nv2 y luego Nv3, para ir finalmente a la RAM (más lenta). Si un dato no se encuentra en caché y se tiene que buscar en la RAM se denomina fallo de caché (peor rendimiento cuantos más fallos).



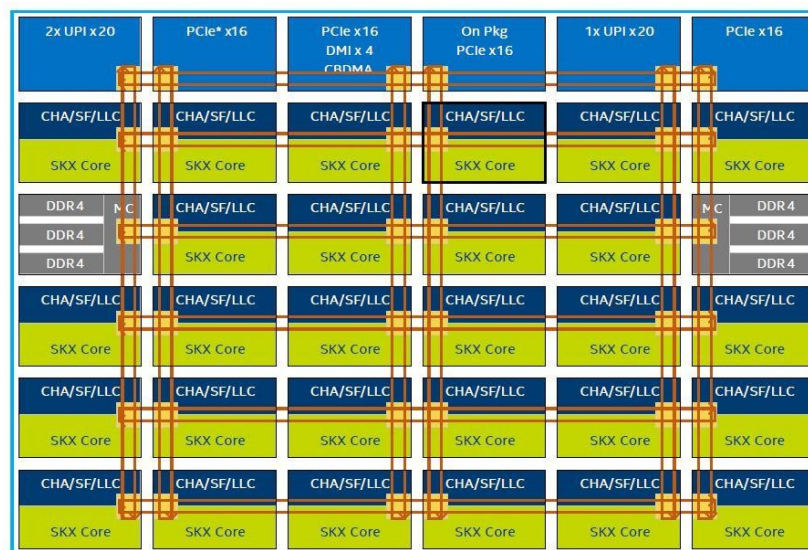
CPUs Multinúcleo

Hoy en día todos los procesadores de consumo o para servidores (e incluso dispositivos móviles) que se pueden adquirir tienen varios núcleos de proceso. Esto permite ejecutar varios procesos de forma simultánea (en función del número de núcleos) y aumentar el rendimiento de manera proporcional a la cantidad de núcleos disponibles (aunque normalmente el doble de núcleos no significa el doble de rendimiento en la práctica, depende lo optimizado que esté el software).

Para distribuir los núcleos, Intel utiliza una arquitectura en anillo (Ring bus) para procesadores de hasta 10 núcleos y otra arquitectura en malla (mesh) para procesadores de hasta 28 núcleos, ya que es más rápida a la hora de comunicar entre sí 2 núcleos que no sean cercanos.

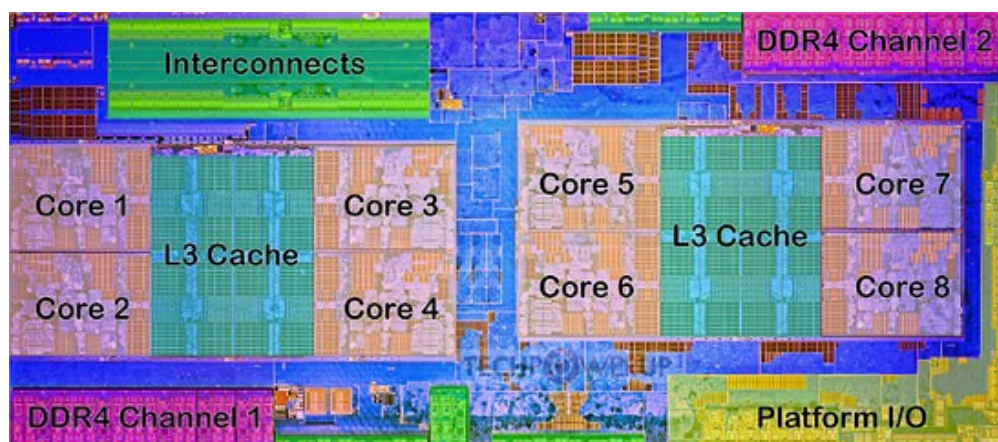


Procesador Intel de 8 núcleos (anillo)



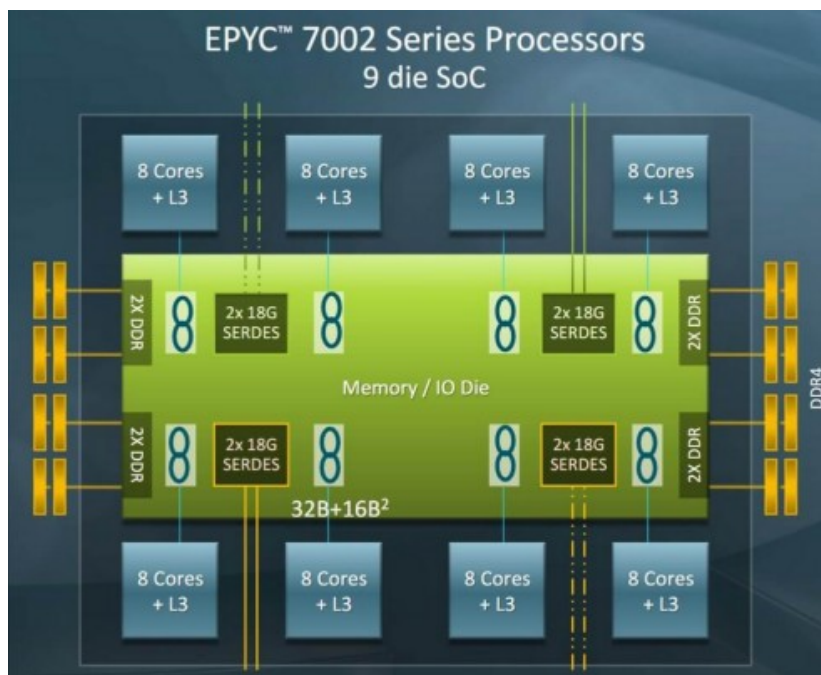
Procesador Intel de 28 núcleos (malla)

AMD por el contrario, agrupa los núcleos en grupos de 4 (que comparten caché de nivel 3), y utiliza 2 grupos (8 núcleos) para formar un chiplet (chip independiente que conforma el procesador junto a otros chiplets).



De esta manera, puede agrupar 8 de esos chiplets para construir un procesador

de hasta 64 núcleos, manteniendo los costes de producción muy controlados, ya es mucho más barato producir varios chips de pequeño tamaño, que un chip monolítico de gran tamaño.



Procesamiento Multi-hilo (SMT)

SMT (Simultaneous multithreading) permite a un único núcleo ejecutar 2 o más hilos de proceso de forma simultánea, aprovechando recursos libres del núcleo que no utilice el proceso actual para ejecutar instrucciones de otro/s proceso/s.

Aunque teóricamente es equivalente, el rendimiento de ejecutar 2 hilos o procesos simultáneos en un núcleo con SMT es bastante inferior al de ejecutarlos en 2 núcleos independientes. Sin embargo el coste de implementación es relativamente bajo por lo que es una mejora de rendimiento muy utilizada hoy en día.

Intel (que llama a esta tecnología HyperThreading) y AMD usan SMT2 (2 hilos por núcleo). La arquitectura IBM Power implementa hasta SMT8 (8 hilos por núcleo).

Un sistema con 8 núcleos y SMT2 tendría 8 núcleos físicos y 16 lógicos. Esta última es la cifra (16) que mostraría el sistema operativo ya que es la capacidad multihilo del procesador.

Siempre que hablemos del mismo procesador, rendirá bastante más un procesador con 8 núcleos sin SMT que otro con 4 núcleos y SMT2. Que un núcleo soporte ejecutar 2 hilos de forma simultánea no significa que todo el tiempo pueda estar haciéndolo (recursos limitados).

Instrucciones SIMD

Las instrucciones **SIMD** (Single Instruction – Multiple Data) integradas en el procesador, están diseñadas para operar con varios datos en paralelo en una única CPU. Si un programa las utiliza y la CPU las soporta, puede mejorar mucho el

rendimiento de algunas aplicaciones.

- **SSE:** Utilizan registros de 128 bits. Pueden llegar a hacerse operaciones con hasta 16 números de 8 bits en paralelo por ejemplo (8 números de 16 bits, 4 de 32, etc.).
- **AVX:** Utilizan registros de 256 bits. Básicamente el doble de capacidad que con SSE. También existen las instrucciones AVX512 (registros de 512 bits).
- **FMA:** Instrucciones que extienden las capacidades de AVX, principalmente para acelerar operaciones de multiplicación.

Modelos de procesadores x86 actuales

Dependiendo de las necesidades de cada mercado (potencia, consumo, precio, ...) como pueden ser ordenadores de sobremesa, portátiles, o servidores, Intel y AMD disponen de diferentes modelos de procesador especializado en dichos mercados. Además dentro de cada tipo de mercado, existen diferentes gamas de precio, y por lo tanto con diferentes capacidades.

Sobremesa – Uso doméstico

- Intel (Serie 10000, décima generación). Arquitectura Comet Lake.
 - Celeron → 2 núcleos / 2 hilos
 - Pentium → 2 núcleos / 4 hilos
 - Core i3 → 4 núcleos / 8 hilos
 - Core i5 → 6 núcleos / 12 hilos
 - Core i7 → 8 núcleos / 16 hilos
 - Core i9 → 10 núcleos / 20 hilos
- AMD (Serie 3000. Zen 2). Arquitectura Zen 2.
 - Athlon G: 2 núcleos / 4 hilos
 - Ryzen 3: 4 núcleos / 8 hilos
 - Ryzen 5: 6 núcleos / 12 hilos
 - Ryzen 7: 8 núcleos / 16 hilos
 - Ryzen 9: 12 núcleos / 24 hilos y 16 núcleos / 32 hilos

Sobremesa – Alto rendimiento

- Intel (Skylake X, serie 9000X)
 - Hasta 18 núcleos / 36 hilos
- AMD (ThreadRipper)
 - Hasta 64 núcleos / 128 hilos

Portátiles: Versiones de los procesadores de sobremesa con un consumo reducido y que generalmente trabajan a menos frecuencia.

1. Intel (Core). 10ª generación.

- Serie Y → Consumo 5w. 2 núcleos, 4 hilos.
- Serie U → Consumo 15w. Hasta 6 núcleos / 12 hilos.
- Serie H → Consumo 35/45w. Hasta 8 núcleos / 16 hilos.

- **AMD (Ryzen). Serie 4000 (Zen 2)**

- Serie U → Consumo 15w. Hasta 8 núcleos / 16 hilos.
- Serie H → Consumo 35/45w. 8 núcleos / 16 hilos.

Servidores: Versiones de sobremesa con más núcleos, más caché, más canales de memoria, etc.

- Intel Xeon → Hasta 48 núcleos / 96 hilos.
- AMD Epyc → Hasta 64 núcleos / 128 hilos.

Arquitectura ARM

ARM es la arquitectura de microprocesador que normalmente encontramos en teléfonos móviles, tablets, y otros dispositivos de bajo consumo. Desarrollada por la empresa ARM Holdings. Esta empresa vende licencias de los procesadores que desarrolla, para que otras compañías puedan fabricarlos, con o sin modificaciones (pero manteniendo compatibilidad con la arquitectura).

Son procesadores más simples que los x86, lo cual les hace consumir bastante menos energía, aunque el rendimiento es también inferior. Aún así, en dispositivos de bajo consumo, tienen mejor ratio rendimiento/consumo que los procesadores x86.

La familia de microprocesadores ARM usada en móviles y tablets hoy en día es la Cortex-A. Existen 3 gamas de núcleos ARM:

- **Serie 30:** la más económica (bajo rendimiento) → Ejemplo: Cortex A35.
- **Serie 50:** gama media → Ejemplo: Cortex A55
- **Serie 70:** gama alta, mejor rendimiento → Ejemplo: Cortex A77

Se diseñan muchos procesadores ARM heterogéneos, que integran varios núcleos de la serie 50 (bajo consumo) junto a otros de la serie 70 (alto rendimiento). Se activa un grupo u otro en función de la demanda de rendimiento.

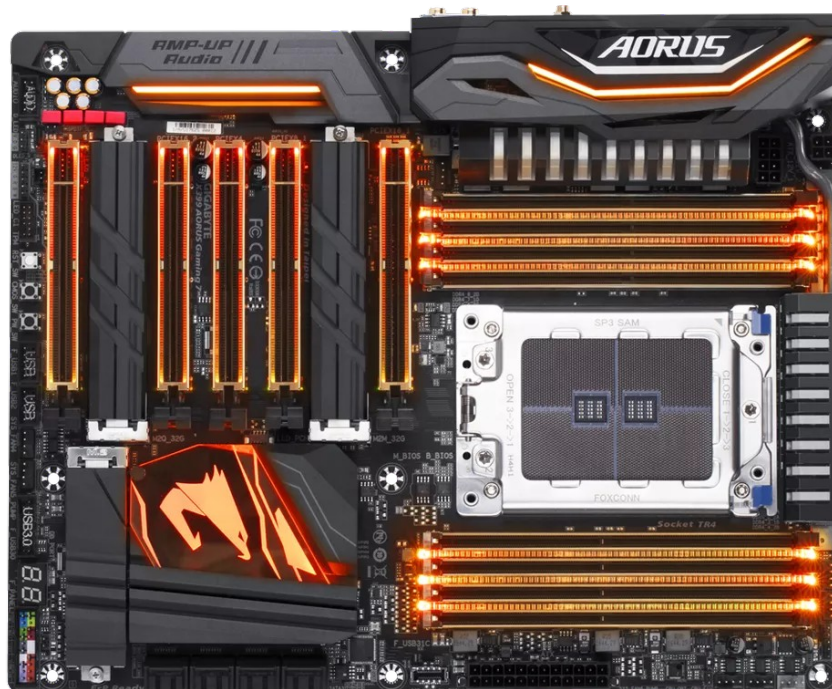
Existen procesadores, como el Snapdragon de Qualcomm, la serie A de Apple, o el Kirin de Huawei que integran núcleos que no están basados 100% en el diseño de ARM, sino que añaden mejoras propias del fabricante (manteniendo la compatibilidad). Otros fabricantes como Mediatek usan directamente el diseño original de ARM.

Placa base

La placa base es el punto de interconexión de todos los componentes del ordenador. Sus capacidades determinan que tipo y número de componentes podemos conectar.

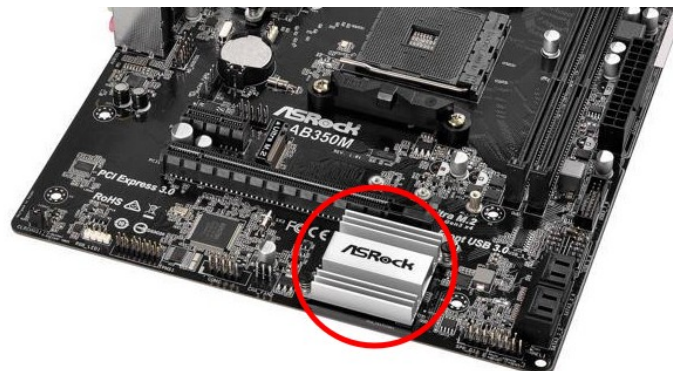
Al instalar una placa base, si la caja no los tiene se deben poner unos aislantes debajo de los soportes donde van los tornillos, para separar la placa del chasis metálico con el fin de evitar problemas eléctricos.

El zócalo del procesador (socket) y ranuras de memoria, determinan el tipo de CPU y RAM que se pueden usar.



Chipset

El chipset es un chip situado en la placa base, debajo del procesador, normalmente con un disipador encima.

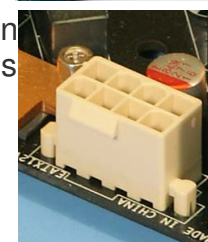


Este chip determina el tipo de CPU soportado por la placa, así como la conectividad para otros dispositivos tanto internos como externos a través de los siguientes puertos:

- **PCI-Express:** Canales extra a los proporcionados por el procesador. Orientado a tarjetas de expansión que no son gráficas (como sonido, red, etc.) además de discos **NVMe** (SSD a través de PCI-express).
- **SATA:** Para la conexión de unidades de almacenamiento internas como discos duros o SSD. Número de discos soportados, así como las configuraciones RAID (discos duros trabajando en paralelo, que veremos más adelante) que se pueden utilizar.
- **USB:** (todo tipo de dispositivos como ratones, teclados, cámaras, impresoras, unidades de almacenamiento externas, etc.) de diferentes versiones y velocidades (2.0, 3.0, ...).
 - Existe una controversia con las versiones de los conectores USB a partir de la versión 3, ya que se han ido renombrando (ejemplo: 3.0 → 3.1 Gen1 → 3.2 Gen1). Lo más sencillo es fijarse en la velocidad alcanzada, que puede ser de 5, 10 o 20 Gigabits/segundo.

Otros componentes

- **Pila:** Cuando el ordenador no está enchufado a la corriente, mantiene alimentado el reloj interno de la placa, y la configuración de la BIOS (que se guarda en una memoria que necesita estar alimentada para mantener los datos)
- **Conector de alimentación ATX de 24 pines:** para mantener alimentada la placa base y los componentes conectados a ella.
- **Conector de alimentación de la CPU:** suele tener al menos un conector de 4 pines de alimentación. Se pueden combinar varios (8 pines, 12 pines) para CPUs de mayor consumo.

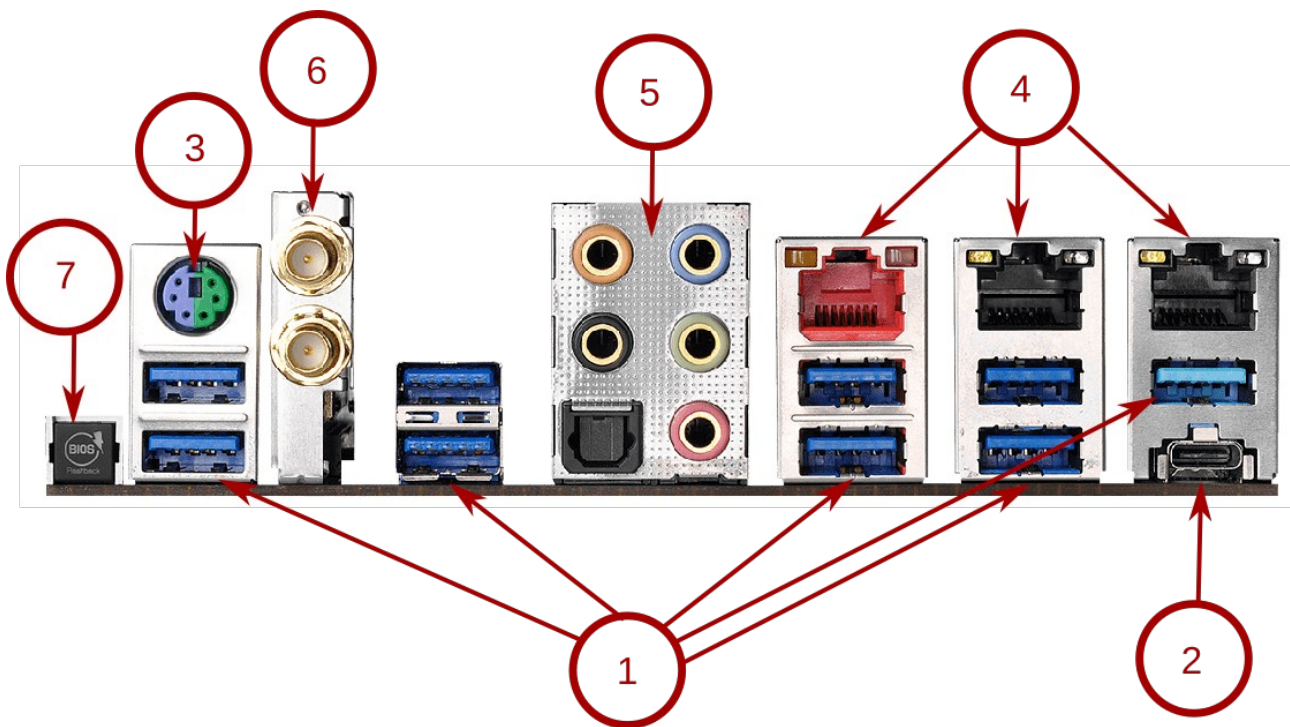


Conectores del panel trasero

Situados en la placa base y siendo accesibles desde parte trasera de la caja del ordenador, estos conectores incluyen:

1. Conectores USB (azules)

2. USB tipo C (abajo a la derecha del todo)
3. Conectores PS2 (morado/verde) = Teclado/ratón
4. Conectores de red (LAN). El rojo es 10Gb/s, y el resto de 1Gb/s (Gigabit).
5. Conectores de audio (minijack de colores y óptico)
6. Conectores de antena WIFI
7. Botón de reset/actualización de BIOS.



Conectores del panel frontal

Dell frontal de la caja salen cables que se conectan en la parte inferior de la placa base. En el manual de la placa se especifica como conectarlos. Suelen haber conectores para USB, audio, leds de encendido y discos duros, botones de encendido y reset. Normalmente los conectores de los cables se colocan con las letras mirando hacia el exterior de la placa base.



BIOS/UEFI

La BIOS, que significa Sistema Básico de Entrada/Salida (Basic Input/Output System), es un firmware, es decir, un software grabado en una memoria específica de la placa base que controla el funcionamiento básico del ordenador.

La principal función es la de inicializar y comprobar que el hardware de la máquina funcione correctamente. La configuración de la BIOS se guarda en una

memoria aparte para que cuando le cortemos la alimentación (pila), se pueda resetear automáticamente.

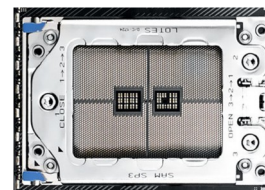
Actualmente el sistema BIOS se ha sustituido por UEFI (Unified Extensible Firmware Interface). Su función básica es la misma pero ofrece más posibilidades y una interfaz gráfica mucho más moderna.

Zócalo (Socket) del procesador

Según el tipo de zócalo, se podrán conectar unos procesadores u otros. En cualquier caso es conveniente consultar la documentación de la placa base, ya que hay casos de placas con los mismos zócalos (pero diferente chipset) que admiten procesadores diferentes. Por ejemplo, tanto la sexta, como la séptima y octava generación de procesadores Core-i de Intel, usan el socket 1151, pero los chipsets requeridos son diferentes y por lo tanto, las placas con dicho socket admiten una u otra generación, pero nunca las 3.

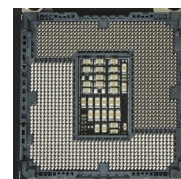
Zócalos AMD

- **Socket AM4:** Soportan procesadores Ryzen de 1ª, 2ª y 3ª (esta última no todas) generación. También soportan doble canal de memoria RAM DDR4.
- **Socket TR4:** Soportan procesadores ThreadRipper de 1ª y 2ª generación (hasta 32 núcleos), así como cuádruple canal de DDR4.



Zócalos Intel

- **Socket LGA 1151:** Los chipsets de la serie 100 y 200 soportan la 6ª y 7ª generación de Core-i, mientras que los chipsets de la serie 300 soportan la 8ª y 9ª generación. Doble canal de DDR4.
- **Socket LGA 1200 (Serie 400):** Soportan la décima generación de procesadores Core (Comet Lake).
- **Socket LGA 2066:** Para los i7 / i9 de gama más alta (serie X). Procesadores de hasta 18 núcleos. Cuádruple canal de memoria RAM DDR4.



El resto de conectores como PCI-Express, SATA, M.2, RAM, los iremos viendo en las siguientes secciones.

Memoria RAM

La RAM es la memoria que aloja las instrucciones y datos de los programas en ejecución. Por ello, siempre nos interesará un mayor tamaño, mayor velocidad de transferencia y una menor latencia.

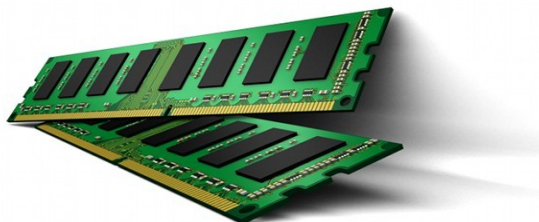
La latencia de la RAM (CAS Latency o CL), es la cantidad de ciclos de reloj de la memoria necesarios desde que recibe la petición de enviar datos, hasta que los empieza a enviar. La memoria DDR4 suele tener entre CL12 y CL19, dependiendo de la frecuencia y la calidad del módulo. Hay otras latencias en la memoria RAM, pero esta es la más importante.

Las memorias RAM actuales derivan de la SDRAM, que tenían un ancho de canal de datos de 64 bits y frecuencias entre 66 y 133 mhz. Esto implica que su ancho de banda, o tasa de transferencia de datos era: $64\text{bits} \times 133\text{mhz} = 8512\text{Mbits/seg}$, o lo que es lo mismo: $1064\text{MBytes/s} \approx \text{aprox. } 1\text{GB/s}$ ($8\text{bits} \rightarrow 1\text{Byte}$).

Con la introducción de la memoria DDR, lo que cambió principalmente fue la posibilidad de transferir 2 datos en cada ciclo de reloj (Hz) frente a sólo 1 de la generación anterior (duplicando ancho de banda).

Una memoria DDR a 133Mhz, se vendía como si funcionara a 266Mhz (DDR266), ya que el ancho de banda era el doble (2GB/s). En realidad el número asociado a un módulo de RAM no se refiere a los Mhz sino a los millones de transferencias por segundo. $\text{DDR266} \rightarrow 266\text{MTransferencias/s}$.

Las memorias DDR2, DDR3 y DDR4 alcanzan mayores frecuencias (DDR2 – 1066Mhz, DDR3 – 2133Mhz, DDR4-3000+Mhz), aunque a costa de una mayor latencia.



Canales de memoria

Hoy en día los controladores de memoria permiten trabajar a 2, 4, 6 u 8 módulos de memoria RAM en paralelo, obteniendo una tasa de datos de hasta 512bits por transferencia (64×8). Esto se conoce como número de canales de memoria soportados (por el procesador).

Por ejemplo, una placa y procesador que soporten 4 canales de memoria del tipo DDR4-3200, tendrá un ancho de banda de:

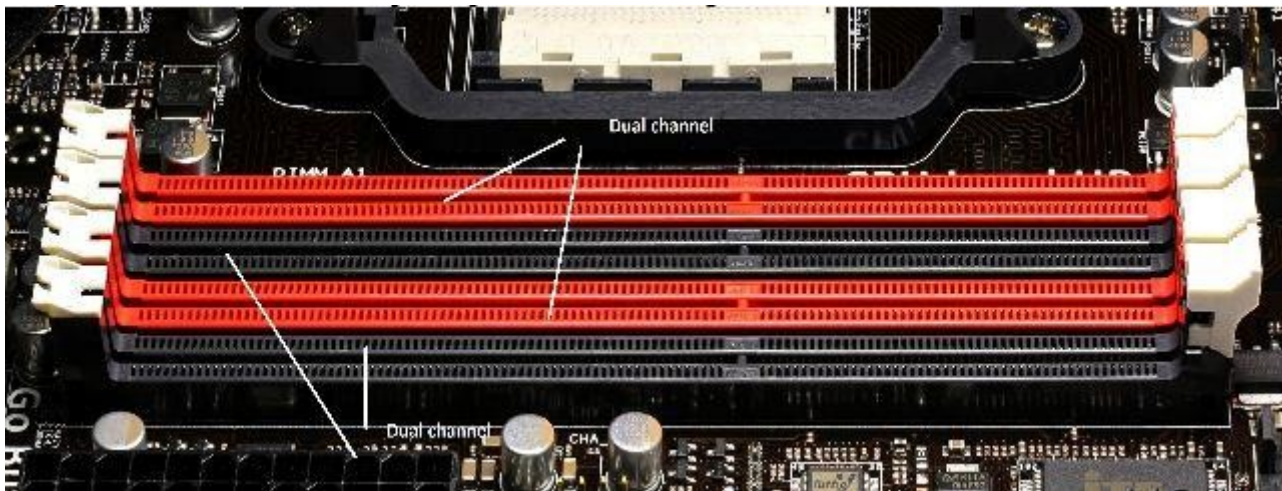
$$3200\text{Mt/s} * (64 * 4) = 819200\text{Mb/s} \rightarrow 102400\text{MB/s} \rightarrow \mathbf{100\text{GBytes/seg}}$$

Los módulos se deben colocar por grupos de 2 (o 4, 6, 8, dependiendo los

canales) módulos iguales (misma capacidad y velocidad), en los zócalos de memoria RAM de la placa base. En el manual especifica en qué posiciones insertarlos para que funcionen en paralelo.

Si los módulos que van a funcionar en paralelo no son de la misma capacidad, funcionarán en modo canal simple (single channel), perdiendo mucho ancho de banda. Y si son de frecuencias diferentes, funcionarán a la velocidad del módulo más lento.

Muchas veces los conectores de la RAM vienen en colores diferentes para saber donde colocar los grupos de módulos que funcionan en paralelo. En este caso, la placa admite cuatro módulos en doble canal, por lo que deberían colocarse por parejas.



Unidad de Proceso Gráfico (GPU)

Los adaptadores gráficos para el PC han sufrido también una gran transformación con el paso de los años, tal vez la mayor de todas.

En principio los esfuerzos se dedicaban a mejorar la resolución y el color:

- Blanco y negro o verde y negro (monitores de fósforo verde)
- Gráficos monocromo (escala de grises)
- CGA 4 colores
- EGA 16 colores (tarj. imagen derecha)
- VGA 16 y 256 colores

Estas tarjetas gráficas primitivas manejaban resoluciones en pantalla desde 320x240 hasta 640x480 (VGA). Posteriormente, fueron capaces de trabajar con resoluciones superiores como SuperVGA (800x600), ... Luego aparecieron los formatos panorámicos: la relación de píxeles (ancho:alto) ha pasado de 4:3 a 16:9 como el estándar más extendido. Actualmente empiezan a aparecer pantallas que soportan resoluciones de hasta 8k UHD (7680 x 4320).

También hay que tener en cuenta los colores en pantalla. Desde tarjetas con gráficos monocromo, tarjetas que podían representar como máximo 16 o 256 colores simultáneos, a paletas de colores con 8 bits por canal (rojo, verde, azul), capaces de representar 1,6 millones de colores. De hecho, si se cuenta con el monitor adecuado (caros por ahora), se pueden representar colores usando 10 o hasta 12 bits por canal.

Posteriormente aparecieron las llamadas tarjetas aceleradoras 3D, con capacidades de cálculo avanzadas para representar gráficos 3D reales en pantalla. Las primeras tarjetas 3D como la voodoo, requerían otra tarjeta 2D para funcionar. Posteriormente aparecieron tarjetas con la funcionalidad unificada.

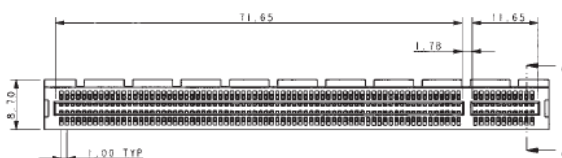
Hoy en día, cuando hablamos de procesadores gráficos, nos referimos a GPU (Graphics Processing Unit), con capacidades similares a las CPU (núcleos de proceso independientes, memoria caché, registros, etc.) pero orientadas a cálculos altamente paralelizables (muchos núcleos de proceso integrado, miles, pero más simples que los de una CPU).

Las compañías con más presencia en el mercado de GPUs son nVidia (GeForce), AMD (Radeon) e Intel (esta última con gráficas integradas en el procesador). En dispositivos móviles nos encontramos Imagination Technologies (PowerVR), ARM (Mali), y Apple.

Conector PCI-Express

La tarjeta gráfica se conecta a la placa base mediante un conector PCI-Express de 16 canales. La versión PCI-Express 3.0 permite hasta 1GB/s por canal, por lo que el conector dispondrá de hasta 16GB/s. La versión PCIe 4.0, recientemente lanzada al mercado, duplica ese ancho de banda hasta unos 2GB/s por canal.

Las tarjetas gráficas se conectan a los conectores PCIe de la placa base de 16 canales (a veces de 8). El controlador PCIe que maneja el bus de datos de dichos conectores se encuentra integrado en el procesador, para garantizar una comunicación directa y óptima.



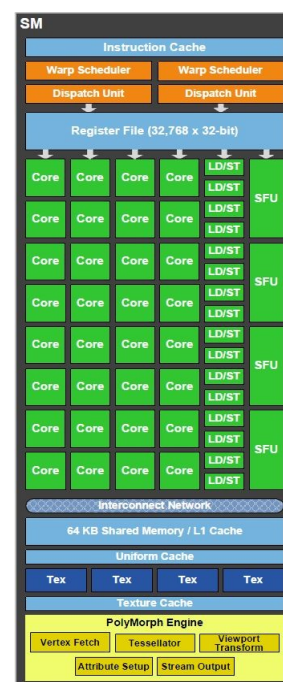
Además del conector de datos, también existe el conector PCIe de alimentación. El conector de la placa base provee hasta 75W de alimentación a la tarjeta gráfica. Si necesita más, se utilizarán conectores de alimentación de 6 (75W) u 8 pines (150W) directamente desde la fuente de alimentación a la tarjeta.



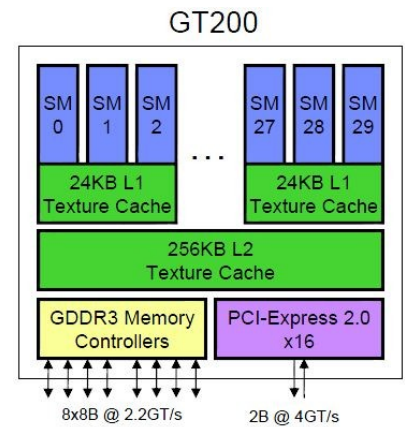
Arquitectura de las tarjetas gráficas

Un chip gráfico se divide en Módulos de proceso. Cada módulo contiene:

- Decodificación de instrucciones, similar a la unidad de control de una CPU y registros para datos.
- Múltiples núcleos (cores) de proceso (en verde) → De esta manera se realizan gran cantidad de operaciones en paralelo.
- Unidades de procesamiento de texturas.
- Memoria caché nivel 1.
- Motor de efectos gráficos (shaders, etc)



Los núcleos totales de la GPU se calculan multiplicando los núcleos de cada módulo, por el número de módulos. Además, tenemos una caché de nivel 2 unificada para todos los módulos, el controlador de memoria y el controlador del bus PCI-Express.



Modelos y gamas

Las gamas más altas tienen más memoria y ancho de banda (más frecuencia de memoria y más chips transmitiendo en paralelo), además de más módulos de procesamiento (más núcleos).

Normalmente el primer número del modelo hace referencia a la generación (más reciente o más antigua), mientras que el siguiente número se refiere a la gama. También pueden usarse sufijos para indicar un extra de potencia dentro de una gama concreta, etc. No se pueden comparar por el número de modelo tarjetas del mismo fabricante, ya que la gama 200 de nVidia es anterior a la de AMD, etc. Para eso habría que buscar pruebas de rendimiento.

Por ejemplo, en nVidia, el modelo 970 indica: 9ª generación, gama media-alta (80 sería gama alta, 60 media, 50 media-baja, 40 o 30 baja). El modelo 1080 indicaría 10ª generación y gama alta. La 11ª generación lleva el prefijo 20 (con soporte para ray-tracing) o 11 (sin soporte), cosas del *marketing*... nVidia usa el sufijo *Ti* (o más recientemente *Super*), para indicar una versión más potente dentro de la misma gama.

En AMD funciona igual, la 550 es más nueva que la 380 (2 generaciones) pero es de gama bastante inferior. Después de la generación 500 han pasado a renombrar sus modelos como generación 5000. AMD usa el sufijo X o XT para indicar una versión más potente dentro de la misma gama.

Memoria gráfica

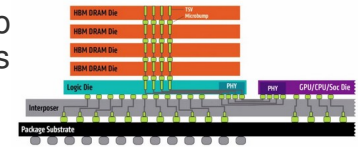
Actualmente la memoria más utilizada en tarjetas gráficas es la GDDR5 y GDDR6. Grandes tasas de transferencia, sin importar tanto la latencia.

Cada chip de GDDR5/6 se comunica con un bus de 32 bits a la GPU. Se utilizan varios en paralelo para crear comunicaciones de 64 (gama baja), 128, 192, 256, 384 o 512 bits (16 chips en paralelo). Cada chip transmite 4 veces por ciclo de reloj (1500Mhz = 6000MT/s)

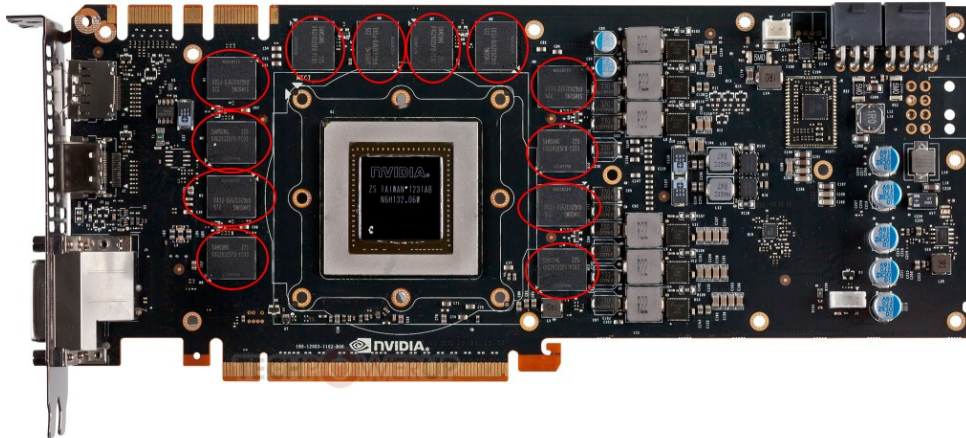
La memoria GDDR6 es similar a GDDR5 pero alcanza velocidades de transferencia bastante mayores (prácticamente el doble).

También existe la memoria HBM, más cara y de mayor velocidad. Los chips pueden apilarse en vertical hasta 8 a la vez. Cada chip tiene 2 canales de 128bits para transferir datos. 4 chips alcanzan un ancho de banda de $2 * 4 * 128 = 1024\text{bits}$.

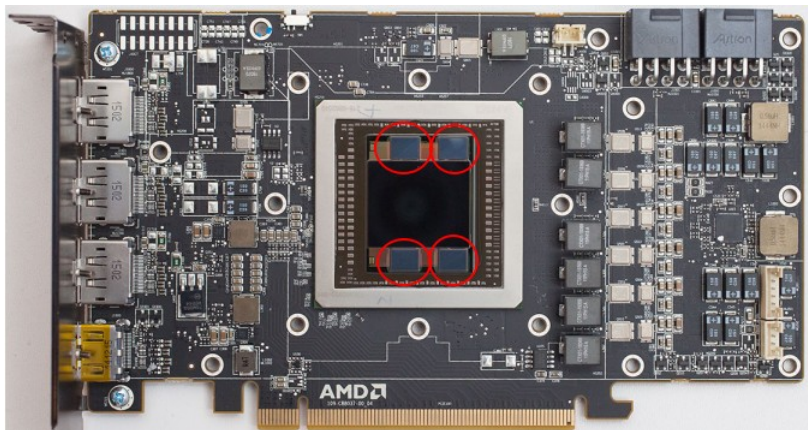
La memoria HBM funciona a frecuencias inferiores por lo que consume bastante menos que GDDR, y ocupa menos espacio en la placa (al ir apilados los chips verticalmente).



Las tarjetas de gama más alta como la Titan de nVidia o la gama Vega de AMD tienen este tipo de memoria debido a los costes y a las necesidades de ancho de banda.



Tarjeta con chips GDDR



Tarjeta con chips HBM

Computación con GPU

Hoy en día se utilizan los núcleos de las tarjetas gráficas para procesar datos que no tienen por qué ser representación de gráficos. Esto es ideal para operaciones simples con muchos datos en paralelo (procesamiento de imágenes, video, inteligencia artificial, análisis científico, ...)

Los estándares actuales para la programación de tarjetas gráficas para estas tareas son nVidia CUDA (sólo tarjetas nVidia) y OpenCL (este último es un estándar abierto). De esta forma se pueden aprovechar las capacidades de proceso de la gráfica instalada en el sistema para trabajar en combinación con la CPU.

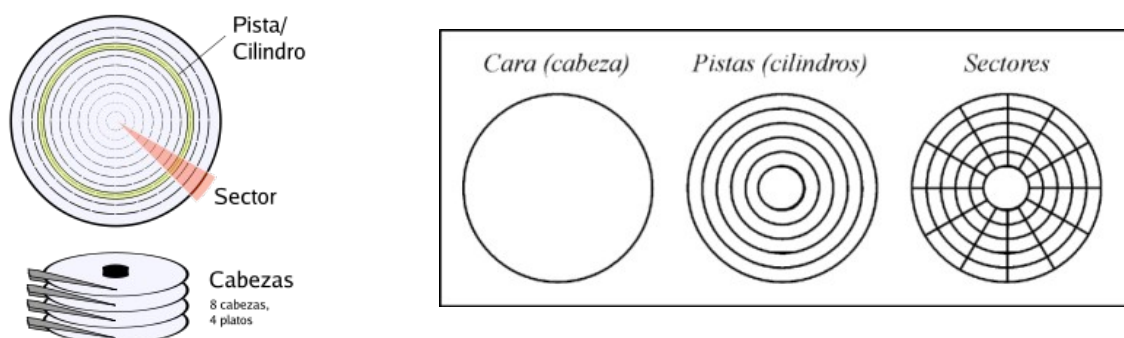
Almacenamiento secundario

Como dispositivos de almacenamiento secundario, se han utilizado durante muchas décadas, y todavía se utilizan, los discos duros mecánicos con tecnología magnética. Sin embargo, desde hace unos años, han ido ganando terreno los discos con tecnología SSD (Solid State Drive), que aunque son más caros midiendo el coste por GB, son mucho más rápidos que los discos mecánicos.

Discos duros mecánicos o magnéticos

Los discos duros mecánicos guardan la información en platos magnetizados. Cada bit es un campo magnético orientado en un sentido u otro (norte/sur), lo que representa un 0 o un 1. Los discos magnéticos constan de:

- **Plato:** cada uno de los discos. Tienen las 2 **caras** magnetizadas.
- **Cabeza:** aparato que lee y escribe en el plato (hay 1 por cada cara → si tenemos 3 discos = 6 cabezas).
- **Pista:** Circunferencias en las que se dividen los platos.
- **Sectores:** Divisiones de cada pista (actualmente tienen 512bytes)



En cuanto a rendimiento, además de la velocidad de transferencia, que está ligada a la velocidad de rotación (rpm o vueltas por minuto), tenemos las siguientes características:

- **Tiempo de búsqueda:** Es el tiempo que tarda la cabeza lectora en moverse de una pista a otra del disco. Normalmente se informa del tiempo promedio.
- **Latencia:** Tiempo que pasa desde que el cabezal se sitúa en la pista correcta, hasta que el sector a leer pasa por debajo. El tiempo máximo es una vuelta completa del disco ($60 / \text{rpm}$ segundos). Normalmente se informa del promedio (la mitad).
 - Ejemplo: un disco de 7200rpm tiene $60/7200 = 0,00833 \text{ seg} = 8,33\text{mseg}$
- **Tiempo de acceso:** Tiempo de búsqueda promedio + latencia promedio.

- **Velocidad de rotación:** Velocidad a la que giran los platos de los discos (entre 5400 y 15000 rpm).
- **Caché de disco:** Memoria flash incluida en los discos duros (entre 16 y 64MB actualmente), donde se guardan temporalmente los últimos datos leídos de tal forma, que si al volver a leer un dato, este está en caché, nos ahorramos el tiempo de acceso y lo envía mucho más rápido. Cuanta más cantidad, mejor rendimiento, y menor utilización (desgaste) de las cabezas lectoras.

Discos SSD

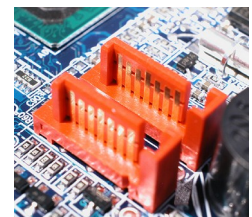
Los discos de estado sólido, SSD, son discos que utilizan chips de memoria flash de alta velocidad para el almacenamiento de información. En lugar de almacenar magnéticamente la información, se almacena carga eléctrica en celdas de memoria.

Poseen mayor velocidad y menor tiempo de respuesta que los discos mecánicos. Todavía son más caros (precio por GB). Utilizan memoria DRAM como caché interna de datos para acelerar el acceso a los mismos. Tienen un número de escrituras medias limitadas por celda de memoria (vida del dispositivo), por lo que usan técnicas para repartir las escrituras.

Interfaz SATA

La interfaz SATA es la más extendida para conectar discos duros, SSD, o unidades ópticas como DVDs, a la placa base.

Las controladoras SATA de primera generación alcanzaban una velocidad teórica de 150MB/seg. SATA2 alcanza 300MB/seg y SATA3 = 600MB/seg.

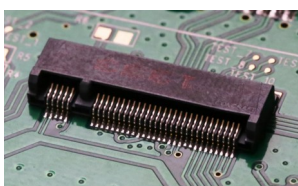


Los fabricantes cuando publicitan 6Gbits/seg, equivalen a 600MBytes/seg, ya que se transmiten 10bits por cada byte (en lugar de 8). Esto se debe a que se usan 2bits extra por byte para el control de errores en altas velocidades de transmisión → Esto se llama codificación 8b/10b.

Interfaz PCI-Express

Hay discos SSD de alta velocidad que utilizan una interfaz PCI-Express de 2 o 4 canales, lo que permite tasas de transferencia teóricas de hasta 4GB/s con PCIe 3.0 y de 8GB/s con PCIe 4.0. Estos discos SSD también reciben el nombre de discos **NVMe** (nombre de la interfaz que comunica el SSD con el bus PCIe).

El conector **M.2** es un conector que tiene tanto un canal SATA (600MB/s), como 2 o 4 canales PCIe integrados. Los discos duros en este formato están diseñados para usar una interfaz u otra (nunca ambas).



Los discos también pueden venir en formato tarjeta PCIe. Existen otros conectores equivalente a M.2 como SATA Express o U.2, pero no son tan utilizados.



RAID

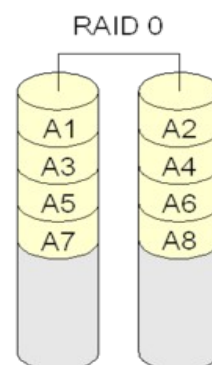
RAID (Redundant Array of Inexpensive Disks o conjunto redundante de discos baratos) es un sistema que usa múltiples discos duros entre los que distribuye o replica los datos. Dependiendo de la configuración del RAID, puede buscarse una mayor tolerancia a fallos, mayor rendimiento y/o mayor capacidad.

Los discos duros en configuración RAID necesitan una controladora RAID (integrada en placa o mediante tarjeta de expansión). Aunque se puede simular la un RAID por software, es una solución menos efectiva y que consume más recursos del procesador. Las configuraciones RAID 0, RAID 1, RAID 5 y RAID 10 son las más utilizadas hoy en día.

RAID 0

Distribuye los datos entre 2 o más discos duros. Estos discos se visualizan como si fuera 1 sólo de más capacidad. Se multiplica (velocidad x nº discos) la velocidad de lectura/escritura, ya que los fragmentos de datos se reparten y se escriben de forma simultánea en todos los discos.

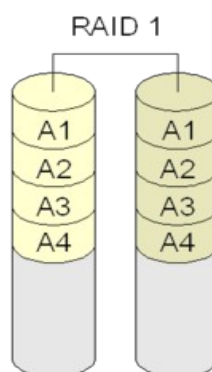
No tiene tolerancia a fallos. Si un disco falla, se pierden los datos. El tamaño que se puede usar de cada disco está limitado al del disco más pequeño.



RAID 1

Consiste en utilizar 2 o más discos que contendrán una copia exacta de los mismos datos. A esta configuración también se le llama discos en espejo. La capacidad total del RAID es la misma que un solo disco.

Es el método más tolerante a fallos (deberían fallar todos los discos a la vez para perder algún dato). El rendimiento de lectura aumenta (leer de varios discos al mismo tiempo), pero no el de escritura (escribe el mismo dato en todos los discos a la vez, y no varios datos simultáneamente como antes).

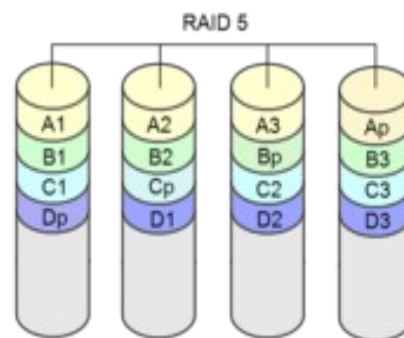


RAID 5

Se utiliza un bloque de paridad para el control de errores por cada bloque que se escribe en la misma posición en el resto de discos duros. Es una solución intermedia entre RAID 0 y 1, y solo tiene sentido usarlo a partir de 3 discos duros.

Se pierde la capacidad de 1 disco duro (para almacenar el bloque de paridad), por lo que tendremos una capacidad de $n - 1$ discos.

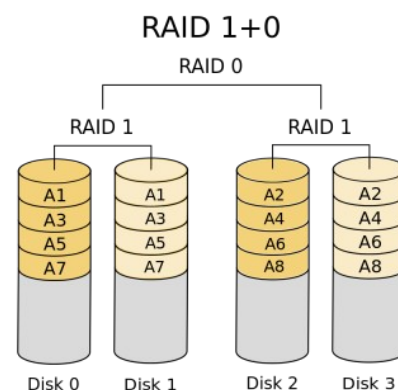
Puede fallar 1 disco máximo sin perder nada de información. Si fallan 2 o más simultáneamente, se pierde. No es tan rápido como RAID 0, pero se gana velocidad con respecto a 1 disco duro sólo.



RAID 10

RAID 10 o 1+0 es una combinación de RAID 0 y RAID 1. Se establecen 2 o más grupos de RAID 1 (en espejo), y dichos grupos se unen a su vez en un RAID 0.

Esto implica tener altas velocidades de lectura y unas velocidades de escritura intermedias entre el RAID 0 y RAID 1. Sobre la tolerancia a fallos, para que se pierda la información, deben fallar al menos todos los discos de un grupo (RAID 1), de esa manera el RAID 0 principal perdería parte de la información repartida. Mientras quede al menos 1 disco por grupo funcionando, el sistema seguirá en pie.



Se pueden hacer grupos de 2 o más discos modo en RAID 1, y juntar 2 o más grupos en un RAID 0, todo depende de si se busca más seguridad (grupos con más discos) o más rendimiento (más cantidad de grupos). La configuración más básica se hace con 4 discos (2 grupos de 2 discos).

Dispositivos ópticos

El CD, DVD y Blu-Ray son lo que se llaman dispositivos ópticos, ya que a diferencia de los discos duros (magnéticos), se leen con un láser de alta precisión. La información se graba quemando "surcos" sobre la superficie del soporte, de tal manera que el láser interprete los 0 y 1 según cambie de surco a plano o viceversa.

Hay versiones de estos soportes, cuyo material permite que se puedan regrabar más de 1 vez (regrabables). Aún así su vida suele mucho más corta que la de una memoria flash. Por ello, se dejaron de usar hace tiempo.

Para conseguir más cabida de datos en la misma superficie, se ha aumentado la concentración de los surcos, es decir, han disminuido de tamaño y aumentado su cercanía. El láser a su vez ha ido aumentando su precisión para poder hacer y leer surcos más pequeños. Por ejemplo, el láser del blu-ray es azul (de ahí el nombre del soporte), porque el rojo no permitía tanta precisión como para almacenar 25GB por capa.

Otros dispositivos

Tarjetas de red

Las tarjetas de red nos permiten conectarnos a una red local mediante 2 tipos de conexiones, cableada e inalámbrica (WiFi).

Las tarjetas de red que se conectan mediante cable a otro ordenador o dispositivo siguen la norma Ethernet 802.3 y alcanzan velocidades desde 100Mbps/seg, a 10Gbits/seg. Suele haber al menos una controladora de red integrada en la placa base.

También se puede optar por una conexión WIFI (inalámbrica). Con velocidades desde 54Mbps/seg (802.11g), hasta casi 6.7Gbits/seg (802.11ac con 8 antenas). El nuevo estándar 802.11ax, también conocida como WiFi 6, promete velocidades de hasta 11Gb/s.

Tanto la interfaz de red del ordenador como el router o punto de acceso WiFi al que nos conectemos deben soportar las mismas velocidades, o la conexión funcionará a la velocidad del dispositivo más lento.

Tarjetas de sonido

Hoy en día, a no ser que se busque un sistema de sonido de alta calidad, no se suele adquirir una tarjeta de sonido por separado, ya que actualmente las placas base integran un sistema de sonido con calidad aceptable e incluso de alta definición apta para la mayoría de los usos.

Se puede adquirir una tarjeta externa si se busca un uso más profesional como la edición y grabación de audio. Así obtendremos una tarjeta con, por ejemplo, salida óptica (S/PDIF) sin pérdida de calidad, o entradas/salidas Jack o XLR para micrófonos u otros dispositivos de grabación de audio.



Tarjetas controladoras

Las tarjetas controladoras son las que expanden las posibilidades de la placa base añadiendo nuevas controladoras de entrada/salida y puertos, o ampliando la cantidad existente (añadir más puertos USB, por ejemplo).

Existen controladoras para añadir conectores que ya no se encuentran hoy en día integrados en la placa base como pueden ser puertos serie y paralelo (conexión de dispositivos antiguos).



Monitores

Los monitores hoy en día suelen ser la mayoría con tecnología **LED LCD**, aunque también existe la tecnología **OLED**.

- Los monitores LCD emiten una luz de fondo. Cada pixel son 3 filtros de color (RGB) que dejan pasar más o menos luz.
- En los monitores OLED, cada pixel emite luz (de los 3 colores) de manera independiente → negros perfectos.
- OLED → Más delgadas, mejor contraste, menor consumo, mejor ángulo de visión, más caras.

Dentro de los monitores con tecnología LCD encontramos 3 tipos de paneles:

- **TN** → Peor calidad de imagen, mejor tiempo de respuesta y frecuencia de refresco. Precio bajo.
- **IPS** → Mejor calidad de imagen (colores), mejor ángulo de visión. Alto precio.
- **VA** → Calidad de imagen entre TN e IPS. Buen tiempo de respuesta y frecuencia de refresco. Precio intermedio.

Altavoces

Los altavoces externos vienen en configuraciones 2.0, 2.1, 5.1, etc... (.1 significa que vienen con subwoofer).

El subwoofer ayuda mucho a mejorar la calidad ya que carga con las frecuencias más graves de sonido. Los altavoces normales (satélites), tienen un tamaño demasiado pequeño para emitir esas frecuencias sin distorsionar a cierto volumen.

Impresoras

Las impresoras láser son bastante más rápidas que las de inyección de tinta. La tinta no se seca si no se usa (ya viene seca en los tóner). Los tóner son bastante más caros pero su durabilidad mucho mayor hace que suelen salir mejor de precio.

En una láser a color se utilizan 4 tóners (3 para color), lo que hace que no valga la pena si no vamos a imprimir mucho. Algunas de inyección usan también 4 cartuchos, o 2 (uno con los 3 colores).

Las impresoras multifunción incorporan escaner + impresora en un solo dispositivo.

Teclado

Aparte de los teclados “normales” (de membrana) podemos encontrar teclados “ergonómicos”, con mejor disposición para las manos y diseñados para una mejor postura ante el teclado (menor cansancio). Y teclados mecánicos, que aunque las

teclas hacen mayor ruido, tienen mucha mayor durabilidad y una mejor respuesta a la pulsación.

Ratón

El ratón láser es de mayor precisión que el tecnología de infrarrojos.

Requieren una superficie que refleje la luz, pero que no la disperse (efecto espejo).

Puesta en marcha y diagnóstico

Cuando arranca el ordenador, lo primero que hace la BIOS o UEFI es comprobar si el hardware funciona correctamente. En caso afirmativo buscará en el disco principal (configurado como disco de arranque) el cargador de arranque que iniciará el sistema operativo. Además, en muchos ordenadores de sobremesa emite un pitido corto por el altavoz interno indicando que todo ha ido correctamente.

En los sistemas con BIOS, este cargador se encuentra junto con la información de las particiones en el llamado MBR (Master Boot Record – Sector de arranque maestro) del disco. Es el primer sector del mismo (512 bytes).

En los sistemas con UEFI, esta información se sitúa en una zona del disco llamada GPT (GUID Partition Table). La GPT se sitúa inmediatamente después que el sector MBR (se mantiene por compatibilidad), y ocupa varios sectores del disco.

El sistema MBR soporta como máximo 2TB (32 bits), mientras que GPT soporta direcciones de memoria de hasta 64 bits.

Si la BIOS/UEFI detectan un fallo hardware, pueden pasar 2 cosas:

- La pantalla no se enciende, y la placa emite una serie de pitidos:
 - Fallo de placa, procesador o memoria generalmente.
 - Mirar manual de la placa para ver qué significan los pitidos que se emiten.
 - Ejemplos: <https://www.computerhope.com/beep.htm>
- La pantalla se enciende y se muestran los errores:
 - Normalmente fallos de dispositivos de entrada/salida, almacenamiento, teclado o ratón.
- Los ventiladores no arrancan (o se paran enseguida) y el sistema no emite ningún pitido. La pantalla no muestra nada.
 - Generalmente se trata de un fallo de alimentación. Este problema puede estar localizado en la fuente de alimentación o en la placa base.
 - Otros ejemplos: Pila demasiado gastada y no dejaba pasar la corriente de la placa a la memoria de la BIOS.
 - La pila alimenta la memoria de la BIOS (CMOS) cuando el ordenador no tiene corriente.
- Otros problemas que no detecta la BIOS/UEFI
 - A veces, cuando detectamos comportamientos anormales, debemos

ejecutar herramientas software de diagnóstico para la RAM, discos duros, etc.

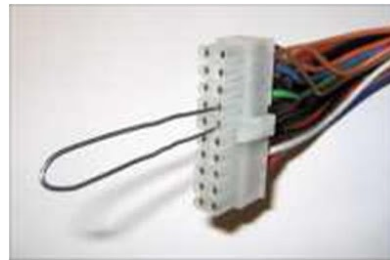
Resolución de problemas

La gran mayoría de las ocasiones, el problema (de hardware) se resuelve sustituyendo el componente defectuoso por otro que funcione correctamente.

Garantía: Los PCs montados por piezas tienen garantía de 1 o 2 años por cada una de las piezas, mientras que en los ordenadores montados la garantía es para todo el conjunto y no debemos intentar repararlo nosotros, si no queremos perder la garantía.

Cuando no sepamos qué componente falla (por ejemplo, cuando no enciende el equipo). Lo ideal es ir probando a sustituir las piezas de 1 en 1 hasta encontrar la que falla.

Para comprobar que la fuente funciona, podemos puentear el cable verde del conector ATX con un cable negro usando un alambre o cable.



Que arranque el ventilador de la fuente suele indicar que el fallo no está en la misma. No obstante puede que, aunque la fuente encienda, no pueda dar suficiente potencia al equipo.