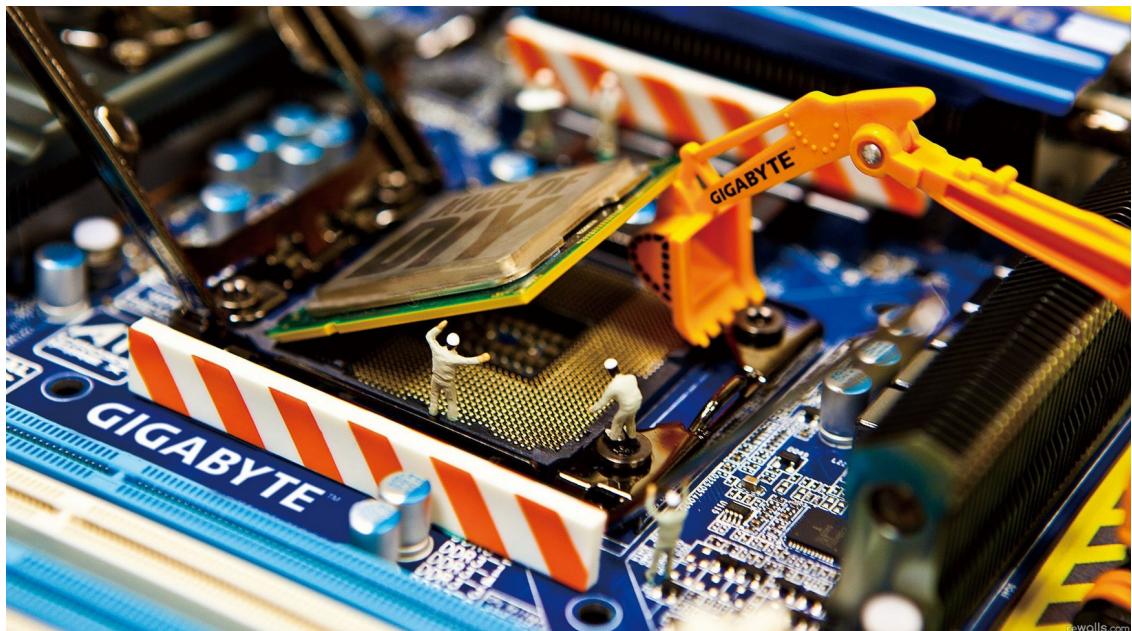


**1º ADMINISTRACIÓN DE SISTEMAS
INFORMÁTICOS EN RED**

**FUNDAMENTOS
de
HARDWARE**



Departamento de Informática
IES GRAN CAPITAN



Attribution 4.0 International (cc BY 4.0)

This is a human-readable summary of (and not a substitute for) the [license](#).

[Disclaimer](#)



You are free to:

Share — copy and redistribute the material in any medium or format

Adapt — remix, transform, and build upon the material

for any purpose, even commercially.

The licensor cannot revoke these freedoms as long as you follow the license terms.

Under the following terms:



Attribution — You must give [appropriate credit](#), provide a link to the license, and [indicate if changes were made](#). You may do so in any reasonable manner, but not in any way that suggests the licensor endorses you or your use.

No additional restrictions — You may not apply legal terms or [technological measures](#) that legally restrict others from doing anything the license permits.



Fundamentos de Hardware by Jaime Rabasco Ronda is licensed under a [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License](#).

RECONOCIMIENTO

Este documento es una recopilación de información de diversos libros, documentos y referencias recogidas con el único fin de elaborar una guía didáctica para impartir el módulo de Entornos de Desarrollo de primero del Ciclo Formativo Administración de Sistemas Informáticos en Red. Es de recibo reconocer el trabajo de estos libros, documentos y recursos a partir de los cuales se ha elaborado este documento, en el siguiente apartado de Bibliografía.

BIBLIOGRAFIA Y RECURSOS

- Apuntes Propios
- <http://es.wikipedia.org>
- <http://computerhoy.com/>
- <http://www.muycomputer.com/>
- <https://www.xataka.com/>
- <https://www.genbeta.com/>
- <https://systemnor.wordpress.com>
- <http://www.guru3d.com>
- <https://www.profesionalreview.com>
- <https://matematicascercanas.com>
- <https://fuse.wikichip.org/>
- <https://espacioscriticosdesign.blogspot.com/>
- <https://ikastaroak.birt.eus/>

Tema 2 . Los componentes del PC

ÍNDICE

2.1. LA CARCASA.....	5
2.2. La Fuente de Alimentación.....	6
2.2.1. Definición y características.....	6
2.2.2. Tipos de fuentes de alimentación.....	8
2.2.3. Sistema de cableado.....	10
2.2.4. Necesidades de Potencia.....	11
2.2.5. Certificaciones.....	13
2.2.6. Sistemas de Protección de Voltaje.....	14
2.3. La Refrigeración. Tipos.....	14
2.3.1. Sistemas de refrigeración por aire o sistemas de ventilación.....	14
2.3.2. Sistemas refrigeración líquida o watercooling.....	16
2.3.3. Sistemas de Refrigeración Extrema.....	17
2.4. LA PLACA BASE.....	20
2.4.1. Formatos de la Placa Base.....	20
2.4.2. Los Componentes de una Placa Base.....	21
2.4.3. La Pila.....	22
2.4.4. Relojes y Multiplicadores.....	22
2.4.5. La Bios.....	23
2.4.6. UEFI. Evolucionando la Bios.....	24
2.4.7. Conjunto de Chips.....	25
2.4.8. socket: el Zócalo del Microprocesador.....	34
2.5. Tarjetas de EXPANSIÓN.....	48
2.5.1. Buses, Interfaces y Tarjetas de Expansión.....	48
2.5.2. Tipos de Tarjetas de Expansión.....	48
2.5.3. Interfaces y Buses de Expansión.....	57
2.6. Conectores internos.....	73
2.7. conectores Externos.....	74

2.1. LA CARCASA

Externamente esta recubierta de un material plástico aislante que es el que proporciona al equipo el aspecto externo. Sus funciones:

1. Ejerce una protección para los componentes frente al polvo y cualquier otro tipo de agresiones externas.
2. Mejora la ventilación siempre y cuando se consiga una buena convección del aire; las rendijas están localizadas estratégicamente y con la ayuda de los ventiladores internos se provocan fuertes corrientes de aire en las zonas donde se encuentran los dispositivos más necesitados de ventilación (estos dispositivos liberan mas calor gracias a esta convención de aire que por la simple irradiación de calor en un equipo que se encuentre completamente desnudo).
3. Aísla el equipo mediante un apantallado que evita la intrusión de interferencias electromagnéticas provocadas por otros aparatos eléctricos situados en su proximidad.

La carcasa aloja en su interior:

- Bandejas interiores para la inserción de los dispositivos de almacenamiento masivo: discos duros , SSD, DVD, Blue-Ray, CD-ROM.
- Una fuente de alimentación con entrada de 220 voltios y 50/60 Hz de corriente alterna y salida de corriente continua a rangos de entre +12 y -12 voltios. Para conseguir esta transformación, la fuente de alimentación realiza un proceso que comprende la rectificación, estabilización y conversión de niveles de tensión (se explicará más adelante).
- Las líneas de corriente procedentes de la fuente de alimentación hacia los distintos dispositivos.
- Unas rendijas colocadas en su parte trasera por donde salen al exterior todo tipo de conectores zócalos y puertos externos
- El altavoz interno que emite los odiados sonidos de frecuencia y duración uniformes que nos avisan de algunas condiciones de error tanto a nivel hardware como software.
- Pequeños led frontales para encendido, reset, etc, con sus minúsculos conectores a la placa base provistos de etiqueta identificativa y que sirven para monitorizar el funcionamiento del equipo.

MODELOS Y FORMATOS.

1. **Sobremesa:** horizontal.
2. **Torre:** Se utiliza en equipos de gran voluminosidad como servidores (61cm, 20cm, 47cm, en alto, ancho y profundo) ya que cuya demanda de periféricos requiere la presencia de un espacioso habitáculo en el interior del equipo. Puede permitir alojar dos o más placas base en su interior viene provista de múltiples ventiladores para una mejor refrigeración.
3. **Semitorre:** Para los equipos de coste doméstico. Combinan un habitáculo espacioso para los componentes con una buena versatilidad para los formatos de placa base que pueden albergar. Las bandejas para los discos vienen en la parte frontal superior, la fuente de alimentación en la parte trasera inferior y el altavoz en la parte delantera inferior. Es el formato más utilizado para los PC de tipo doméstico.
4. **Minitorre (o Micro-ATX):** de tamaño más reducido (35cm, 15cm, 35cm, en alto, ancho y profundo, aproximadamente, según modelo), pero los componentes se apilan en su interior

dificultando su refrigeración. Además se queda pequeña a poco que ampliemos el equipo y en ocasiones antes incluso de ampliar.

5. **Mini-ITX:** Suelen llevar bahía de formato slip (portátiles) para lectores ópticos al igual que alojamiento para disco duro de formato ODD (portátiles)/HD 2,5 pulgadas/ SSD. Soporta placas mini-ATX y las fuentes de alimentación suelen ser de baja potencia. Estas cajas no están pensadas para su posible expansión.
6. **Pico-ITX :** de dimensiones muy reducidas usadas para ordenadores que tienen lo esencial como los **barebones**.

En la siguiente tabla se muestra la relación entre tamaño de la placa base y en qué tipo de carcasa se podría colocar.

Tipo de carcasa \ Tamaño de placa base	Torre	Semitorre	Minitorre
Full-AT	SI	NO	NO
Baby-AT	SI	SI	SI
ATX	SI	SI	DEPENDE
Micro-ATX	SI	SI	SI
Flex-ATX	SI	SI	SI
ATX12v	SI	SI	DEPENDE

Tabla 2.1. Formatos de placas bases

2.2. LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN

2.2.1. DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS

La fuente de alimentación transforma la corriente eléctrica alterna procedente del sistema eléctrico en corriente continua, en un voltaje apropiado para los distintos componentes del ordenador.

La fuente de alimentación, que suele venir integrada con la carcasa en la mayoría de los casos.. La fuente de alimentación se encarga de transformar esos 220 voltios a señales de corriente continua en los rangos de voltaje especificados por los diferentes dispositivos, mientras que la placa base recepciona estos voltajes y los distribuye a toda su circuitería y a los zócalos de donde se alimentan las tarjetas que a ella se conectan. El proceso de transformación del voltaje que tiene lugar en una fuente de alimentación comprende tres actuaciones:

1. **Rectificación:** La polaridad de la corriente alterna va cambiando según una función senoidal. La primera transformación que se requiere es la rectificación de la subonda negativa a sus valores absolutos positivos.
2. **Estabilización:** Los toboganes de la señal rectificada deben ser eliminados, proporcionando una señal constante en un nivel de tensión concreto

3. Conversión: El nivel de tensión anterior debe ser transformado en los diferentes niveles de tensión y corriente que requieren cada una de las líneas de corriente separadas por colores que parten de la fuente de alimentación hacia los distintos circuitos integrados y dispositivos del sistema. Las 3 líneas principales de tensión (aunque no son las únicas) son: 12v, 5v, 3.3v

Resulta curioso observar como todo el mundo incorpora nuevos componentes a su equipo (gráficas nuevas, Discos Duros, SSD, Blue-Ray, actualizaciones de microprocesador, controladores SCSI, ...) sin preocuparse en absoluto de las limitaciones impuestas por su fuente de alimentación y el papel tan importante que esta desempeña en la fiabilidad de nuestro equipo.

Una fuente de alimentación convencional apenas se encuentra sobrada de potencia en la actualidad y en el momento en el que dicha potencia sea sobrepasada por la suma de condiciones internas conectados al sistema, este percibirá notables inestabilidades en el suministro y mostrara un comportamiento errático. En ocasiones los síntomas comienzan a aparecer antes incluso de alcanzar este límite. Este tipo de situaciones debe evitarse a toda costa por varias razones:

- Porque el sistema empezará a tener conductas caprichosas.
- Porque no es saludable que nuestros componentes trabajen en situaciones límite.
- Porque son este tipo de anomalías las que más trabajo cuesta diagnosticar.

En la actualidad existen el mercado fuentes de alimentación de amplio espectro en cuanto a su potencia, puesto que existen fuentes de alimentación que nos proporcionan desde 300W hasta llegar incluso a los 1700W. Para un equipo medio suele ser suficiente con 450 W. Por todo ello, si no recomendamos fuentes de alimentación de superior potencia no es porque no sea ya necesaria, sino porque el precio es mucho más elevado.

Curiosidad: en los casos en que el monitor se conecta a la red eléctrica a través de la fuente de alimentación no le resta potencia a esta, ya que actúa de mero intermediario habilitando un simple bypass hacia la red eléctrica (ya en desuso).

Recomendable que disponga de un interruptor independiente. De esta manera podremos disponer de la toma de tierra como cobertura durante la fase de montaje manteniendo el PC enchufado pero apagado y al mismo tiempo podremos cubrirnos frente a las inestabilidades del suministro eléctrico sin necesidad de tirar del enchufe cuando no lo estemos usando.

En la siguiente Ilustración se observa el interior de la fuente de alimentación, con el ventilador que está introducido en su interior, así como condensadores, solenoides y cables que permiten que realiza su labor.

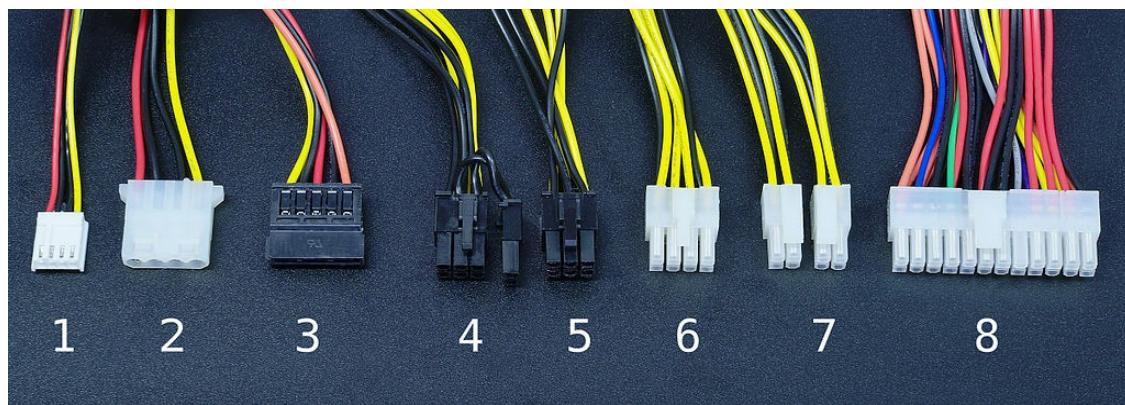


Ilustración 5. Conectores de la fuente de alimentación (Fuente: Wikipedia)

En la Ilustración 5, tenemos representados de forma general, los distintos conectores de una fuente de alimentación. Estos pueden ser algo diferentes dependiendo del modelo y antigüedad de la fuente. Además no todas las fuentes tienen todos los conectores.

1. **Disquetera.**
2. **Molex:** Discos duros IDE.
3. **Sata:** HD/DVD/Blu-Ray tipo SATA.
4. **EPS 6+2(8) PCIe 12v:** Normalmente para gráficas.
5. **EPS 6 pin PCIe 12v:** Normalmente para gráficas.
6. **8 pin 12v CPU:** 1 conector doble a la placa base para suministrar corriente a la CPU
7. **4+4 pin 12v CPU:** 2 conectores a la placa base para suministrar corriente a la CPU. Puede usarse ninguno, uno o los 2
8. **Conector ATX:** Los hay de diferentes tipos (20 pines, 20+4 pines y 24+4 pines)

Visita esta dirección para obtener más información:

<http://www.playtool.com/pages/psuconnectors/connectors.html>

2.2.2. TIPOS DE FUENTES DE ALIMENTACIÓN.

Las dos grandes familias de fuentes que podremos encontrarnos en un ordenador pueden ser: AT o ATX. Aunque dentro de cada una, hay subtipos, como por ejemplo dentro de las ATX están las micro-ATX, las TFX (de 70x85x175 mm) y las SFX (125x100x63.5 mm).

Se moderniza el circuito de la fuente, y siempre está activa. Aunque el ordenador no esté funcionando, la fuente siempre está alimentada con una tensión pequeña para mantenerla en espera.

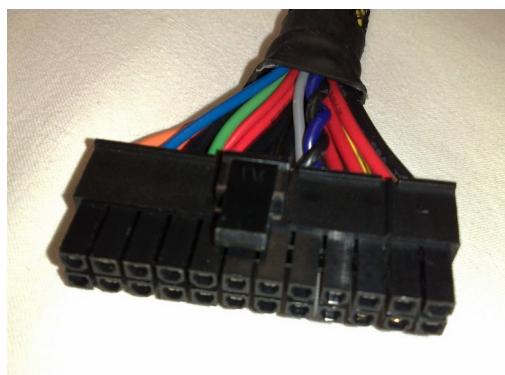


Ilustración 6. Conector ATX

La principal mejora del ATX respecto al AT esta en el conector que se engancha a la placa, que está unido en una sola pieza con mínimo 20 pines, algunos de los cuales aportan una mayor funcionalidad eléctrica al equipo, y además, nos permite poder realizar apagados/encendidos de forma más segura.

Además del suministro eléctrico, el estándar original ATX tiene 3 tipos de conectores (que ya hemos visto) para el suministro eléctrico: Molex (4 pines), floppy y ATX (20 pines). A medida que avanzamos en el tiempo y las necesidades van cambiando, se van añadiendo características y prestaciones mediante una serie de revisiones. Exponemos únicamente las más representativas, aunque hay muchas más.

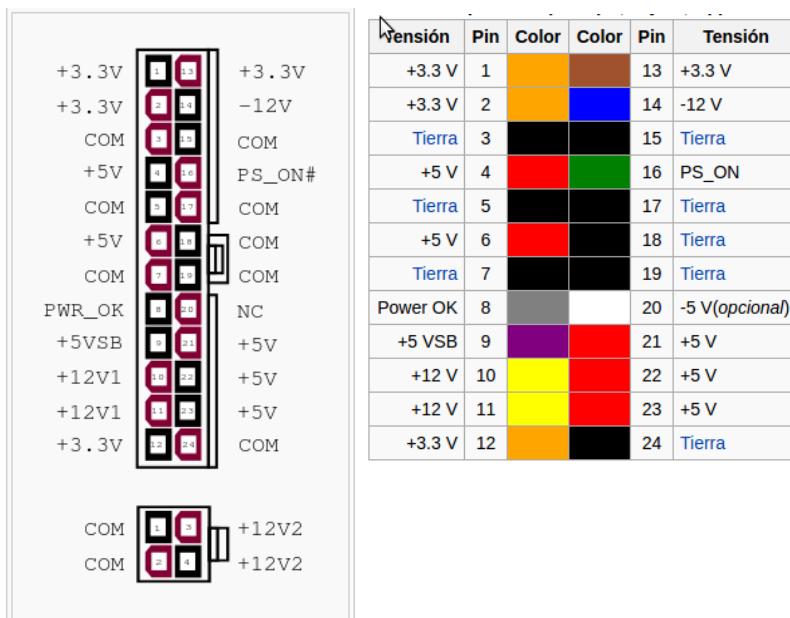
CONECTOR ATX12 1.X (20+4 PINES)

Se añade una nueva linea de 12V para alimentar a la CPU (también para 3,3V y 5V, pero en menor medida), ya que sus necesidades de suministro eléctrico son cada vez mayores. Formalmente se denomina “*+12 V Power Connector*”, aunque también se llamado conector P4, ya que el primer procesador al que dio soporte este nuevo conector fue al Pentium 4.

CONECTOR ATXV12 2.x (24+4 pins)

Esta nueva revisión trajo consigo un cambio muy significativo en la distribución de energía de la fuente de alimentación.

1. Reducción de demanda de las lineas de 5V y 3,3V
2. El conector Molex de 20 pines se amplia, para dar soporte a nuevas necesidades de demanda eléctrica. Ahora pasan a ser 24 pines.
3. El suministro de las lineas de 5V y 3,3V se hace exclusivamente desde el conector explicado en el punto anterior (Molex 24 pines).



Los pines del conector de una fuente de alimentación ATX son:

- Las líneas **negras** son **conexiones a tierra o conexiones COM**
- La linea de **12V (Amarillo)**, suministra corriente de 12 Voltios
- La linea de **5V (Rojo)**, suministra corriente de 5 Voltios
- La linea de **3,3V (Naranja)**, suministra corriente de 3,3 Voltios
- La linea de **-12V (Azul)**.
- La línea **PW-OK (Gris)** es una línea de comprobación de corriente que suele suministrar 5 voltios
- La línea **5vSB (Púrpura)** es la responsable de la alimentación del sistema en el modo de calentamiento Stand-By (5 voltios y un par de amperios son sus valores típicos recomendables).

- La línea **PS-ON (Verde)** (también se etiqueta como PW-ON) permite el encendido de la fuente de alimentación.

2.2.3. SISTEMA DE CABLEADO

A la hora de elegir una fuente de alimentación debes asegurarte de que cuenta con el **número de los cables y conexiones que necesitarás para alimentar a los componentes de tu PC** (número de conectores SATA, Molex, PCI-e, conector de 20+4 pinos, conector de 8 pinos, etc.)



Ilustración 1. Fuente de alimentación semi-modular y sus cables

También puedes elegir si todos esos cables estarán integrados en la propia fuente o se pueden conectar a medida que los vayas necesitando, para de ese modo mejorar la gestión de cables y **optimizar el flujo de aire que refrigerará el interior de la caja**:

- Cableado semi-modular: Como muestra la figura anterior, los conectores principales para alimentar la placa base y el procesador, que vas a necesitar con toda seguridad, están soldados al interior de la fuente, pero ofrece la posibilidad de conectar o desconectar algunos cables opcionales como son los conectores **PCI-e** o algunos **SATA**, para reducir considerablemente el número de cables en el interior de la caja de tu ordenador.
- Cableado modular: Las fuentes modulares, son las que ofrecen una libertad total a la hora de conectar los cables, ya que ninguno de ellos está soldado al interior de la fuente, sino que se conectan a través de conectores específicos.



Ilustración 2. Fuente de alimentación modular

2.2.4. NECESIDADES DE POTENCIA

De forma didáctica, vamos a suponer que tenemos un sistema informático con las siguientes necesidades de potencia:

Componente	Consumo medio de Potencia estimado
Microprocesador	90-130W
Módulos de memoria	5W cada chip de 64 Mbytes
Disquetera	5W
Disco duro	10W-20W (según RPM)
DVD	20W-30W (según RPM)
Placa base	25W-40W
Tarjeta gráfica	100W
Teclado	2 W
Ratón	1W

Incluso en el caso de una configuración reducida, como este ejemplo, el consumo medio se sitúa ya en los 300W, de los que parte de esa energía será consumida en forma de potencia disipada en forma de calor. Esa cota de 300W nos obliga a montar una fuente de alimentación de 350W e incluso pensar seriamente en los 400W como alternativa más saludable para la estabilidad eléctrica de nuestro PC.

A poco que nuestro PC incorpore grabadora de DVD y Blu-ray, los 350W son casi obligatorios para un sistema como el que nos ocupa. Además, el sistema de refrigeración utilizado también supone un consumo extra.

En procesadores y tarjetas gráficas actuales la demanda de potencia aumenta y también más consumo para los sistemas de refrigeración que tendrán más calor de disipar.

Las fuentes de alimentación se clasifican según la cantidad de vatios que soportan, pero ese dato puede no ser del todo fiable pues aunque en la etiqueta de algunas fuentes se indique que suministra una potencia de 500W es la que se genera en el mejor de los casos, con unas condiciones óptimas (a 20° C, 0% de humedad y durante 60 segundos). Por ese motivo el dato sobre los amperios es más fiable. Por tanto, para elegir una fuente de alimentación hay que fijarse en dos datos: los voltios (V) y los amperios (A). La relación entre las unidades voltio, amperios y vatios es la siguiente:

$$\text{Unidades: } \text{Potencia} = \text{Voltaje} \times \text{Intensidad}$$

$$\text{Vatios(W)} = \text{Voltios(V)} \times \text{Amperios(A)}$$

Nota: para entender estos conceptos, imagina una manguera por la que corre agua, el ancho de la manguera serían los voltios que soporta una instalación eléctrica, y la fuerza del agua serían los amperios (intensidad); si multiplicas los voltios por los amperios obtendrás la cantidad de vatios que estás consumiendo.

También es muy importante tener en cuenta que la potencia (W) se reparten en tres líneas bien diferenciadas: los cables de 12v, 5v y 3.3v. El más importante en los ordenadores modernos es el de 12v, porque es el que va al procesador. El resto de componentes se reparten entre estos tres cables de voltaje.

En los sistemas actuales nos podemos encontrar con varios elementos que requieren 12v por lo que por el cable de 12v se debe suministrar la suficiente potencia para todos ellos. Por ejemplo: tenemos una fuente de 600W, pero de esos 600W sólo puede dar 180W para el cable de 12v, ¿es suficiente esa potencia para dar soporte a todos nuestros componentes de trabajan por el cable o línea de 12 voltios?

Otros elementos que influyen a la hora de elegir la fuente están relacionados con características del procesador: **el overclocking y el TDP:**

- **Thermal Design Power(TDP)** – Potencia de Diseño Térmico. Muy importante en relación con el procesador. Representa la máxima cantidad de potencia permitida por el sistema de refrigeración de un sistema informático para disipar el calor. Por ejemplo, un microprocesador puede estar diseñada para 100W de TDP, lo cual significa que puede disipar 100 vatios de calor sin exceder la máxima temperatura de unión de los transistores en el circuito integrado, a partir de la cual el transistor deja de funcionar.
- Uso de **overclocking**, el cual influiría en el TDP, y por lo tanto, en la fuente de alimentación y la refrigeración del microprocesador(que veremos en el próximo punto).

Recursos para comprobar el consumo de tu sistema informático (calculadoras online) :

- <http://outervision.com/power-supply-calculator>
- <http://images10.newegg.com/BizIntell/tool/psucalc/index.html?name=Power-Supply-Wattage-Calculator>

Veamos algunos etiquetados de fuentes de alimentación:

Ejemplo 1: Fuente de 230V en corriente alterna (AC)

AC Input	230VAC 6A 47-53Hz				
DC Output	+3.3V	+5V	+12V	-12V	+5VSB
Max Current	20A	20A	60A	0.4A	2.5A
Max. Combined Power	130W	720W	4.8W	12.5W	
800W					
EAN CODE	4713105957228 - KCAS-800W				

Ilustración 3. Ejemplo 1 Suministro de una Fuentes alimentación

Ejemplo 2:

AC Input	230 Vac 10A 50Hz					
DC Output	+3.3V	+5V	+12V1	+12V2	-12V	+5VSB
Max Current	25A	25A	36A	36A	0.5A	3.0A
Max Combined Wattage	160W	768W				
850W						

Ilustración 4. Ejemplo 2 Suministro de una Fuentes alimentación

Ejemplo 3: Thermaltake Toughpower XT Platinum 1275W



Ejercicio. dada la fuente de la imagen, averigua: estándar que sigue, potencia, vatios y amperaje; si es modular o no ; cuántas líneas de 12v tiene; certificación; otras características que la hacen de alta gama.

2.2.5. CERTIFICACIONES

Más importante que la cantidad de potencia que una fuente de alimentación es capaz de ofrecer, es la **calidad del flujo eléctrico** que produce y lo bien optimizado que esté el proceso de conversión de corriente alterna a corriente continua.

Desde hace algunos años, se mide en una fuente de alimentación la eficiencia energética a la hora de realizar esta conversión y se regula con una certificación : es la certificación 80+ y sus diferentes variantes. Garantizan que, al menos el 80% de la electricidad que consumen, finalmente se convierte en corriente continua que utiliza tu ordenador. El resto se convierte en calor.



Tipo de test 80 PLUS	115V Interno No Redundante				230V Interno Redundante			
Porcentaje de Carga Nominal	10%	20%	50%	100%	10%	20%	50%	100%
80 PLUS		80%	80%	80%				
80 PLUS Bronze		82%	85%	82%		81%	85%	81%
80 PLUS Silver		85%	88%	85%		85%	89%	85%
80 PLUS Gold		87%	90%	87%		88%	92%	88%
80 PLUS Platinum		90%	92%	89%		90%	94%	91%
80 PLUS Titanium					90%	94%	96%	91%

Ilustración 5. Tabla de certificados 80+

Si una fuente de alimentación de 750 vatios, no cuenta con una certificación 80+, realmente estará produciendo menos “vatos útiles” que una fuente con alguna de las certificaciones 80+, ya que la mayor parte de su consumo se malgastará en forma de calor residual.

2.2.6. SISTEMAS DE PROTECCIÓN DE VOLTAJE

Además de contar con un sistema de conversión eléctrica eficiente, algunas fuentes de alimentación incluyen una serie de filtros que absorben y minimizan las fluctuaciones del flujo eléctrico y **protegen** a los componentes de tu PC.

Estos filtros son los llamados **PFC** (del inglés Power Factor Correction) y pueden ser activos o pasivos, siendo los activos mucho más eficientes y recomendables.

La corriente eléctrica que recibes en tu hogar no es equilibrada ya que las diferentes instalaciones por las que pasa hacen que se produzca un “ruido” en su onda y se producen fluctuaciones eléctricas que la hacen inestable. Los filtros PFC reducen y estabilizan esa corriente eléctrica para que llegue más estable a tu PC y no se produzcan picos que puedan dañar los delicados (y caros) componentes de tu PC.

Estos filtros en ningún caso sustituirían la eficacia de un SAI, pero sí **reducen el riesgo de averías en tu PC causadas por un flujo eléctrico irregular**.

Si el fabricante no indica específicamente que la fuente de alimentación cuenta con un filtro PFC activo, es que solo tiene pasivo. Al igual que la certificación 80+, es una característica que, en caso de incluirla, estará bien publicitada.

2.3. LA REFRIGERACIÓN. TIPOS

Mantener el sistema refrigerado es un factor determinante en la longevidad del equipo así como en el aprovechamiento óptimo de las prestaciones del mismo. El sobrecalentamiento puede provocar daños en los componentes e incluso pérdida de datos.

Casi todos los componentes internos del ordenador generan calor cuando están funcionando aunque en mayor medida el/los microprocesador/es, la tarjeta gráfica, el chipset de la placa base , la memoria RAM y el disco duro.

Los dos tipos principales refrigeración **por ventilación y refrigeración líquida**. Aunque existen también otras denominadas extremas.

2.3.1. SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN POR AIRE O SISTEMAS DE VENTILACIÓN.

Se encarga de permitir el flujo de aire en el interior de la caja para que la temperatura no sea muy elevada, y esta tarea la realizan por medio de una serie de ventiladores o disipadores del calor que se encuentran en la fuente de alimentación, en aquellos dispositivos más sensibles a sobrecalentamiento (microprocesadores, tarjetas gráficas y chipset) o incluso fijados en la misma caja con ventiladores adicionales).

El ventilador del microprocesador es clave debido a que el sobrecalentamiento del mismo suele ser bastante grande. Normalmente la unión del microprocesador con el ventilador se consigue mediante una superficie metálica que contiene un disipador sobre el que se monta el ventilador. Para que esta disipación térmica sea efectiva se suele emplear una sustancia denominada ‘pasta térmica’ que suele contener plata.

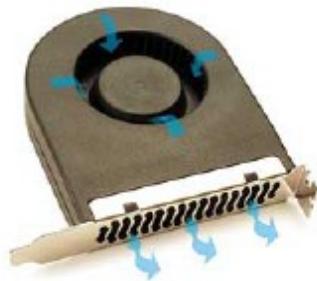
El mundo de la informática encontramos principalmente 2 tipos de ventiladores:

1. **Turboventiladores:** Consisten en un eje del que parten un número de aspas con un ángulo de ataque fijo que generan una corriente de aire paralela al eje de rotación. Su ventaja es que son los más eficientes transformando potencia en corriente de aire pero sin embargo producen un nivel de ruido elevado comparada con la siguiente tecnología. En la actualidad son los más extendidos y se pueden encontrar de todos los tamaños. En la imagen se puede ver un ejemplo de este tipo de ventiladores que todos conocemos ampliamente.



Ilustración 6. Turboventilador

2. **Ventiladores centrífugos:** En inglés llamados '*blowers*'. El sistema es similar a esas puertas giratorias de algunos hoteles con palas paralelas al eje pero girando a alta velocidad. Al rotar el sistema, el aire entre las palas es propulsado hacia las paredes exteriores debido a la fuerza centrífuga, en un lado hay una abertura por la que sale el aire a gran velocidad. Su gran ventaja es lo increíblemente silenciosos que son estos ventiladores y la presión que ejercen en disipadores de gran complejidad. Su desventaja es la pequeña abertura para la salida de aire.



Blower

Ilustración 7. Ventilador
centrífugo/blower

El método tradicional es la refrigeración mediante ventiladores situados sobre un disipador de cobre o aluminio. El calor del micro se expande por la superficie del disipador y el ventilador se encarga de generar un flujo constante de aire.

Este método es barato pero muy ruidoso y da poco margen al overclocking. Por ello cada vez es más frecuente usar otros sistemas.

2.3.2. SISTEMAS REFRIGERACIÓN LÍQUIDA O WATERCOOLING

Es una técnica de enfriamiento que usa agua o cualquier líquido refrigerante en lugar de ventiladores y disipadores de calor. La Refrigeración Líquida trata de mantener fríos los componentes intentando pasar el calor que generan a estos líquidos, que tienen mayor conductividad térmica que el aire, y la idea consiste en un circuito cerrado de líquido que extrae el calor para enfriarlo fuera del chasis.

Todos los sistemas de refrigeración líquida deben contar con varios componentes básicos:

- El líquido, normalmente agua destilada con un 10-15% de anticongelante (ej. anticongelantes para coches)
- Un depósito o bloque de líquido, generalmente de cobre o aluminio,
- El circuito de líquido (conjunto de tubos por los que fluye el líquido refrigerante,
- La bomba que genera la circulación del líquido,



Bomba Eheim 1048 y depósito

Ilustración 8. Bomba de una refrigeración líquida

- Un radiador (componente que enfriá el líquido del circuito mediante tubos muy finos que pasan el calor al aire).



Radiador BlackIce

Ilustración 9. Radiador de una refrigeración líquida

- y los ventiladores que enfrián ese aire.

El funcionamiento es el siguiente: el fluido que está almacenado en el depósito va hacia la bomba que es la encargada de mover y dar presión al líquido para que pueda pasar por todos los componentes (procesador, chipset, gráfica, etc). Cuando el líquido ya ha pasado por todos va al radiador que suele

tener unos ventiladores que hacen fluir el aire y enfrián el líquido que pasa a través del radiador. Una vez enfriado se dirige al depósito para comenzar de nuevo el recorrido.

Nota: una variante del sistema de enfriamiento líquido consiste en usar aceite en lugar de agua. Dado que el aceite común no conduce la electricidad.

Ventajas de la refrigeración líquida.

- Se enfriá el ordenador en su conjunto ya que a diferencia de los sistemas tradicionales no se disipa el calor dentro del chasis.
- El medio refrigerante es económico y fácil de obtener.
- Se mantienen los principales elementos del ordenador aislados del medio circundante, evitando la exposición al polvo.
- Es silencioso.
- Se disipa el calor en todo el sistema y no solo el acumulado en algunos puntos específicos, logrando una temperatura en torno a los 21º.
- Hay modelos de refrigeración que crean gran impacto visual debido a su estética.

2.3.3. SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN EXTREMA

Este tipo de refrigeraciones se usa cuando queremos hacer **overclocking**. Pero, ¿que es overclocking?

Overclocking es toda técnica que tiene por objeto acelerar alguno de los componentes físicos del ordenador (hardware), yendo más allá de las especificaciones técnicas que el fabricante aconseja o, en muchos casos, limita.

1. Placas Peltier

En caso de querer refrigeración extrema se puede emplear placas Peltier. Son una opción muy interesante para los overclockers (usuarios que suben la frecuencia de procesamiento y su voltaje para aumentar el rendimiento)

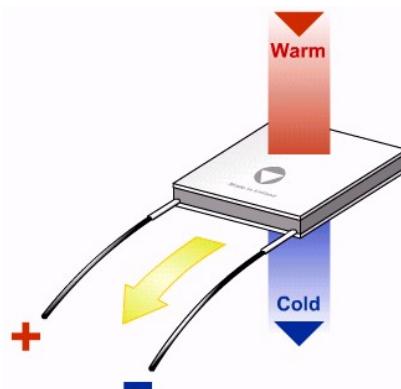


Ilustración 10. Placa Peltier 1

Las unidades que se basan en este efecto son como pequeñas plaquitas a las que van conectados los cables de alimentación. Su peculiaridad es que al hacer pasar electricidad por ellas, uno de los lados se vuelve frío, mientras que el otro se vuelve caliente.

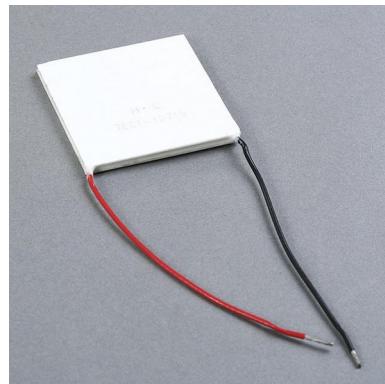


Ilustración 11. Placa Peltier 2

La constante temperatura en el lado frío es muy favorable para el overclocking, pero las unidades peltier tienen también sus desventajas:

- Alto consumo eléctrico
- Aunque enfrián el micro, el calor disipado por el lado caliente sigue requiriendo una buena refrigeración dentro de la caja, ya que si no es así se elevará la temperatura del resto de componentes del ordenador.
- Dependiendo de la temperatura y la humedad, se puede producir condensación e incluso puede formarse hielo. Esto puede solucionarse mediante aislantes térmicos.

Las unidades peltier están disponibles en varios tamaños y voltajes. El tamaño adecuado está entre los 30x30 y los 40x40 mm, mientras que el voltaje debe ser de 5 ó 12v (los voltajes que proporciona la fuente de alimentación del ordenador).

2. Hielo Seco

Tanto para el uso de hielo seco como de nitrógeno líquido (siguiente punto), necesitamos el uso de un recipiente especial, llamado POT. Un POT es un recipiente fabricado en aluminio y cobre, en los que deposita el LN₂(Nitrogeno Líquido) o Hielo seco y cumple el trabajo de hacer contacto con el Procesador y transmitir las bajas temperaturas de estos refrigerantes.

El **hielo seco** es dióxido de carbono en estado sólido. Cuando se sublima (pasa de estado sólido a gaseoso) no deja humedad, lo que lo convierte en un excelente refrigerante a la hora de hacer **overclocking**. Este se usa en combinación con Acetona o Alcohol isopropílico y se llegan a obtener temperaturas de alrededor de -78°C

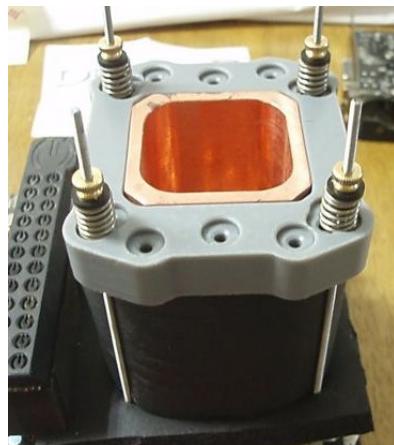


Ilustración 12. POT

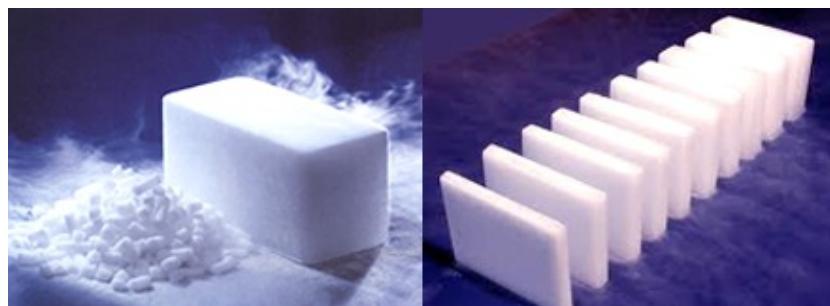


Ilustración 13. Hielo seco

Puede transportarse en una *nevera de icopor* o hasta cajas de cartón sin mayor problema

3. Nitrógeno líquido

El **nitrógeno líquido** (LN2) es el preferido por los overclockers extremos porque da la posibilidad de llegar a una temperatura alrededor de -195°C, pudiendo así alcanzar niveles altísimos de overclock.



Ilustración 14. Nitrógeno Líquido

Debe transportarse en un recipiente conocido como *Dewar* para que no se evapore. Además, para manejar estos refrigerantes es recomendado usar guantes, dado que por sus bajas temperaturas pueden causar fuertes quemaduras.

2.4. LA PLACA BASE

Si existe algún componente fundamental entre todos los que integran un PC, este es sin duda alguna la placa base, también denominada frecuentemente placa madre o mediante los términos en inglés *motherboard* o *mainboard*.

La placa base de un ordenador es el dispositivo sobre el que se montan los demás componentes del PC, tales como el microprocesador, las diferentes tarjetas de expansión y la memoria. La función principal de la placa base es la de servir de vía de comunicación entre los citados componentes, proporcionando las líneas eléctricas necesarias y las señales de control para que todas las transferencias de datos se lleven a cabo de manera rápido y fiable.

2.4.1. FORMATOS DE LA PLACA BASE

Han existido diversos formatos desde el momento de la aparición del PC, al formato habitual se le bautizó como Baby-AT o simplemente AT, que especificaba un tamaño de placa de 220x330 mm, determinando la posición de los diferentes componentes de la placa, así como las características del conector de alimentación eléctrica dividido en dos piezas. Este formato perduró mucho tiempo, hasta que a partir de la evolución de los diferentes componentes y dispositivos se empezaron a notar diversas desventajas en la placa y la gran maraña de cables que esto ocasionaba. Una placa base AT se identifica principalmente por el conector del teclado, también denominado AT (una clavija ancha de tipo DIN de 5 patillas), así como por el conector de alimentación eléctrica, formado por dos piezas de seis cables cada una, con cuatro cables negros (dos en cada pieza) situados en el centro.

La especificación ATX

En 1995, Intel presentaba al mercado una importante alternativa: la especificación ATX 1.0. Con esta especificación se pretendía conseguir placas más fiables, económicas y funcionales.

El formato ATX tiene un tamaño típico de 305x244 mm, permitiendo que los conectores y zócalos estén mucho más accesibles, así como una reducción en la longitud de los cables, lo que evita las marañas típicas de las placas AT. Igualmente reduce la posibilidad de interferencias y emisión de radiación electromagnética.

La fuente de alimentación también se ha rediseñado. El conector de alimentación ahora es de una sola pieza, frente al conector de dos piezas típico del formato AT, y soporta no sólo los clásicos voltajes de 5V y 12V, sino también 3,3V, con los que funcionan algunas placas. Además se añade una línea de control por software. Sus características más significativas son:

- Un nuevo diseño que cambia la situación de todos los componentes, de manera que estos no entorpezcan la utilización de tarjetas de expansión largas.
- Presentan una mayor integración de componentes, por lo que es habitual que las placas ATX lleven el chip de audio y de video integrado, así como sus correspondientes conectores. Igualmente podemos encontrar otros componentes ya integrados en la propia placa, como adaptadores de red Ethernet.
- Todos los conectores de entrada/salida se localizan en la parte posterior derecha, lo que obliga al uso de cajas totalmente diseñadas a tal efecto en su parte trasera.

- El conector de alimentación presenta un aspecto más compacto con nuevas funciones. Asimismo, se simplifica el cableado y se mejora la fiabilidad al situarlo más cerca del zócalo del microprocesador.
- Los zócalos de memoria están en una posición más accesible y lejos de las ranuras de expansión.
- Los conectores para disqueteras, discos duros y otros sistemas de almacenamiento se sitúan cerca de estos.

Los principales formatos son los ATX:

Formato	Tamaño
ATX	305 x 244 mm
Micro-ATX	244 x 244 mm
FlexATX	229 x 191 mm
Mini ATX	284 x 208 mm
Mini ITX	70 x 244 mm
Nano ITX	20 x 244 mm

Tabla 3.1. Tamaño de los formatos ATX

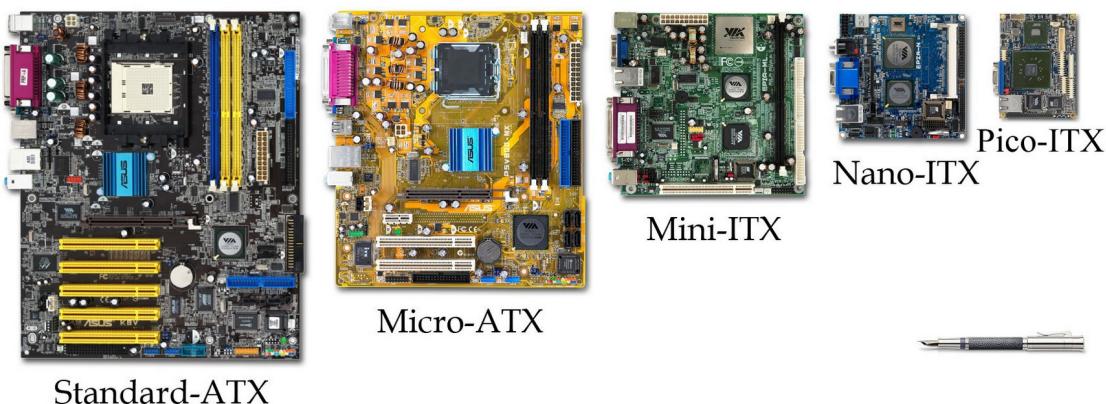


Ilustración 15. Imágenes de los formatos ATX

También existen los modelos BTX que pueden ser:

Formato	Tamaño
BTX	325 x 267 mm
micro-BTX	264 x 267 mm
picoBTX	203 x 267 mm

Tabla 3.2. Tamaño de los formatos BTX

2.4.2. LOS COMPONENTES DE UNA PLACA BASE

Aunque existen placas base de muchas formas, tipos y tamaños, sin embargo la estructura general de la mayoría de ellas así como los elementos que las integran vienen a ser muy similares entre sí, con la excepción de determinadas placas base con características o formatos muy específicos.

Una placa base no es sino una gran placa de circuito impreso que conecta entre sí los diferentes elementos contenidos en ella y que conforman la estructura básica del PC.

Básicamente, los elementos que componen toda placa base son:

- el zócalo del microprocesador, los zócalos de memoria,
- los diferentes conectores tanto internos como externos,
- las ranuras de expansión y
- una serie de chips o circuitos integrados encargados en mayor o menor medida de ciertas tareas específicas, fundamentales para el correcto funcionamiento de nuestro PC y que determinan las prestaciones del mismo.

2.4.3. LA PILA

Todas las placas base suelen incluir una pequeña pila o batería de tipo botón.

Cuando se apaga el ordenador, la fuente de alimentación deja inmediatamente de proporcionar electricidad a la placa madre. Al encender nuevamente el ordenador, el sistema continúa en hora. Un circuito electrónico denominado **CMOS** (Semiconductor de óxido metálico complementario), también llamado **BIOS CMOS**, conserva algunos datos del sistema que son usados por la **BIOS**, como la hora, la fecha del sistema y algunas configuraciones esenciales del sistema y configuraciones realizadas por el usuario a través de un programa específico para ello denominado Setup.

2.4.4. RELOJES Y MULTIPLICADORES

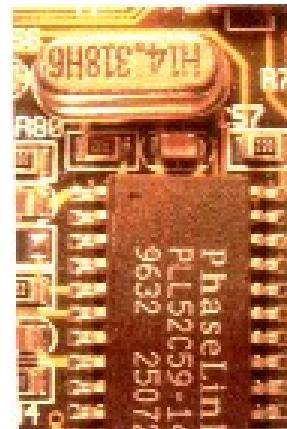
Está formado por los siguientes elementos:

El oscilador. La señal de reloj se origina en un diminuto oscilador de cuarzo que emite una secuencia de pulsos con periodicidad exacta. En la figura es el elemento superior.

El generador del reloj. Los pulsos del oscilador pasan al generador de reloj, un chip que realiza tres funciones básicas:

1. Modular la secuencia de pulsos anterior y convertirse en esa señal de onda digital, cuadrada, periódica y sincrona que constituye el reloj.
2. Distribuir esta señal en muchas de diferentes velocidades para atender las necesidades de los chips más lentos y de los más rápidos. Para ello se usan los divisores de frecuencia y los multiplicadores respectivamente.
3. Configurar una serie de registros internos que programan las frecuencias de todos estos relojes (las diferentes señales de reloj)

La frecuencia del reloj del sistema (expresada en MHz) no es más que el número de pulsos que el oscilador emite por segundo.



El **reloj en tiempo real** (o RTC). En los primeros PC era necesario que el usuario tecleara la fecha y hora a cada nuevo encendido; a partir de ahí, el registro horario se mantenía utilizando el canal 0 del PIT. Para evitar su pérdida, desde el PC-AT en adelante se incluyó un reloj interno, RTC (Real-Time Controller), que marcará el paso del tiempo mientras que el PC se encontrara apagado, dotándolo de una pila y unas celdas de memoria para registrar su valor internamente (la memoria CMOS).

2.4.5. LA BIOS

La **BIOS (Basic Input Output System)** es el chip que contiene el código máquina de todas las rutinas de servicio para las interrupciones del sistema relacionadas con entrada/salida. Este software es el primero en ejecutarse durante el proceso de arranque de una placa base, de ahí su vital importancia.

Inicialmente, la BIOS se almacenaba en un chip de memoria ROM (solo lectura), por lo que la única forma de actualizarla era cambiando este chip. Actualmente, la práctica totalidad de las placas existentes en el mercado incorporan un chip de memoria tipo EPROM denominada flash BIOS, que además cuenta con el apoyo de otro chip de memoria estática llamado **CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor)**. Este chip flash BIOS puede ser actualizado mediante software, y permite mucha más flexibilidad a la hora de disponer de una BIOS que incorpore nuevas prestaciones para nuestra placa base, añadiendo nuevas funciones a las que antes no teníamos acceso, sin necesidad de realizar ningún otro cambio. Basta con conseguir del fabricante la última versión disponible de BIOS para nuestro modelo de placa base y, con un sencillo programa que generalmente también es suministrado por el fabricante, escribir de nuevo el código actualizado en el chip de la flash BIOS. De esta forma, podremos disponer siempre de las más recientes funciones de control de nuestra placa base desarrolladas por el fabricante.

Las memorias de tipo EPROM se programan gracias a una elevación del voltaje (tensión) superior a la que se le aplica en el funcionamiento normal (lectura). Por ejemplo, una EPROM que funciona a 5 voltios, se le aplica una tensión de 12 v para ponerla en modo escritura.

Nota: existen 3 tipos de memoria UV-PROM (Ultra Violet PROM), EEPROM (Electronically Erasable PROM) y EPROM.

En la actualidad, los principales fabricantes de BIOS para placas base son AMI y AWARD de Phoenix Technologies.

El proceso de arranque

Cuando se arranca un PC se realizan una serie de procesos que duran tan solo unos segundos, pero que son muy importantes. La BIOS realiza inicialmente un autochequeo de encendido denominado **POST (Power On Self Test)** que se encarga de verificar todos los componentes vitales de nuestra placa base: memoria, microprocesador, caché, DMA, teclado, sistema gráfico, y disco duro fundamentalmente. Si durante esta comprobación se detecta algún error, la BIOS responderá con una serie de pitidos a través del altavoz del PC. Según el número de pitidos y su duración podemos determinar el tipo de error. Estos códigos de error generalmente están estandarizados, al menos los principales como fallo de memoria, de gráfica, etc.

El proceso de arranque de la BIOS es el responsable de todos los mensajes que nos aparecen en el tiempo que transcurre justo desde que encendemos el ordenador hasta que vemos el mensaje de arranque del SO. La secuencia de aparición de los mensajes es:

1. Mensaje de la BIOS de la tarjeta gráfica. Esta BIOS es independiente y diferente de la BIOS de la placa base.
Nota: en realidad existen varias BIOS dentro del PC: en la tarjeta gráfica, en algunos discos duros, en controladores SCSI, etc, aunque cuando se habla de la BIOS nos referimos a la BIOS de la placa.
2. Seguidamente aparece el nombre del fabricante de la BIOS, así como su versión.
3. A continuación, la BIOS indica el microprocesador que tengamos instalado y su frecuencia en Mhz.
4. La BIOS hace una comprobación de la memoria RAM y nos muestra el tamaño total de la memoria instalada en nuestro sistema.
5. Despues aparece un mensaje indicativo que nos indica que debemos hacer si queremos acceder a la BIOS del PC y que generalmente es presionando la tecla Supr, f1, f2, f10, f11,...según fabricante
6. Posteriormente aparecen unos mensajes informativos referidos a otros dispositivos, generalmente información relativa a los discos duros detectados por la BIOS.
7. Por último, la BIOS enseña un cuadro resumen donde aparecen todas las características más significativas acerca de la configuración de nuestro PC: el tipo de microprocesador instalado, la memoria RAM existente, las diferentes direcciones base de memoria de los puertos serie y paralelo.

Si la BIOS no está preparada para entenderse con un nuevo dispositivo, se traslada la responsabilidad de la configuración al S.O. de modo que se instala un controlador software (driver) para que se albergue en memoria.

Fabricantes de BIOS

Los 3 principales fabricantes son: Award/Phoenix, AMI, Microid Research

2.4.6. UEFI. EVOLUCIONANDO LA BIOS

Como podemos concluir del punto anterior, la BIOS tiene una serie de limitaciones importantes. Ésta apenas ha evolucionado en prácticamente 30 años. Pero estas limitaciones son solventadas por la UEFI.

La UEFI es una extensión del proyecto EFI de Intel (usado en equipos Mac) escrito en lenguaje C, que proporcionará mayor flexibilidad, potencia y facilidad de uso mediante una **interfaz de usuario gráfica**. Esta interfaz permitirá arrancar el equipo mucho más rápido iniciando componentes en paralelo y no de forma secuencial, posibilitando arranque en sistemas de 32 bits para discos mayores de 2 Tbytes o incluyendo sistemas de seguridad avanzados.

Además, el chip de memoria que incluiría UEFI no estaría bloqueado en la placa por lo que podría añadirse extensiones de terceros como herramientas para overclocking o software de diagnóstico. Funciones muy interesantes para superar las limitaciones de BIOS tras un reinado de cerca 30 años.

Se volverá a estudiar BIOS y UEFI en el tema 3

2.4.7. CONJUNTO DE CHIPS

Un **circuito integrado (CI)**, también conocido como **chip** o **microchip**, es una pastilla pequeña de material semiconductor, de algunos milímetros cuadrados de área, sobre la que se fabrican circuitos electrónicos y que está protegida dentro de un encapsulado de plástico o cerámica.

En la placa base existen un gran número de chips que funcionan como controladores de los buses de la placa.

El **conjunto de chips** es el componente que envía datos entre los distintos buses del equipo para que todos los componentes que forman el equipo puedan a su vez comunicarse entre sí. Originalmente, el **conjunto de chips** estaba compuesto por un gran número de chips electrónicos (de allí su nombre). Pero con el tiempo los chips se han ido agrupando y absorviendo más funciones, aglutinando controladores en finalmente sólo dos chips de mayor envergadura denominándose **chipset**.

Generalmente los chips se suelen agrupar según sus funciones en lo que se denomina **Northbridge** y **Southbridge**:

El **Puente Norte** o **Northbridge** (que también se conoce como controlador de memoria), se encarga de controlar las transferencias entre el procesador y la memoria RAM y la Gráfica. Se encuentra ubicado físicamente cerca del procesador y suele ser el chip de mayor tamaño de los que forman el chipset. También es conocido como MCH (concentrador controlador de memoria) en sistemas Intel y GMCH que significa Concentrador de controladores gráficos y de memoria si incluye el controlador del sistema gráfico.

El **Puente Sur** o **Southbridge** (también denominado controlador de entrada/salida o controlador de expansión) administra las comunicaciones entre los distintos dispositivos periféricos de entrada-salida; gestiona componentes como los puertos PCI, canales IDE, Bus SATA, las unidades de disquete, los puertos USB, la gestión avanzada de energía, el sistema de audio integrado en la placa base o el reloj de tiempo real. También se lo conoce como **ICH** (Concentrador controlador de E/S).

El puente sur podía estar complementado por un pequeño controlador denominado **Súper E/S** (súper I/O) y es un chip que le ayuda a realizar algunas funciones más sencillas.

FUNCIONES DE CONTROL DE LOS CHIPS DE LA PLACA.

- **Frecuencia del bus del sistema:** El bus del sistema es la principal vía de comunicaciones de la placa base con todos sus elementos. Este bus se caracteriza por tener una frecuencia característica de funcionamiento en función del modelo de chipset y el microprocesador al que vaya destinado.
- **Soporte para el microprocesador:** Una de las principales funciones del chipset es la detección correcta del microprocesador y el pleno soporte de todas sus funciones. Esta es una de las principales razones de la rápida evolución de los chipsets: nuevos procesadores cada vez más rápidos necesitan nuevos chipsets que les proporcionen un soporte completo. Cada chipset se diseña pensando en un procesador o familia de procesadores concretos.

- **Controlador de memoria (MMU Memory Management Unit):** Gestiona la memoria RAM del sistema y en general todo el subsistema de memoria, incluidos los diferentes niveles de la memoria caché.
- **Controlador de Acceso Directo a Memoria (DMA Direct Memory Access):** Permite el acceso directo a la memoria a determinados dispositivos, sin pasar por el microprocesador, lo que agiliza el rendimiento de ciertas operaciones con dispositivos específicos como los discos duros. El DMA es controlado por una parte del chipset denominada controlador de DMA. Igualmente soporta la función de arbitraje de bus (bus mastering), que es una mejora del DMA que permite que un dispositivo tome directamente el control del bus del sistema para llevar a cabo las transferencias de datos.
- **Buses de comunicación entre los chips que forman el chipset y entre los chipsets:** Otro factor fundamental es el bus de comunicaciones que enlaza los diferentes chips, sobre todo entre el NorthBridge y el SouthBridge. De su frecuencia de funcionamiento y de sus características internas dependen directamente el rendimiento que pueda ofrecer cada chipset.
- **Controlador de interrupciones (IPC):** Es otra parte del chipset encargada de gestionar todo el sistema de interrupciones del PC. Las interrupciones se verán en un apartado más adelante.
- **Reloj de tiempo real (RTC Real Time Clock):** Mantiene la hora del sistema.
- **El soporte para la gestión de energía:** Todos los chipsets actuales soportan una serie de funciones para la gestión y ahorro de energía eléctrica. El soporte a esta característica es función del chipset en colaboración con la BIOS y el SO.
- **Estándares de memoria soportados:** Existen muchos tipos de estándares de memoria. Dependiendo del tipo de estándar que soporten, el sistema informático trabajará con una o otra tipo de memoria. Los estándares más frecuentes y fundamentales son:
 - a. SDRAM estándar (ya obsoletos), como las PC-100 y PC-133
 - b. SDRAM DDR (de doble tasa de transferencia de datos), en sus diferentes versiones: DDR, DDR2, DDR3 y las actuales y más recientes DDR4
- **Controlador IDE/ATA:** Para los discos duros y otros dispositivos de almacenamiento que cumplen con el estándar IDE/ATAPI. Esta parte del chipset es la encargada de controlar los dos conectores IDE que habitualmente suelen integrar todas las placas base actuales.
- **Serial ATA:** Una interfaz de transferencia de datos entre la placa base y los discos duros y otros dispositivos de almacenamiento. Sustituye al tradicional ATA/PATA anterior.
- **AGP:** Antiguo bus de expansión para gráficas.
- **PCI-Express:** Bus de comunicación serie de altas prestaciones.
- **Controlador de infrarrojos (IrDA):** Controla la conexión de dispositivos que funcionan mediante rayos infrarrojos.

- **Controlador de Bluetooth.**
- **Controlador PS/2:** Para el control de teclados y ratones con este formato.
- **Puertos USB:** Da soporte del estándar de la conexión serie USB en sus distintas versiones.
- **Audio:** Da soporte a un subsistema de audio integrado en la propia placa base.
- **Tarjeta de red Ethernet 10/100/1000 integrada:** Cada vez es más frecuente encontrar en las actuales placas base chipsets que permiten la integración de una tarjeta de red Fast Ethernet dual a 10,100 o 1000 Mbps.
La velocidad con que se mueven los datos en el interior de un PC están muy estrechamente relacionada con el chipset integrado en la placa base, así como el resto de la electrónica necesaria.
- **Control de periféricos y del bus de E/S:** Las placas base actuales disponen de una serie de buses (algunos vistos anteriormente), a los que los chipset dan soporte para su uso, como: PCI y AGP, PCI-E, AGP, USB, IEEE 1394, PCI-X, etc

Algunos fabricantes de chips: Intel, AMD, nVidia, VIA, WinBond, ITE, SiS, MSI, etc.

2.4.7. LOS BUSES DEL SISTEMA

Como vimos en el tema 1, se denomina **bus**, en informática, al conjunto de conexiones físicas (cables, placa de circuito impreso, etc.) que pueden compartirse con múltiples componentes de hardware para que se comuniquen entre sí.

El propósito de los buses es reducir el número de rutas necesarias para la comunicación entre los distintos componentes, al realizar las comunicaciones a través de un solo canal de datos. Ésta es la razón por la que, a veces, se utiliza la metáfora "autopista de datos".

Un bus se caracteriza por:

- **ancho de bus:** el término "ancho" se utiliza para designar el número de bits que un bus puede transmitir simultáneamente. Se expresa en bits y corresponde al número de líneas físicas mediante las cuales se envía la información en forma simultánea. Un cable plano de 32 hilos permite la transmisión de 32 bits en paralelo.
- **velocidad del bus** se define a través de su frecuencia (que se expresa en Hertz o Hertz), es decir el número de paquetes de datos que pueden ser enviados o recibidos por segundo.
- El **ancho de banda** de un bus viene determinado por el ancho del bus (si es de 16, 32, 64 bits,...), la frecuencia de dicho bus y el número de transferencias que realiza por ciclo de reloj.

Por ejemplo, un FSB de 32 bits de ancho (4 bytes), funcionando a 100 MHz y que realice 4 transferencias por cada ciclo de reloj, ofrece un máximo teórico de 1.600 megabytes por segundo.

De esta manera, es posible hallar la velocidad de transferencia máxima del bus (la cantidad de datos que puede transportar por unidad de tiempo) al multiplicar su ancho de bus por la frecuencia. Por lo tanto, un bus con un ancho de 16 bits y una frecuencia de 133 MHz, tiene una velocidad de transferencia de:

$$16 * 133.10^6 = 2128 * 10^6 \text{ bit/s} = 2128 * 10^6 / 8 \text{ bytes/s} = 266 * 10^6 \text{ bytes/s} = 266 * 10^3 \text{ KB/s} = 266 * 10^3 / 1000 \text{ MB/s} = 266 \text{ MB/s}$$

LOS BUSES PRINCIPALES

Si analizamos la arquitectura del PC, podemos ver que existen varios caminos por los que fluye la información, siendo el centro neurálgico el microprocesador, ya que es el componente que maneja y procesa toda esta información. Así pues, podemos diferenciar tres canales de comunicación principales en una placa base:

- Entre el microprocesador y las memorias (RAM y caché).
- Entre el microprocesador y la tarjeta gráfica.
- Entre el microprocesador y las tarjetas de expansión

Es interesante tener en cuenta que para que dos buses se comuniquen entre si, deben poseer el mismo ancho. Por lo general, se utiliza el término **puente** para designar un componente de interconexión entre dos buses y es éste el que se encarga de hacer la adaptación para que la información pueda pasar de un bus a otro con ancho distinto.

EL BUS DEL SISTEMA: FSB Y BSB; TECNOLOGÍAS HYPERTRANSPORT Y QPI.

Al igual que los dispositivos de almacenamiento y muchos otros dispositivos comunican sus datos mediante un cable (bus), la placa también dispone internamente de un camino general de comunicaciones conocido como bus de la placa o bus del sistema. Técnicamente se le conoce como **Front Side Bus** o **FSB**.

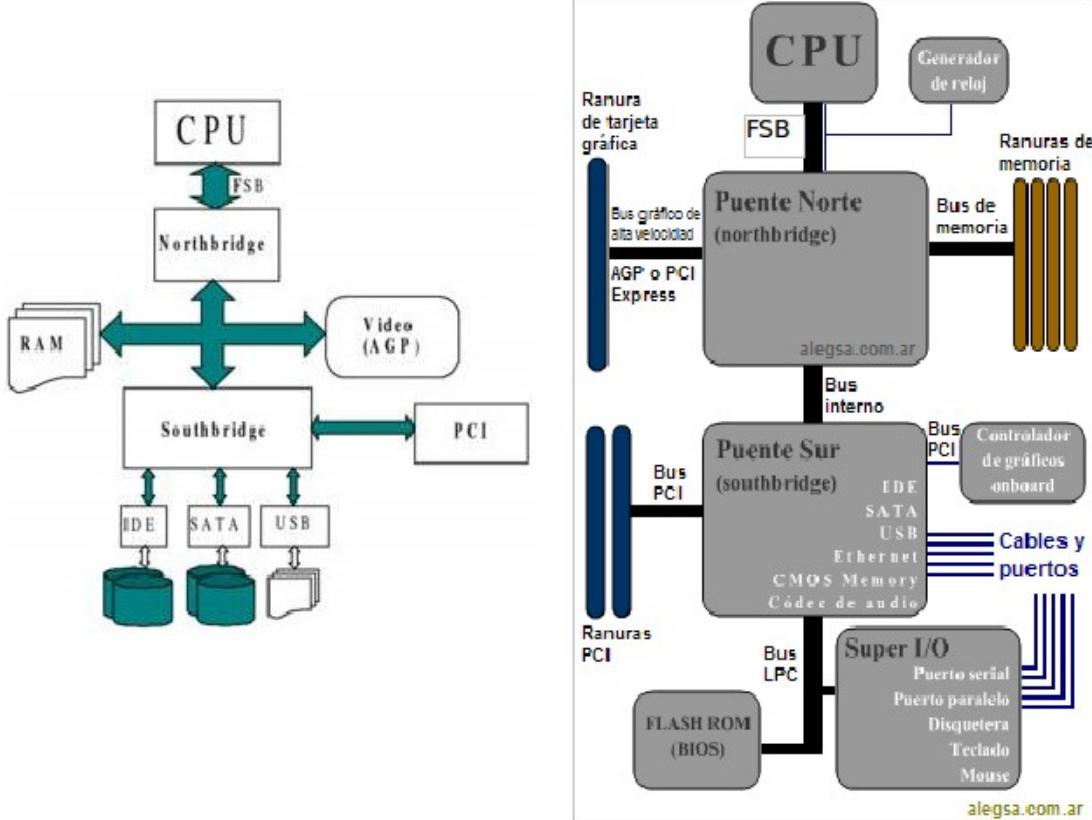


Ilustración 16. Arquitectura con bus FSB

Hay que tener en cuenta también el uso de la caché externa en este tipo de arquitectura. El bus del sistema se desdobra en dos con la llegada de la caché externa, llamando BSB (bus trasero) al bus que conecta el microprocesador con la caché externa y FSB (bus frontal) al bus que conecta la caché externa con el resto del sistema a través del chipset norte. Ampliaremos más detalles del BSB en otro punto más adelante en el tema.

El bus del sistema (FSB y BSB) se caracteriza por tener una frecuencia característica de funcionamiento, de tal forma que a mayor frecuencia de bus tendremos una placa base más rápida en términos generales. La frecuencia de funcionamiento del bus del sistema depende directamente del chipset integrado en la placa base, por lo que se convierte en un factor muy a tener en cuenta a la hora de elegir una placa base.

Intel® P35 Express Chipset

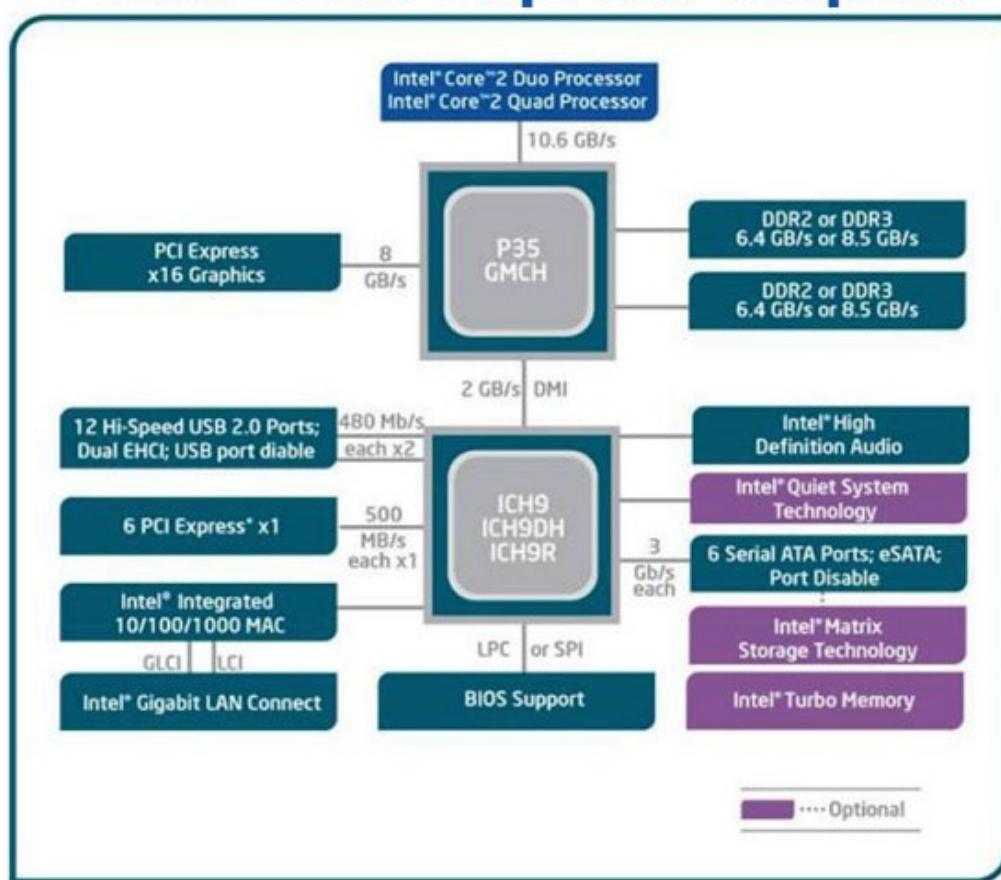


Ilustración 17. Ejemplo de arquitectura FSB

La frecuencia de funcionamiento del bus interno de la placa base es uno de los factores fundamentales a tener en cuenta a la hora de evaluar una arquitectura, ya que va a condicionar directamente la frecuencia de funcionamiento de todos los componentes conectados a la placa base, entre ellos dos especialmente críticos: la memoria RAM y el microprocesador.

Debido a este tipo de arquitectura, y que a lo largo del tiempo los microprocesadores han ido mejorando muchísimo su rendimiento, nos encontrábamos con un **cuello de botella** en este tipo de arquitectura. El problema radicaba en que el microprocesador puede trabajar a un rendimiento mucho mayor que lo que el bus local FSB puede transmitir con su ancho de banda, y el microprocesador tiene

que esperar a que ese flujo de información llegue o salga por un bus que no es capaz de soportar esa demanda de información. Por tanto, se desaprovecha rendimiento del microprocesador, y aparece el cuello de botella

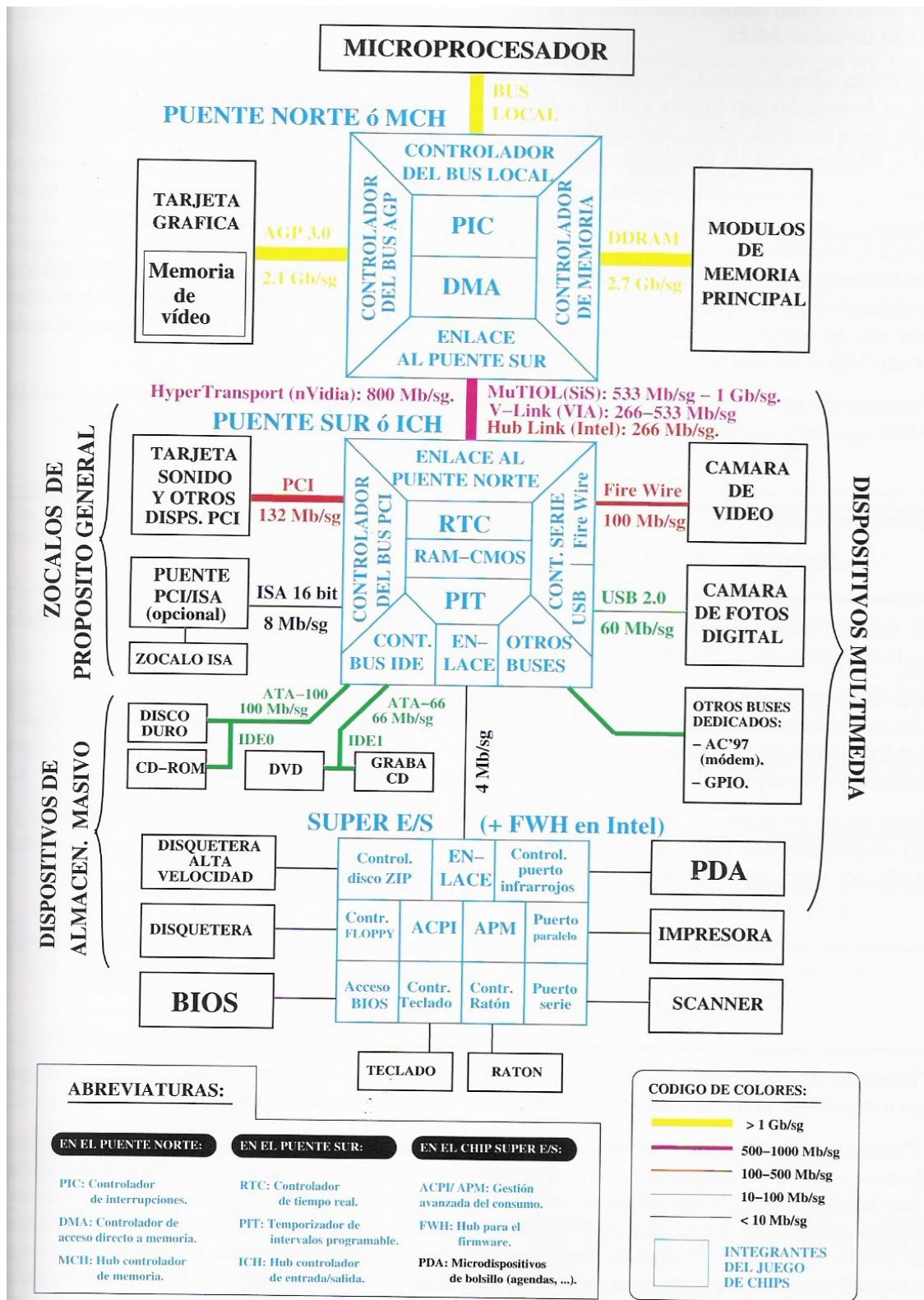


Ilustración 18. Arquitectura detallada de una placa con bus FSB

Para solucionar la deficiencia de esta arquitectura, a partir del 2001, aparece la tecnología **HyperTransport**, De este modo el controlador se incluye en el procesador y se reemplaza ase pudo implementar una tecnología capaz de reemplazar el uso del **FSB**. AMD apostó por el HyperTransport y empresas fabricantes de chipsets como NVIDIA, Silicon Integrated Systems o VIA Technologies, comenzaron a eliminar el uso del FSB sustituyéndolo con HyperTransport.

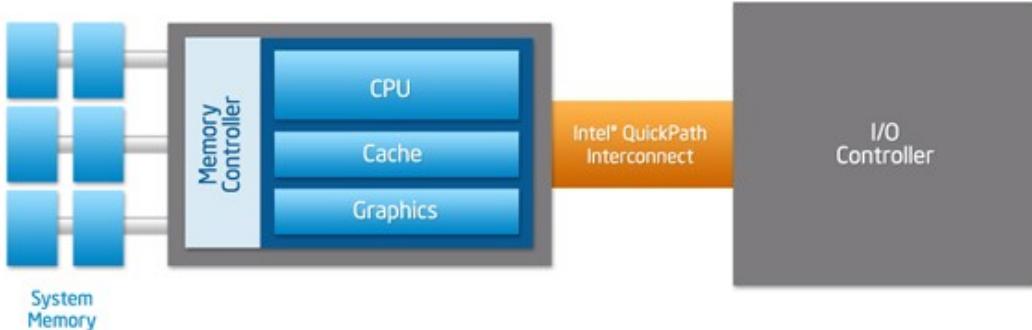


Ilustración 19. Arquitectura QPI de Intel

Por otro lado Intel, para competir con HyperTransport de AMD, sustituyó el FSB por el **QPI** (**QuickPath Interconexión**) conexión punto a punto con el procesador que podemos encontrar en las placas para procesadores de gama **Core I**. Con estas tecnologías la frecuencia del bus del sistema se dispara.

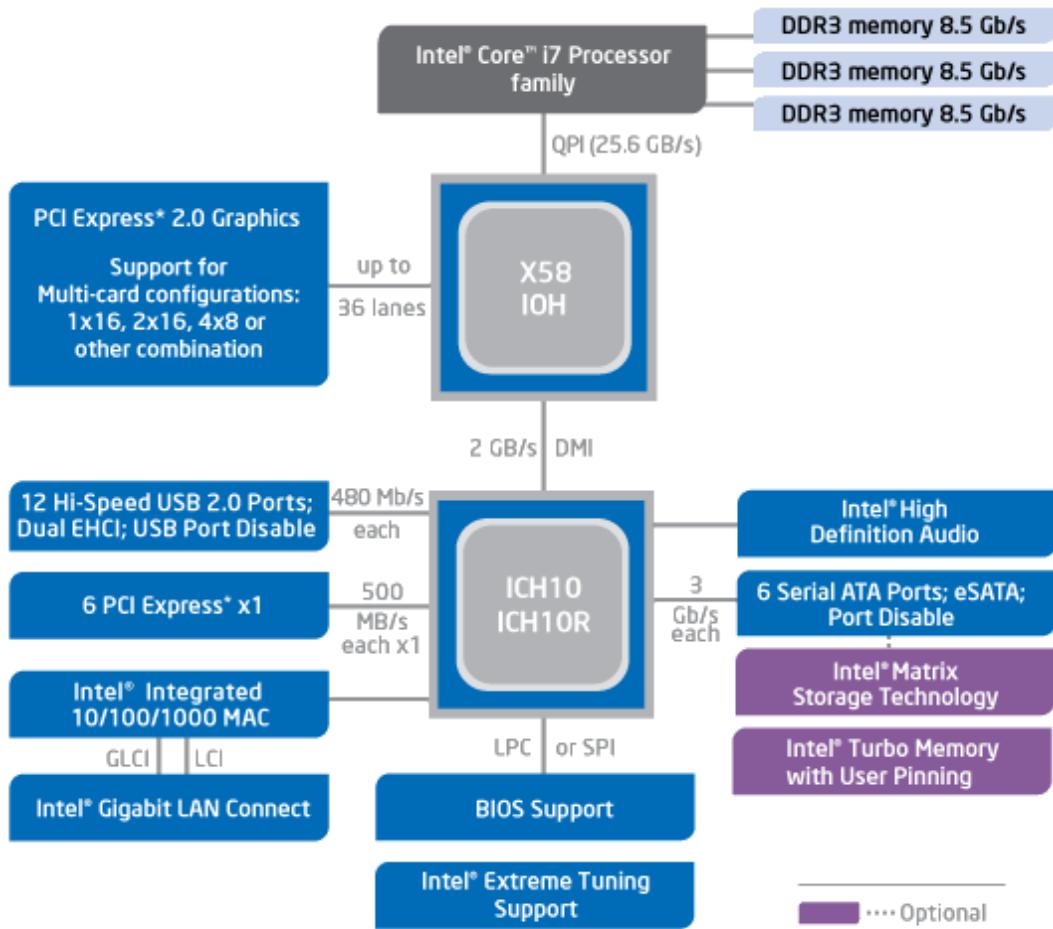


Ilustración 20. Ejemplo de arquitectura QPI

Como podemos observar en las imágenes, ahora tanto el controlador de memoria, como la gráfica, esta integrada dentro del microprocesador, y aparecen unas nuevas conexiones **point-to-point**.

Las conexiones point-to-point de la tecnología QPI, proporcionan enlaces de **alta velocidad y punto a punto dentro y fuera del procesador**. En contraste con los buses paralelos, estos enlaces aceleran las transferencias de datos al conectar la memoria compartida distribuida, los núcleos internos, el controlador de E/S e, incluso, otros procesadores Intel.

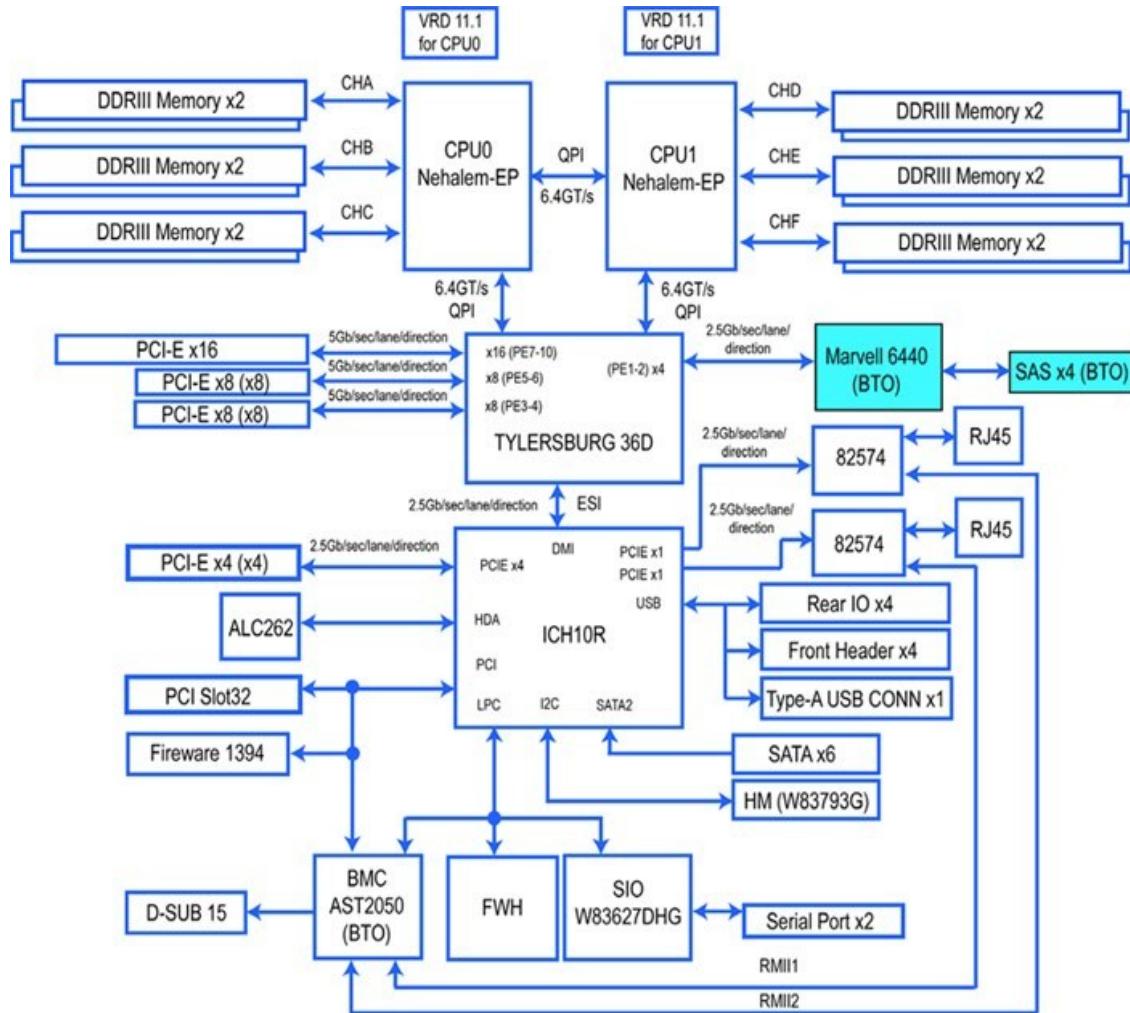


Ilustración 21. Ejemplo detallado de arquitectura QPI

En otro tema diferente profundizaremos en otros buses más específicos, que no son de sistema, pero que también existen en la placa base.

2.4.8. SOCKET: EL ZÓCALO DEL MICROPROCESADOR

El zócalo del procesador es el espacio físico que la placa base reserva para su acoplamiento al sistema.

Inicialmente se trataba únicamente de un lugar reservado para soldar el chip del microprocesador a la placa base por sus patillas, sin posibilidad de intercambio (y opcionalmente su coprocesador matemático). Así ocurrió durante los 8088/86, 80286, 80386 y algunos 80486, como en el caso de 486 de Cyrix.

Hasta la cuarta generación microprocesadores y placas bases funcionaban a la misma frecuencia. Es definitivamente a partir de la quinta generación (cuyo procesador más representativo es el Pentium) cuando sus frecuencias de funcionamiento se distancian, lo que provoca que se aparezca la figura del multiplicador de frecuencia y es necesario que se habilite un espacio exclusivo para albergar al microprocesador: el zócalo o socket.

El zócalo va soldado sobre la placa base de manera que tiene conexión eléctrica con los circuitos del circuito impreso.

Evolución de los sockets

PGA

Los zócalos tipo **PGA** (Pin Grid Array) consisten en un cuadrado con una gran cantidad de pequeños conectores redondos donde se insertaban las patillas del microprocesador mediante presión. En realidad PGA hace referencia al tipo de encapsulado del circuito que por necesidades de aumentar el número de pines pasa de la pastilla rectangular de dos hileras (DIP) a un formato cuadrado con múltiples hileras. El número de estos conectores dependía del microprocesador a insertar y de la placa base.

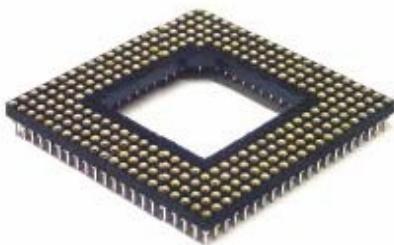


Ilustración 22. Chip tipo PGA

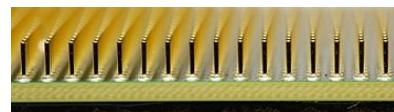


Ilustración 23. Detalle pinos tipo PGA

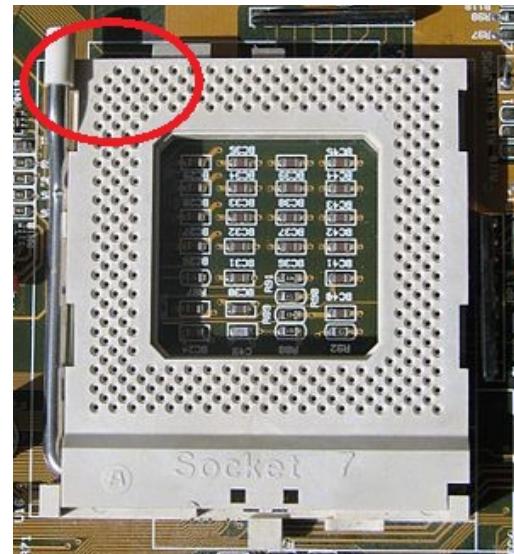


Ilustración 24. Zócalo tipo PGA-ZIF

En determinadas placas base 486, y sobre todo Pentium y posteriores, existían varios tipos de zócalos, en función del tipo de microprocesador para los que estuviese diseñada la placa. Los de estructura cuadrada con palanca se les conoce como zócalos **PGA-ZIF** (Zero Insertion Force). Se denominan así porque no es necesario hacer fuerza al insertar el microprocesador. Basta con colocarlo en los contactos de las patillas y bajar la palanca de inserción para que quede firmemente sujetado.

Los zócalos tipo ZIF cuentan con una pequeña marca triangular que se debe hacer coincidir con otra marca triangular o muesca presente en el microprocesador para una correcta colocación.

Otros ejemplos de zócalos tipo PGA:

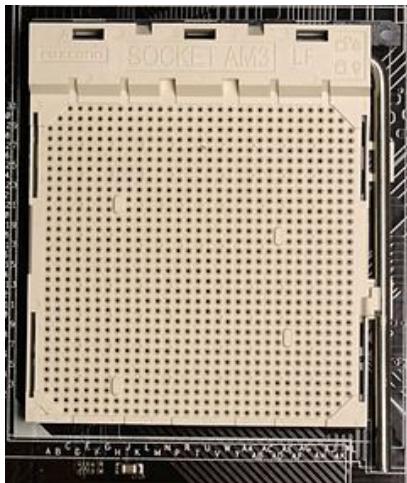


Ilustración 25. AMD Socket AM3
PGA_ZIF de AMD

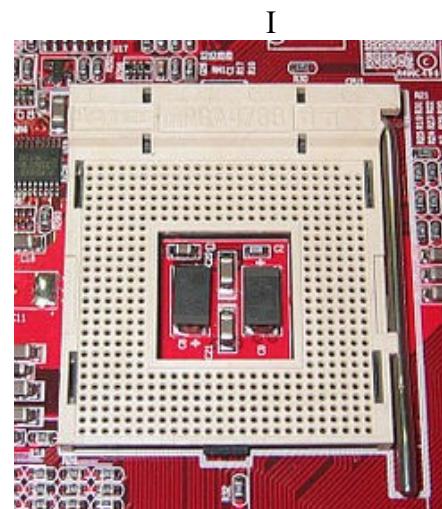


Ilustración 26. Socket 478 PGA_ZIF de
Intel

0.0.1 SLOT



Ilustración 27. Socket tipo Slot

Los zócalos tipo slot aparecieron debido a la llegada al mercado del Pentium II y sus sucesores, donde el microprocesador se insertaba en posición vertical sobre una tarjeta.

BGA

Los zócalos tipo **BGA** (Ball Grid Array) son un tipo de encapsulado montado en superficie que se utiliza en los circuitos integrados, por medio de una serie de soldaduras las cuales se llevan a cabo mediante el calentamiento de bolillas de estaño. Normalmente, este tipo de microprocesadores suelen soldarse directamente a la placa base, pero eliminan cualquier posibilidad de ampliación.

Este tipo de encapsulamiento ya soldado es muy usado en procesadores tipo móvil (portátil, tablet, smartphone,...)



Ilustración 28. Chip tipo BGA

LGA

A diferencia de las interfaces de matriz de rejilla de pines (PGA) y matriz de rejilla de bolas (BGA), la interfaz LGA no presenta ni pines ni esferas, la conexión de la que dispone el chip es únicamente una matriz de superficies conductoras o contactos chapadas en oro que hacen contacto con la placa base a través del zócalo de CPU.

Algunos ejemplos de zócalos tipo LGA: socket F y socket 1155

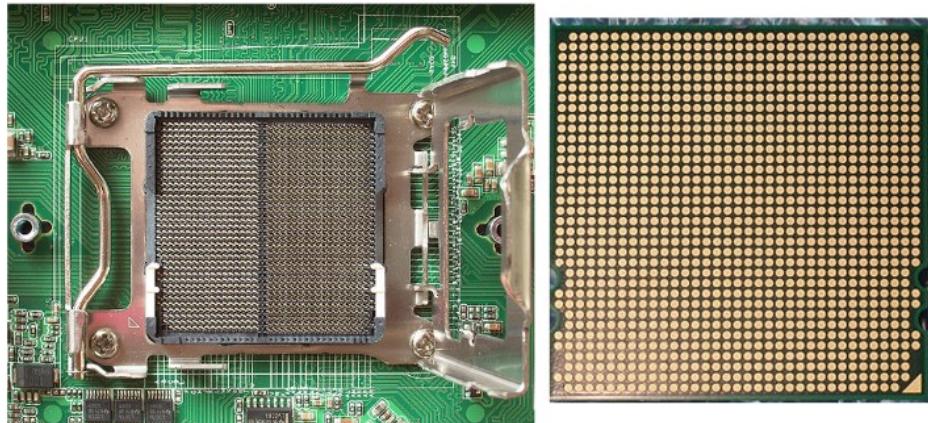


Ilustración 29. Socket F tipo LGA de AMD y CPU Opteron 8384
Ilustración 30. Socket LGA 1155 y CPU Core i7-2600K tipo LGA de Intel

Ejercicio: Realiza el ejercicio “sockets de microprocesadores” subido a Moodle para conocer mejor los diferentes socket que existen .

FUNCIONAMIENTO

La distribución de funciones de los pines hace parte de las especificaciones de un zócalo.

Con el paso del tiempo y el aumento de prestaciones de los procesadores, el número de pines ha aumentado de manera substancial debido al aumento en el consumo de energía y a la reducción de voltaje de operación, en los últimos años, los procesadores han pasado de voltajes de 5V a algo más de 1V y de potencias de 20 vatios, a un promedio de 80 vatios (dependiendo del tipo y finalidad del microprocesador, los hay de más y menos consumo). Para trasmitir la misma potencia a un voltaje menor, deben llegar más amperios al procesador lo que requiere mas pines dedicados a la alimentación.

Como hemos dicho antes, la distribución de funciones de los pines hace parte de las especificaciones de un zócalo y por lo general cuando hay un cambio substancial en las funciones de los puertos de entrada de un procesador (cambio en los buses o alimentación entre otros), se prefiere la formulación de un nuevo estándar de zócalo. En algunos casos hay compatibilidad y las placas bases aceptan procesadores más antiguos, aunque son casos muy puntuales y poco frecuentes.

CONFIGURACIÓN DEL MICROPROCESADOR

Cuando se monta un microprocesador en la placa base, es necesario configurar algunos parámetros como la frecuencia de funcionamiento y, en algunas placas antiguas, los niveles de voltaje del núcleo y de entrada/salida. Esto es así debido a que las placas base se fabrican con objeto de dar soporte a una amplia variedad de frecuencias de funcionamiento y diferentes voltajes de alimentación para los distintos microprocesadores que pueden conectarse al zócalo determinado que tenga la placa base, por lo que hay que tener en cuenta el microprocesador montado para adaptar el voltaje de la placa base a ese microprocesador concreto.

Tradicionalmente, la configuración de estos parámetros se ha hecho mediante puentes o jumpers, y para configurarlos de forma correcta había que consultar cuidadosamente el manual de usuario que

acompaña a la placa y saber exactamente cuál es la combinación que corresponde al microprocesador que vamos a configurar.

La configuración de un microprocesador básicamente consiste en ajustar dos parámetros: la frecuencia base del microprocesador y el multiplicador, que simplemente es el factor por el que una vez multiplicada la frecuencia base nos permitirá obtener su frecuencia real de funcionamiento.

Pero hoy en día la configuración de estos parámetros del microprocesador son automáticas en la BIOS y/o UEFI, y podemos configurarlas/cambiarlas simplemente accediendo a ellas y modificando dichos parámetros en el menú correspondiente. Para ello, se han desarrollado diferentes tecnologías de configuración automática, dependiendo de cada fabricante en particular.

ZÓCALOS DE LA MEMORIA RAM

La memoria RAM es, junto con el microprocesador, uno de los componentes clave en una placa base. En ella se almacenan datos y programas, siendo el principal fuente de almacenamiento de información con la que constantemente se comunica el microprocesador. La RAM es una memoria de lectura y escritura volátil, lo que significa que su contenido se mantiene sólo durante el tiempo que el PC permanece funcionando, con lo que se elimina totalmente su contenido cuando apagamos el ordenador y la memoria deja de recibir alimentación eléctrica.

La RAM o memoria principal está fabricada con circuitos RC (Resistencia-Condensador).

La tecnología basada en condensadores es más lenta que **la basada en transistores que es la usada por la memoria caché y los registros de memoria del microprocesador** (que veremos más adelante). Esto se debe a que la carga y descarga de condensadores es más lenta a la comutación de los transistores.

Existen 3 grandes tipos de memoria RAM:

- **SIMM** (Single Inline Memory Module): una sola línea de contactos). Tecnología DRAM
- **DIMM** (Dual Inline Memory Module): los contactos están en ambas caras. Se aumenta así el ancho de bus. Tecnología SDRAM.
- **RIMM** (Rambus Inline Memory Module). Tecnología RDRAM

En función del tipo de placa base es importante determinar el tipo de memoria que debemos usar. En las placas base empleadas en los primeros tiempos del PC, los chips de memoria se solían insertar directamente en la placa, en zócalos específicos. Se necesitaba una cantidad considerable de chips y había que insertarlos con cuidado de no dañar las patillas. Posteriormente se consideró la posibilidad de agrupar esos chips de memoria en un pequeño módulo o circuito impreso que se insertaba a su vez en la placa en una ranura apropiada. Nacía así el **SIMM** de 30 contactos, muy usado en las placas 386 y 486. Posteriormente aparecieron los SIMM de 72 contactos usados en las antiguas placas Pentium.

Los módulos SIMM (Single In-line Memory Module) se diferenciaban en función de la tecnología empleada en los chips de memoria que llevaban integrados. Estos podían ser de tipo FPM (Fast Page Mode) o EDO (Extend Data Out). Estas tecnologías de memoria están hoy en día muy desfasadas y han desaparecido del mercado.

Los módulos **RIMM** (Rambus In-line Memory Module - Módulo de Memoria en Línea Rambus), designa a los módulos de memoria RAM que utilizan una tecnología denominada RDRAM, desarrollada por Rambus Inc. a mediados de los años 1990 con el fin de introducir un módulo de memoria con niveles de rendimiento muy superiores a los módulos de memoria SDRAM de 100 MHz y 133 MHz disponibles en aquellos años.

Inicialmente los módulos RIMM fueron introducidos para su uso en servidores basados en Intel Pentium 4. Rambus no manufactura módulos RIMM sino que tiene un sistema de licencias para que éstos sean manufacturados por terceros, y fue Samsung el principal fabricante de estos.

A pesar de tener la tecnología RDRAM niveles de rendimiento muy superiores a la tecnología SDRAM y las primeras generaciones de DDR RAM, debido al alto costo de esta tecnología no tuvo gran aceptación en el mercado de PC. Su momento álgido tuvo lugar durante el periodo de introducción del Pentium 4 para el cual se diseñaron las primeras placas base, pero Intel ante la necesidad de lanzar equipos más económicos decidió lanzar placas base con soporte para SDRAM y más adelante para DDR RAM desplazando esta última tecnología a los módulos RIMM del mercado que ya no ofrecían ninguna ventaja.

Los módulos **DIMM**, trabajan actualmente con memorias **SDRAM** (Synchronous Dynamic RAM), que es el tipo de memoria más habitual que podemos encontrar en la actualidad. Es un tipo de memoria que opera de manera **síncrona** con el bus de memoria, empleando la misma señal de reloj. Las más actuales presentan tiempos de acceso de ns, mientras que el estándar DRAM (en módulos SIMM) presentaba tiempos de 60, 70, 80 y más ns.

Tradicionalmente, los módulos de memoria han funcionado con una frecuencia igual a la del bus del sistema. Durante mucho tiempo, esta frecuencia fue de 66 Mhz, pero con el aumento de la frecuencia del bus del sistema a 133 Mhz y superior, aparecieron módulos de memoria más rápidos: los PC-133, que no son más que módulos DIMM de memoria SDRAM cuyo estándar es SDR.

SDRAM SDR	Contactos	Voltaje	Frecuencia	Bus	Tasa transferencia (=Frec x Bus /8)
PC-100	168	3,3V	100 Mhz	64 bits	800MB/s=100Mhz x 64/8bytes
PC-133			133 Mhz		1064MB/s= 133MHz x 8bytes

Después de este estándar de memoria, apareció uno nuevo, basado en la tecnología **DDR (Double Data Rate)**, que transfieren dos datos por ciclo de reloj. Gracias a ello duplican la tasa de transferencia de las memorias tradicionales que funcionaban a la misma frecuencia de reloj.

DIMM SDRAM	Contactos	Voltaje	Bus
SDRAM DDR	184	2,4 V	64 bits
SDRAM DDR2	240	1,8 V	64 bits
SDRAM DDR3	240	1,5 V	64 bits
SDRAM DDR4	288	1,2 V	64 bits

Esto hace que las DDR se etiqueten con un valor de frecuencia doble del real, p.ej, DDR2-800 en realidad trabajan a 400 MHz pero son etiquetadas a “800 MHz”.

Además, y muy importante, Los módulos DDR pueden nombrarse de dos modos distintos:

1. Indicando la tasa de transferencia (PCX-XXXXX)
2. la frecuencia del bus (DDRX-XXXX)

Ejemplos:

DIMM Module	Chip Type DDR	Frec(Mhz)	DDR (operac/seg)	Transfer Rate (MB/s)
PC1600	DDR200	100	200	1600=200x64/8
PC2100	DDR266	133	266	2133
PC2400	DDR300	150	300	2400
PC3000	DDR366	183	366	2933
PC4000	DDR500	250	500	4000
PC4300	DDR533	266	533	4266
DIMM Module	Chip Type DDR2	Frec(Mhz)	DDR (operac/seg)	Transfer Rate (MB/s)
PC2-3200	DDR2-400	200	400	3200
PC2-4200	DDR2-533	266	533	4266
PC2-6400	DDR2-800	400	800	6400
PC2-8500	DDR2-1066	533	1066	8530
PC2-9600	DDR2-1200	600	1200	9600
PC2-10600	DDR2-1333	667	1333	10660
PC2-11700	DDR2-1466	733	1466	11730
PC2-12800	DDR2-1600	800	1600	12800
DIMM Module	Chip Type DDR3	Frec(Mhz)	DDR (operac/seg)	Transfer Rate (MB/s)
PC3-8500	DDR3-1066	533	1066	8530
PC3-10667	DDR3-1333	667	1333	10660
PC3-12800	DDR3-1600	800	1600	12800
PC3-14900	DDR3-1866	933	1866	14930
PC3-16000	DDR3-2000	1000	2000	16000
PC3-17000	DDR3-2133	1066	2133	17000
PC3-19200	DDR3-2400	1200	2400	19200
DIMM Module	Chip Type DDR4	Frec(Mhz)	DDR (operac/seg)	Transfer Rate (MB/s)
PC4-17000	DDR4-2133	1066	2133	17000
PC4-19200	DDR4-2400	1200	2400	19200
PC4-21300	DDR4-2666	1333	2666	21300
PC4-24000	DDR4-3000	1500	3000	24000

EL CONTROLADOR DE MEMORIA

El controlador de memoria, **dependiendo de la arquitectura de la placa base**, puede estar situado en lugares diferentes:

1. Arquitectura FSB: controlador situado en el Northbridge
2. Arquitectura QPI/Hypertransport: controlador en el microprocesador. Con la ventaja ya explicada anteriormente en el tema.

En la actualidad, y desde la aparición de las memorias SDRAM DDR , se utiliza una tecnología de canal dual (**Dual Channel**) que permite el acceso simultáneo a dos módulos de memoria, lo que puede llegar a duplicar el ancho de bus (128 bits) y con ello las prestaciones en lo que a acceso a memoria se refiere, aunque no el doble de rendimiento, como podría suponerse.

Dual Channel reduce los tiempos de espera debido a que , por ejemplo, un controlador lee escribe datos mientras el segundo controlador prepara el próximo acceso; así se elimina el tiempo de espera que se produce antes de que un módulo de memoria pueda empezar el proceso de Lectura/Escritura

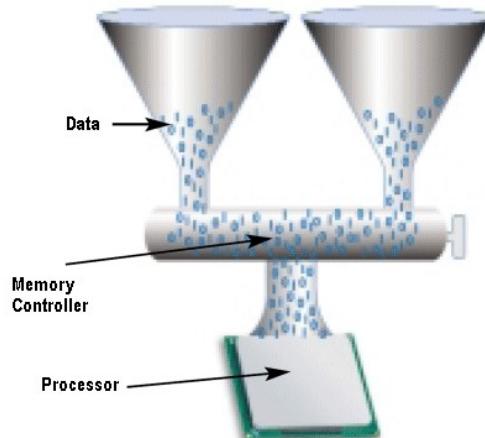


Ilustración 31. Ejemplo Dual Channel

La tecnología Dual Channel requiere un controlador más además del controlador de memoria propio del sistema.

Existen varios requisitos que se deben cumplir para poder hacer uso del DualChannel:

- Placa base (tecnología **FSB**)/Microprocesador(**QPI/HyperTransport**) debe ser soportada
- Colocación correcta de los módulos de memoria en la placa base
- Los módulos de memoria deben tener la misma capacidad, velocidad, voltaje y latencia (por esta razón, siempre se aconseja que sean memorias iguales)

En la actualidad, no sólo existen esta tecnología de doble canal, si no que también existen de tres (**TripleChannel**) y cuatro (**QuadChannel**) canales.

Si los microprocesadores soportan este multicanal, las placas bases a las cuales se pueden insertar estos microprocesadores, dan el soporte necesario para poder hacer uso de esta tecnología.

Problema de acceso limitado a RAM de 4 GB

Internamente, el intercambio de datos entre microprocesador y memoria se hace en una agrupación de bits denominada palabra. Por ejemplo, un microprocesador con arquitectura 32 bits puede leer o escribir en cada momento 32 bits, por lo que decimos que tiene una longitud de palabra o tamaño de palabra de 32 bits. Esto por supuesto influye a la hora de poder redireccionar mayor o menor cantidad de memoria .

LA MEMORIA CACHÉ

La memoria caché es una memoria mucho más rápida y por tanto más cara que la memoria RAM. Está construida con transistores (igual que el microprocesador) en lugar de con condensadores (como es el caso de la RAM).

Su función consiste en almacenar los últimos datos y/o instrucciones leídos. De esta forma, el siguiente acceso ya leído anteriormente se realizará de forma más rápida que si tuviera que volver a solicitarlo, ya que el acceso tiene lugar en la propia caché, bastante más rápida.

El sistema de memoria caché se empezó a implantar en las placas base para 386 y fue a partir de las placas para 486 cuando su uso se hizo más generalizado. Habitualmente las placas base más antiguas integraban 256 o 512 KB de caché y unas pocas incluso llegaban hasta 1 MB. Actualmente, la memoria caché ha desaparecido de las placas y se suele encontrar integrada en el interior del microprocesador. Al integrarse la memoria caché en el propio microprocesador se consigue una velocidad de acceso mucho mayor, ya que las vías de comunicación entre microprocesador y memoria caché son muy cortas, gracias a que todo está integrado en el mismo circuito impreso.

Respecto a su organización interna, la memoria caché se **estructura en líneas o grupos de palabras** consecutivas que representan el elemento atómico para el acceso, transporte y organización de la información con el objetivo de mejorar el tiempo de acceso y el tiempo de transporte.

Las memorias caches se pueden clasificar de dos formas diferentes: una por su posición en el sistema informático, y otra por su nivel con respecto al microprocesador.

CLASIFICACIÓN DE MEMORIA CACHÉ POR POSICIÓN

Modalidad de caché en relación al procesador	Ubicación en el sistema	Denominación(es) de su conexión al procesador
Externa	En placa base	Bus local o bus frontal (frontside bus)
Interna	En un segundo chip junto al de la CPU	Bus trasero (backside bus)
Integrada	Como parte del propio chip de la CPU	Conexión interna

Ilustración 32. Clasificación de memoria caché por posición

- Caché externa: en la placa base.
- Caché interna: se encuentra dentro del microprocesador, dentro del circuito integrado que forma el microprocesador.

- Caché integrada: se encuentra dentro de la CPU.

CLASIFICACIÓN DE MEMORIA CACHÉ POR NIVELES

En primer lugar hay que dejar claro que no es correcto equiparar la caché integrada, interna y externa con los niveles 1 (L1), 2 (L2) y 3 (L3) respectivamente pues no tiene porqué ser así. Depende mucho de la época de la que estemos hablando. De hecho, hoy en día hay más de tres niveles de caché.

La caché de nivel 1 (L1) desde el primer momento ha estado integrada y de hecho funciona como una extensión del banco de registros del microprocesador.

Pero la caché L2 la podemos encontrar según el momento de la historia como externa, interna (en los procesadores con formato slot) o integrada, al igual que ocurre con la L3.

- **Caché L1**

Es la memoria más rápida que existe en el ordenador después de los registros internos del microprocesador, y suele ser pequeña, tanto que está integrada en el propio núcleo del microprocesador. Por tanto siempre ha estado integrada.

Esta caché tiene separada su información en Datos e Instrucciones se denomina “caché segmentada”. Un ejemplo lo podemos ver en la caché L1 de la figura anterior. Esto permite un acceso paralelo a ambos tipos de información reduciendo así el tiempo de acceso a la información que solicita el microprocesador.

Solían tener un tamaño de 32KB, de los que se empleaban 16 KB para instrucciones y 16 KB para datos. Esta cantidad puede variar dependiendo de cada modelo de microprocesador. Actualmente podemos encontrar desde 8KB a 1MB

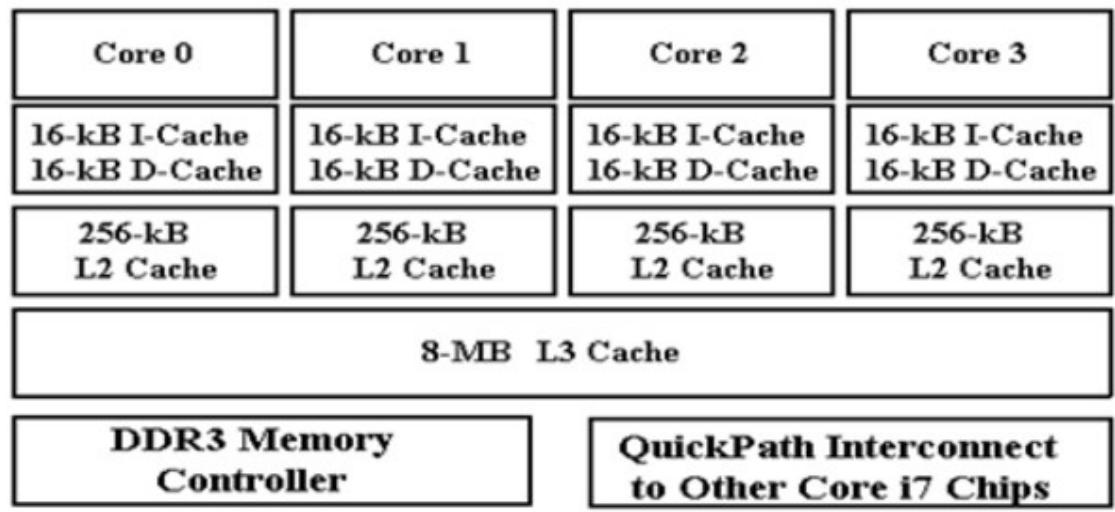


Ilustración 33. Ejemplo estructura por niveles de la memoria caché 1

- **Caché L2**

Es más lenta que la Caché L1 pero más rápida que la memoria principal. Tiene más capacidad que la L1. La capacidad de almacenamiento oscila entre los 64 KB a los 8 MB. Esta capacidad sigue aumentando con el paso del tiempo debido a los avances tecnológicos continuos en esta materia.

Al principio se encontraba en la placa base. A partir de finales de los 90, se integró en los microprocesador junto a la caché L1. Así pues, la caché L2 a lo largo de su historia ha sido externa, interna (en procesadores tipo slot) e integrada.

- **Caché L3**

Es más lenta que la Caché L2 pero más rápida que la memoria principal. Tiene más capacidad que la L2. Es la de mayor capacidad, pero también la más lenta, pudiendo oscilar 4MB y los 128MB.

Inicialmente estuvo situada en la placa base (externa), en raras ocasiones como interna (al igual que con la L2 fue en microprocesadores de tipo slot como el Pentium III tipo Xeon) o en el microprocesador.

- **Caché L4**

Su aparición es mucho menos habitual. El tamaño oscila entre mayor del tamaño de la L3 en la que se encuentre y 512MB.

Algunas veces es usada como caché víctima de L3 y/o GPU(Procesador Gráfico). La caché víctima almacena los datos leídos de las memorias remotas.

La Víctima de caché consiste en añadir una caché para almacenar bloques descartados por fallos de capacidad o conflicto. En caso de fallo, antes de acceder a la memoria principal se accede a esta caché. Si el bloque buscado se encuentra en ella se intercambian los bloques de ambas cachés.

Otro dato a tener en cuenta en las **cachés con multiniveles** es la forma en la que almacenan los datos en relación con el resto de niveles de caché. Debido a esto, las caches pueden ser:

1. Inclusivas: Los datos solicitados se quedan en la memoria caché
2. Exclusivas: Los datos solicitados se eliminan de la memoria caché.

Vamos a poner un ejemplo para explicarlo. Si una solicitud de memoria se encuentra en la caché L3, puede pasarse a la caché L1 y eliminarse de la L3(exclusiva) o mantenerse una copia en la L3 (inclusiva).

Este tipo de comportamiento puede variar entre niveles, es decir, el nivel L1 y L2 pueden ser inclusivas, y al mismo tiempo, L2 y L3 exclusivas, por ejemplo. El comportamiento de la caché en este sentido depende de la arquitectura puntual del microprocesador y sistema informático en cuestión.

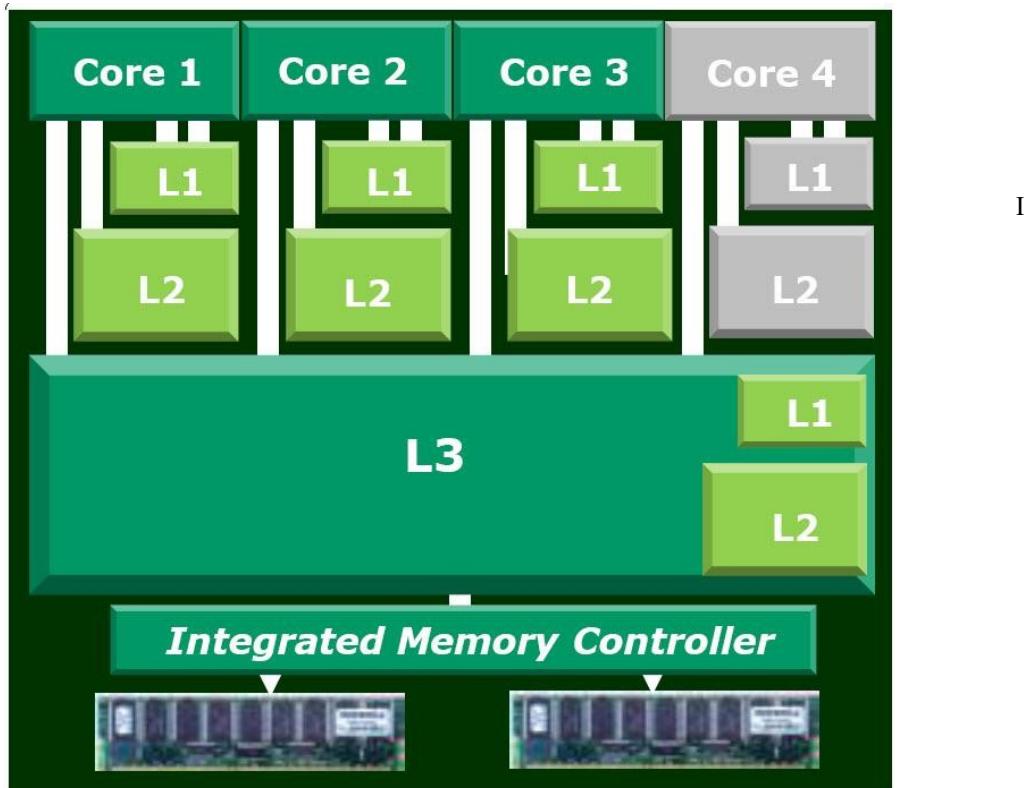


Ilustración 34. Ejemplo estructura por niveles de la memoria caché 2

RANURAS DE EXPANSIÓN

Todas las placas base permiten la conexión de cualquier tipo de periféricos adicionales en forma de tarjeta. Ello es posible gracias a las denominadas ranuras de expansión. Estas ranuras son unos conectores de material plástico con contactos eléctricos donde se insertan las tarjetas de expansión del PC: tarjetas gráficas, tarjetas de sonido, módem internos, tarjetas de red, etc. De los muchos buses que han existido a lo largo de la historia del PC (ISA, EISA, MCA, VESA LocalBus, PCI, conectores de tipo raiser :AMR, HDMR, CNR y ACR... éstos últimos diseño propietario de Intel introducidos en sus placas para procesadores Pentium), hoy en día básicamente han quedado : PCI y PCI-Express, M2.

Todo lo relacionado con este punto será explicado con detalle en temas posteriores.

PUERTOS, CONECTORES Y BUSES DE LA PLACA BASE

Todas las placas base, a parte de las ranuras de expansión, permiten la conexión de otros periféricos y/o componentes a través de unas puertos determinados que usan un bus concreto, tales como por ejemplo: USB, FireWire, PS/2, etc.

Todo lo relacionado con este punto también será explicado con detalle en temas posteriores.

RECURSOS DEL SISTEMA. CONFIGURACIÓN DE UNA PLACA BASE

En principio, la mayoría de componentes que podemos encontrar en el PC son o podrían considerarse recursos: la cantidad de memoria RAM, la frecuencia del microprocesador, la cantidad de espacio en el disco duro. Existen, además, una serie de recursos compartidos por varios dispositivos que hacen uso de ellos. No son recursos físicos, sino lógicos. A esos recursos lógicos se les suele denominar recursos del sistema.

Los recursos del sistema cobran una gran importancia, puesto que son compartidos por diferentes dispositivos físicos. La cantidad de recursos del sistema es bastante limitada, por razones derivadas del diseño del PC original, de tal forma que, a medida que añadimos dispositivos a nuestro sistema, la cantidad de recursos disponibles disminuye, hasta el punto de convertirse en un serio problema en sistemas con gran cantidad de dispositivos instalados. Esto puede llevar a conflictos entre dispositivos que intenten hacer uso de un mismo recurso, lo que representa uno de los principales problemas en la configuración de un PC.

LAS PETICIONES DE INTERRUPCIÓN

Las interrupciones son los recursos del sistema más conocidos. Básicamente, una interrupción es un mensaje enviado por algún componente del PC a otro componente, generalmente el microprocesador, que indica a este que debe detener la ejecución de todo lo que esté haciendo, atender al dispositivo que envía la petición de interrupción, y posteriormente continuar donde lo había dejado. Las señales enviadas se denominan peticiones de interrupción o IRQ (*Interrupt ReQuest*).

Las interrupciones son enviadas al microprocesador por los dispositivos mediante el uso de un elemento hardware denominado Controlador Programable de Interrupciones (PIC), que generalmente es uno de los elementos que está integrado formando parte del chipset de la placa base. El controlador de interrupciones de cualquier placa base actual dispone de 16 líneas de petición de interrupción que permiten el uso de las mismas por 16 dispositivos diferentes.

CONFLICTOS ENTRE DISPOSITIVOS

Las IRQ son recursos asignados generalmente a un único dispositivo. Una misma IRQ no puede ser usada por más de un dispositivo simultáneamente. Esto podría provocar que el microprocesador respondiera en un momento dado a un dispositivo equivocado, con el consiguiente error. Cuando dos dispositivos intentan compartir una misma IRQ decimos que se ha producido un conflicto de IRQ. No obstante, bajo contadas excepciones es posible compartir una IRQ entre más de un dispositivo, siempre que en todo momento únicamente se vaya a hacer uso de uno solo de los dispositivos.

EL ESTÁNDAR PLUG AND PLAY

La gran variedad de tarjetas de expansión que se puede añadir a un PC ha hecho que la asignación de los recursos del sistema comience a ser un grave problema. En un intento por resolver esta cuestión, surgió el estándar Plug and Play (conectar y funcionar). Esta especificación fue desarrollada por Microsoft, en colaboración con Intel y otros fabricantes de hardware.

El objetivo fundamental del Plug and Play era conseguir que los dispositivos fuesen detectados de manera automática, y que la configuración de los mismos se llevara a cabo de forma igualmente automática. El Plug and Play requiere una serie de elementos:

- El hardware del sistema: Debe ser Plug and Play, desde el chipset hasta los controladores el bus. Los actuales buses PCI y PCI-EX son totalmente Plug and Play.
- Los propios dispositivos: También debe ser Plug and Play. Actualmente todos los dispositivos lo son.
- La BIOS: Todas las BIOS actuales soportan esta norma.
- El SO: Debe estar diseñado de manera que trabaje conjuntamente con la BIOS en la detección y configuración automática de los dispositivos.

CANALES DE ACCESO DIRECTO A MEMORIA (DMA)

Los canales de acceso directo a memoria son caminos empleados por determinados dispositivos del sistema para enviar y recibir información directamente hacia y desde la memoria RAM, sin intervención del microprocesador. No son un recurso tan conocido como las IRQ, principalmente porque son pocos y los emplean sólo algunos dispositivos (unidades de disco, tarjetas de audio, gráficas)

El uso del controlador DMA permite a diferentes dispositivos comunicarse sin someter a la CPU a una carga masiva de interrupciones (IRQ).

Al igual que con otros buses compartidos, cada canal DMA debe ser asignado a un único dispositivo. Si varios dispositivos intentan acceder a un mismo canal DMA, la información de ambos dispositivos se mezclará, produciendo errores y resultados imprevisibles.

El acceso directo a memoria es controlado por un elemento hardware denominado Controlador DMA, que desde hace tiempo se integra formando parte del chipset.

Una transferencia DMA consiste principalmente en copiar un bloque de memoria de un dispositivo a otro. En lugar de que la CPU inicie la transferencia, la transferencia se lleva a cabo por el controlador DMA. Por ejemplo, mover un bloque de datos desde una memoria externa a una interna más rápida. Tal operación no ocupa el procesador y como resultado puede ser planificado para efectuar otras tareas.

Cabe destacar que aunque no se necesite a la CPU para la transacción de datos, sí que se necesita el bus del sistema por lo que el controlador DMA también respeta el arbitraje del bus y no lo acapara por completo.

DIRECCIONES BASE DE MEMORIA DE E/S

Podemos pensar en la memoria de entrada/salida como un conjunto de buzones en la memoria del sistema (memoria principal). Son zonas de la memoria reservadas exclusivamente para su uso por dispositivos, los cuales, a través de estas direcciones, marcan la zona de memoria que utilizarán para leer

y escribir sus datos. A esta forma de funcionamiento se la conoce como Entrada/Salida mapeada. Esta es una forma muy cómoda de gestionar el intercambio de información entre el microprocesador y los dispositivos.

A diferencia de los recursos del sistema anteriores, existen muchos dispositivos que necesitan varios rangos de direcciones de E/S, tanto más cuanto mayor sea la cantidad de información a mover. Esto depende directamente de las características de cada dispositivo. Así, por ejemplo, la cantidad de información de un teclado será mínima en relación con la que puede gestionar una tarjeta de red.

Generalmente, cuando hablamos de direcciones de E/S hacemos referencia a un rango completo comprendido entre una dirección inicial y otra final. Sin embargo, para hacer referencia a este rango solemos especificar su dirección inicial, conocida como dirección base de E/S.

A la hora de administrar este recurso, también hay que tener en cuenta que no se deben solapar los rangos de direcciones de memoria de diferentes dispositivos, porque uno de ellos podría sobrescribir la información del otro y hacer que los dispositivos funcionen incorrectamente.

2.5. TARJETAS DE EXPANSIÓN

Hasta ahora hemos estudiado (a parte del microprocesador) la estructura de la placa con sus principales chips, buses y tipos de memoria. En este tema vamos a ver el resto de buses e interfaces denominados de expansión y los conectores de entrada/salida que son necesarios para la conexión externa de elementos a nuestro sistema.

2.5.1. BUSES, INTERFACES Y TARJETAS DE EXPANSIÓN.

En este tema, cuando hablamos de buses de expansión, nos estaremos refiriendo a los slots o ranuras en los que conectamos las tarjetas de expansión y a través de los cuales la información pasa de la tarjeta conectada hacia la placa o desde la placa hacia la tarjeta. Esto implica un recorrido de información por el **bus** correspondiente dentro de la placa para la comunicación entre los componentes que necesiten ser comunicados. Existen distintos tipos de buses de expansión cada uno con sus características de ancho, frecuencia, voltaje, modo de transferencia, etc.

Cuando hablamos de interfaces y/o buses, nos estamos refiriendo a puertos y conectores (tanto internos como externos) que utilizan unos determinados protocolos de comunicación, tipos de datos determinados y objetivos específicos.

Hay buses más genéricos y que permiten la conexión de tarjetas con distintas funciones (de red, audio, etc) y otros buses más específicos en los que sólo se pueden conectar tarjetas con una función determinada (p.ej. las gráficas).

A continuación describiremos estos interfaces, buses y tarjetas de expansión de forma detallada. El estudio concreto de las tarjetas gráficas lo dejaremos para otro tema.

2.5.2. TIPOS DE TARJETAS DE EXPANSIÓN.

Todas las placas base permiten la conexión de cualquier tipo de periféricos adicionales en forma de tarjeta. Ello es posible gracias a las denominadas ranuras de expansión. Estas ranuras son unos conectores de material plástico con contactos eléctricos donde se insertan las tarjetas de expansión del PC: tarjetas gráficas, tarjetas de sonido, módem internos, tarjetas de red, etc.

De los muchos buses que han existido a lo largo de la historia del PC, tales como ISA, EISA, MCA, VESA, AGP conectores de tipo raiser: AMR, CNR y ACR (éstos últimos diseño propietario de Intel introducidos en sus placas para procesadores Pentium); actualmente se han reducido a muy pocos: **PCI, PCI-Express, mSATA, M.2**

PCI

El **PCI (Peripheral Component Interconnect)** es un bus local muy extendido y utilizado en placas base para PC. Creado por Intel se introdujo por primera vez en las placas para micro 486 pero actualmente está en decadencia a favor del PCI-Express.

El bus PCI en su primera versión era de 32 bits y podía alcanzar una transferencia máxima de 133 Mbytes/s a una frecuencia de 33,3 Mhz. El PCI es un bus que ofrecía altas prestaciones (en su tiempo) por sus características especiales:

- El modo Burst (ráfaga). Una vez que al bus se le proporciona una dirección inicial, puede transferir múltiples conjuntos de datos.
- Soporta arbitraje del bus (Bus Mastering).
- Es independiente del sistema, lo que significa que cualquier periférico PCI desarrollado para un PC puede funcionar en cualquier otro sistema que incorpore arquitectura y conectores PCI.

El bus PCI puede ser configurado para que trabaje en modo síncrono o asíncrono, en función de cada placa base y del chipset integrado.

Tipo Bus	Año	Bus	Frecuencia	Tasa Transfer.	Observaciones
PCI	1992	32 bits	33 MHZ	133 MB/s	
PCI 2.0	1993	64 bits	33 MHZ	266 MB/s	
PCI 2.1	1995	64 bits	66 MHZ	533 MB/s	máximo 2 dispositivos PCI compartiendo bus
PCI 2.2 y 2.3	2002-2003	64 bits	66 MHZ	533 MB/s	Mejoras en voltajes (hasta 3.3V)

Tabla 5.1. Versiones del bus PCI

El arbitraje del bus (Bus Mastering)

El arbitraje del bus es la capacidad que tienen los dispositivos PCI de tomar el control del bus y realizar transferencias de información directamente. Debe estar soportado por el chipset de la placa base, aunque en la actualidad todas lo soportan. Permite que varios dispositivos PCI compitan por el uso en exclusiva del bus PCI sin interferirse entre ellos. Para ello, los dispositivos que han de competir se comunican entre ellos y el chipset de la placa base hace de “árbitro” para que no se produzcan interferencias por el uso del bus.

PCI-EXPRESS

Es un nuevo desarrollo del bus PCI que se basa en un sistema de comunicación serie mucho más rápido. Más veloz que el PCI (33Mhz) y el AGP (66Mhz), es el sustituto de estos dos.

La diferencia más obvia entre PCI-Express y su antecesor es que, mientras PCI emplea una arquitectura en paralelo, su sucesor utiliza una arquitectura serie punto a punto.

Una ventaja del bus serie frente al paralelo es el alto ancho de banda que se puede conseguir con un número mucho menor de señales, además de que en serie no ocurre como en paralelo, donde los bits en paralelo llegan en distintos instantes de tiempo y han de ser sincronizados.

Otra ventaja es que las arquitecturas serie son más baratas de implementar, ya que en las interfaces paralelas las señales del bus deben llegar simultáneamente o en un margen muy corto de tiempo, y el ruido de las ranuras adyacentes puede causar interferencias. La interfaz serie de PCI-E sufre muchos menos problemas y por lo tanto requiere diseños mucho menos complejos y económicos.

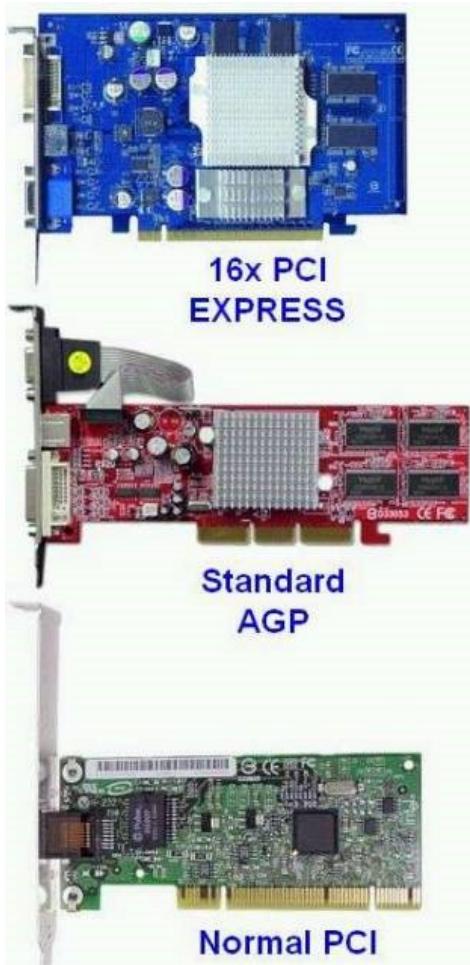


Ilustración 35. Comparativas de distintos puertos y sus tarjetas de expansión I

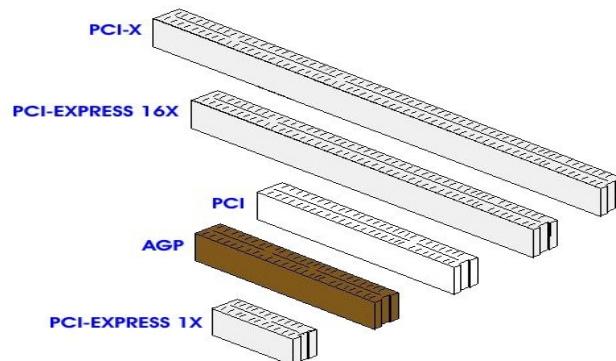


Ilustración 36. Comparativas de distintos puertos y sus tarjetas de expansión II

Permite conexión dual, es decir, que los datos sean transferidos en ambas direcciones simultáneamente, similar a las conexiones full-duplex. Con el bus PCI, un dispositivo debe requerir primero acceso al bus PCI compartido desde un árbitro central, y entonces tomar control del bus para transferir datos al dispositivo de destino, con la transmisión de datos ocurriendo en una dirección entre dos dispositivos en cada instante de tiempo.

Este bus está estructurado como canales (enlaces punto a punto), “full-duplex”, (transmisión y recepción al mismo tiempo) trabajando en serie. Cada ranura de expansión lleva 1,2,4,8,16 ó 32x, que son el número de canales que llevan.

La información que le llega en paralelo es transformada en formato serie para la transmisión por el bus.

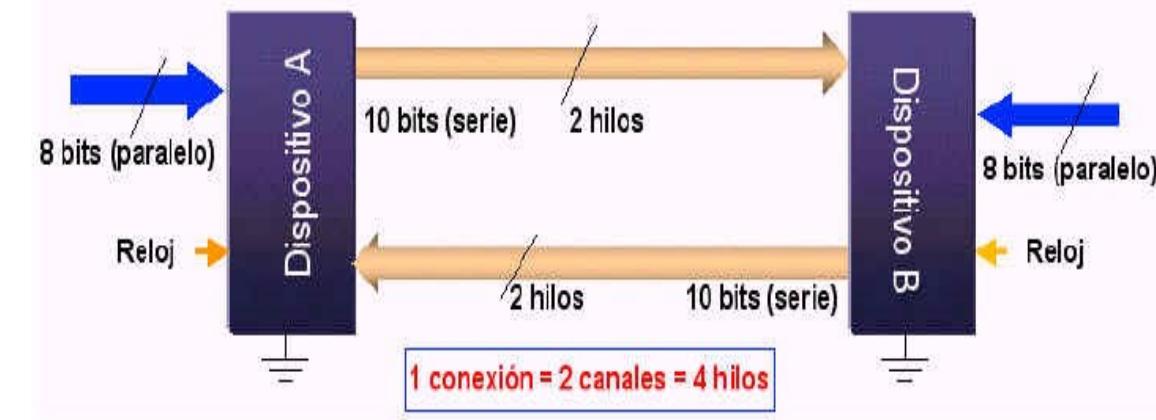


Ilustración 37. Arquitectura de una conexión punto a punto PCI-Express

El PCI-Express es una solución eficaz y barata de bajo coste gracias a la serialización del bus a fin de necesitar menos pistas en las placas.

Otro punto a favor es el hecho de generar conexiones dedicadas hacia el Southbridge, de esta forma cada conexión tendrá su propio enlace para llegar directamente al SB.

Además, gracias a la estandarización de la arquitectura, pueden convivir perfectamente dispositivos PCI Express 1x (para una tarjeta de red, por ejemplo) al lado de un PCI Express 16x (para tarjeta de video, por ejemplo) y más allá un PCI 32x (para una controladora de discos de alto rendimiento, por ejemplo)

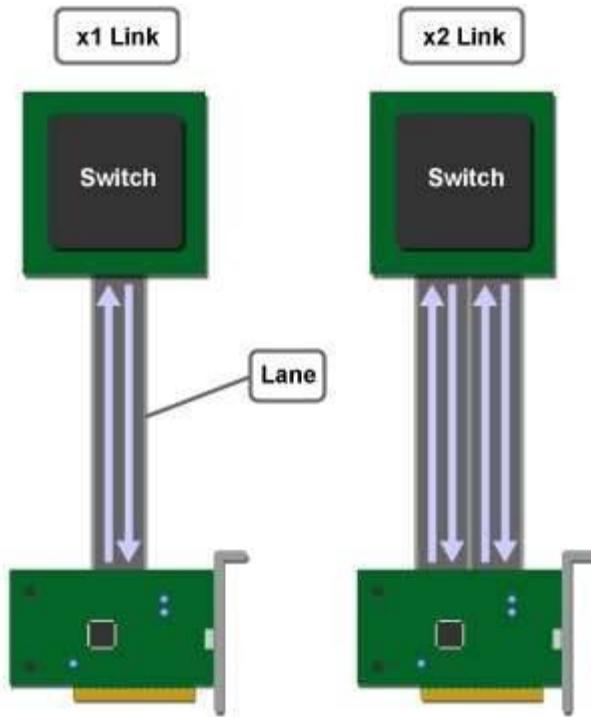


Ilustración 38. Ejemplo 1x y 2x conexiones punto a punto PCI-Express

Las **velocidades de los PCI-Express** actuales serían:

PCI Express version	Introduced	Line code	Transfer rate ^{[33][34]}	Throughput ^[3]				
				x1	x2	x4	x8	x16
1.0	2003	8b/10b	2.5 GT/s	250 MB/s	0.50 GB/s	1.0 GB/s	2.0 GB/s	4.0 GB/s
2.0	2007	8b/10b	5.0 GT/s	500 MB/s	1.0 GB/s	2.0 GB/s	4.0 GB/s	8.0 GB/s
3.0	2010	128b/130b	8.0 GT/s	984.6 MB/s	1.97 GB/s	3.94 GB/s	7.88 GB/s	15.8 GB/s
4.0	2017	128b/130b	16.0 GT/s	1969 MB/s	3.94 GB/s	7.88 GB/s	15.75 GB/s	31.5 GB/s
5.0 ^{[35][36]}	expected in Q1 2019 ^[37]	128b/130b	32.0 GT/s ^[38]	3938 MB/s	7.88 GB/s	15.75 GB/s	31.51 GB/s	63.0 GB/s

Tabla 5.2. Máximos teóricos de las tasas de transferencias PCI-Express en full-duplex

Recuerda que PCI-Express es full duplex, y cada uno de los valores de anchos de banda de la tabla es por canal, en una dirección. Por tanto, teóricamente podríamos duplicar esa cantidad de transmisión de información en la dirección contraria, es decir, cada conexión tendría un máximo teórico de el doble de las indicadas en la tabla.

Si quieres saber qué significa código en línea (line code) de la tabla anterior, visita este [enlace](#).

MINI-SATA (MSATA)

mSATA o Mini-SATA es una norma de conectores internos que sigue la especificación SATA, ofreciendo un rendimiento máximo de 6 Gbit/s. Se usan para conectar discos de estado sólido más rápidos en transferencia de datos y tiempos de acceso que los discos mecánicos.

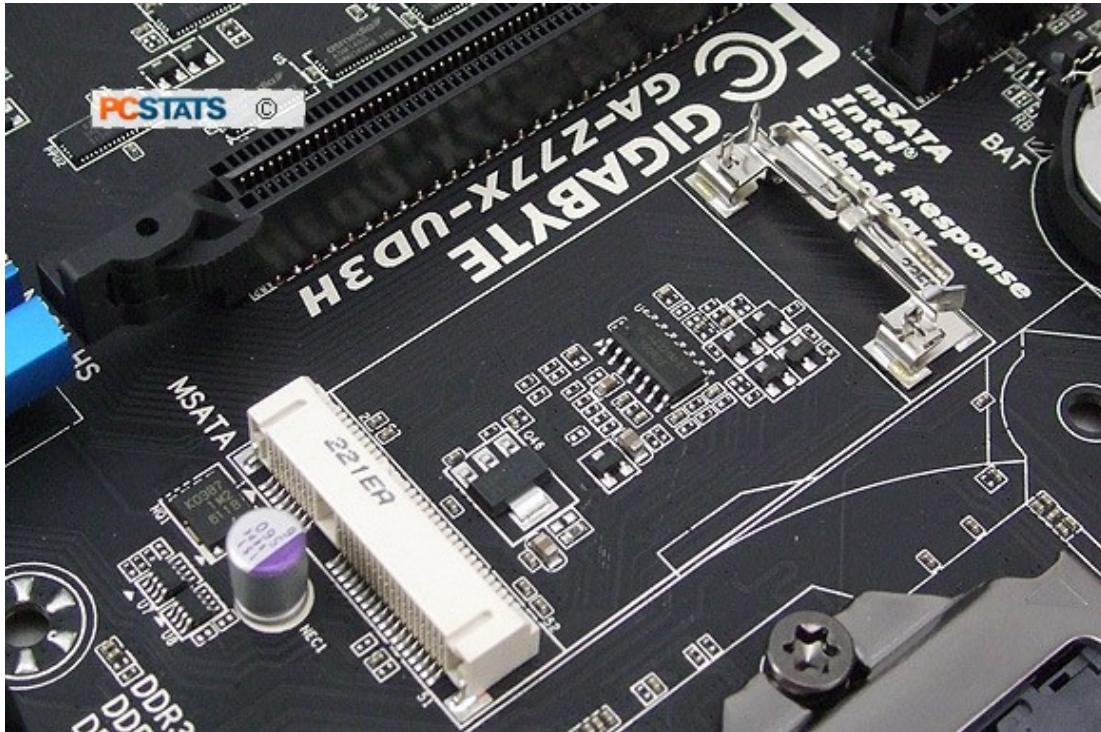


Ilustración 39. mSATA

mSATA ha sido reemplazado por la interfaz m.2 mejor diseñada.



Ilustración 40. Un SSD mSATA en la parte superior. Abajo una unidad SATA de 2,5 pulgadas

M.2



Ilustración 41. Ejemplo de una tarjeta M.2

M.2 es una especificación para tarjetas de expansión de ordenador. Reemplaza el estándar mSATA, que utiliza el diseño de la tarjeta física PCI Express Mini Card y los conectores. La especificación física más flexible de M.2 permite diferentes anchos y longitudes de módulo y, junto con la disponibilidad de características de interfaz más avanzadas, hace que el M.2 sea más adecuado que mSATA para aplicaciones de almacenamiento en estado sólido en general.

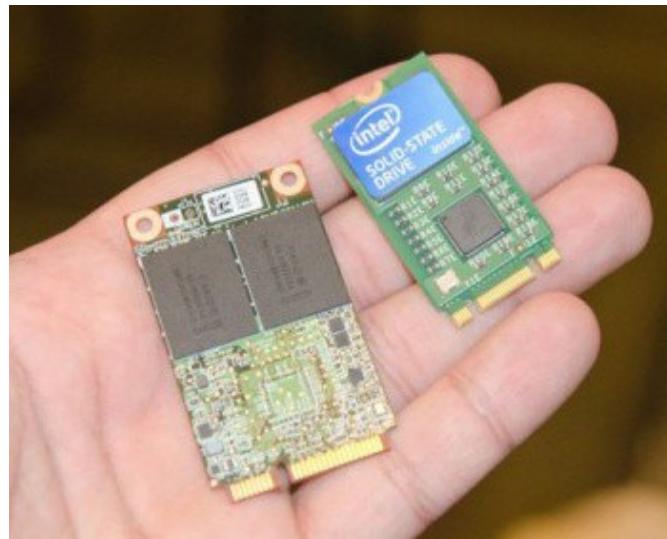


Ilustración 42. Comparación de un mSATA SSD (izquierda) y un M.2 SSD(derecha)

CLASIFICACIÓN DE LOS SSD M.2 EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO

En contraposición con los discos SSD de 2,5", **los discos SSD M.2 pueden ser de varios tamaños**. Aunque todos M.2 son pequeños y delgados, los hay más cortos o largos y más anchos o estrechos.

En función de su tamaño tenemos varias nomenclaturas para designar los discos SSD M.2. **Las 2 primeras cifras indican el ancho de la tarjeta SSD y las 2 o 3 siguientes la longitud.** Por ejemplo un disco SSD M.2 2280 será una memoria de 22 mm de ancho y 80 mm de largo.

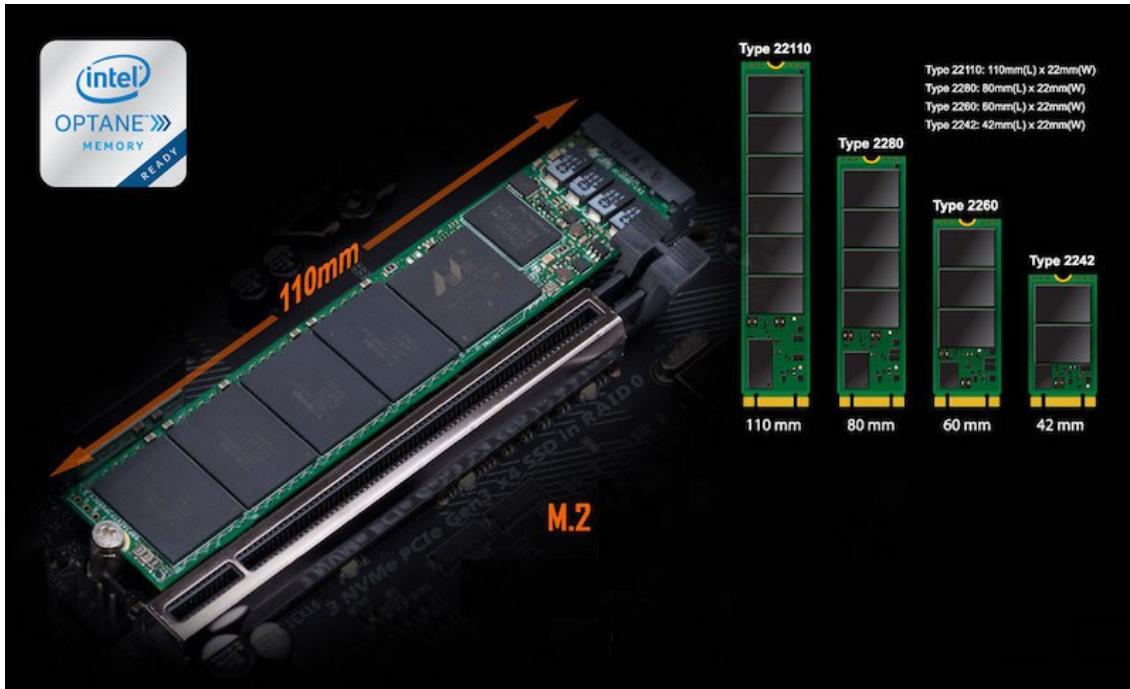


Ilustración 43. Diferentes modelos por tamaños M.2

La memoria flash que suelen utilizar estos discos SSD son del tipo NAND o NVMe. Cuanto mayor sea su longitud de una memoria SSD M.2 mayor número de chips podrán alojar y por lo tanto mayor capacidad de almacenamiento tendrá.

CONEXIÓN SSD M.2 EN FUNCIÓN DE SU VELOCIDAD

Otro aspecto a tener en cuenta en un disco SSD M.2 es su velocidad de transferencia. Aquí es importantísimo el tipo de conector que utilice. Actualmente los discos de estado sólido utilizan dos tipos de interfaz de almacenamiento: SATA 3.0 o PCIe.

Los **SSD M.2 SATA** utilizan el mismo controlador que sus hermanos SSD de 2,5", mientras que los **SSD M.2 PCIe** utilizan unos controladores específicamente diseñados para este tipo de conexión. Esto debes tenerlo muy en cuenta porque es muy importante.

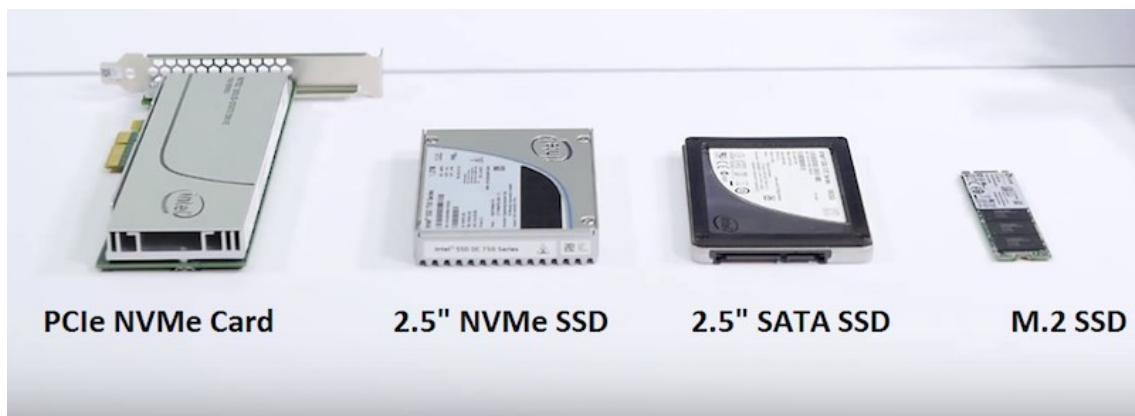


Ilustración 44. Diferentes tipos de SSD en función de su conexión. Falta el mSata en la figura

Los discos SSD se han topado con una barrera infranqueable y es que el conector SATA III estándar admite una velocidad máxima de transferencia de 600MB/s. Con las velocidades que pueden alcanzar los actuales discos SSD el conector SATA es un cuello de botella muy grande. Para salvar esta limitación se optó por utilizar conexiones PCI-e.

La **SSD M.2 PCI-e** admite muchísima mayor velocidad. Está depende de la versión (1.1 ,2.0, 3.0 o 4.0) y el número de conexiones punto a punto(1,2,4,8,16). *Véase Apartado PCI-Express*

TIPOS SSD M.2 EN FUNCIÓN DEL TIPO DE MEMORIA

Por un lado tenemos las **memorias NAND** que son los chips que tienen los discos SSD. Se caracterizan porque son muy rápidos aunque están muy lejos de las velocidades que alcanzan los chips de las memorias RAM. Su mayor ventaja es que no necesitan energía para mantener los datos en su interior. Cuando apagamos el equipo se mantienen los datos en la memoria NAND.

Pero por otro lado tenemos el nuevo tipo de memoria **NVMe -NVM Express-** que es el acrónimo de memoria no volátil (Non Volatile Memory Express). Podríamos definirlas como un estado intermedio entre los chips NAND y los DRAM de las memorias RAM. **Son unos chips o memorias mucho más rápidas que las NAND y que permite obtener mayor rendimiento a las velocidades que dispone la interfaz PCI-E.** Estas NVMe tienen una escalabilidad diseñada y optimizada especialmente para la interfaz con SSDs PCI Express.

NVMe ha sido diseñado desde cero, aprovechando la baja latencia y el paralelismo de los SSD PCI Express, y complementando el paralelismo de CPUs, plataformas y aplicaciones contemporáneas. A un alto nivel, las ventajas principales de NVMe se relacionan con la capacidad de NVMe para explotar el paralelismo en hardware y software de host, basado en sus ventajas de diseño que incluyen transferencias de datos con menos etapas, mayor profundidad de colas de comandos y procesamiento de interrupciones más eficiente.

2.5.3. INTERFACES Y BUSES DE EXPANSIÓN

Una vez detalladas las tarjetas de expansión más usadas en la actualidad, pasaremos a detallar los diferentes buses y/o interfaces actuales que podemos encontrarnos en un sistema informático.

Estos, pueden ser externos o internos. Algunos pueden incluso encontrarse en ambos. Cada uno establece un protocolo de comunicación, conector, energía y tipos de datos diferentes. Vamos a estudiarlos a continuación.

SCSI

SCSI (Small Computer System Interface) es un bus para dispositivos de almacenamiento masivo (discos duros) de primeros de los años 80's, que dado su éxito y su gran aceptación comercial fue aprobado por ANSI en 1986.

Un solo adaptador host SCSI podía controlar en sus primeras versiones hasta 7 dispositivos SCSI conectados con él (actualmente más) pero aunque pueden compartir un mismo adaptador SCSI, tan sólo dos de éstos pueden comunicarse sobre el mismo bus a la vez.

Una de las ventajas del SCSI frente a otros es que los dispositivos se direccionan lógicamente en vez de físicamente, este sistema es útil por dos razones:

1. Elimina cualquier limitación que el conjunto PC-Bios pueda imponer a las unidades de disco.
2. El direccionamiento lógico elimina la sobrecarga que podría tener el host al maniobrar los aspectos físicos del dispositivo, el controlador SCSI lo controla.

INTERFACES

SCSI está disponible en una variedad de interfaces. El primero fue **SCSI paralelo** (también llamado **SCSI Parallel Interface o SPI**), que utiliza un diseño de bus paralelo. Desde 2005, SPI fue gradualmente reemplazado por **Serial Attached SCSI (SAS)**, que utiliza un diseño en serie pero conserva otros aspectos de la tecnología. Muchas otras interfaces que no dependen de estándares SCSI completos todavía implementan el protocolo de comandos SCSI; Otros abandonan completamente la implementación física mientras conservan el modelo de arquitectura SCSI. **iSCSI**, por ejemplo, utiliza TCP / IP como un mecanismo de transporte, que es más a menudo transportado a través de Gigabit Ethernet o enlaces de red más rápidos.

SCSI MODERNO

Las versiones físicas recientes de SCSI -**Serial Attached SCSI (SAS)**, SCSI sobre **Fibre Channel Protocol (FCP)** y **USB Attached SCSI (UAS)**- rompen con los estándares SCSI paralelos tradicionales y realizan la transferencia de datos a través de comunicaciones serie. Aunque gran parte de la documentación de SCSI habla de la interfaz paralela, todos los esfuerzos de desarrollo modernos utilizan interfaces serie. Las interfaces serie tienen varias ventajas sobre SCSI paralelo, incluyendo tasas de datos más altas, cableado simplificado, alcance más largo y aislamiento de fallas mejorado.

SCSI es popular en estaciones de trabajo de alto rendimiento, servidores y dispositivos de almacenamiento. Casi todos los subsistemas RAID de los servidores han utilizado algún tipo de unidades de disco duro SCSI durante décadas (inicialmente SCSI paralelo, recientemente SAS y Fibre Channel), aunque varios fabricantes ofrecen subsistemas RAID basados en SATA como una opción más barata. Además, SAS ofrece compatibilidad con dispositivos SATA, creando una gama mucho más amplia de opciones para los subsistemas RAID junto con la existencia de unidades SAS (NL-SAS) de nearline. En lugar de SCSI, los ordenadores de escritorio y los portátiles modernos suelen utilizar interfaces SATA

para unidades de disco duro internas, con M.2 y PCIe ganando popularidad como SATA puede bloquear las modernas unidades de estado sólido.

SAS

Debido al uso generalizado en las estaciones de servidores actuales, veremos el Interfaz serie SCSI (SAS) con algo más de detalle.



Ilustración 45. Conector SAS

Serial Attached SCSI (SAS) es un protocolo serie punto a punto que mueve los datos hacia y desde los dispositivos de almacenamiento del ordenador, tales como discos duros y unidades de cinta. **SAS reemplaza la tecnología de bus SCSI** (Parallel Small Computer System Interface, usualmente pronunciada /scasi/) que apareció por primera vez a mediados de los años ochenta. SAS, al igual que su predecesor, utiliza el conjunto de comandos estándar SCSI. SAS ofrece compatibilidad opcional con SATA, a partir de la versión 2. Esto permite que las unidades SATA se conecten a la mayoría de los backplanes o controladores SAS. El inverso, que conecta las unidades SAS a los backplanes SATA, no es posible.

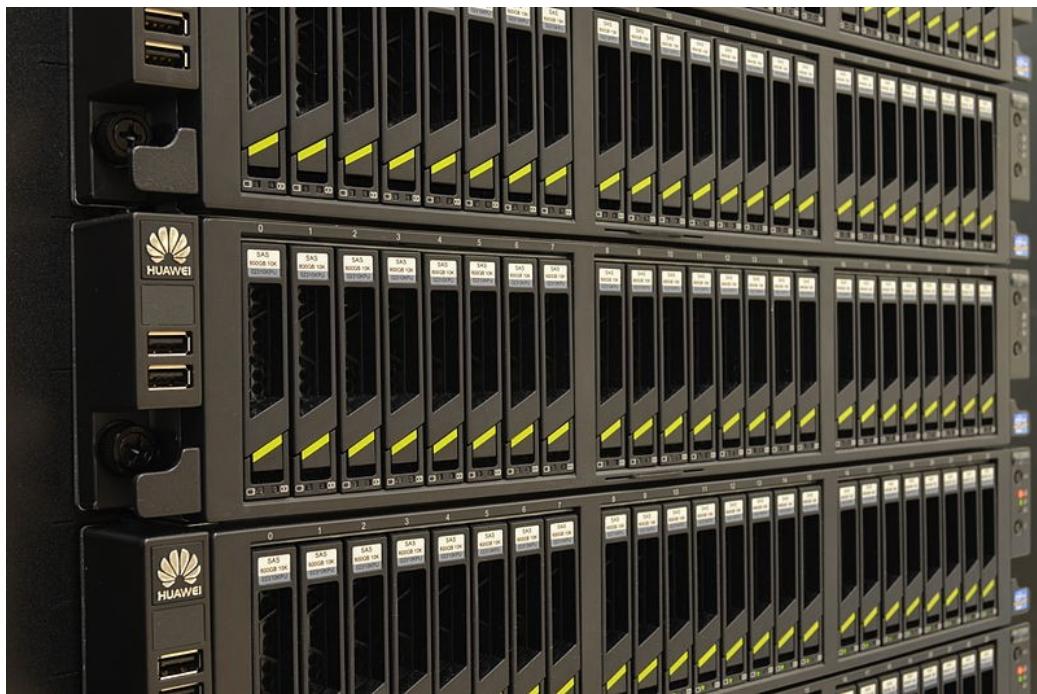


Ilustración 46. Servidores de almacenamiento que alojan 24 unidades de disco duro SAS por servidor

Versiones y tasas de transferencias:

- **SAS-1:** 3 Gbit/s, introducido en 2004
- **SAS-2:** 6 Gbit/s, disponible desde Febrero de 2009
- **SAS-3:** 12 Gbit/s, disponible desde Febrero de 2013
- **SAS-4:** 24 Gbit/s, disponible desde Febrero de 2020.

Observa el [roadmap](#) oficial de SCSI Trade Association

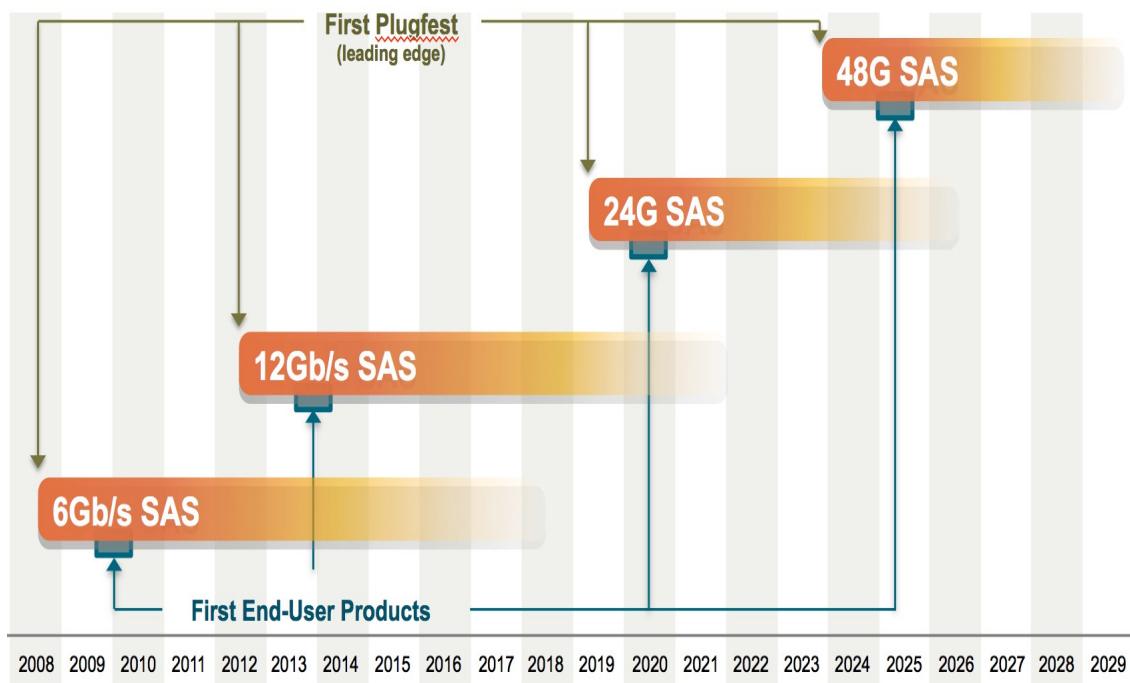
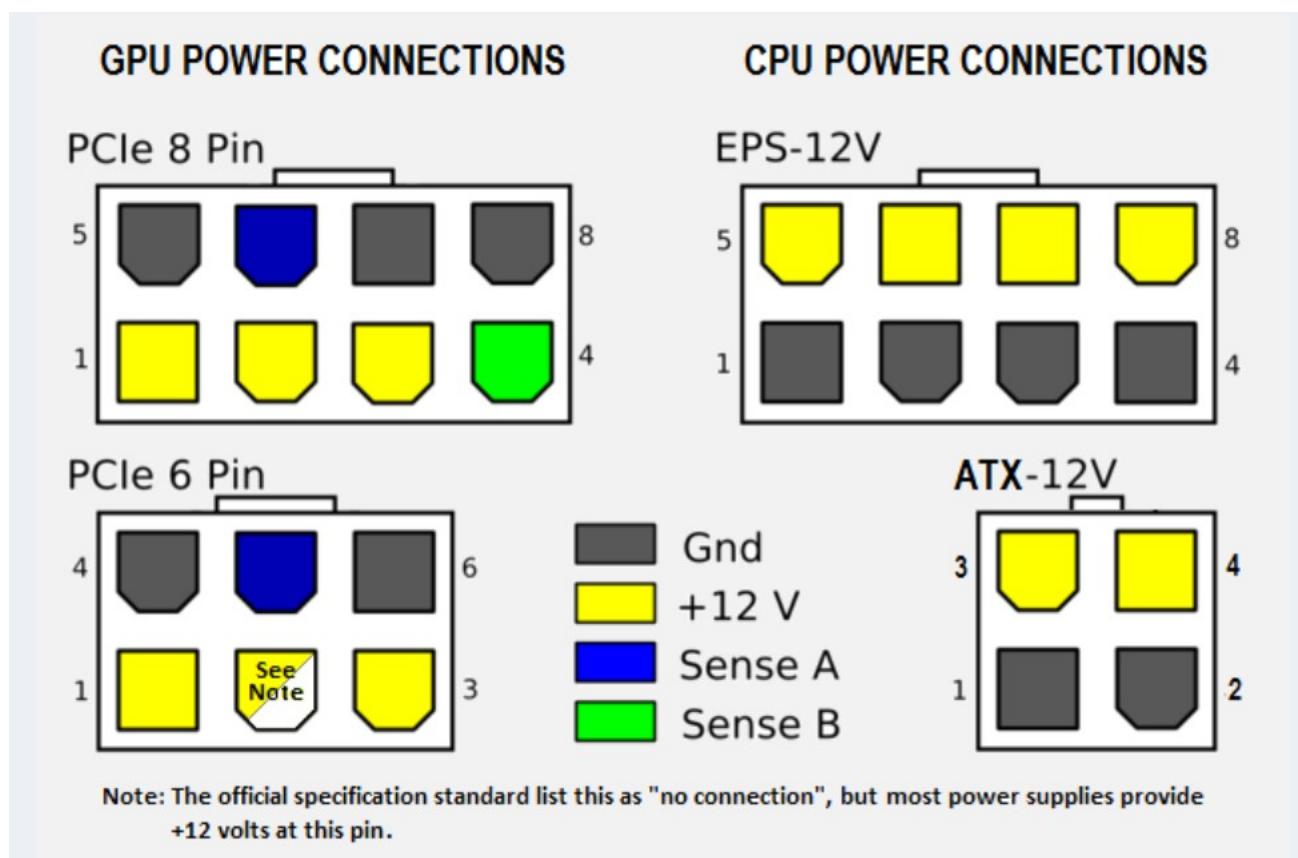


Ilustración 47. Roadmap de la tecnología Serial Attached SCSI (SAS)

2.6. CONECTORES INTERNOS

<https://www.profesionalreview.com/conectores-pc/>

Alimentación de placa, Cpu, GPU y reproductores/discos: Molex, PCIe y EPS



EPS: sirve para proporcionar 12 voltios opcionales para servidores o workstations, ya es un estándar habitual en las nuevas plataformas, es más, en los nuevas placas base X570 tenemos hasta 8 conectores EPS de 8 pines.

PCIe: alimentación para tarjetas graficas (en la propia tarjeta, no en la placa). Pueden ser de 6+2 pines o de 8 pines.

SATA

Serial SATA, S-ATA o SATA (Serial Advanced Technology Attachment) es una interfaz de transferencia de datos entre la placa base y algunos dispositivos de almacenamiento, como la unidad de disco duro, lectora y grabadora de discos ópticos (unidad de disco óptico), unidad de estado sólido u otros dispositivos de altas prestaciones que están siendo todavía desarrollados. Serial ATA sustituye a Paralell-ATA, P-ATA o también llamado IDE.

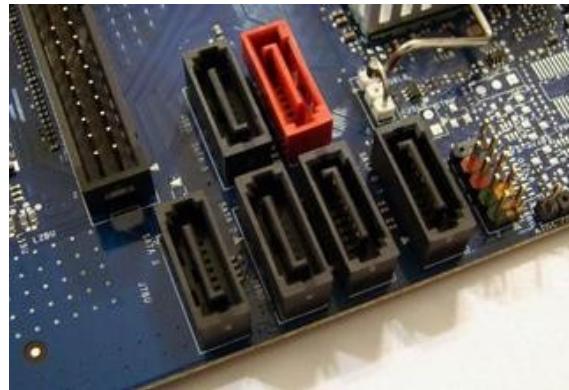


Ilustración 48. Puertos SATA

SATA proporciona mayores velocidades, mejor aprovechamiento cuando hay varias unidades, mayor longitud del cable de transmisión de datos y capacidad para conectar unidades al instante, es decir, insertar el dispositivo sin tener que apagar la computadora o que sufra un cortocircuito como con los viejos conectores molex.



Ilustración 49. Conector de datos SATA



Ilustración 50. Conector de alimentación SATA

REVISIONES DE SATA

A medida que las necesidades de las tasas de transferencia van aumentando, SATA ha ido mejorando a través de sus revisiones, aumentando de manera considerable su tasa de transferencia. Son las siguientes:

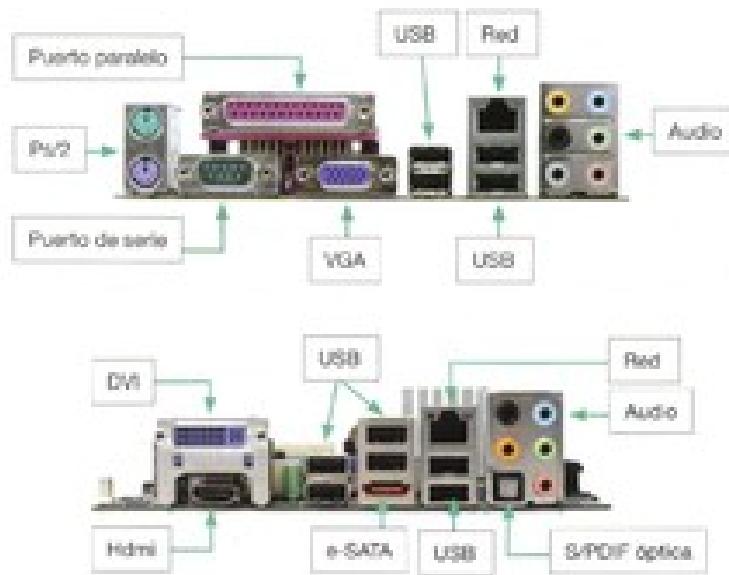
	SATA I	SATA II	SATA III
Frecuencia	1500 MHz	3000 MHz	6000 MHz
Bits/clock	1	1	1
Codificación 8b10b	80%	80%	80%
bits/Byte	8	8	8
Velocidad	1,5 Gbits/s	3 Gbits/s	6 Gbits/s
Velocidad real(por sobrecarga codificación 8b / 10b)	150 MB/s	300 MB/s	600 MB/s

Tabla 5.3. Tabla resumen de las revisiones SATA

2.7. CONECTORES EXTERNOS

Se verán en el tema 5.

Son los conectores que comunican al computador con diferentes periféricos externos al PC desde el monitor a una red LAN o impresora. Los conectores situados en la parte trasera del computador y están soldados a la placa base del computador. Son de alta fiabilidad. En la actualidad, todos los conectores externos suelen ir integrados directamente en la propia placa base, eliminando así cables de distintos datos innecesarios. Habitualmente una placa base lleva los siguientes conectores:



Puertos PS/2 (obsoleto): Uno para el teclado y otro para el ratón. Ambos son conectores de tipo mini-DIN de seis patillas. Este suele ser el tipo habitual de conectores para ratón y teclado en las actuales placas base ATX. En placas antiguas sólo se disponía del tradicional conector de teclado de tipo AT (una clavija de tipo DIN con 5 patillas).

Puerto serie y paralelo: para conexión de ratones antiguos e impresoras respectivamente.

Conectores de audio: Generalmente para clavijas de tipo jack estéreo, siendo los más habituales los de entrada y/o salida de línea, entrada de micrófono y salida de altavoces (azul, verde, rosa).

S/PDIF (Sony/Philips Digital Interface): es un formato digital de transferencia de datos de audio. La ventaja principal de S/PDIF reside en su capacidad para transferir sonidos entre dos dispositivos de audio digitales sin utilizar una conexión analógica que reduciría la calidad. Permite los siguientes métodos de conexión: por RAC (cable coaxial), Toslink (fibra óptica) o por cable de fibra óptica con un mini-jack.

RJ45: Conexión del cable de red Ethernet.

Conector VGA: Para la tarjeta gráfica, es un conector estándar para tarjeta gráfica. Consta de 15 pines agrupados en tres filas. Aún se puede encontrar pero ya está siendo desbancado por el HDMI

Conecotor DVI: Interfaz de vídeo digital. Existen 3 tipos, la letra al final define de una manera general la función a la que se le dedicará a éste tipo de conector DVI:

- **DVI-I:** pueden transmitir señal análoga y digital.
- **DVI-D:** transmiten exclusivamente datos en formato digital.
- **DVI-A:** dedicado a la transmisión de datos de video de tipo análogo.



Ilustración 51. Distintos tipos de DVI

HDMI

HDMI (High-Definition Multimedia Interface) es una **interfaz de audio/video** patentada para **transmitir datos de vídeo sin comprimir y datos de audio digital comprimidos o sin comprimir** desde un dispositivo fuente compatible con HDMI, como un controlador de pantalla, un monitor de computadora compatible, Televisión digital o dispositivo de audio digital. HDMI es un reemplazo digital para los estándares de video analógico.



Ilustración 52. Logo y conector HDMI



Ilustración 53. Puerto HDMI hembra

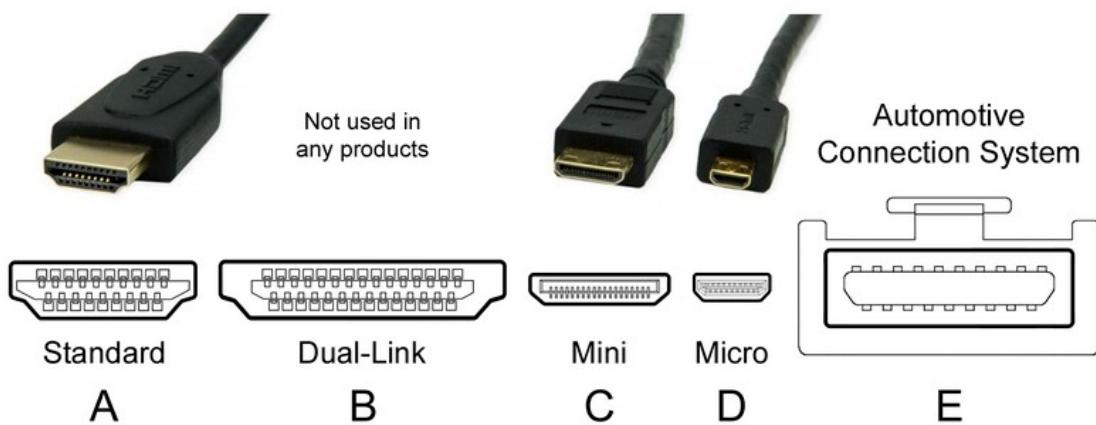


Ilustración 54. Tipos de conectores y puertos HDMI

A continuación trataremos las últimas especificaciones y sus características más importantes y/o novedosas:

HDMI 1.4

- Tasa de transferencia de 10.2 Gbps
- Soporte para resoluciones 4K (4096x2160@24Hz) y UltraHD (3840x2160@30 Hz)



Ilustración 55. Tipos de resoluciones

- **HDMI Ethernet Channel:** Agrega una red de alta velocidad a un enlace HDMI, permitiendo a los usuarios aprovechar al máximo sus dispositivos habilitados para IP sin un cable Ethernet independiente

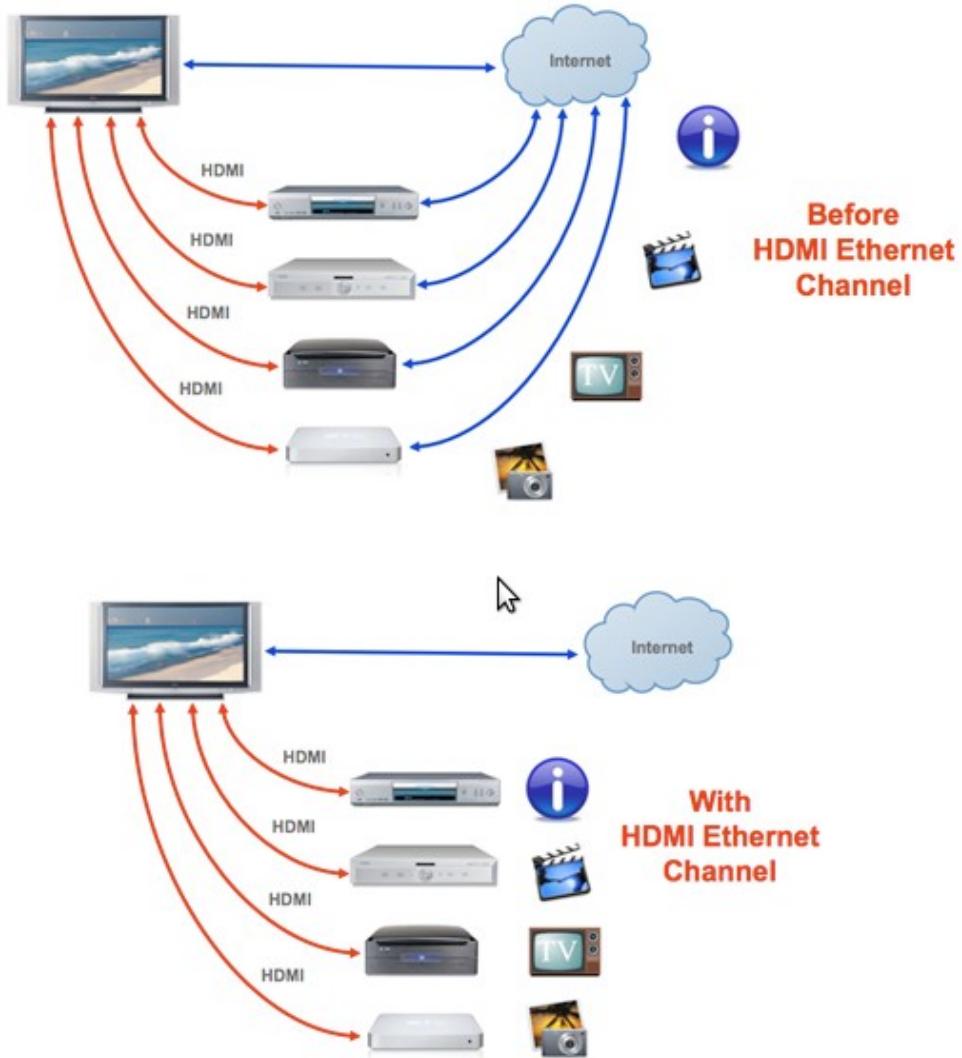


Ilustración 56. HDMI Ethernet Channel

- **Audio Return Channel:** El canal de retorno de audio en HDMI 1.4 permite que un televisor, a través de un solo cable HDMI, envíe los datos de audio "upstream" a un receptor A/V o controlador de audio envolvente, aumentando la flexibilidad del usuario y eliminando la necesidad de cualquier conexión de audio S / PDIF separada .
- Soporte para formatos de **video en 3D**
- **Content Type:** Señalización en tiempo real de los tipos de contenido entre los dispositivos de pantalla y fuente, permitiendo a un televisor optimizar los ajustes de imagen según el tipo de contenido
- **Additional Color Spaces:** Añade soporte para los modelos de color adicionales utilizados en fotografía digital y gráficos por ordenador
- **HDMI Micro Connector:** Un conector nuevo y más pequeño para teléfonos y otros dispositivos portátiles, soportando resoluciones de vídeo de hasta 1080p

HDMI 2.0B

- **Aumento de la Tasa de transferencia hasta 18 Gbps**
- **Soporte HDR(High Dynamic Range)**

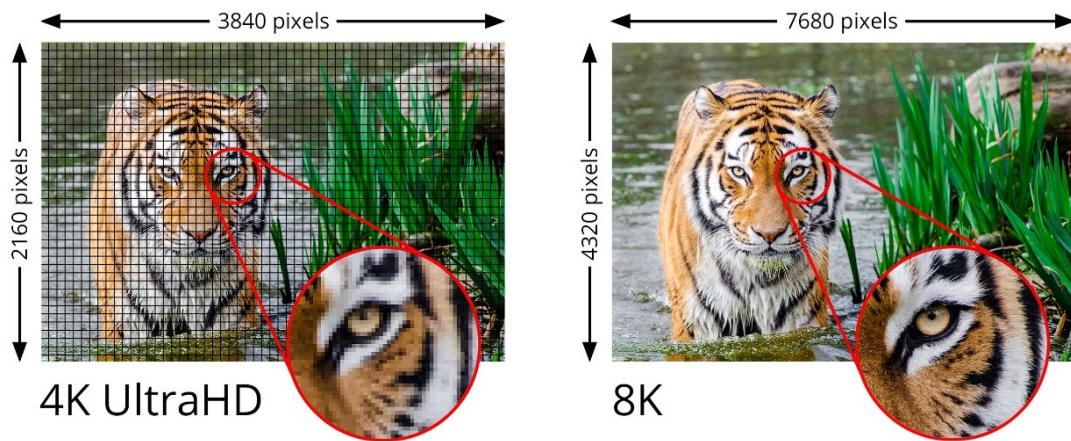
- **Resoluciones de hasta 4K@50/60**
- **Hasta 32 canales de audio para una experiencia de audio inmersiva multidimensional**
- **Hasta 1536kHz frecuencia de la muestra de audio para la más alta fidelidad de audio**
- **Compatibilidad con la relación de aspecto de vídeo de gran angular de formato 21: 9**
- **Sincronización dinámica de secuencias de vídeo y audio**
- Las extensiones de CEC proporcionan más control y control ampliado de dispositivos electrónicos de consumo a través de un único punto de control

HDMI 2.1

	HDMI version						
	1	1.1	1.2-1.2a	1.3-1.3a	1.4-1.4b	2.0-2.0b	2.1
Full HD Blu-ray Disc and HD DVD video	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Consumer Electronic Control (CEC)	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
DVD-Audio	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Super Audio CD (DSD)	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Auto lip-sync	No	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes
Dolby TrueHD / DTS-HD Master Audio bitstream capable	No	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes
Updated list of CEC commands	No	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes
3D video	No	No	No	No	Yes	Yes	Yes
Ethernet channel (100 Mbit/s)	No	No	No	No	Yes	Yes	Yes
Audio return channel (ARC)	No	No	No	No	Yes	Yes	Yes
4 audio streams	No	No	No	No	No	Yes	Yes
2 video streams (Dual View)	No	No	No	No	No	Yes	Yes
Hybrid Log-Gamma (HLG) HDR OETF	No	No	No	No	No	Yes	Yes
Static HDR (HDR static metadata)	No	No	No	No	No	Yes	Yes
Dynamic HDR (HDR dynamic metadata)	No	No	No	No	No	No	Yes
Enhanced audio return channel (eARC)	No	No	No	No	No	No	Yes
Variable Refresh Rate (VRR)	No	No	No	No	No	No	Yes
Quick Media Switching (QMS)	No	No	No	No	No	No	Yes
Quick Frame Transport (QFT)	No	No	No	No	No	No	Yes
Auto Low Latency Mode (ALLM)	No	No	No	No	No	No	Yes
Display Stream Compression (DSC)	No	No	No	No	No	No	Yes

Ilustración 57. Características soportadas por las distintas versiones de HDMI

- **Aumento de la Tasa de transferencia hasta 48 Gbps**
- **Compatibilidad de transferencia de video sin comprimir en 8K con HDR**
- **Modo de juego VRR** que permite tasas de actualización variable (VRR) (Variable Refresh Rate); una tecnología dirigida a reducir el lag, los saltos de imagen y las imágenes partidas que son tan comunes en los videojuegos. Es algo similar a lo que fabricantes como AMD y Nvidia ofrecen en forma de FreeSync y G-Sync; se basa en sincronizar ambos aparatos (el monitor y el ordenador, por ejemplo) para que la tasa de refresco de la pantalla cambie constantemente al mismo valor que la tasa de frames por segundo.
- **Resoluciones máxima de hasta 4K@120(4K a 120Hz), 8K@120(8K a 60Hz) y 10K**(El estándar no especifica frecuencia en esta resolución).



- **HDR Dinámico:** A diferencia de otras implementaciones de HDR, esta permite enviar la información de color de cada frame por separado; por lo tanto, es posible adaptar el HDR a cada escena y plano, mejorando el efecto.



Ilustración 59. Resoluciones Dinámica HDR

Modo de juego VRR que permite tasas de actualización variable (VRR) (Variable Refresh Rate); una tecnología dirigida a reducir el lag, los saltos de imagen y las imágenes partidas que son tan comunes en los videojuegos. Es algo similar a lo que fabricantes como AMD y Nvidia ofrecen en forma de FreeSync y G-Sync; se basa en sincronizar ambos aparatos (el monitor y el ordenador, por ejemplo) para que la tasa de refresco de la pantalla cambie constantemente al mismo valor que la tasa de frames por segundo.

USB

USB es el acrónimo de Universal Serial Bus y obedece a un tipo de conexión **serie** normalizada para todo tipos de dispositivos. El sistema de conexión que utiliza el USB es muy versátil.

Es posible conectar hasta 127 dispositivos USB en cascada. Los segmentos de cable que se pueden usar entre dispositivos pueden ser de hasta 5 metros de longitud.

Además el conector USB suministra una alimentación de 5 voltios, suficiente para muchos dispositivos pequeños con este tipo de conexión: está formado por 4 pines (alimentación, tierra, Data+ y Data-).



Ilustración 60. Diferencia puertos USB 2.0 y USB 3.0

A continuación, una tabla resumen de las características principales de las distintas versiones de USB

Versión	Nombre Comercial	Tasa Transferencia	Potencia
1.0		1,5 Mbits/seg	
1.1	USB 1.1	12 Mbits/seg (1,5 MB/s)	
2.0	USB 2.0	480 Mbits/seg (60MB/s)	2,5W (5V y 500mA).
3.0	USB 3.2 Gen 1 y/o SuperSpeed USB	5 Gbits/seg (625MB/s)	4,5W (5V y 900mA).
3.1	USB 3.2 Gen 2, y/o SuperSpeed USB 10 Gbps	10 Gbits/seg (1250MB/s)	Hasta 100W
3.2	USB 3.2 Gen 2x2 y/o SuperSpeed USB 20 Gbps	20 Gbits/seg (2500MB/s)	Hasta 100W
4	USB 4	40 Gbits/seg	Anuncio de la especificación

Tabla 5.4. Tabla resumen de las versiones de USB

CONECTORES USB

El bus USB, además de tener distintas versiones que han ido evolucionando a lo largo del tiempo, también tiene diferentes tipos de conectores, dependiendo de su forma y dispositivo al que se quiere conectar el bus USB.

Estos pueden ser de diferentes formas y tamaños, además de ser de diferentes tipos. En la imagen puedes apreciar distintos conectores USB. De izquierda a derecha: **micro USB macho**, **mini USB macho**, **USB type-B macho**, **USB type-A hembra** y **USB type-A macho**.

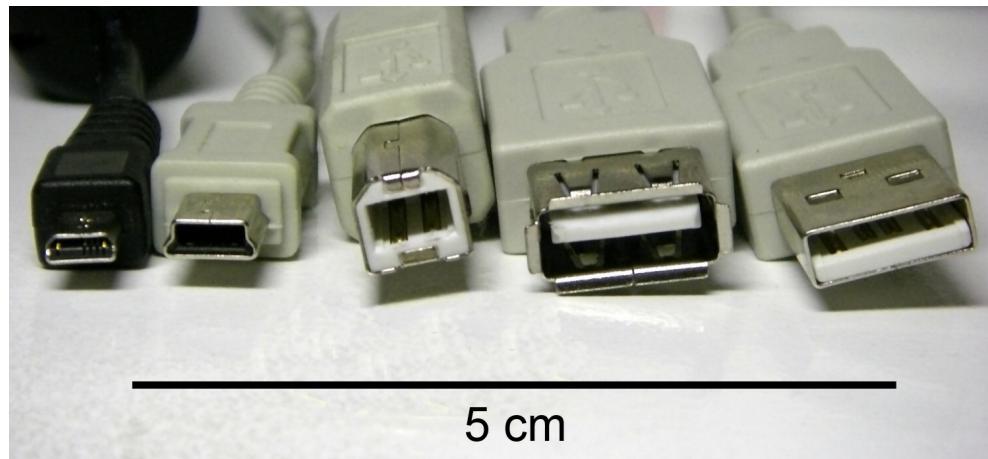


Ilustración 61. Distintos tipos de conectores USB

El estándar USB especifica tolerancias mecánicas relativamente amplias para sus conectores, intentando maximizar la compatibilidad entre los conectores fabricados. A diferencia de otros estándares también define tamaños para el área alrededor del conector de un dispositivo, evitando el bloqueo de un puerto adyacente por el dispositivo en cuestión.

Las especificaciones USB, definen tres tipos de conectores:

A) TYPE-A

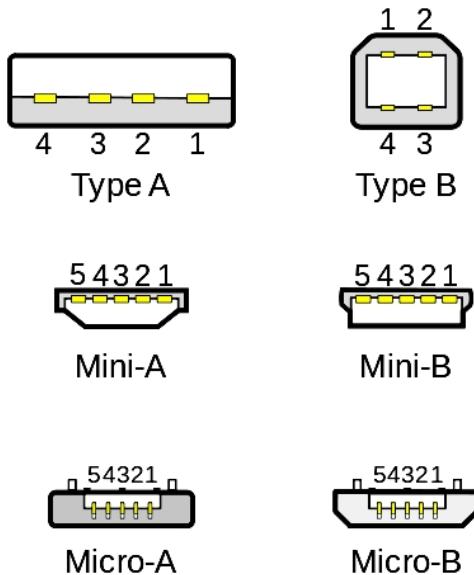


Ilustración 62. Dibujos de distintos conectores USB Type A y B

Utilizan la hembra en el sistema anfitrión (generalmente el ordenador), y suelen usarse en dispositivos en los que la conexión es permanente (por ejemplo, ratones y teclados). El Tipo A suele usarse en las conexiones USB de gran tamaño.

B) TYPE-B

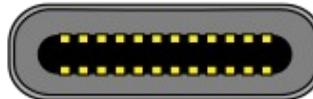
Utilizan la hembra en el dispositivo USB (función), y se utilizan en sistemas móviles (por ejemplo, tablets y smartphones). El Tipo B suele usarse generalmente en dispositivos móviles debido a su menor tamaño (mini USB y micro USB).

C) TYPE-C



Ilustración 63. Conector USB Type-C

Su principal característica es que su conector es **reversible**. Además da soporte a la especificación USB 3.1 en adelante que puede ofrecer hasta 100W de potencia.



Type-C

Ilustración 64. Puerto USB Type-C

USB 3.1

USB 3.1 Soporta hasta 10Gb/s y una potencia de 100W. Además es **compatible con las anteriores versiones**. Eso sí, como ya ocurría anteriormente, en el caso de conectar un cable USB 3.1 a un conector USB 2.0, siempre **tendremos que conformarnos con las características de la peor de las dos tecnologías**, en este caso marcada por el USB 2.0.

USB 3.2

Se trata de una actualización incremental que usa **dos canales Tx/Rx (el llamado 'modo x2')** con el que podrá doblar la velocidad del estándar anterior y así ofrecer el máximo rendimiento, **siempre sobre conector Tipo USB-C**. Básicamente, dobla la transferencia de datos **hasta 20 Gbps**.

Para usar la nueva especificación será necesario contar con dispositivos y concentradores que lo soporten, siendo totalmente compatible con los actuales cables USB Tipo C. Es de esperar que la nueva especificación USB comience a estar disponible en aquellos dispositivos que sean lanzados durante el 2019.

USB 4

Según la [especificación](#) publicada por USB-IF, las soluciones más importantes son las siguientes:

- Dos líneas de operación en cables **USB Tipo C®** llegando hasta **40 Gbps**.
- Agregación de distintos protocolos para compartir el ancho de banda que resulta de ellos.
- Compatibilidad con versiones anteriores con **USB 3.2, USB 2.0 y Thunderbolt 3**.

THUNDERBOLT

Thunderbolt es un desarrollo propietario de Intel cuyo fin es crear una nueva interfaz de conexión entre dispositivos.



Ilustración 65. Logo de Thunderbolt

La principal diferencia de Thunderbolt respecto de otras tecnologías como USB 3.x es que **la información se mueve mediante pulsos de luz**, y no a través de electricidad como en otras interfaces. A nivel de usuario esto no tiene mayor importancia, pero supone un enorme cambio a bajo nivel y desde el punto de vista técnico.



Ilustración 66. Conector Thunderbolt

Una de las principales ventajas de Thunderbolt respecto de otras interfaces es que es muy dinámica. Podrá valer tanto para datos como para vídeo o audio, dependiendo de qué dispositivos estamos conectando. Ésto es debido a que Intel ha desarrollado Thunderbolt **bajo dos protocolos: PCI-Express y DisplayPort**.

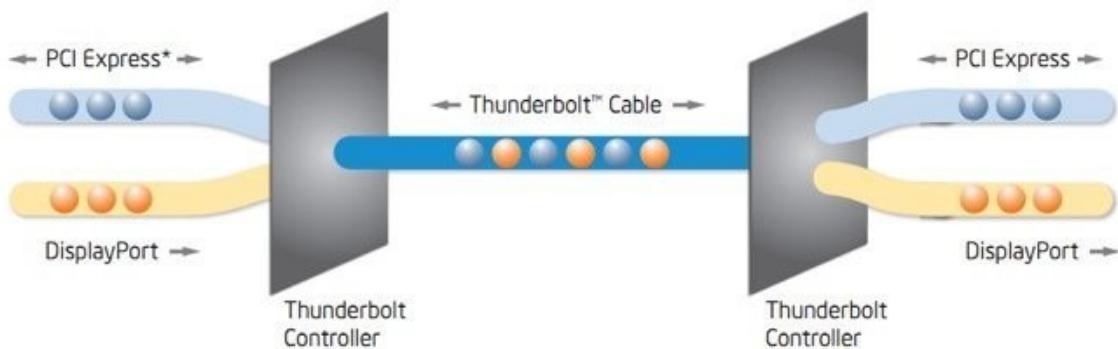


Ilustración 67. Arquitectura interna de Thunderbolt

Mediante el protocolo PCI-Express se moverán los datos, mientras que DisplayPort será el encargado de mover el vídeo a través del cable

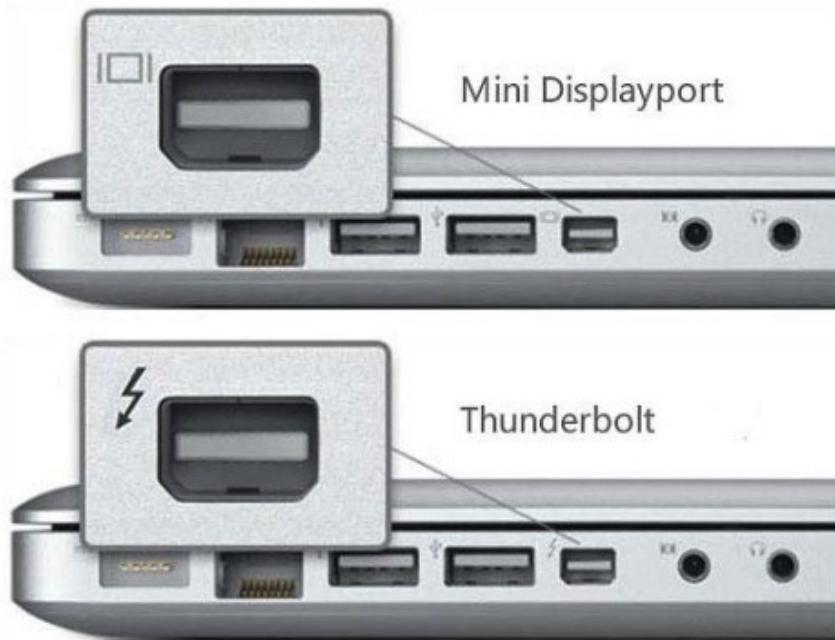


Ilustración 68. Puerto Thunderbolt y Mini Displayport

Además, Thunderbolt es bidireccional, y en cada sentido tiene un ancho de banda. Así pues, tendremos dos canales independientes cada uno de ellos con un igual ancho de banda.

Versiones y Anchos de Banda:

- Thunderbolt 1: Hasta 10Gb/s
- Thunderbolt 2: Hasta 20 Gb/s
- Thunderbolt 3: Hasta 40 Gb/s