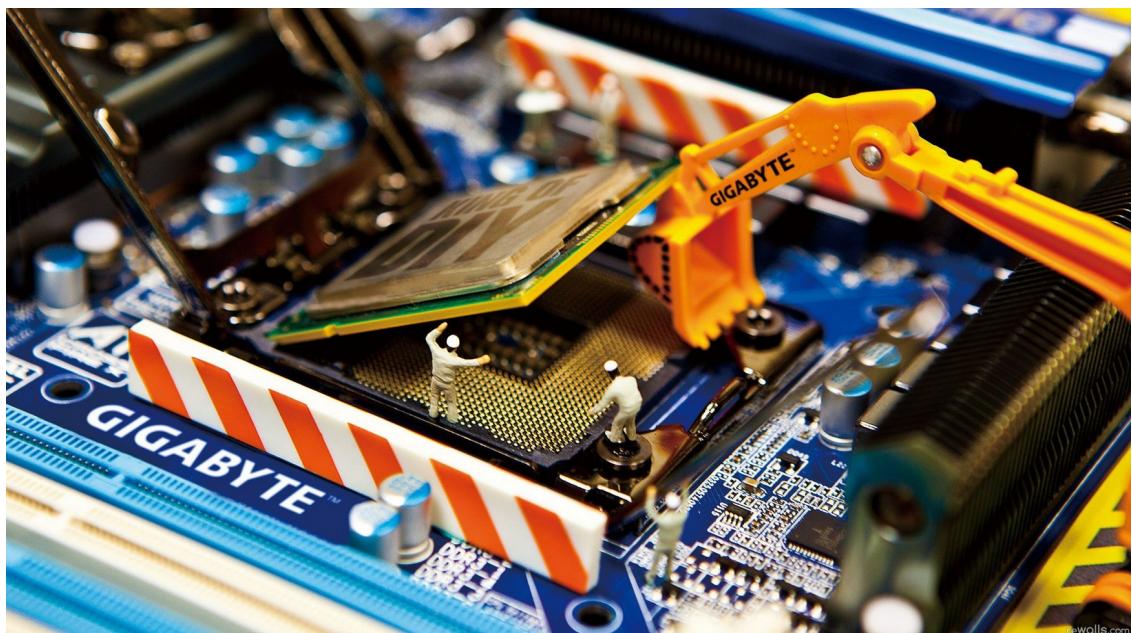


**1º ADMINISTRACIÓN DE SISTEMAS
INFORMÁTICOS EN RED**

**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 Fundamentos de Hardware 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://en.wikipedia.org>
- <http://moodle.iesgrancapitan.org>
- <http://www.nox-xtreme.com/>
- <http://www.playtool.com/>
- <http://es.slideshare.net>
- <http://computerhoy.com/>
- <http://www.muycomputer.com/>
- <http://alegsa.com.ar/>
- <http://www.intel.es/>
- <http://www.intel.com/>
- <http://www.amd.com/>
- <http://es.slideshare.net/CesarChicaiza/latencia-en-la-memoria-ram>
- <https://systemnor.files.wordpress.com>
- <http://computadoras.about.com>
- <https://www.xataka.com/>
- <https://www.genbeta.com/>
- <http://www.whatsnew.com/>
- <http://androtalk.es>
- <https://systemnor.wordpress.com>
- <http://www.guru3d.com>
- <https://andro4all.com>
- <http://www.usb.org/>
- <https://www.soydemac.com/>
- <http://www.mibqyyo.com/>
- <https://www.arm.com>
- <https://hardzone.es/>
- <https://www.anandtech.com>
- <https://www.profesionalreview.com>
- <https://matematicascercanas.com>
- <https://fuse.wikichip.org/>
- <https://espacioscriticosdesign.blogspot.com/>
- <https://ikastaroak.birt.eus/>

ÍNDICE

1. LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN.....	5
1.1 El Ordenador. Conceptos Básicos.....	5
1.2 Evolución Histórica de la Informática.....	9
1.3 Sistemas Informáticos. Estructura Funcional.....	14
1.4 Sistemas Informáticos. Estructura Física.....	15
2. LA CARCASA, ALIMENTACIÓN Y REFRIGERACIÓN.....	27
2.1 La Carcasa.....	27
2.2 La Fuente de Alimentación.....	29
2.3 La Refrigeración. Tipos.....	43
3. LA PLACA BASE.....	51
3.1 Formatos de la Placa Base.....	51
3.2 Los Componentes de una Placa Base.....	52
4. MICROPROCESADORES.....	88
4.1 Introducción Básica.....	88
4.2 Parámetros que influyen en el rendimiento de un microprocesador.....	92
4.3 Tecnología de Fabricación Multigate device.....	101
4.4 Sistemas Multiprocesador y Multinucleo.....	109
4.5 Tecnologías Micropresesadores Actuales.....	111
4.6 MicroProcesadores de Intel.....	118
4.7 Microprocesadores de AMD.....	130
4.8 ARM.....	142
5. EXPANSIÓN Y CONECTORES.....	167
5.1 Buses, Interfaces y Tarjetas de Expansión.....	167
5.2 Tipos de Tarjetas de Expansión.....	167
5.3 Interfaces y Buses de Expansión.....	175
5.4 Conectores, Puertos y Otros Buses.....	194
6. ALMACENAMIENTO.....	198
6.1 Conceptos Básicos.....	198
6.2 Discos Duros Magnéticos.....	198
6.3 Discos Duros SSD.....	206
6.4 Tecnología RAID.....	213
7. MONITORES Y TARJETAS GRÁFICAS.....	222
7.1 Tarjetas Gráficas.....	222
7.2 Monitores.....	235

1. LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN

El vertiginoso desarrollo de la informática en las últimas décadas ha impulsado a su vez multitud de áreas de la sociedad (tecnología, economía, ciencias, investigación,...) de manera que hoy en día parece imposible pensar en la mayoría de las actividades de nuestra sociedad sin que aparezca algún sistema informático. La mayoría de las personas utilizan diariamente un ordenador tablet o móvil, ya sea directa y voluntariamente, ya sea indirectamente .

Este tema pretende dar una visión general sobre el funcionamiento interno de un ordenador personal (PC Personal Computer), las partes que lo componen y la relación entre ellas.

La informática surge de la abreviatura de la expresión *información automática*. De forma general, hace referencia a la teoría, diseño, fabricación y uso de los ordenadores, es decir, abarca cualquier actividad relacionada de cualquier modo con los ordenadores.

La aparición de los ordenadores data de mediados de siglo XX. Se comenzó con unas máquinas de cálculo automático que fueron evolucionando y aumentando de potencia y prestaciones. Los primeros ordenadores ocupaban mucho espacio, tenían unas prestaciones muy reducidas y consumían mucha energía. Eran máquinas muy caras que muy pocas empresas u organismos podían costear y mantener.

La revolución llegó a mediados de la década de los 60 con el uso de materiales semiconductores en la fabricación de los componentes de los ordenadores. Aparecieron los circuitos integrados. Un circuito integrado es un conjunto de transistores embutidos en una pastilla de material semiconductor (silicio) y que forman un único bloque. Un transistor es un circuito electrónico simple que tiene dos entradas y una única salida. La principal ventaja radica en que estos transistores pueden tener un tamaño muy reducido, con lo que se está disminuyendo el tamaño del ordenador. Esta miniaturización de los componentes del ordenador permitió diseñar ordenadores más pequeños y manejables, aunque todavía eran máquinas caras que muy pocas empresas y organismos podían permitirse.

A lo largo de los temas siguientes haremos una aproximación a todos y cada uno de los componentes fundamentales de un PC, acercándonos a sus orígenes y a la evolución que han experimentado a lo largo del tiempo, para finalmente llegar a las tecnologías que en la actualidad existen en el mercado. Nos centraremos en los ordenadores de tipo PC, por ser los más comunes y habituales hoy en día, aunque algunas de las tecnologías que aquí se explican pueden encontrarse en otras plataformas.

1.1 EL ORDENADOR. CONCEPTOS BÁSICOS

Existen en la literatura informática muchas definiciones del ordenador, pero una que se acerca bastante es:

Máquina digital y electrónica, que bajo el control de un programa almacenado realiza un tratamiento a la información. La información se introduce por un dispositivo de entrada y el resultado del tratamiento es presentado al usuario por un dispositivo de salida.

Vamos a estudiar más detenidamente la definición anterior. Se puede deducir que un sistema informático está formado por tres componentes principales:

1. Parte física, formada por todos los dispositivos electrónicos que forman la máquina: CPU, teclado, pantalla, circuitos electrónicos, impresora, etc... también denominada Hardware.
2. Parte lógica, formada por los programas que controlan el funcionamiento del ordenador y realizan el tratamiento de la información, denominada Software.
3. Los usuarios, que utilizan el sistema para sus tareas cotidianas o en el trabajo.

Los dos primeros componentes forman el ordenador en su concepción más básica. Posteriormente profundizaremos sobre estos componentes. Para comprender el funcionamiento de un ordenador, es necesario tener una visión global de su estructura jerárquica, es decir, es importante darse cuenta de que el sistema completo está formado a su vez por subsistemas relacionados entre sí de forma escalonada:

- **Nivel 0.-** Lógica digital. Se corresponde con el hardware real de la máquina (dispositivos y circuitos electrónicos).
- **Nivel 1.-** Microprogramación y lenguaje máquina. En este nivel se encuentran los programas interpretables directamente por el microprocesador. Es el nivel inferior más bajo accesible por el usuario y se corresponde con el conjunto de instrucciones que son interpretables por el hardware.
- **Nivel 2.-** SO. Es el conjunto de programas que controlan los recursos del sistema.
- **Nivel 3.-** Nivel de aplicación. Es el nivel en el que se mueve el usuario, abstrayéndose de los demás niveles para facilitar su trabajo con el ordenador.

En la definición de ordenador aparece el término digital. Un dispositivo eléctrico es digital cuando manipula datos discretos, es decir, datos que solamente pueden tomar un valor de un conjunto finito de valores. En el caso de los ordenadores, la información que tratan, en su forma más simple, solamente puede tener dos posibles valores: 0 ó 1. De ahí que a los datos que manipula el ordenador se conozcan como datos binarios. El ordenador es un procesador de datos digitales. En la práctica, esto significa que todos los datos analógicos (texto, sonido, video, imágenes, etc.) se traducen a una gran cantidad de ceros y unos. Estos valores existen como diminutas cargas eléctricas en circuitos microscópicos. Estos circuitos tienen entre sus componentes los transistores, que son dispositivos eléctricos que solamente pueden tener dos estados: cargado o no cargado, de esta forma puede representar al 1 y al 0.

Desde la aparición del primer ordenador hasta ahora, estas máquinas han evolucionado en prestaciones: velocidad, capacidad de almacenamiento, rendimiento, etc. Para poder medir todos estos parámetros y algunos más es necesario introducir unos conceptos muy habituales en informática y sin los cuales no es posible entender el resto del texto.

1.1.1. CAPACIDAD DE LA INFORMACIÓN

En la era digital, la unidad mínima de información es el **bit** (**binary digit**). Un bit solamente puede tomar uno de dos posibles valores: 1 ó 0. No obstante, cuando se mide la capacidad de almacenamiento de un dispositivo, la unidad mínima que suele tomarse es el **byte**. Un byte es el número mínimo de bits necesarios para representar un carácter. Cuando más adelante veamos la memoria, veremos que la menor cantidad de información direccionable en memoria es el byte.

Por supuesto, el byte es una unidad de información muy pequeña, por lo que se usan sus múltiplos: Kilobyte (KiB), Megabyte (MiB), Gigabyte (GiB), Terabyte (TiB), etc. Se utilizan múltiplos de 10 de la base binaria (es decir, 2^n bytes). Se emplea el símbolo de miles, aunque, no existe una equivalencia exacta.

Kilobyte (KiB)	1.024 bytes
Megabyte (MiB)	1.024 KiB
Gigabyte (GiB)	1.024 MiB
Terabyte (TiB)	1.024 GiB
Petabyte (PiB)	1.024 TiB
Exabyte (EiB)	1.024 PiB
Zettabyte (ZiB)	1.024 EiB
Yottabyte (YiB)	1.024 ZiB

Tabla 1.1 Unidad de medida de capacidad de almacenamiento

1.1.2. SISTEMA MÉTRICO INTERNACIONAL VS ISO/IEC 80000-13

Hay que diferenciar dos formas diferentes de establecer las unidades de medida de capacidad de la información dependiendo de la forma en la que cambiamos de unidad:

1. Sistema Internacional (decimal): Se basa en una unidades **múltiplos de 10**. Cada cambio de unidad se hace en base a 10^3 . Por ejemplo:

$$1 \text{ MB} = 1 * 10^3 \text{ KB} = 1000 \text{ KB}$$

$$1 \text{ GB} = 1 * 10^9 \text{ Bytes} = 1.000.000.000 \text{ Bytes}$$

2. ISO/IEC 80000-13 (Binario): Se basa en unidades **múltiplos del byte**. Cada cambio de unidad se hace en base a 2^{10} . Por ejemplo:

$$1 \text{ KiB} = 1 * 2^{10} \text{ Bytes} = 1024 \text{ Bytes}$$

$$1 \text{ MiB} = 1 * 2^{20} \text{ Bytes} = 1.048.576 \text{ Bytes}$$

Un ejemplo de la diferencia entre ambos sería:

$$1 \text{ TB} = 10^{12} \text{ bytes} = 1\ 000\ 000\ 000\ 000 \text{ Bytes} \approx 0,909495 \text{ TiB}$$

$$1 \text{ TiB} = 2^{40} \text{ bytes} = 1\ 099\ 511\ 627\ 776 \text{ Bytes} \approx 1,09951 \text{ TB}$$

Múltiplos de bytes			
Sistema Internacional (decimal)		ISO/IEC 80000-13 (binario)	
Múltiplo (símbolo)	SI	Múltiplo (símbolo)	ISO/IEC
kilobyte (kB)	10^3	kibibyte (KiB)	2^{10}
megabyte (MB)	10^6	mebibyte (MiB)	2^{20}
gigabyte (GB)	10^9	gibibyte (GiB)	2^{30}
terabyte (TB)	10^{12}	tebibyte (TiB)	2^{40}
petabyte (PB)	10^{15}	pebibyte (PiB)	2^{50}
exabyte (EB)	10^{18}	exbibyte (EiB)	2^{60}
zettabyte (ZB)	10^{21}	zebibyte (ZiB)	2^{70}
yottabyte (YB)	10^{24}	yobibyte (YiB)	2^{80}

Véase también: [nibble](#) • [byte](#) • [sistema octal](#)

Ilustración 1. Estándares de medida de capacidad de la información

1.1.3. VELOCIDAD DE LOS DISPOSITIVOS

Además de la capacidad de almacenamiento de un determinado dispositivo interesa conocer a qué velocidad ese dispositivo entrega los datos. Es importante tener en cuenta que en un ordenador trabajan varios dispositivos relacionados entre sí formando una cadena; cada “eslabón” de la cadena influye en la velocidad global del sistema (no sirviendo de nada disponer de un procesador muy veloz si el resto de componentes del ordenador son muy lentos). En este caso, los dispositivos más rápidos del ordenador se quedarían esperando la respuesta de los dispositivos más lentos.

Si se analiza la velocidad de un microprocesador, ésta está afectada por varios factores:

Reloj del sistema: Este dispositivo emite señales eléctricas a intervalos regulares de tiempo. A cada una de las señales que emite se denomina pulso del reloj y el tiempo que pasa entre la emisión de una señal y la siguiente se conoce como ciclo de reloj. Este reloj sincroniza el trabajo del procesador; generalmente, entre pulso y pulso de reloj (ciclo) solamente puede realizar una operación, aunque los procesadores más modernos son capaces de realizar más de una operación por cada ciclo de reloj.

La frecuencia del reloj del sistema se mide en Megahercios (Mhz), donde un Mhz es igual a un millón de ciclos por segundo. Cuanto mayor sea la frecuencia del reloj del sistema, más rápido será el procesamiento. La arquitectura de los procesadores hace que una instrucción compleja pueda necesitar varios ciclos de reloj para ejecutarse.

No se puede comparar el rendimiento de dos procesadores únicamente por el reloj del sistema, debido a que un procesador con un reloj de sistema muy alto puede tener una arquitectura interna pobre, necesitando muchos ciclos de reloj para realizar una determinada operación. Sin embargo, otro

procesador con una arquitectura más eficaz podrá realizar esa misma operación en mucho menos ciclos de reloj, tardando menos tiempo a pesar de tener un reloj de sistema más lento.

Ancho de bus: Es la cantidad de datos que un bus puede transmitir en cada momento de un dispositivo a otro. El ancho de bus puede ser de 8, 16, 32, 64 y 128 bits. Cuando mayor sea el bus de datos del procesador, más rápida será la transferencia de datos.

Tamaño de palabra: Una palabra es la cantidad de datos que la CPU puede procesar en un ciclo de reloj. Un procesador de 8 bits puede manejar 8 bits por cada ciclo de reloj. Los procesadores pueden ser de 8, 16, 32 y 64 bits. Cuanto mayor sea el tamaño de palabra del procesador, más cantidad de información puede procesar en un ciclo de reloj y más rápido será el procesamiento.

Tiempo de acceso: Es el tiempo que, por término medio, tarda un dispositivo en responder a una petición de información. En este caso se mide en milisegundos (ms), microsegundo(μ s), o nanosegundos(ns), dependiendo del tipo de dispositivo que estemos analizando.

Es necesario que exista coherencia entre los parámetros antes comentados, ya que no serviría de nada tener un bus que entregue 128 bits, si la CPU tiene un tamaño de palabra de 8 bits con un reloj del sistema de baja frecuencia. Esto formaría un cuello de botella en alguna parte del sistema que lo ralentizaría.

1.2 EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA INFORMÁTICA

La historia de las máquinas de calcular que dieron origen a los ordenadores electrónicos actuales, en su aspecto más remoto, comienza con la utilización de un instrumento, por distintas civilizaciones siglos antes de Cristo. Se trata del ábaco empleado para contar y realizar operaciones aritméticas sencillas. Los orientales son personas muy diestras, aún hoy, en la utilización de este tipo de dispositivo de cálculo.

Nuestros ordenadores actuales tienen raíces espirituales que se remontan a más de 350 años atrás. Matemáticos, filósofos como Pascal, Leibnitz, Babbage y Boole sentaron las bases de la informática con su trabajo teórico.

Entre los siglos XVII y XVIII, y gracias a la tecnología mecánica desarrollada en esa época, se construyeron máquinas cuyo funcionamiento interno se basaba en ruedas dentadas y fueron capaces de realizar operaciones sencillas simulando el funcionamiento del ábaco. Un ejemplo es la máquina aritmética de Pascal que apareció en el año 1.642. Era una máquina mecánica de sumar que recibió el nombre de «Pascalente».

En el año 1.822, Babbage comienza el diseño de su Máquina de diferencias cuya construcción lleva a cabo con la colaboración de Clement. Algunos años más tarde, Babbage evoluciona y comienza el proyecto em 1830 de una nueva máquina recibió el nombre de Máquina analítica.

Georges Boole publica en el año 1.854 «Investigación de las leyes del pensamiento», donde describía un sistema para el razonamiento simbólico y lógico que constituiría las bases del diseño de los ordenadores aparecidos muchos años más tarde.

En los últimos años del siglo XIX comenzaron a utilizarse en el mundo de los negocios y en la gestión de las empresas algunas máquinas de cálculo mecánicas. Un ejemplo de ellas lo constituye el

Sistema de Tabulación Eléctrico de Hollerith, aparecido en el año 1.889. Esta máquina se empleó para la realización del censo americano del año 1.890, y utilizaba como soporte de los datos fichas de cartulina.

Una mención especial hay que dedicar al matemático húngaro John Von Neumann, quien desarrolló un modelo de ordenador muy básico que todavía utilizamos en la actualidad. Von Neumann dividió el hardware de un ordenador en 5 componentes principales:

- CPU
- Entrada
- Salida
- Memoria de trabajo
- Memoria permanente

A mediados del siglo XX aparecen los primeros ordenadores, como consecuencia, en primer lugar, de los avances tecnológicos conseguidos en las áreas mecánica, eléctrica y electrónica, y en segundo lugar, a la necesidad de resolver, de forma rápida y exacta, problemas técnicos de origen militar y, en concreto, problemas de balística.

El primer ordenador electromecánico se conoce con el nombre de **Mark I**, y fue construido en 1.944 en la Universidad de Harvard. Su diseñador fue Howard H. Aitken.

Los ordenadores han ido apareciendo desde los años cuarenta se han agrupado en cinco generaciones, que se diferencian por la tecnología y la arquitectura de sus componentes.

1.2.1. PRIMERA GENERACIÓN: 1940-1955 APROX.

En esta época se construyeron máquinas de calcular de enormes dimensiones y además poco fiables. El elemento básico utilizado fue la **válvula de vacío**. En aquellos momentos el mismo equipo que diseñaba la máquina la construía y se encargaba de su funcionamiento y mantenimiento.

Toda la programación se realizaba en el más puro lenguaje máquina binario. Se desconocían los lenguajes de programación y no existía el concepto de SO. Estas máquinas se utilizan generalmente para cálculos matemáticos. La entrada de datos se hacía mediante unos paneles llamados **paneles de conexión**. Posteriormente, a principios de los cincuenta, surgieron las **tarjetas perforadas**, que fueron sustituyendo a los paneles de conexión ya que permitían escribir los programas en dichas tarjetas y mediante una lectora de tarjetas perforadas introducir los programas en el ordenador.

En 1941 la Escuela Eléctrica de Moore inicia la construcción del ENIAC (Electronic And Numerical Integrator and Computer), que fue el primer ordenador basado en válvulas de vacío. El ENIAC se terminó en torno al año 1945, pesaba más de 30 toneladas y su programación era totalmente manual, similar al trabajo de las antiguas operadoras telefónicas. Su diseño se debe a W. Mauchly y a John P. Eckert

En 1945, el John Von Neumann publica el artículo First Draft of a Report on the EDVAC, en el que proponía un nuevo ordenador que permitiría cargar en memoria un programa previamente generado. El EDVAC nunca llegaría a construirse, pero las ideas de Von Neumann resultaron tan fundamentales para el desarrollo posterior que es considerado el padre de los ordenadores.

En 1951 aparece el UNIVAC (UNIVersAl Computer), cuando W. Mauchly y a John P. Eckert crearon su propia compañía. Fue el primer ordenador comercial; disponía de mil palabras de memoria

central (una palabra equivalía a un carácter) y podía leer cintas magnéticas; se utilizó para procesar el censo de Estados Unidos. Después IBM desarrolló el IBM 701, del cual se entregaron 18 unidades entre 1953 y 1957.

1.2.2. SEGUNDA GENERACIÓN: 1955-1965 APROX

El verdadero desarrollo de los ordenadores ha sido posible, principalmente por la invención en 1947 del **transistor** por parte de los laboratorios Bell. El transistor permitía realizar la misma función que las válvulas de vacío, pero ocupando mucho menos espacio, consumiendo menos y con mayor fiabilidad. La invención del transistor cambió radicalmente el mundo de los ordenadores. Los equipos pasaron a ser lo suficientemente fiables como para poder fabricarse y venderse a clientes. Empezaron a separarse las figuras del diseñador, fabricante, operador, programador y personal de mantenimiento. Los ordenadores aún eran muy caros.

Antes de ejecutar un trabajo, los programadores debían escribir el programa en papel, después pasarlo a las tarjetas perforadas y luego introducirlo en el sistema. Cuando el programa terminaba se pasaban los resultados a la salida del sistema donde el programador los recogía. Todo esto era realizado por un operador y se perdía mucho tiempo entre la sala de entradas, la de salidas y la de programas. Para evitar esto surgió la idea del **procesamiento por lotes**, que consistía en utilizar un ordenador más pequeño para introducir los programas en una cinta, es decir, la lectora de tarjetas se conectaba a este ordenador y se introducía el programa, que quedaba grabado en una cinta magnética. Posteriormente se montaba esa cinta sobre el ordenador principal y éste leía el programa de la cinta. Para cargar la cinta se utilizaba un programa especial que leía la cinta y ejecutaba lo leído; ese programa es el antecesor de nuestros sistemas operativos. Un proceso similar al de la entrada ocurría con la salida, el ordenador principal efectuaba la salida sobre una cinta magnética que después se llevaba al ordenador pequeño y se volcaba a la impresora. De esta forma el ordenador principal estaba todo el tiempo posible ejecutando programas y no entretenido con lento procesos de entrada y salida. En este periodo de tiempo aparecen los lenguajes de programación para hacer la tarea de programación más sencilla que hasta entonces.

La aparición del transistor y su posterior evolución permitió que los ordenadores fuesen más rápidos, pequeños y baratos. En esta generación se ampliaron las memorias auxiliares y se crearon los discos magnéticos de gran capacidad. Se diseñaron las impresoras y lectores ópticos aparecieron los nuevos lenguajes de programación denominados **Lenguajes de Alto Nivel** (Cobol, Fortram, Basic).

El primer ordenador construido con transistores fue el ATLAS, desarrollado en 1962 por la Universidad de Manchester.

1.2.3. TERCERA GENERACIÓN: 1965-1975

Con la aparición en los años sesenta de los primeros **circuitos integrados** surge la tercera generación de ordenadores, caracterizada por un aumento de la velocidad de procesamiento y por la aparición de los primeros sistemas operativos para la gestión de los recursos del ordenador.

En esta tercera generación aparecen los primeros ordenadores construidos con **circuitos integrados**. Esto permitió reducir el tamaño de los ordenadores y aumentar su velocidad de cálculo. Hasta este momento se podían distinguir dos tipos de ordenadores, unos dirigidos a la elaboración de cálculos científicos y otros para las actividades de gestión. IBM englobó las dos posibilidades mencionadas al crear la familia de ordenadores 360, basados totalmente en circuitos integrados, que tenían suficiente capacidad de cálculo para realizar cualquier tipo de operación. Por otro lado se abarató bastante el precio, posibilitando la adquisición de un ordenador a nuevos clientes con menos recursos

económicos. Surgió entonces la necesidad de suministrar con la máquina un software de base que permitiera trabajar con ella y aquí aparecieron los sistemas operativos como tal y sus conceptos esenciales que continúan vigentes hoy en día. El modelo de IBM incorporaba un SO denominado OS que incluía un conjunto de técnicas de manejo de memoria y del procesador que pronto se convirtieron en estándares.

La capacidad de integración ha sido decisiva en el desarrollo de los ordenadores. Así, en 20 años se pasó de integrar unos pocos elementos por circuito integrado a varios millones de transistores.

En 1969 se crea la primera conexión de red entre dos ordenadores de varias universidades norteamericanas. Se le llamó Arpanet.

1.2.4. CUARTA GENERACIÓN: 1975-1990

La característica más importante de esta generación es la aparición de los microprocesadores. Básicamente, un **microprocesador** es una CPU integrada en una sola pastilla de circuito impreso. Son circuitos integrados de alta densidad, con una velocidad muy elevada.

Los ordenadores son cada vez más pequeños y más baratos. En esta generación Intel crea el primer microprocesador, el 4004, e IBM saca al mercado el primer ordenador personal, el IBM PC. A partir de este momento el ordenador comienza a llegar a todas las áreas de trabajo incluso a nivel doméstico.

Los sistemas operativos de esta generación pasan a ser más productivos para el usuario que para el ordenador. Se desarrollan para acercar el uso del ordenador a cualquier tipo de persona, ya sea o no profesional de la informática. Aparecen nuevos sistemas operativos basados en sistemas de menús, y en donde se accede a cada opción utilizando las flechas del teclado o nuevos dispositivos como el ratón. El avance de los sistemas operativos llega hasta crear formas de comunicación totalmente gráficas que emplean ventanas e iconos para facilitar el trabajo al usuario.

Debido a la necesidad de conectar varios ordenadores entre sí aparece un nuevo tipo de forma de trabajo, la **red local**. Esta forma de trabajo se basa en la utilización de distintos ordenadores, conectados entre sí, que pueden compartir información y periféricos, a los cuales puede acceder cualquier usuario desde cualquiera de los otros ordenadores.

Otro hecho importante de esta época fue la aparición de las pastillas de memoria de semiconductor, con lo que se abandonan las memorias de ferrita.

A finales de esta generación se consigue una integración VLSI (Very Large Scale of Integration) que permite integrar de 10000 a 100000 transistores en un chip .

1.2.5. QUINTA GENERACIÓN: 1990-DÉCADA 2000

Los avances en la microelectrónica, unidos a la gran competencia entre compañías como Apple, Motorola, Cyrix, AMD e Intel, provocan un continuo aumento de la integración y el desarrollo de nuevas arquitecturas computacionales, lo que contribuye a disponer en la actualidad de ordenadores cada vez más potentes y baratos. Se consigue una integración VLSI que permite integrar de 10000 a 100000 transistores en un chip.

Actualmente existen dos líneas de investigación fundamentales en el campo de los ordenadores:

Hardware. La miniaturización se está alcanzando es tal que en breve comience a no cumplirse las leyes de la física clásica, interfiriendo procesos cuánticos (es decir, se está alcanzando el límite de integración, tal y como se realiza actualmente).

Software. Manejo del lenguaje natural y sistemas de inteligencia artificial.

Nota: Actualmente es difícil establecer hitos que marquen tan claramente distintas generaciones como anteriormente.

Ahora, dentro de la evolución histórica, existen otros hitos a tener en cuenta. Son los siguientes:

1.2.6. LA INFANCIA DEL PC

El PC actual se creó en 1981. En estos años ha sufrido un desarrollo tecnológico sin precedentes, ha revolucionado la producción y la comunicación de todos los sectores de la sociedad, y parece que la revolución perdurará durante muchos años más.

Pero cuando IBM presentó el primer PC, éste era sólo otro microordenador de 16 bits, había varios tipos de PC en los ochenta. Sin embargo, al cabo de unos pocos años, a finales de los 80's, el mercado quedó rezagado en relación a los estándares de IBM en cuanto a la arquitectura del PC. Utilizando los procesadores Intel 8086 y 8088 y los sistemas operativos de Microsoft, la revolución del PC quedó paralizada. A partir de ese momento, se comenzó a hablar de PC compatibles con IBM.

De manera paralela al proyecto de IBM y de Intel, Apple desarrolló los famosos ordenadores Macintosh, que desde el primer día eran muy fáciles de utilizar, con una interfaz de usuario gráfica. La plataforma Macintosh es completamente distinta a la del PC de IBM, no siendo compatibles entre ellos.

1.2.7. IBM Y EL ÉXITO DEL PC

Si observamos al PC en sus inicios, veremos una serie de factores que han contribuido a su éxito:

- Desde su origen, el PC tenía una arquitectura abierta y estandarizada.
- Estaba bien documentado y tenía buenas opciones de expansión.
- El PC era barato, sencillo y resistente.

Inicialmente, el PC era un producto de IBM, y estaba diseñado en torno a un procesador Intel 8088 y adaptado al sencillo SO de Microsoft, MS-DOS.

Sin embargo, las demás empresas no tardarían en tomar parte en el negocio; descubrieron que podían copiar libremente el software del sistema de la BIOS y el bus ISA, ya que ninguno de los componentes estaba patentado. Gracias a esta arquitectura abierta, fueron apareciendo muchas empresas que desarrollaron y suministraron PC compatibles con IBM y sus componentes.

1.2.8. LOS CLÓNICOS

A finales de los ochenta se comienza a hablar de los clónicos. Un ordenador clónico es una máquina de imitación; una máquina que puede realizar exactamente las mismas acciones que un PC

original de IBM y cuyos componentes individuales podían ser idénticos al original. El clon simplemente tiene otro nombre, o se vende sin nombre.

Hoy día no hay una distinción tan marcada entre los diferentes fabricantes de PC, pero en aquella época, aún podían dividirse en dos grupos:

- PC de marca de IBM, Compaq, Dell, Fujitsu-Siemens, HP, etc. Empresas que son lo bastante grandes como para desarrollar sus propios componentes de hardware.
- Clónicos, que se crean a partir de componentes estándar. Cualquiera puede construir su propio clon.

1.3 SISTEMAS INFORMÁTICOS. ESTRUCTURA FUNCIONAL

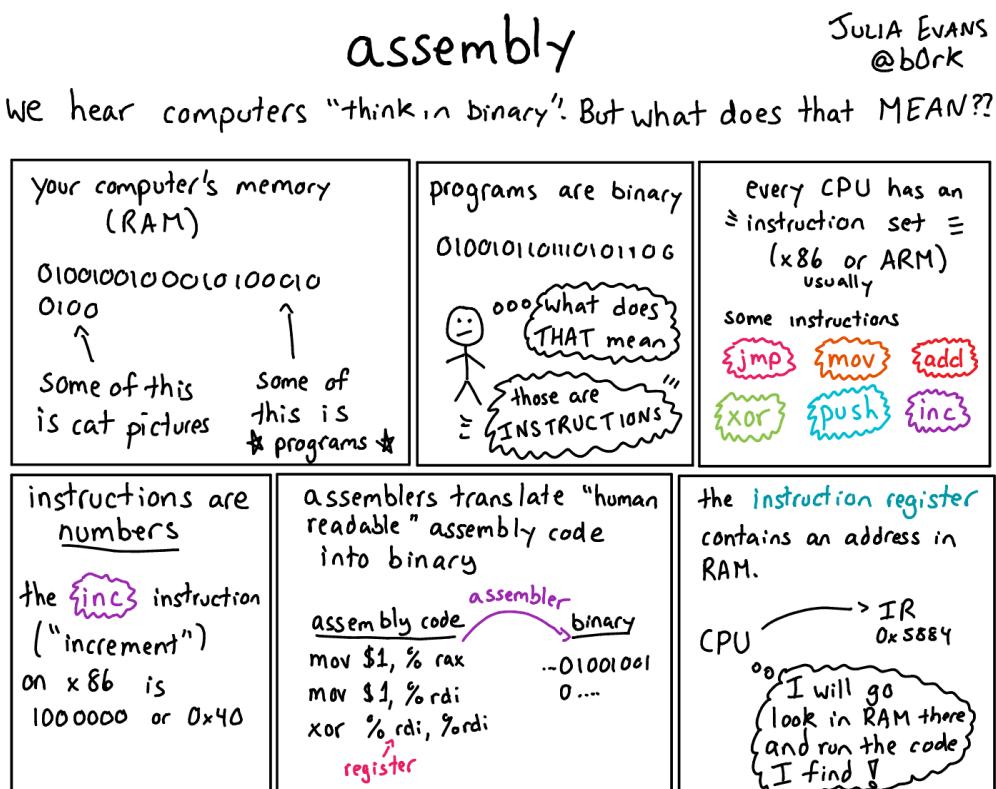


Ilustración 2. "Think in binary"

1.3.1. ARQUITECTURA DE VON NEUMANN.

La arquitectura de Von Neumann. (Ver anexo en moodle).

1.3.2. ARQUITECTURAS DE PROCESADOR: CISC Y RISC.

Con la evolución del procesador los nuevos diseños se iban diferenciando más en el **juego de instrucciones** que empleaban. Los dos grandes tipos se denominan arquitecturas CISC y RISC.

La arquitectura CISC (Complex Instruction Set Computer) ya se utilizaba en las primeras CPUs y se caracterizaba por disponer de un grupo amplio de instrucciones complejas y potentes. El ordenador era más potente a medida que era más amplio su repertorio de instrucciones.

Se requiere un microprograma almacenado en la CPU para poder ejecutar cada instrucción (micropogramación). Las instrucciones complejas se decodifican y se ejecutan con una serie de microinstrucciones que se almacenan en una memoria control.

Esto era efectivo porque al principio la memoria principal era más lenta que la CPU y el tiempo de ejecución de una instrucción podía ser de varios ciclos de reloj, lo cual daba tiempo a que la memoria que era más lenta preparase la siguiente instrucción.

La arquitectura RISC: A finales de los 70's al aumentar las prestaciones de la memoria principal ya no era eficiente ese modelo pues ahora la memoria tenía que esperar a la CPU. Ahora se podía trabajar con instrucciones muchos más simples que se ejecutaban en un solo ciclo de reloj. Esta arquitectura conocida como RISC (Reduced Instruction Set Computer) está formada por un juego de instrucciones lo más reducido posible, la mayoría completadas en un ciclo de reloj. Debido a esto el conjunto de instrucciones se pueden implantar por hardware ejecutando microoperaciones (se dice que RISC es cableada mientras que CISC es micropogramada) evitando así la necesidad de usar microcódigo y decodificar instrucciones complejas.

Las CPUs actuales combinan elementos de ambas arquitecturas y no son fáciles por tanto de clasificar en una u otra. Se avanza en el desarrollo de microprocesadores híbridos con el objetivo de obtener ventajas de ambas tecnologías.

1.4 SISTEMAS INFORMÁTICOS. ESTRUCTURA FÍSICA

Todo ordenador está compuesto por dos elementos básicos:

1. Una parte hardware (componente físico) que incluye las placas, circuitos integrados, conectores y cables. Es el ordenador propiamente dicho y todo lo que se conecta a él.
2. Una parte software (componente lógico) que proporciona al hardware la capacidad de realizar un trabajo, son los programas de ordenador a través de los cuales podemos definir el trabajo que queremos que realice el ordenador. Hay dos tipos de software:
 - a. De sistema.- Conjunto de programas necesarios para que el ordenador tenga capacidad de trabajar. Actúa como intermediario entre el hardware del ordenador y el usuario, gestionando los recursos del sistema y optimizando su uso. Se encarga de controlar la ejecución de programas y la comunicación con los dispositivos periféricos.
 - b. De aplicación.- Son los programas que maneja el usuario para su actividad doméstica o empresarial: tratamientos de texto, bases de datos, hojas de cálculo, etc.

El PC no puede hacer nada a menos que reciba instrucciones. Las instrucciones son fragmentos de programas que se cargan en la CPU y ésta empieza a ejecutar. Este texto se centrará en el hardware del PC.

1.4.1. COMPONENTES HARDWARE DE UN PC

El PC está formado todos los **dispositivos internos** a la carcasa o chasis y por los externos a ella. Estos **dispositivos externos** están conectados a la carcasa mediante cables o mediante conexión inalámbrica (bluetooth, infrarrojos, NFC).

Además en el interior de la carcasa podemos encontrar la **fuente de alimentación** que nos permite suministrar corriente para el funcionamiento de todos los componentes ya sea directamente o a través de la alimentación de la propia placa base. El **sistema de refrigeración** incorporado también es muy importante pues evitará el deterioro de los componentes más sensibles al calor y permitirá en general que la vida de los componentes se alargue.

El ordenador está construido alrededor de la **placa base**, que es el componente más importante. De ahí que también se suela llamar placa madre.

El siguiente esquema refleja la arquitectura de un PC:

Ilustración 3. Arquitectura básica de PC

Los diferentes componentes tienen que cumplir con una serie de estándares que deben seguir los fabricantes de hardware para que sean compatibles y se puedan conectar entre sí formando un sistema.

1.4.2. LA PLACA BASE

La placa base es una gran placa de circuito impreso, que contiene gran cantidad de chips, conectores y otros elementos electrónicos montados en ella.

Fabricada de un material no conductor insensible al calor que conforma un plano por el que fluye la corriente a través de las líneas conductoras. Una de las premisas de calidad de una placa base es el número de capas de fibra de vidrio utilizadas en su construcción (varias capas). La utilización de la fibra de vidrio como material se debe a su excelente maleabilidad y poca flexibilidad, además le confiere una cierta consistencia para aguantar cuando tengamos que ejercer una fuerza sobre ella.

En el interior del PC, los dispositivos se intercambian datos continuamente. La mayor parte de los intercambios tiene lugar en la propia placa base, donde todos los componentes están interconectados. En realidad no es más que una enorme hoja de plástico repleta de conductores eléctricos. Los conductores, también llamados pistas, la atraviesan de lado a lado y hacia abajo, y en varias capas para conectar todos los componentes individuales e intercambiar datos entre ellos, como pueden ser:

- El microprocesador (CPU).
- La memoria principal, montada sobre los bancos de memoria.
- Las ranuras de expansión o slots, donde se conectan periféricos como las tarjetas gráficas, de sonido, modem, etc.
- Diversos chips de control, como la BIOS, el chipset, controladores, etc.

La placa base se monta en la caja del PC mediante pequeños tornillos y soportes de plástico. La placa base debe ir conectada a la fuente de alimentación del PC instalada en la caja, a través de un conector estándar.

1.4.2.1 CHIPS Y CHIPSET.

Los dispositivos activos de la placa base se agrupan en chips, que son **circuitos eléctricos** diminutos insertados en los **transistores**. Los chips tienen varias funciones:

- Los chips ROM, que almacenan la BIOS y otros programas.
- La memoria CMOS, que contiene datos definidos por el usuario utilizados por el programa de instalación.
- El **chipset**, que suele estar formado por dos controladores que se encargan del control de transferencia de información entre diferentes elementos de la placa. Originalmente estaba dividido en chipset Norte y chipset Sur.

El chips de la ROM BIOS contiene un número reducido de programas (software) que están permanentemente almacenados en la placa base y que se utilizan cuando se enciende el ordenador.

La arquitectura de chipset más extendida consiste en dos chips, normalmente llamados **puente norte** y **puente sur**. Los puentes norte y sur están conectados por un potente bus, que en ocasiones se denomina canal de enlace.

Al principio, Intel y AMD eran prácticamente los únicos fabricantes de chipsets para placas base. Era algo bastante lógico, ya que ambos conocían a la perfección sus propias CPU y en consecuencia podían fabricar chipsets que se acoplaran a ellas. Sin embargo, cuando salieron al mercado los Pentium

II y III y otros modelos de AMD, otras empresas empezaron a involucrarse en este mercado. En la actualidad existen varias empresas que producen chipset, como VIA , SiS, nVidia, ATI y ALI, etc; que ya producen para una gran cantidad de chipset para placas base.

Los chipsets determinan los límites de las frecuencias de reloj, el ancho de bus, etc. Los controladores incorporados en el chipset también se encargan de conectar dispositivos de E/S como discos duros y puertos USB, de modo que el chipset también determina, en la práctica, los tipos de dispositivos que pueden conectarse al PC.

Los avances en los últimos años han llevado a los fabricantes de chipsets a intentar incorporar en ellos más funciones. Algunas de estas funciones adicionales suelen ser:

- Tarjeta gráfica (integrada en el puente norte).
- Tarjeta de sonido (en el puente sur).
- Módem (en el puente sur).
- Red y cortafuegos (en el puente sur).

Tradicionalmente, todas estas funciones las realizaban dispositivos independientes, habitualmente tarjetas de inserción, que van conectados al PC. Sin embargo, se ha descubierto que éstas pueden integrarse en el chipset sin ningún problema.

Intel ha producido durante muchos años tarjetas de red excelentes (Ethernet 10/100 Mbps), por lo que resulta lógico que integren esta capacidad en sus chipsets.

La capacidad de sonido en un chipset no es comparable con las tarjetas de sonido. Sin embargo, las funciones de sonido funcionan de manera satisfactoria si sólo se desea conectar un par de altavoces pequeños al PC, y no necesita tener una calidad perfecta.

Muchos chipsets también llevan una tarjeta gráfica incorporada. La ventaja es obvia; puede ahorrarse tener una tarjeta gráfica separada, pero la calidad no es comparable con la que se obtiene de una tarjeta gráfica independiente.

De todas formas, existe la posibilidad de deshabilitar estas funciones incorporadas en el chipset y reemplazarlas por tarjetas independientes.

1.4.2.2 LOS SOCKETS

En la placa base también encontramos los sockets o zócalos. Estos son soportes que se han soldado en la placa y están especialmente diseñados para insertar una tarjeta o un chip. De este modo se conectan directamente una serie de componentes a la placa base. Un socket permite instalar un componente en la placa base de manera directa sin necesidad de utilizar herramientas especiales.

1.4.2.3 CLAVIJAS, CONECTORES Y PUERTOS

La placa base también contiene un cierto número de entradas y salidas a las que se pueden conectar varios dispositivos. Es posible ver la terminación de la mayoría de estos puertos de E/S en un conector de la parte trasera del PC. Estos pueden ser:

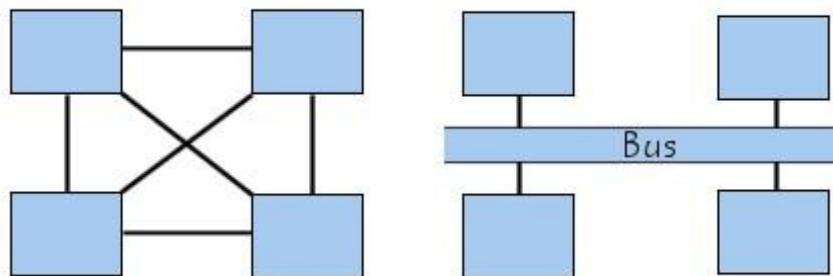
- Puertos para el teclado y el ratón.
- Puertos serie, paralelo y USB.

- Clavijas para los altavoces, micrófono, etc.
- El conector que suministra corriente a la placa base desde la fuente de alimentación.
- Otros conectores del disco duro, la unidad CD-ROM/DVD/Blu-Ray, etc.
- Los llamados jumpers que se utilizan en algunas placas base para configurar el voltaje y varias velocidades de funcionamiento, etc.
- Una serie de clavijas utilizadas para conectar el botón de restablecimiento, un LED para la actividad del disco duro, un altavoz incorporado, etc.

A menudo, los diferentes conectores están soldados en la superficie de la placa base, de modo que los componentes externos, como el teclado, el ratón, la impresora, los altavoces, etc., pueden conectarse directamente a la placa.

1.4.2.4 BUSES

Se denomina bus, 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. Es el elemento principal de cualquier operación E/S. 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.



En el caso en que sólo dos componentes de hardware se comuniquen a través de la línea, podemos hablar de **puerto** hardware.

Un bus se caracteriza por la cantidad de información que se transmite en forma simultánea. Este volumen se expresa en bits y corresponde al número de líneas físicas mediante las cuales se envía la información de forma simultánea. El término ancho se utiliza para designar el número de bits que un bus puede transmitir simultáneamente.

Por otra parte, la velocidad del bus se define a través de su frecuencia (que se expresa en Hz), es decir el número de paquetes de datos que pueden ser enviados o recibidos por segundo. Cada vez que se envían o reciben estos datos podemos hablar de ciclo.

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 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:

$$\begin{aligned} 16 * 133.106 &= 2128 * 10^6 \text{ bit/s, ó } 2128 * 10^6 / 8 \\ 266 * 10^6 \text{ bytes/s ó } 266 * 10^6 / 1000 &= \\ 266 * 10^3 \text{ KB/s ó } 259.7 * 10^3 / 1000 &= 266 \text{ MB/s} \end{aligned}$$

En realidad, cada bus se puede dividir a su vez en tres subconjuntos:

- **El bus de direcciones**, (también conocido como bus de memoria) transporta las direcciones de memoria al que el procesador desea acceder, para leer o escribir datos. Se trata de un bus

unidireccional. El bus de datos transfiere tanto las instrucciones que provienen del procesador como las que se dirigen hacia él. Se trata de un bus bidireccional.

- **El bus de control** (en ocasiones denominado bus de comando) transporta las órdenes y las señales de sincronización que provienen de la unidad de control y viajan hacia los distintos componentes de hardware. Se trata de un bus bidireccional en la medida en que también transmite señales de respuesta del hardware.

Dentro de un equipo, se distinguen dos buses principales:

- el **bus interno o de sistema** (que también se conoce como **bus frontal o FSB**). La memoria RAM es el componente con un mayor tráfico de datos, por lo que está conectado directamente a la CPU a través de este bus interno.
- el **bus de expansión** (o **bus de entrada/salida**) conecta la placa base a los dispositivos periféricos por medio de las ranuras de expansión que están a su vez conectadas al bus de entrada/salida. Además permite a diversos componentes de la placa base (USB, puerto serial o paralelo, tarjetas insertadas en conectores PCI, discos duros, unidades de CD) comunicarse entre sí.

Algunos de los componentes del PC trabajan con enormes cantidades de datos, mientras que otros lo hacen con un número de datos menor. Por ejemplo, el teclado sólo manda unos pocos bytes por segundo, mientras que la memoria de trabajo (RAM) puede enviar y recibir varios Gigabytes por segundo, de modo que no se puede acoplar la memoria RAM y el teclado al mismo bus.

Dos buses con diferentes capacidades (tamaño de bus, ancho de banda, etc) pueden conectarse si colocamos un controlador entre ellos. A menudo ese controlador se llama puente, ya que funciona como un puente entre los dos sistemas de tráfico diferentes.

Los buses de la placa base están regulados por una serie de controladores. Estos pequeños circuitos diseñados para realizar una función específica, como la transferencia de datos que entran y salen de los dispositivos. En una placa base son necesarios varios controladores, ya que hay muchos tipos diferentes de dispositivos de hardware que deben estar comunicados. La mayor parte de estas funciones de controladores se agrupan en dos chips de gran tamaño, que juntos forman el chipset.

1.4.3. LA CPU

Todo ordenador cuenta con una unidad que ejecuta instrucciones de programas. Esta unidad se comunica con otros subsistemas dentro del ordenador y, a menudo, controla su funcionamiento. Debido al papel central de tal unidad, se conoce como microprocesador o CPU (Central Processing Unit). La función principal de la CPU es la de extraer instrucciones desde la memoria y ejecutarlas.

Físicamente la CPU es bastante pequeña. En su núcleo hay un circuito electrónico, llamado die(dado), de reducido tamaño, en un espacio muy limitado de 1 cm² aproximadamente. La CPU está llena de transistores. Como ejemplos:

1. La CPU de un Pentium 4(2000) tiene 42 millones
2. La CPU de la familia Intel Ivy Bridge(2012) tienen 1400 millones.

El circuito electrónico está encapsulado en un cuadrado de plástico mucho mayor. De este modo, se crea espacio para todos los contactos eléctricos que se utilizan para conectar la CPU a la placa base.

Los contactos individuales se llaman clavijas, y una CPU puede contener muchas de estas clavijas(hasta 2011, dependiendo del modelo). Cuantas más clavijas, más grande tendrá que ser el zócalo.

Las empresas Intel y AMD fabrican la mayor parte de CPU. Intel sentó las bases del desarrollo de CPU para PC con sus procesadores 8086 y 8088 a principios de los 80. Las CPU se desarrollan en series o generaciones. Cada serie se conoce por su nombre.

Para saber la CPU de un ordenador, sólo hay que mirar con atención la pantalla cuando se enciende el PC. El nombre y la frecuencia de reloj es una de las primeras cosas que se muestran.

El alma del procesamiento de datos del PC es la CPU. Sin embargo, el procesador no está aislado del mundo, se comunica con el resto de la placa base a través de los buses.

1.4.4. LAS MEMORIAS. TIPOS Y JERARQUÍA.

La situación ideal en cualquier equipo informático es la de una única memoria de capacidad infinita, rápida, no volátil y de un coste muy bajo. Puesto que en la realidad no existen esas memorias, se hace uso de lo que se conoce como jerarquía de memoria.



Para entender el concepto de jerarquía de memoria hay que tener en cuenta, tal y como se muestra en el gráfico anterior, que la memoria incrementa el coste cuánto más rápida y más capacidad tiene de tal manera que no es viable fabricar un ordenador con gran capacidad de la memoria más rápida. También hay que tener en cuenta que cuanto mayor es la capacidad de la memoria, más difícil será conseguir que ésta sea rápida.

Así, cualquier equipo actual posee una cierta cantidad de varios niveles de memoria, empezando por una memoria muy rápida, de pequeña capacidad y de un coste muy elevado, para terminar con una memoria muy lenta, de gran capacidad y de un coste muy bajo, pasando por varios tipos de memoria de características y prestaciones intermedias.

Así, actualmente podemos distinguir entre cuatro tipos de memoria:

- **Registros de la CPU:** De muy pequeña capacidad pero muy rápida. La componen los registros internos del procesador (unos pocos registros)
- **Memoria caché (niveles L1, L2 y L3):** Actualmente cobra más importancia en la fabricación de los procesadores y alcanza tamaños de unos pocos MBytes. Más lenta que los registros de la CPU y mucho más rápida que la memoria principal, aunque de tamaño mucho más pequeño.
- **Memoria Principal:** También conocida como memoria RAM
- **Memoria Secundaria o auxiliar:** Lo que se conoce popularmente como el disco duro

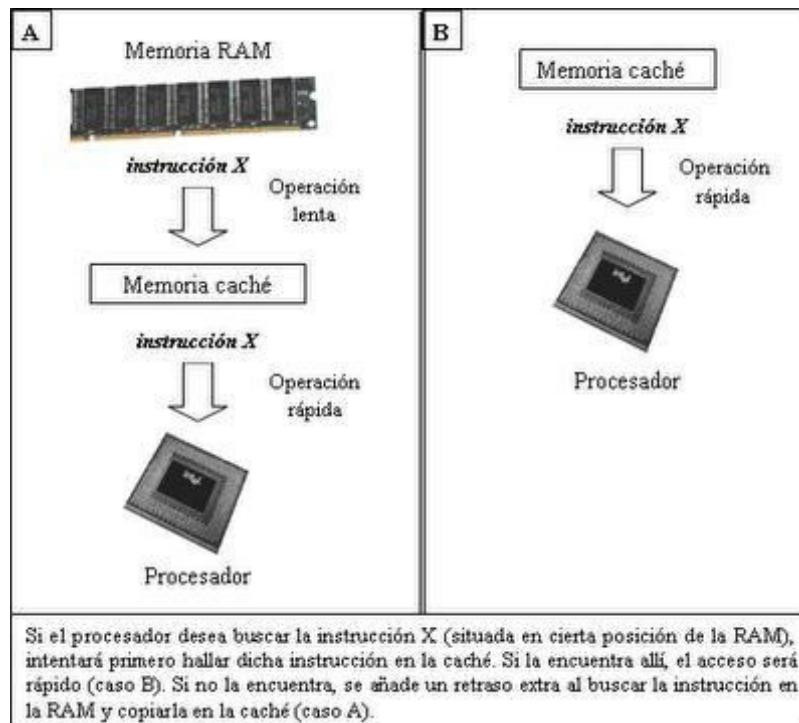
Registros de la CPU

Los registros de la CPU son el primer nivel en la jerarquía de memoria. Es la memoria más rápida pero también la de menor capacidad. La forman una serie de registros internos del procesador que funcionan como memorias muy rápidas donde se almacenan los datos con los que se va a operar en cada momento. El tamaño de estos registros determina el tamaño de los datos con los que es capaz de operar el procesador. Así, los procesadores actuales operan ya con registros de 64 bits frente a los registros de 32 bits con los que se llevaba trabajando mucho tiempo. Así, se habla de arquitecturas de 32 bits (x86) ó arquitecturas de 64 bits (amd64, x86_64).

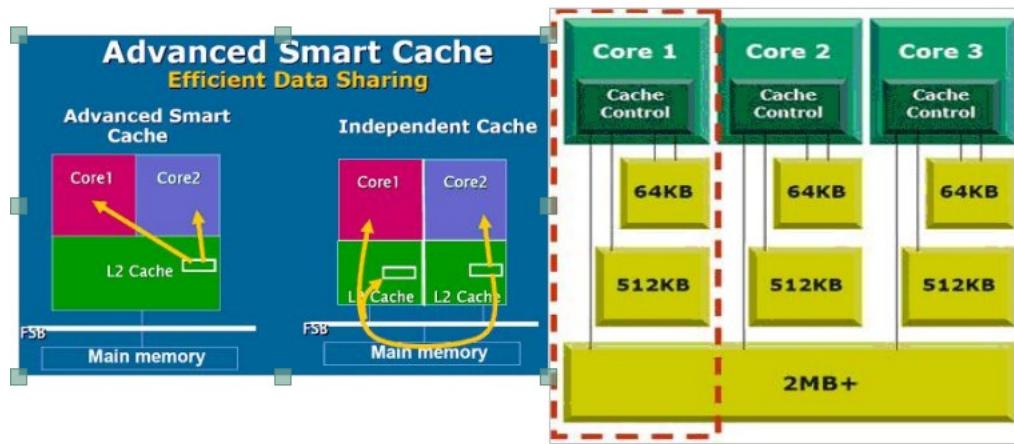
Así, el tamaño de los registros dependerá de la arquitectura que implemente un procesador determinado. Por ejemplo, hoy en día todos los nuevos procesadores ya implementan arquitecturas de 64 bits por lo que operan con tamaños de datos más grandes y son capaces de realizar operaciones más grandes en el mismo intervalo de tiempo que las arquitecturas de 32 bits.

Caché

La memoria caché es una memoria de alta velocidad y pequeña capacidad (más lenta que los registros de la CPU pero de mucha más capacidad que éstos). Su utilidad es la de almacenar los datos e instrucciones más utilizados por los programas, puesto que por norma general se tiende a acceder en gran medida a los mismos datos e instrucciones una y otra vez. De esta manera, se evita que el ordenador deba acceder a memoria RAM, que es mucho más lenta que esta memoria. Cada vez que el dato se encuentra en memoria caché se dice que se ha producido un acierto. Esa será entonces la medida a evaluar para saber si una memoria caché es buena.



Otro aspecto que cabe destacar a la hora de tener en cuenta una memoria caché, es el nivel que ocupa ésta. En ese caso hablamos de **memorias caché de nivel 1 (L1, integrada en el procesador), nivel 2 (L2) y nivel 3 (L3)**, en función de la distancia a la que se encuentran del procesador. De esa manera, cuanto más cerca del procesador más rápida es pero también disminuye su capacidad. En la actualidad, la gran mayoría de procesadores disponen de una memoria caché L2 integrada ya en el procesador junto a una pequeña porción de caché L1 de unos pocos KBs y no se dispone de memoria de nivel 3.



La Memoria RAM

La memoria RAM (Random Access Memory) es el dispositivo de almacenamiento de programas en ejecución y sus datos asociados. Se utiliza para almacenar instrucciones y datos de manera temporal, necesarios para realizar tareas. La memoria RAM está formada por chips electrónicos fabricados con material semiconductor, al igual que los procesadores. Estos chips se montan en módulos (pequeñas placas de circuitos impresos). Los módulos se instalan en la placa base del PC mediante zócalos. Habitualmente, un módulo contiene unos 8 chips de memoria RAM soldados en una zona. Si el módulo es de doble cara, puede tener 16 chips de memoria RAM.

El intercambio de datos más importante de la placa base es el que se produce entre la CPU y la memoria RAM. La memoria RAM envía y recibe datos a través de un bus, y esta tarea implica una cierta frecuencia de reloj. Esto significa que toda la memoria RAM tiene una velocidad, al igual que una CPU. Por desgracia, la memoria RAM es mucho más lenta que la CPU, y los buses de la placa base deben ser indulgentes con ella.

Al principio la CPU, la memoria RAM y los dispositivos de E/S estaban conectados al mismo bus, y todo funcionaba sincronizadamente. La CPU decidía a qué frecuencia de reloj debían trabajar los otros dispositivos. El problema es que los tres dispositivos estaban encadenados, obligados a trabajar a la frecuencia de reloj más baja. Era una arquitectura natural en los primeros PC, donde la velocidad era muy lenta.

Posteriormente, se separó el bus del sistema del bus de E/S, de modo que pudieran trabajar a diferentes velocidades. Al trabajar la CPU y la memoria RAM con su propio bus, independientemente de los dispositivos de E/S, se podía aumentar su velocidad.

Características de la memoria RAM

- **Acceso aleatorio.**- El tiempo de acceso a cualquier dato en la memoria es independiente del lugar en que se encuentra.
- **Volátil.**- Si se interrumpe el suministro de energía al ordenador, la información almacenada en la memoria se pierde.

- **Tiempo de acceso.**- Tiempo que transcurre desde que se solicita un dato a la memoria hasta que dispone del mismo.
- **Capacidad.**- Cantidad de información que puede albergar la memoria.

La memoria se presenta en diversas formas y tamaños. Físicamente, los chips de memoria son rectángulos que generalmente suelen ir soldados en grupos a unas placas con pines o contactos.

La velocidad de acceso de la RAM se mide en megahercios (Mhz) o en tiempo de acceso, nanosegundos ($ns = 10^{-9}$ s), es decir, el tiempo real requerido para acceder a los datos. Ya se mida en megahercios o nanosegundos, la velocidad de la memoria indica la rapidez con la que el modulo de memoria puede responder a una solicitud, una vez que ésta se genera.

El número de conectores de un módulo de memoria RAM depende del bus de datos y su tipo

¿Cómo puedo saber la memoria RAM que tiene mi ordenador?
¿Y la cantidad de memoria RAM usada en este momento?

32 bits vs 64 bits

Hasta hace unos años los procesadores estaban, por lo general, basados en arquitecturas de 32 bits, por lo que sus registros tenían un tamaño de 32 bits. Se determinó así hace unos años por que se pensó que sería suficiente para las necesidades de la época. Pero la evolución, tanto de los propios equipos, como de los programas, cada vez más exigentes en cuanto a procesamiento y memoria, ha hecho evolucionar este aspecto.

Así, actualmente ya se fabrican, a nivel doméstico incluso, procesadores basados en arquitecturas de 64 bits, lo que ha permitido por una parte una mayor capacidad de proceso y por otro lado una mayor capacidad de direccionamiento, que ha repercutido en el soporte de una mayor cantidad de memoria principal. Para entender esto hay que tener en cuenta que trabajando con números de 32 bits, un procesador sólo es capaz de trabajar con un rango máximo de 232 lo que equivale a 4294967296 valores diferentes. En definitiva sólo permitía direccionar hasta esa cantidad de direcciones de memoria por lo que sólo era posible trabajar con hasta 4 GB de memoria principal. Si contamos con que algunos Sistemas Operativos reservaban parte de esa memoria para otros usos, nos encontrábamos con que algunos equipos veían limitada su memoria máxima a unos 3 GB.

Así, con el paso a arquitectura de 64 bits, es posible trabajar con 264 direcciones de memoria diferentes, lo que equivale a la posibilidad de trabajar con cantidad considerablemente mayores de memoria.

¿Cómo puedo saber a qué arquitectura corresponde mi ordenador?
¿Puedo instalar software de 32 bits en un sistema de 64 bits?
¿Y software de 64 bits en un sistema de 32 bits?

Memoria Secundaria

La memoria secundaria se caracteriza, principalmente, por ser de gran capacidad y no volátil. Cuando se habla de memoria secundaria se hace referencia al disco duro puesto que es el dispositivo más común que se utiliza como almacenamiento secundario y, hoy en día, se ha convertido en un elemento indispensable en un ordenador.

Por otro lado, y debido principalmente al encarecimiento de la memoria principal, existen algunos mecanismos muy extendidos que permiten al Sistema Operativo hacer funcionar la memoria secundaria (que es barata) como si fuera memoria principal. Es lo que se conoce como memoria virtual (swap) y ReadyBoost, que aunque no son elementos hardware merece la pena mencionarlos aquí puesto que están muy relacionados con los elementos de memoria de un sistema

1.4.1. DISPOSITIVOS DE ALMACENAMIENTO

1.4.1.1 EL DISCO DURO

Es básico tener un lugar donde guardar nuestros programas y datos cuando el PC se apaga, ya que de otro modo se perderían. Hace 20 años se utilizaban los disquetes, pero su capacidad era muy limitada. Un disco duro es un dispositivo de almacenamiento permanente de la información.

Hasta mediados de los 80's no se extendió el uso de los discos duros en los PC más estándar, y desde entonces se ha avanzado mucho en este ámbito. Constantemente se están desarrollando discos duros con una capacidad y velocidad mayores. Las empresas líderes en este ámbito son Maxtor, Western Digital, IBM y Seagate.

Físicamente los discos duros están formados por una o más placas magnéticas montadas en una caja de metal. En el interior de la caja, una serie de placas de metal o cristal giran a 5400 o 7200 rpm (las dos velocidades más comunes). La información se lee a través de varios cabezales de lectura y escritura sostenidos sobre las placas por unos brazos, para transferir los datos.

El cabezal de lectura/escritura es un diminuto electroimán. El imán termina en un cabezal en forma de C, lo que asegura que prácticamente se sostenga sobre la placa magnética. Debajo del cabezal están las **pistas** que son anillos concéntricos alrededor del eje donde unas partículas magnéticas pueden organizarse en patrones de bits, que el sistema electrónico del disco traduce a ceros y unos.

La placa de cada disco se divide en pistas y estas a su vez en **sectores**, la unidad más pequeña del disco. Un sector suele contener 512 bytes. La información se almacena en el disco en unas unidades denominadas **archivos** o ficheros. Un archivo se almacena en varios sectores del disco, uno como mínimo, y esta tarea la controla el sistema de archivos.

Para leer o escribir la información de un archivo en disco, primero el brazo que sostiene al cabezal debe realizar un movimiento transversal para situarse en la pista adecuada y luego el disco girar para leer el sector o sectores.

1.4.1.2 DISPOSITIVOS DE ALMACENAMIENTO ÓPTICO

Dos de las tecnologías empleadas para almacenar datos en dispositivos externos son la magnética y la óptica. La magnética se ha visto en el apartado anterior. La óptica utiliza las propiedades del láser y su alta precisión para leer o escribir los datos.

La principal característica de un **CD-ROM** (Compact Disc Read-Only Memory)/ **DVD** (Digital Versatile Disc)/ **Blu-Ray** es que son dispositivos capaces de almacenar gran cantidad de datos de forma muy económica y duradera. Estos pueden almacenar hasta 700 MB/ 4.7-17 GB/ 25-50 GB de datos, y una copia del mismo tiene un coste muy bajo. Esto hace que sea, fundamentalmente, un dispositivo de distribución de datos.

La información en estos dispositivos ópticos se graba mediante un rayo láser que codifica información digital sobre su superficie. Para leer la información, se proyecta el rayo en la superficie y utilizando las propiedades de reflexión del rayo proyectado sobre la superficie, se obtiene la información digital.

1.4.1.3 UNIDADES EN ESTADO SOLIDO (SSD)

Utiliza memorias no volátiles, como la memoria flash, para almacenar datos, en lugar de tecnología magnética u óptica, como hemos visto en los dos casos anteriores.

No tienen partes móviles, son prácticamente inaudibles, y poseen un menor tiempo de acceso y de latencia

1.4.2. DISPOSITIVOS PERIFÉRICOS

Se conoce como **periférico** a cualquier dispositivo de un sistema informático que se conecta al PC. Son los equipos de entrada y salida de datos que se conectan al ordenador y lo comunican con el exterior. Envían información a la memoria RAM para que la Unidad Central de Proceso la procesen y reciben información procesada

Clasificación de los Periféricicos

1. Según su localización, pueden ser:

- Locales.- Situados en las cercanías del PC. Se conectan a través de los puertos que prolongan las líneas de buses del ordenador.
- Remotos.- Su distancia al PC está comprendida entre unos metros y miles de kilómetros. Para su conexión utilizan enlaces de comunicaciones.

2. Según su función, pueden ser:

- Periféricos de entrada.- Su función consiste en introducir información en el ordenador. Algunos de estos periféricos pueden ser el teclado, ratón, etc...
- Periféricos de salida.- Envían al exterior la información después de que esta haya sido procesada por la CPU. Son dispositivos de salida la pantalla, impresora, plotter, etc...
- Periféricos de entrada/salida.- Realizan las dos funciones anteriores, es decir, pueden introducir información dentro del ordenador y extraerla una vez procesada. Algunos de estas unidades o dispositivos son los discos, cintas, unidades de almacenamiento masivo.

2. LA CARCASA, ALIMENTACIÓN Y REFRIGERACIÓN

2.1 LA CARCASA

La carcasa es la carrocería de nuestro PC, internamente es el armazón metálico responsable de dotar de un aspecto compacto a un sistema tan desmembrado como es el PC. Sobre ella montaremos y atornillaremos la placa base, los periféricos de reducidas dimensiones y los puertos para los periféricos más grandes. Externamente esta recubierta de un material plástico aislante que es el que proporciona al equipo el aspecto externo. Pero aparte de estas funciones obvias la carcasa también desempeña otros papeles importantes:

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.

2.1.1. COMPONENTES

Una carcasa típica se compone de los siguientes elementos:

1. Un caparazón exterior que puede ser de chapa troquelada (más económicas pero demasiado fino) o de aluminio (material mucho más recomendable por ser ligero pero rígido). Protege del polvo y los golpes a todo lo que se aloja en su interior.
2. Unas bandejas interiores para la inserción de los dispositivos de almacenamiento masivo: discos duros , SSD, DVD, Blue-Ray, CD-ROM.
3. 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).
4. Un cable externo de grosor y blindaje característicos, para la entrada de corriente desde el enchufe doméstico
5. Las líneas de corriente procedentes de la fuente de alimentación hacia los distintos dispositivos.
6. Unas rendijas colocadas en su parte trasera por donde salen al exterior todo tipo de conectores zócalos y puertos externos
7. 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.
8. 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.

2.1.2. MODELOS Y FORMATOS.

Podemos elegir la carcasa según su tamaño (para albergar más o menos componentes en su interior), ventilación, material y desmontabilidad (comodidad en la manipulación), los cuales, tienen su importancia en aspectos como la comodidad de uso y el número de componentes que puede albergar en su interior.

Los modelos disponibles pueden clasificarse en dos grandes grupos:

1. **Sobremesa:** Se trata de las carcchas más antiguas, que definen un plano horizontal para el equipo, encima del cual suele colocarse el monitor. Más en desuso.
2. **Torre:** Se utiliza en equipos antiguos de gran voluminosidad (61cm, 20cm, 47cm, en alto, ancho y profundo) y en entornos profesionales 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. Como contrapartida, esta carccha presenta una menor estabilidad consecuencia de la elevación de su centro de masa, por ello se le suelen montar unos soportes adicionales en la base que en este caso sería el primer paso de montaje a realizar.
3. **Semitorre:** Ocupan casi la mitad de espacio que la anterior (40cm, 20cm, 45cm, en alto, ancho y profundo, aproximadamente, según modelo) y son ideales 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 mas utilizado para los PC de tipo doméstico.
4. **Minitorre (o Micro-ATX):** Es buena opción para espacios reducidos (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

2.1.3. RECOMENDACIONES

Las carcasa no es un componente meramente estético sino que determina la sencillez del montaje el número de componentes que puede incorporarse al equipo y la comodidad en la inserción de los mismos. A continuación enumeramos una lista de consejos útiles para adquirir una carcasa:

1. En los formatos de sobremesa evitar las carcasa que tiene las rendijas de la parte trasera dispuestas en forma horizontal pues luego va a resultar más difícil pinchar las tarjetas y encontrarles una buena distribución. Lo mejor que dichas rendijas queden perpendiculares al plano que describe la placa base.
2. Evitar carcasa con las bandejas de los dispositivos de almacenamiento masivo encima de la fuente de alimentación
3. Procurar que la carcasa admita el mayor número posible de formatos de placa base.
4. Comprobar que las rendijas de salida de los conectores por la parte trasera son suficientes para las prestaciones de nuestro equipo.
5. Estimar el número de dispositivos que vamos a necesitar o que incorporaremos en un futuro a nuestro equipo y elegir el formato consecuente.

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 elegiremos con las siguientes características preferentes:

1. No establecer o elegir fuentes de alimentación con valores justos para cubrir las necesidades de nuestro sistema informático. Aún en los casos en que el abastecimiento sea suficiente las oscilaciones del voltaje y corriente serán más dañinas para los componentes cuando el sistema se encuentre muy justo de potencia y sufra para dar alimentación a todos ellos.

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.

En este sentido advertimos que 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).

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. Una fuente de alimentación de gran potencia se fabrica pensando eminentemente en el mercado de los

servidores y la fuente de alimentación incorpora mecanismos de estabilización de corriente y protección eléctrica.

En un momento dado esos mecanismos pueden salvarle la vida a ciertos componentes de nuestro PC pero podemos comprobar que dichos mecanismos no superan la cuarta parte de los 150-250 euros que uno tiene que pagar como sobreprecio de la compra de uno de estos aparatos.

2. Que permita su desmontaje de la carcasa mediante tornillos con objeto de poder sustituirla de forma modular.
3. Que suministre la corriente a través del conector ATX
4. Que habilite algún sistema de protección eléctrica ante la llegada de corrientes o voltajes letales
5. 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.

2.2.2. OBJETIVO

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 internos 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 poseerá toda una retahíla de 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.

Resulta conveniente subrayar que una excelente fuente de alimentación no proporciona ni un ápice de rendimiento extra a nuestro equipo pero sí contribuye a su buen funcionamiento y larga vida.

En el otro extremo la sobre dimensión de medidas preventivas para un PC de coste doméstico sería la adquisición de un de alimentación ininterrumpida o SAI.

2.2.3. LAS PIEZAS

Frente a la discreción de estos mismos elementos cuando los encontramos en la placa base sus dimensiones son ahora desorbitadas. Esto es debido a que en la placa base su empleo se particulariza a un componente concreto, mientras que aquí se actúa globalmente, manejando fluctuaciones y transformaciones de mucha mayor envergadura. Es como si comparásemos la maquinaria de una central eléctrica con el cuadro de manos de nuestro hogar.

En la siguiente Ilustración, se observa la parte trasera de la fuente de alimentación, donde podemos ver la toma de aire del ventilador , así como el enchufe de corriente.

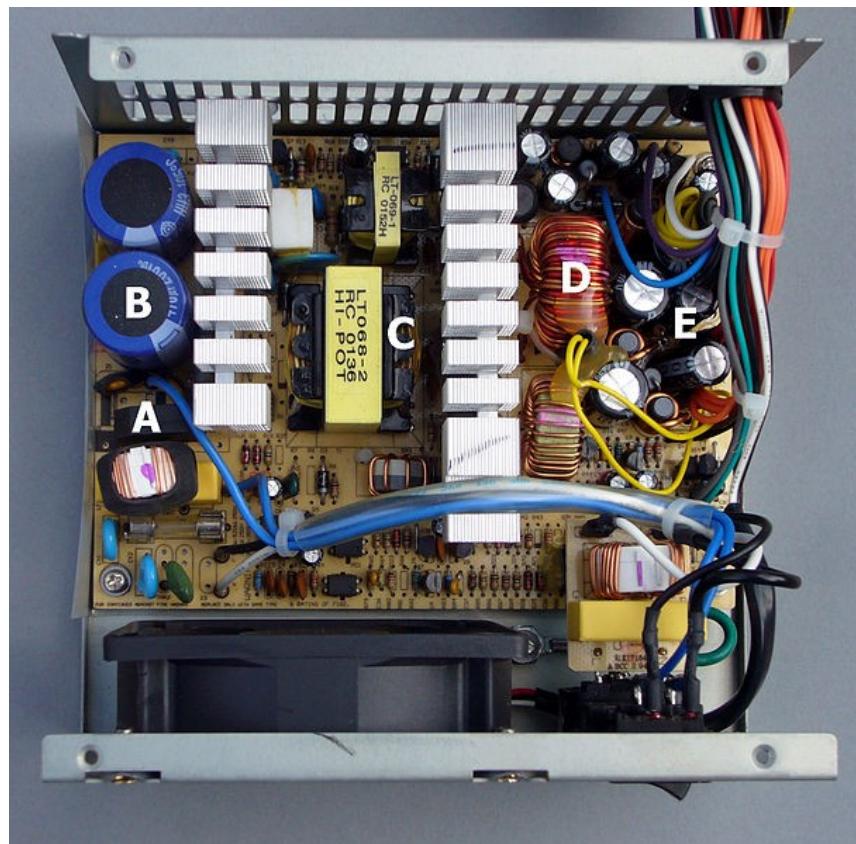


Ilustración 1. Interior de una fuente de alimentación

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

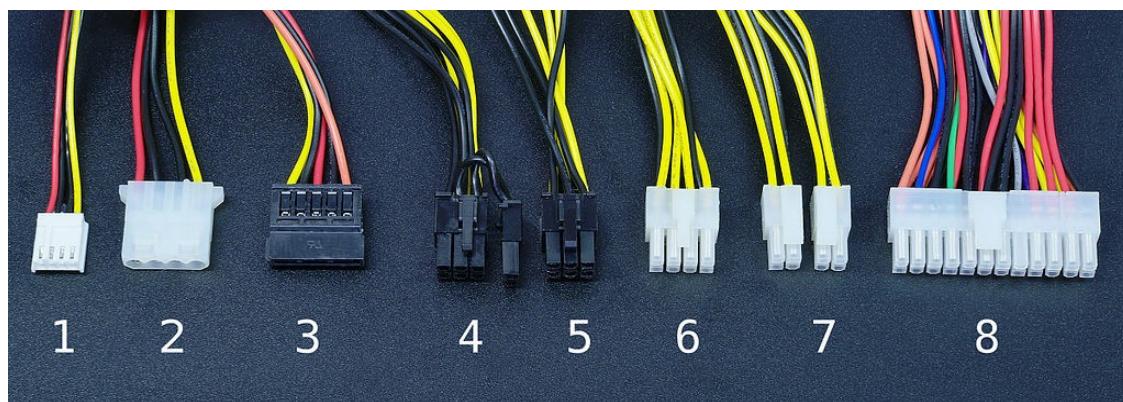


Ilustración 2. Conectores de la fuente de alimentación (Fuente: Wikipedia)

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. **6+2(8) pci-e pin 12v:** Normalmente para gráficas.
5. **6 pin pci-e 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. **Conecotor ATX:** Los hay de diferentes tipos (Número de pines).

Visita esta dirección para obtener más información:

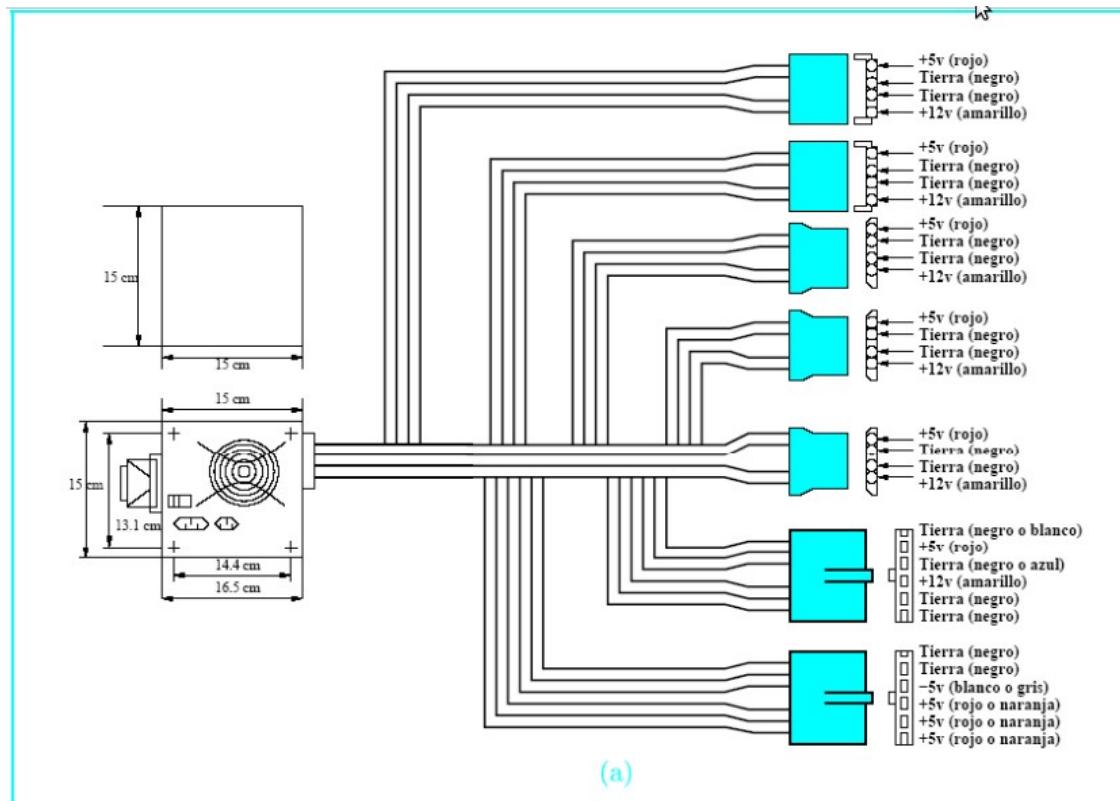
<http://www.playtool.com/pages/psuconnectors/connectors.html>

2.2.4. 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).

2.2.4.1 FUENTES DE ALIMENTACIÓN AT

Fueron usadas hasta que apareció el Pentium MMX. Las diferencias con respecto a las ATX son: 1) conectores, 2) los niveles de tensión y 3) tecnológicamente, son un tanto rudimentarias. Las fotos siguientes detallan este tipo de fuentes, muy populares en el mercado en su momento, pero ya obsoleta. En la figura siguiente podemos observar cuatro imágenes diferentes en las cuales se observa:



(a)

Ilustración 3. Fuente de alimentación y conectores baby-AT

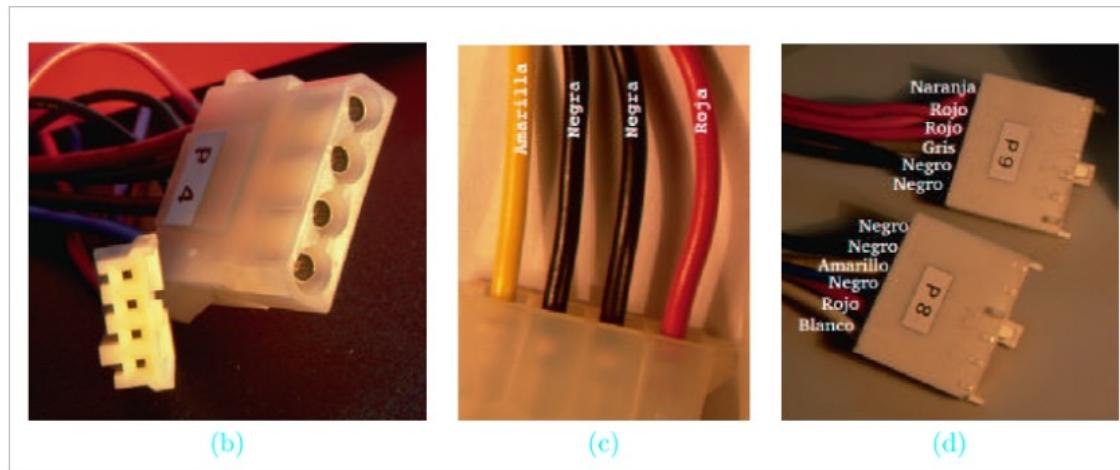


Ilustración 4. Algunos conectores de la fuente de alimentación baby-AT

- (a) Se pueden observar tres tipos de conectores que de arriba abajo son: dos para las disqueteras, tres para el disco duro, CD-ROM y/o ventilador entre otros y el resto son los conectores para la conexión a la placa base. Todos estos conectores son de tipo hembra proporcionando entre 5 y 12 voltios según rotulamos.
- (b) Conectores para los distintos dispositivos que se pueden encontrar dentro de un ordenador. En la parte izquierda están el conector para la disquetera y en la parte derecha se encuentra el del disco duro, CD-ROM y/o ventilador.
- (c) Las líneas de tensión del conector
- (d) Las líneas y los **conectores** (también llamado **molex**) que se utilizan para conectar la fuente de alimentación a la placa base del equipo.

2.2.4.2 FUENTES DE ALIMENTACIÓN ATX

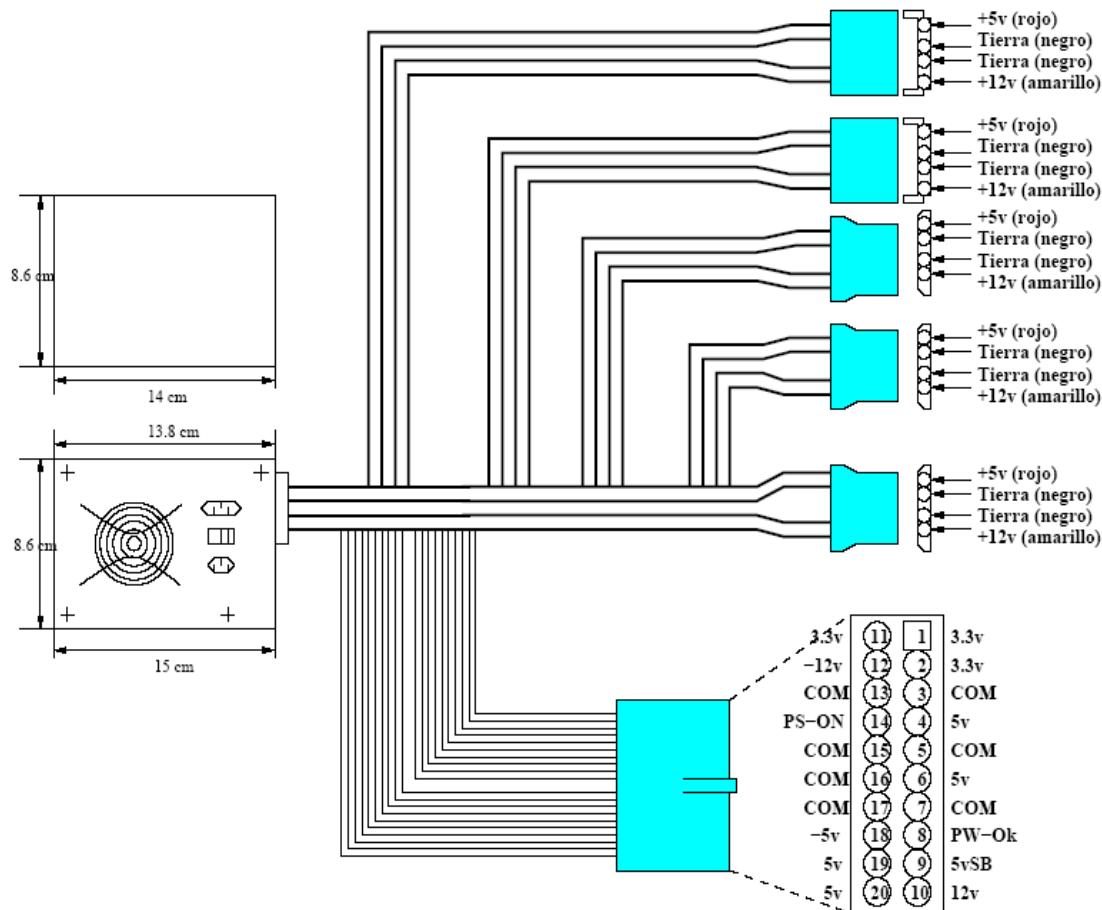


Ilustración 5. Fuente de alimentación y conectores ATX

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.

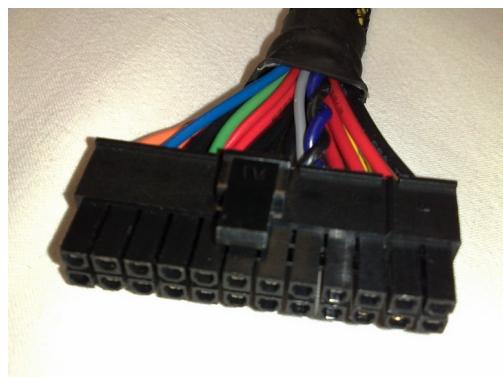


Ilustración 6. Conector ATX

La principal diferencia esta en el conector que se engancha a la placa (primera imagen), que ahora presenta veinte orificios (o más, según el estándar, que veremos más adelante), algunos de los cuales aportan una mayor funcionalidad eléctrica al equipo, y además, nos permite poder realizar apagados/encendidos de forma más segura.

Tensión	Pin	Color	Color	Pin	Tensión
+3.3 V	1	Yellow	Brown	13	+3.3 V
+3.3 V	2	Yellow	Blue	14	-12 V
Tierra	3	Black		15	Tierra
+5 V	4	Red	Green	16	PS_ON
Tierra	5	Black		17	Tierra
+5 V	6	Red		18	Tierra
Tierra	7	Black		19	Tierra
Power OK	8	Grey		20	-5 V(opcional)
+5 VSB	9	Purple	Red	21	+5 V
+12 V	10	Yellow	Red	22	+5 V
+12 V	11	Yellow	Red	23	+5 V
+3.3 V	12	Yellow	Black	24	Tierra

Ilustración 7. Config. Conector ATX 1

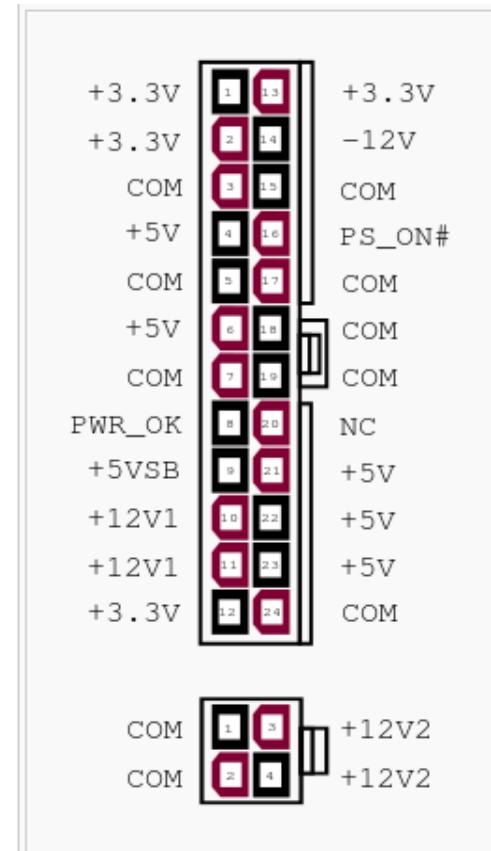


Ilustración 8. Config. Conector ATX 2

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 fuente de alimentación.

2.2.5. ESTÁNDARES

Para vender una fuente de alimentaron se deben cumplir unos estándares como ATX y NLX, pero como estos mismos estándares dejan bien claro, no existen mecanismos para hacer cumplir a los fabricantes con el estándar. Con lo cual la única manera de saber si nuestra fuente de alimentación los cumple es comprobarlo nosotros mismos con un polímetro.

En la siguiente tabla se muestran la fluctuación que se concede a cada una de las líneas de alimentación para cumplir con el estándar.

Suministro	Tolerancia	Rango(min a max)
+5V	$\pm 5\% (\pm 0.25 \text{ V})$	+4.75 V a +5.25 V
-5V	$\pm 10\% (\pm 0.50 \text{ V})$	-4.50 V a -5.50 V
+12V	$\pm 5\% (\pm 0.60 \text{ V})$	+11.40 V a +12.60 V
-12V	$\pm 10\% (\pm 1.20 \text{ V})$	-10.80 V a -13.20 V
+3,3V	$\pm 5\% (\pm 0.165 \text{ V})$	+3.135 V a +3.465 V
+5V Standby	$\pm 5\% (\pm 0.25 \text{ V})$	+4.75 V a +5.25 V

Tabla 2.2. Tolerancias de voltajes

Si observa que su fuente de alimentación no se encuentra entre los valores que se indican para cumplir el estándar, podrá intentar remediar la situación adquiriendo un nuevo dispositivo; según los inconvenientes que le produzca su fuente de alimentación los dispositivos que debería adquirir son:

1. Si posee una fuente con excesivos altibajos debería conseguir un estabilizador de señales eléctricas.
2. Si el problema no es de la fuente sino del tendido eléctrico, es decir, en su área geográfica son frecuentes los apagones o su sistema es tan importante que no puede correr el riesgo de un corte de suministro eléctrico, debería adquirir un sistema de alimentaron ininterrumpida (SAI).

Además del suministro eléctrico, el estándar original ATX tiene 3 tipos de conectores (que ya hemos visto) para el suministro eléctrico: Molex (4pines), floppy y Molex (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 mas representativas, aunque hay muchas mas.

2.2.5.1 ATXV12 1.X

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.

Esta revisión de fuente, por tanto, es de 20+4 pines.

2.2.5.2 ATXV12 2.X

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).

Esta revisión de fuente, por tanto, es de 24+4 pines.

2.2.6. 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 grafica	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.

Todo esto sin tener en cuenta los procesadores y tarjetas gráficas actuales, las cuales pueden suponer un aumento muy considerable de demanda de potencia del sistema informático, y por tanto, también más consumo para los sistemas de refrigeración, que tendrán más calor de disipar.

Un término muy importante y que trataremos en el tema de microprocesadores es el **Thermal Design Power(TDP)** – Potencia de Diseño Térmico. 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.

Otro factor a tener en cuenta sería el 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).

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:

$$\text{Vatios(Potencia)} = \text{Voltios} \times \text{Amperios(Intensidad)}$$

Hay que tener en cuenta que aunque en la etiqueta de una fuente se indique que suministra una potencia de 500W esa potencia no es continua, sino que es la que se genera en el mejor de los casos, con unas condiciones óptimas (a 20º C, 0% de humedad y durante 60 segundos). Sin embargo el dato sobre los amperios es más fiable.

Hay que tener en cuenta que la corriente se mide en vatios, que significan la potencia total empleada (como en un lámpara de 60 vatios). Una manera práctica de describir los tres términos en corriente alterna sería la siguiente: 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.

Ahora bien, las fuentes de alimentación se clasifican según la cantidad de vatios que soportan, pero al no haber un estándar de medición, esta clasificación puede no ser del todo fiable. Por tanto hay que tener muy en cuenta también el amperaje.

También es muy importante tener en cuenta que los vatios se reparten en tres líneas bien diferenciadas, los cables de 12, 5 y 3.3 voltios. 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.

Pero hay que tener en cuenta que si por ejemplo, tenemos una fuente de 600W, pero de esos 600W sólo puede dar 180W para el cable de 12V($I = 180/12 = 15A$), tendríamos que ver, ¿es suficiente esa potencia para dar soporte a todos nuestros componentes de trabajan por el cable o línea de 12 voltios?

Una vez visto todo esto, vamos a ponerlo en práctica con algunos ejemplos para comentarlos en clase

Ejemplo 1:

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 9. 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 10. Ejemplo 2 Suministro de una Fuentes alimentación

Ejemplo 3:

<https://elchapuzasinformatico.com/2012/11/review-thermaltake-toughpower-xt-platinum-1275w/>

Una vez vistos estos ejemplos, existen en internet recursos para comprobar el consumo de tu sistema informático a través de las siguientes calculadoras online:

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

Aunque lo ideal y más conveniente es ir directamente a la documentación oficial de cada dispositivo, en su página u manual oficial. Así tendremos una mejor constancia tanto a nivel individual como general de todo nuestro sistema informático.

2.2.7. 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, la eficiencia energética a la hora de realizar esta conversión se regula con una certificación que indica el nivel de eficiencia que tiene una fuente de alimentación. Es la certificación 80+ y sus diferentes variantes.

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 11. Tabla de certificados 80+

Es recomendable optar por las fuentes de alimentación que cuentan con alguna de las diferentes certificaciones 80+, ya que estas fuentes 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.

Por este motivo, 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.

En orden ascendente las que mejor calidad ofrecen son las 80+ Standard, Bronze, Silver, Gold, Platinum y Titanium.

Cuanto mejor sea esta certificación, mejor optimización de la conversión eléctrica, minimizando la perdida de energía en forma de calor, con lo que conseguirás ahorrar en electricidad.

Dada la buena imagen que da al producto contar con una certificación 80+, los fabricantes acostumbran a destacarlas en las especificaciones, por lo que no tendrás problemas en saber qué fuentes cuentan con certificación 80+.

2.2.8. 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.

2.2.9. SISTEMA DE CABLEADO

Dejando a un lado los aspectos más puramente técnicos, llegamos a otro de los aspectos importantes a la hora de elegir una determinada fuente de alimentación: el sistema de cables.



Ilustración 12. Fuente de alimentación semi-modular y sus cables

Además de asegurarte de que la fuente de alimentación 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 pines, conector de 8 pines, etc.), 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 refrigerara el interior de la caja.**

Las fuentes de alimentación más antiguas o económicas no cuentan con un sistema de gestión de cables, por lo que todos los cables de conexión que ofrecen están soldados en el interior de la fuente, por lo que se muestran como una maraña de cables con la que tendrás que lidiar los utilices o no.



Ilustración 13. Fuente de alimentación no modular

Por otro lado, en el mercado encontrarás otro tipo de fuentes que pueden ser **modulares** o **semi-modulares**. En las tiendas no siempre se etiquetan correctamente, aunque es muy sencillo diferenciarlas.



Ilustración 14. Fuente de alimentación Semi-modular

En las fuentes de alimentación semi-modulares, 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.



Ilustración 15. Fuente de alimentación 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.

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 dissipación térmica sea efectiva se suele emplear una sustancia denominada ‘pasta térmica’ que suele contener plata.

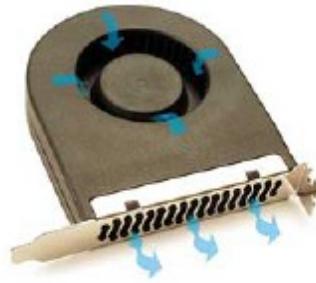
El mundo de la informática encontramos principalmente 2 tipos de ventiladores:

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 16. 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 17. Ventilador centrífugo/
bower

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 DE 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 18. 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 19. 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 21°.
- 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)

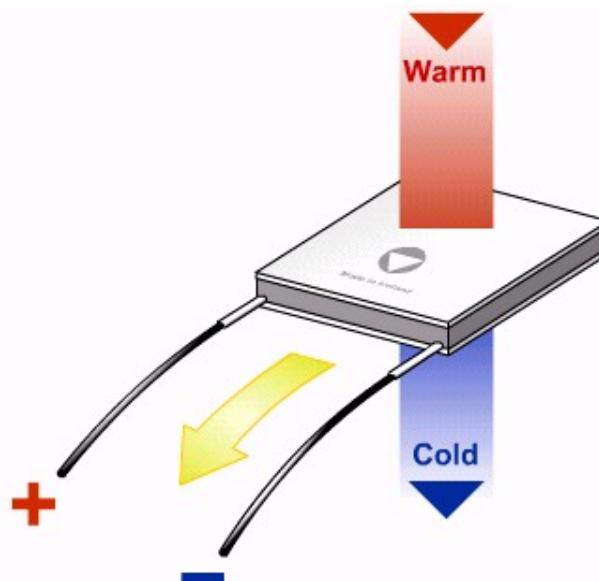


Ilustración 20. Placa Peltier 1

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.

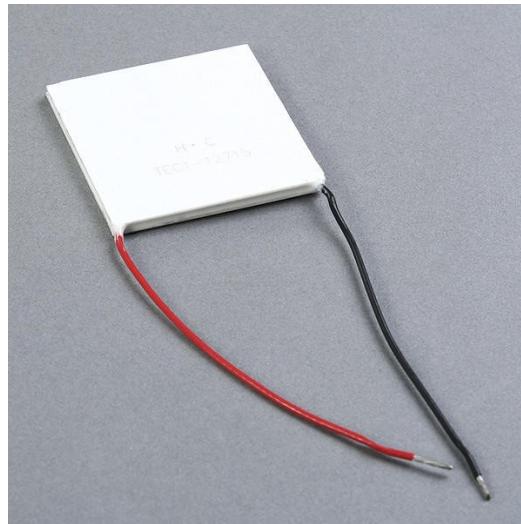


Ilustración 21. Placa Peltier 2

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 enfrian 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.



Ilustración 22. POT

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

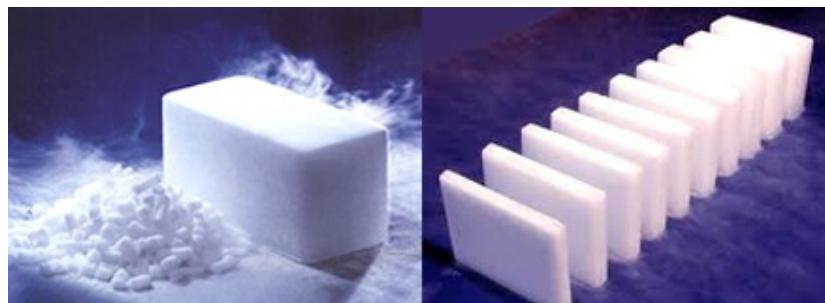


Ilustración 23. Hielo seco

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 24. 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

3. 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.

3.1 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

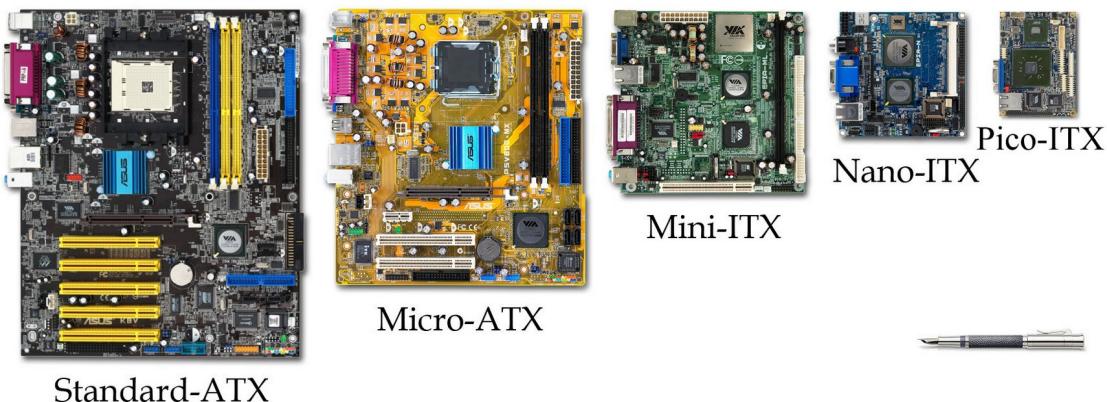


Ilustración 25. Imágenes de los formatos ATX

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

3.2 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.

3.2.1. 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 queduran 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. Después 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

3.2.2. UEFI (EVOLUCIONANDO 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.

3.2.3. 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.

3.2.4. RELOJES Y MULTIPLICADORES

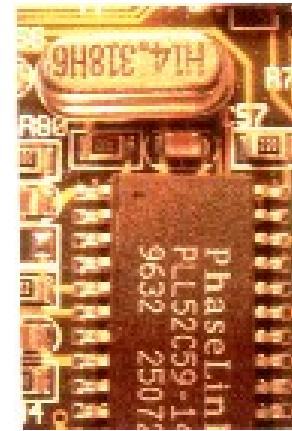
Está formado por los siguientes elementos:

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 síncrona 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).

3.2.5. 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.

3.2.5.1 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 cumplan 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.

3.2.6. LOS BUSES DEL SISTEMA

3.2.6.1 INTRODUCCIÓN AL CONCEPTO DE BUS

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.

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".

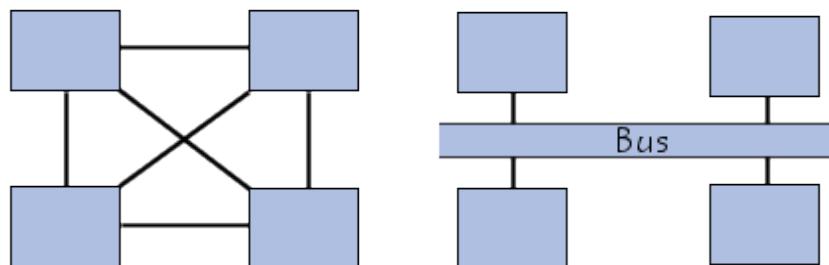


Ilustración 26. Distintos tipos de bus

3.2.6.2 CARACTERÍSTICAS DE UN BUS

Un bus se caracteriza por la cantidad de información que se transmite en forma simultánea. Este volumen 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. El término "**ancho**" se utiliza para designar el número de bits que un bus puede transmitir simultáneamente.

Por otra parte, la **velocidad** del bus se define a través de su frecuencia (que se expresa en Hercios 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:

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

3.2.6.3 SUBCONJUNTO DE UN BUS

En realidad, cada bus se haya generalmente constituido por entre 50 y 100 líneas físicas distintas que se dividen a su vez en tres subconjuntos:

- El **bus de direcciones**, (también conocido como bus de memoria) transporta las direcciones de memoria al que el procesador desea acceder, para leer o escribir datos.
- El **bus de datos** transfiere tanto las instrucciones que provienen del procesador como las que se dirigen hacia él. Se trata de un bus bidireccional.
- El **bus de control** (en ocasiones denominado bus de comando) transporta las órdenes y las señales de sincronización que provienen de la unidad de control y viajan hacia los distintos componentes de hardware. Se trata de un bus bidireccional en la medida en que también transmite señales de respuesta del hardware.

3.2.6.4 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.

3.2.6.5 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**.

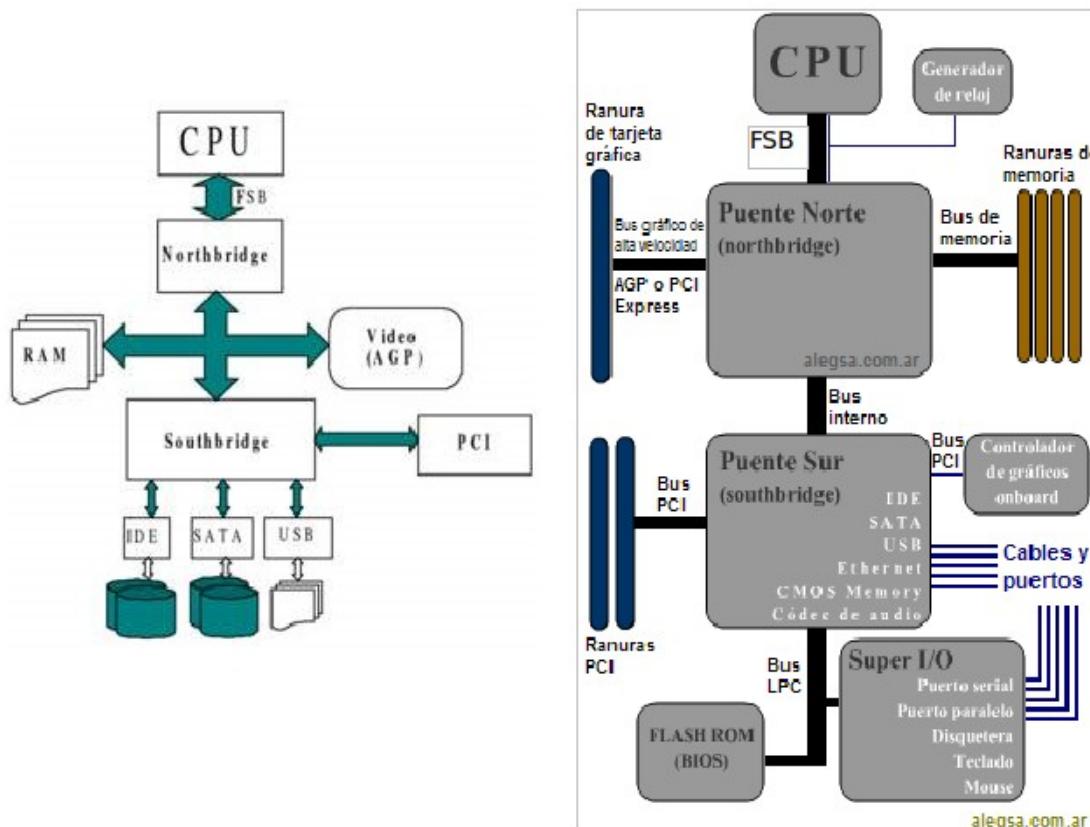


Ilustración 27. Arquitectura con bus FSB

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

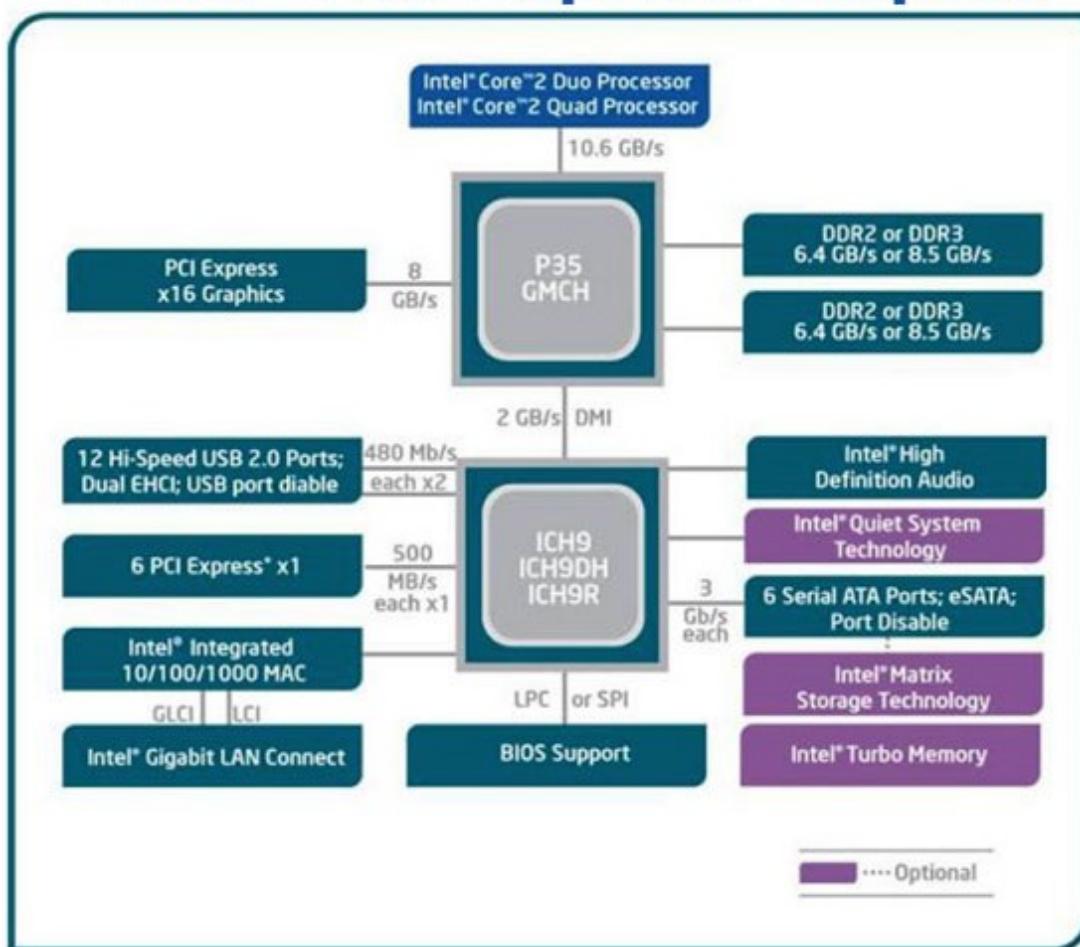


Ilustración 28. Ejemplo de arquitectura FSB

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

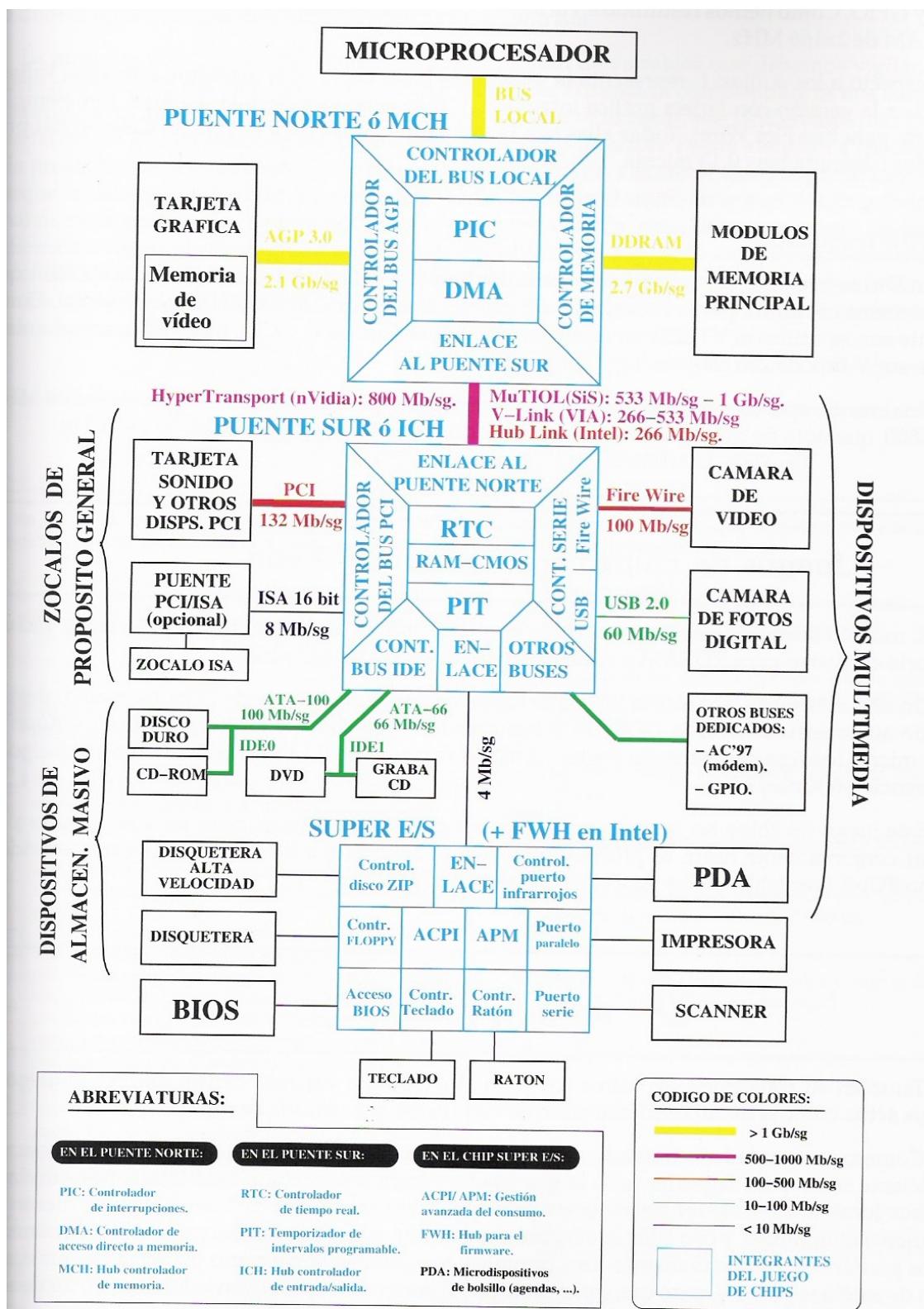


Ilustración 29. Arquitectura detallada de una placa con bus FSB

Para solucionar la deficiencia de esta arquitectura, a partir del 2001, aparece la tecnología **HyperTransport**, y se 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.

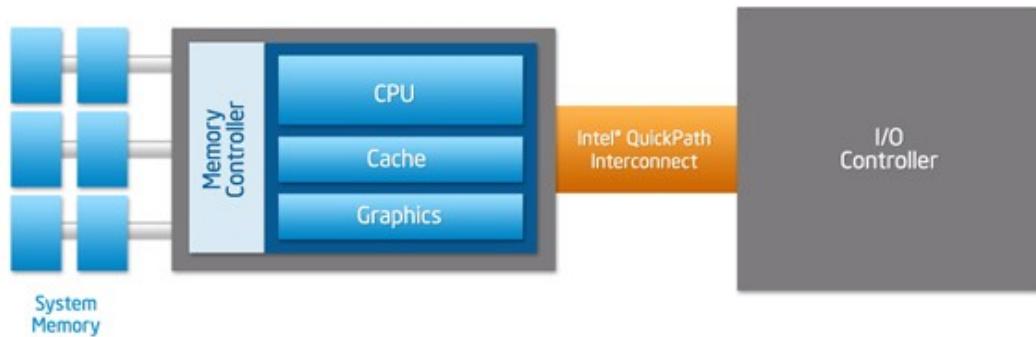


Ilustración 30. Arquitectura QPI de Intel

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.

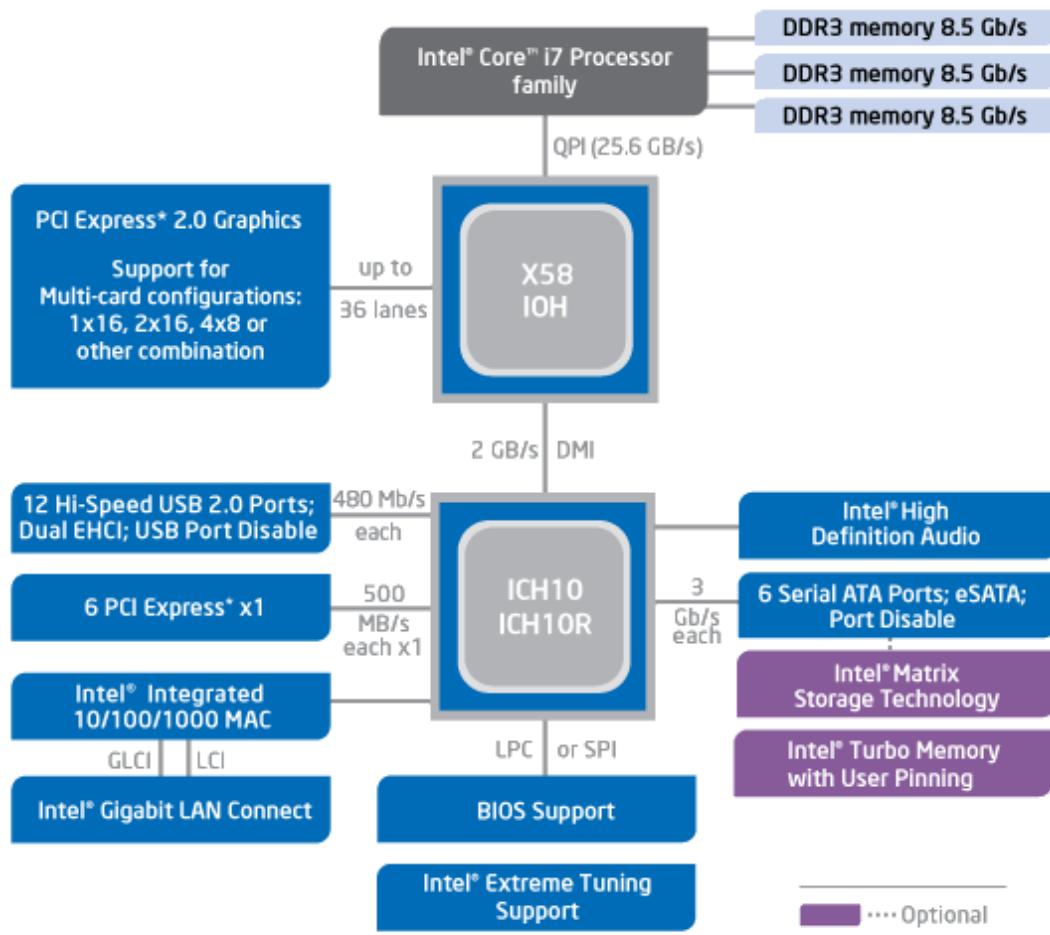


Ilustración 31. Ejemplo de arquitectura QPI

Como podemos observar en las imágenes, ahora tanto el controlador de memoria, como la gráfica, están integradas 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

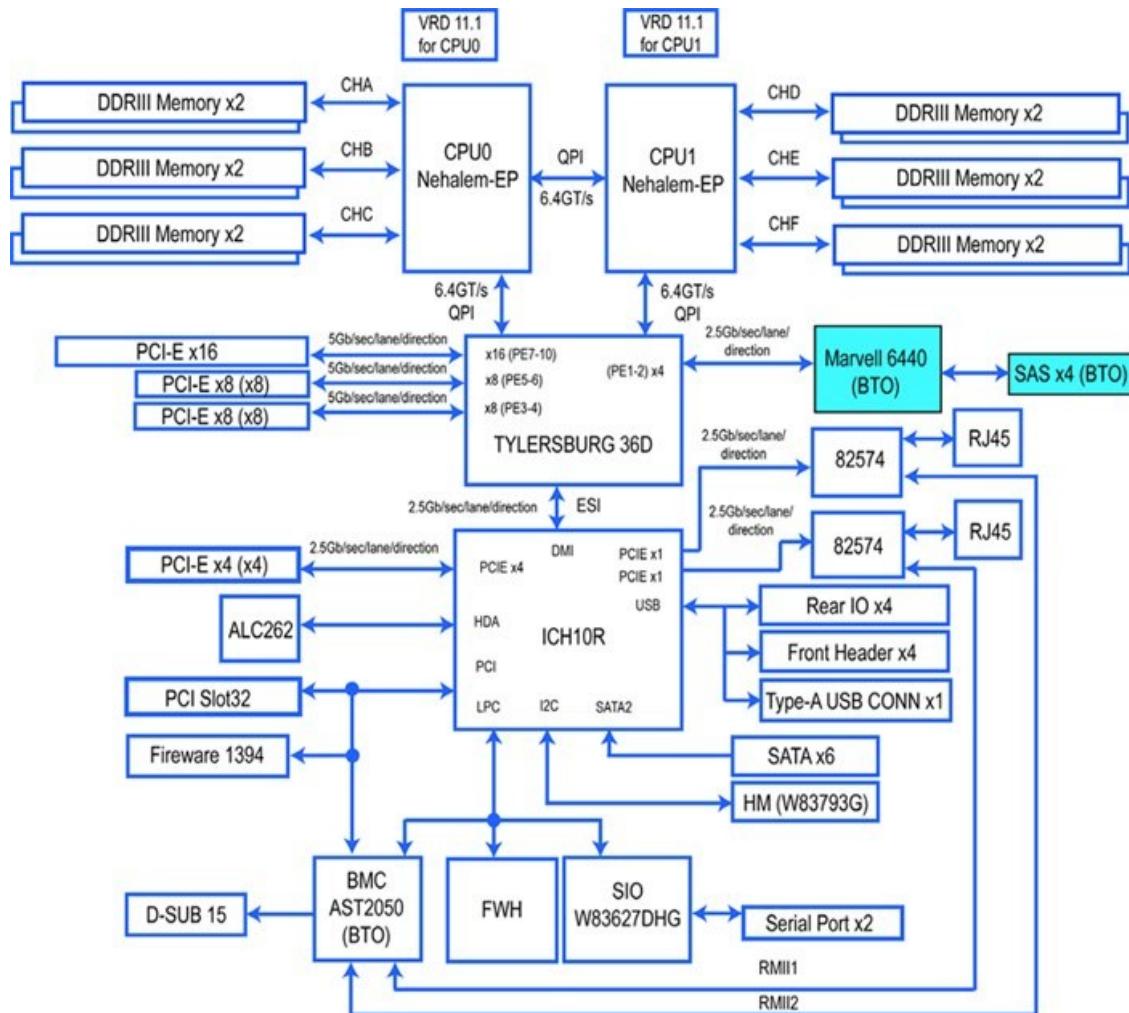


Ilustración 32. Ejemplo detallado de arquitectura QPI

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

3.2.7. 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.

3.2.7.1 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.

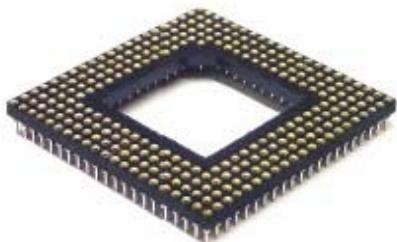


Ilustración 33. Chip tipo PGA

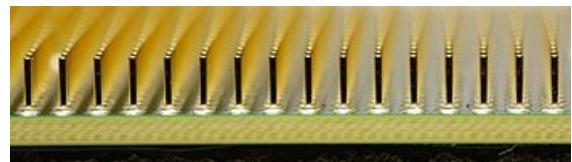


Ilustración 34. Detalle pines tipo PGA

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.

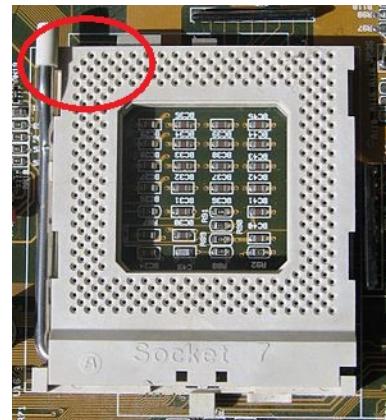


Ilustración 35. Zócalo tipo PGA-ZIF

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.

Algunos ejemplos de zócalos tipo PGA:
AMD Socket AM3

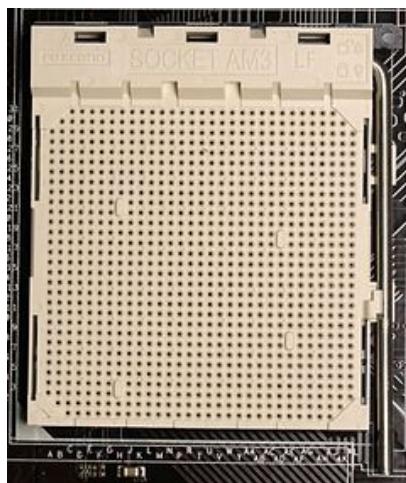


Ilustración 36. Socket AM3
PGA_ZIF de AMD

Intel Socket 478

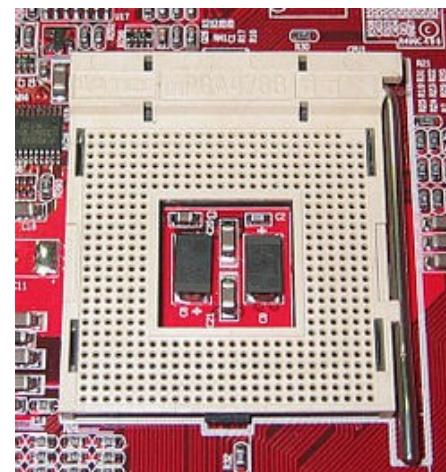


Ilustración 37. Socket 478 PGA_ZIF de
Intel

3.2.7.2 SLOT



Ilustración 38. 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.

3.2.7.3 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,...)

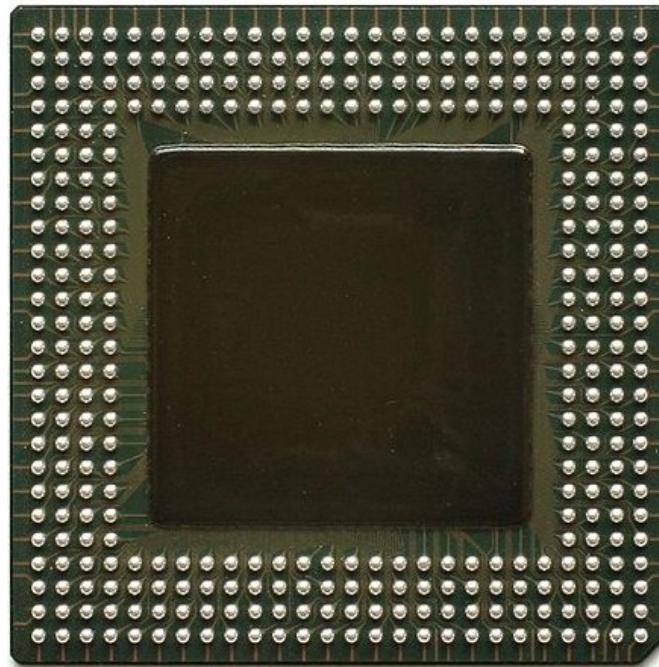


Ilustración 39. Chip tipo BGA

Algunos ejemplos: BGA1364, BGA1170, BGA1168, etc

3.2.7.4 LGA

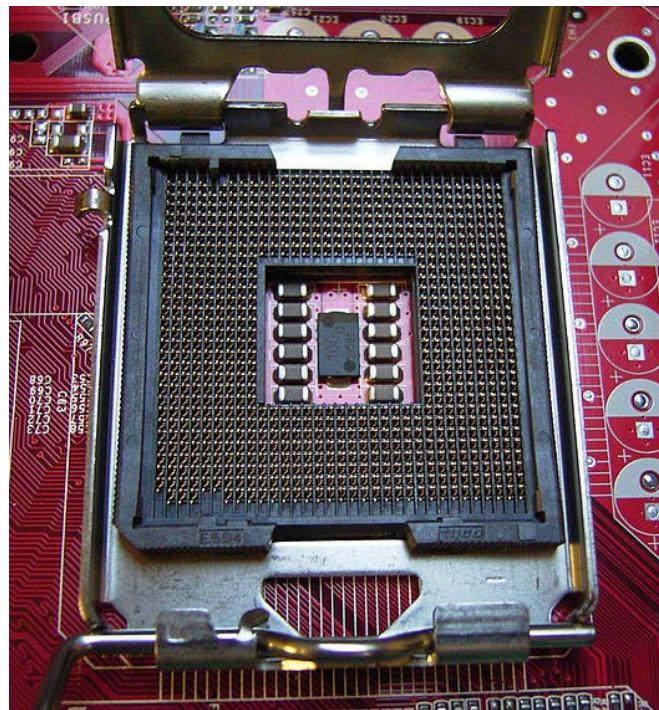


Ilustración 40. Zócalo tipo LGA

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.

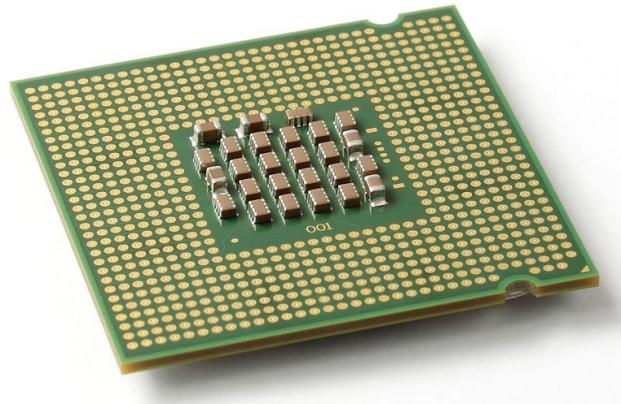


Ilustración 41. Microprocesador tipo LGA

Algunos ejemplos de zócalos tipo LGA:

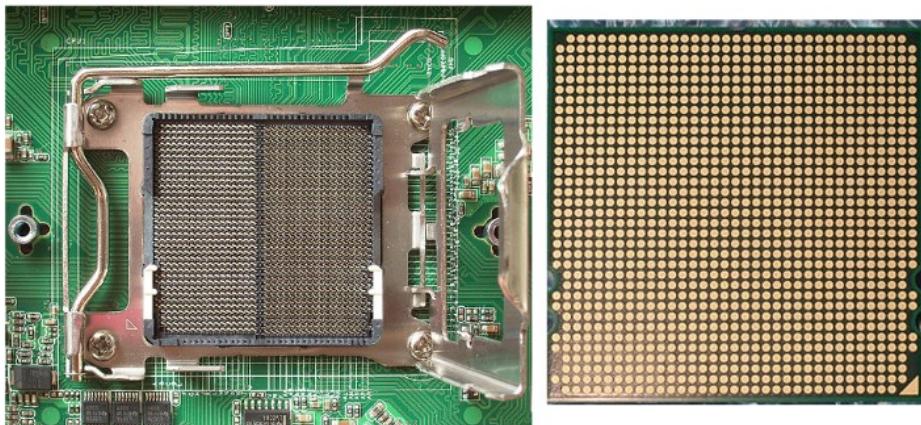


Ilustración 42. Socket F tipo LGA de AMD y CPU Opteron 8384

Ilustración 43. Socket LGA 1155 y CPU Core i7-2600K tipo LGA de Intel

Para conocer mejor los diferentes socket que existen y nos podemos encontrar en cualquier situación, ve al Moodle del curso y realiza el ejercicio sobre socket de microprocesadores.

3.2.7.5 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 trasmisir 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.

3.2.7.6 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.

3.2.8. 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 conmutación 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. Nació 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-XXXXXX)

2. la frecuencia del bus (DDRX-XXXX)

Ejemplos:

DIMM Module	Chip DDR	Type	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 DDR2	Type	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 DDR3	Type	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 DDR4	Type	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

3.2.8.1 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: En el Northbridge
2. Arquitectura QPI/Hypertransport: 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.

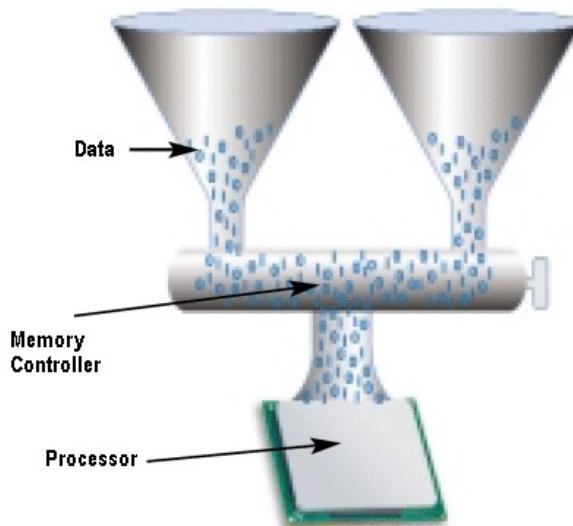


Ilustración 44. Ejemplo Dual Channel

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

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(FSB)/Microprocesador(QPI/HyperTransport) debe soportarla
- 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.

3.2.8.2 TAMAÑO O CAPACIDAD DE MEMORIA

El número de ranuras o slots de memoria RAM que integran las actuales placas base está directamente relacionado con el controlador de memoria y la cantidad máxima de memoria que este es capaz de gestionar, y por el diseño de la propia placa base.

En cuanto a la cantidad de memoria que puede admitir una placa base, generalmente cada zócalo DIMM admite todos los módulos existentes en el mercado, que suelen tener tamaños de 2 GB, 4GB, 8 GB, 16GB, 32GB, ...

3.2.8.3 EL ACCESO A MEMORIA Y EL TIEMPO DE ACCESO (LATENCIA)

Se conoce como acceso a memoria cualquier operación de lectura o escritura que se haga sobre ella.

La **latencia**, o tiempo de acceso a memoria, indica el retardo asociado a la consulta de sus contenidos, y depende de la tecnología utilizada en la fabricación de la memoria. Normalmente se mide por el tiempo de respuesta del chip, es decir, el tiempo que transcurre desde que éste recibe la dirección de una celda hasta que devuelve el dato que se encuentra en ella y lo deja preparado al comienzo del bus para ser transferido.

Para realizar un acceso, el controlador de memoria se tiene que encargar de generar las señales correctas para especificar la dirección exacta de memoria a la que se va a acceder. Para acceder a la memoria las líneas o buses necesitan tener un determinado número de bits, en función de la cantidad de memoria a direccionar.

En la práctica, los chips de memoria no tienen tantas líneas de dirección, sino que se organizan de manera lógica en una malla de filas y columnas. Si tuviéramos 22 bits, los primeros 11 bits hacen referencia a la fila y los siguientes 11 bits hacen referencia a la columna. De esta manera se reduce el coste de los chips al eliminar líneas de comunicación innecesarias. Por este motivo surgen los conceptos de RAS y CAS (acceso a fila y a columna respectivamente), además de otros que vemos a continuación.

Existen varios **tipos de latencias** en las memorias, sin embargo, las más importantes son:

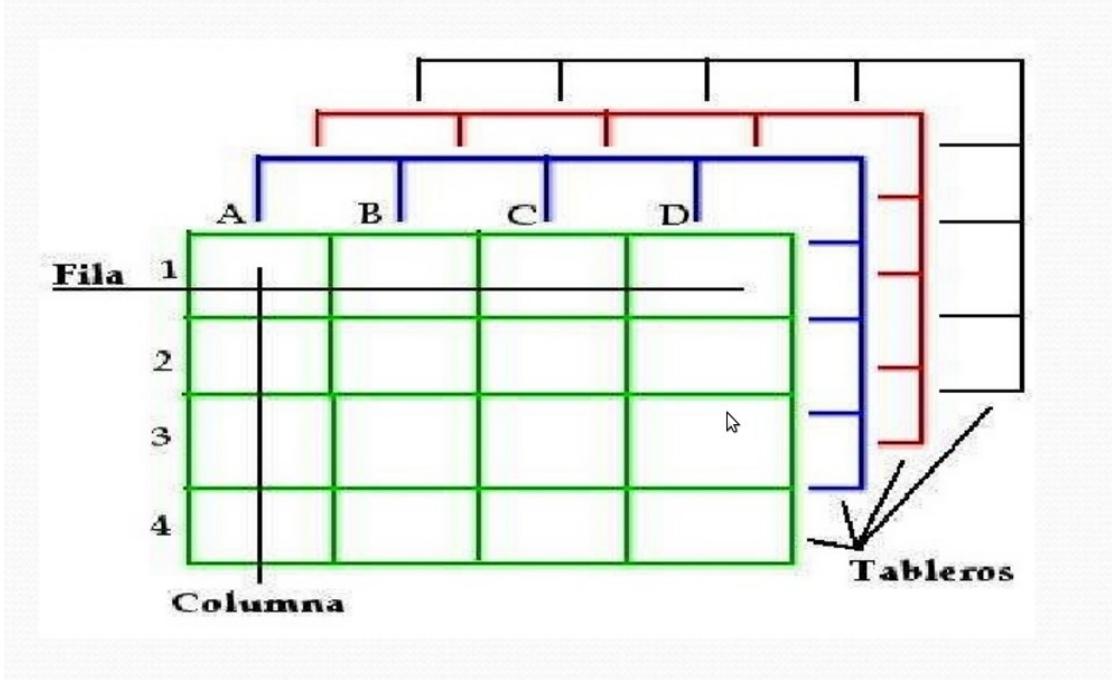


Ilustración 45. Estructura física de una memoria

- **CAS (Column Address Select)**: Se refiere a la posición de la columna de memoria física en una matriz (comprendido de columnas y filas) de condensadores usados en módulos de memoria dinámica de acceso aleatorio (DRAM).
- **RAS (Row Address Select)**: Se refiere a la posición de la fila de memoria física en una matriz (comprendido de columnas y filas) de condensadores usados en módulos de memoria dinámica de acceso aleatorio (DRAM).
- **ACTIVE**: Indica el tiempo que tarda la memoria en activar un tablero.
- **PRECHARGE**: Indica el tiempo que tarda la memoria en desactivar un tablero.

Ahora bien, sabiendo que existen estos tipos de latencias, y sabiendo que la **latencia** es el tiempo en que la memoria recibe una petición de datos hasta el instante en que estos están disponibles, tenemos las siguientes nomenclaturas para el tiempo de acceso:

- **tCL (Time CAS Latency)**: Tiempo para acceder a una columna.
- **tRCD (Time RAS to CAS Delay)**: Tiempo para tener acceso entre una dirección de fila de datos y una dirección de columna.
- **tRP (Time RAS Precharge)**: Tiempo para cerrar una fila de datos y abrir una nueva fila.
- **tRAS (Time RAS)**: Tiempo para acceder a una fila específica de datos.

Una vez conocidos los términos, podemos explicar el proceso de lectura de datos de las memorias DRAM:

Los datos son almacenados en celdas de memoria individuales, cada uno identificado de manera única por un banco de memoria, fila, y columna. Para tener acceso al DRAM, los controladores primero seleccionan un banco/tablero de memoria, luego una fila (usando el RAS), luego una columna (usando el CAS), y finalmente solicitan para leer los datos de la posición física de la celda de memoria. **La Latencia CAS (CL) es el número de ciclos de reloj que transcurren a partir del tiempo que la petición de datos es enviada a la posición de memoria actual hasta que los datos sean transmitidos del módulo.**

Por tanto, lo importante a la hora de elegir un módulo de memoria es que tenga un frecuencia alta y un CL bajo.

Pero, ¿por qué vemos todos estos términos? La respuesta es sencilla. Las latencias en las memorias se expresan como **CL-RCD-RP-RAS**

Ejemplo: PC3-12800 a 1600MHZ con latencias 9-9-9-24. Donde **el factor más influyente es el CL**

Ahora bien, si las latencias se miden en ciclos de reloj, y estos varían dependiendo del modelo, estándar, prestaciones de la memoria, ¿cómo podemos saber el tiempo real de latencia expresado en nanosegundos (ns), para así saber que memoria tiene más o menos latencia que otra? Vamos a demostrarlo con varios ejemplos.

Ejemplo1

Usando la memoria anterior, PC3-12800 a 1600MHZ con latencias 9-9-9-24, ¿cuál sería el tiempo real de latencia CL?

Como tenemos la frecuencia, y esta mide el número de veces por unidad de tiempo, en nuestro caso por cada segundo, podríamos calcular cuánto tiempo sería un solo ciclo de reloj.

$$1600 \text{ MHZ} = 1600 \cdot 10^6 \text{ 1/seg} = 16 \cdot 10^8 \text{ seg} = \frac{1}{16} 10^{-8} \text{ seg}$$

$$1 \text{ ciclo} = \frac{1}{16} 10^{-8} \text{ seg}$$

Si la latencia CL es 9 (número de ciclos), por tanto el tiempo de latencia será:

$$t_{CL} = 9 \cdot \left(\frac{1}{16} \right) \cdot 10^{-8} = \frac{9}{16} \cdot 10^{-8} = 0'5625 \cdot 10^{-8} = 5'625 \cdot 10^{-9} \text{ seg}$$

tCL = 5'625 ns

Ejemplo2

Si tenemos una memoria PC3-19200 con un CL de 10 y una PC4-24000 con un CL de 14. ¿cuál de las dos memoria tiene un tiempo de latencia menor?

Para ello, vamos a calcular cuanto tiempo tarda en ejecutarse un ciclo de reloj en cada una de ellas, y lo multiplicamos por la latencia (número de ciclos) que tiene cada una. Así podremos comparar los dos tiempos en nanosegundos.

En primer lugar, la nomenclatura que tenemos es PCX-XXXX. Ya sabemos que esta nomenclatura hace referencia a la Tasa de Transferencia. Por tanto, para calcular la frecuencia necesitamos dividirlo por el bus, que ya sabemos que es de 64 bits(8 bytes), y ya podremos seguir con los cálculos. Serían los siguientes

PC3-19200 con CL 10

TT=Frenc * Bus

$$\text{Frecuencia} = \frac{19200 \text{ MB/seg}}{8 \text{ B}} = 2400 \text{ M} \frac{1}{\text{seg}} = 2400 \text{ MHZ}$$

$$2400 \text{ MHZ} = 24 \cdot 10^8 \text{ 1/seg} = \frac{1}{24} 10^{-8} \text{ seg}$$

$$1 \text{ ciclo} = \frac{1}{24} 10^{-8}$$

$$t_{CL} = 10 \cdot \left(\frac{1}{24} \right) 10^{-8} = \frac{10}{24} 10^{-8} = 0'416 \cdot 10^{-8} = 4'167 \cdot 10^{-9}$$

tCL = 4'167ns

PC4-24000 con CL 10

TT=Frenc * Bus

$$\text{Frecuencia} = \frac{24000 \text{ MB/seg}}{8 \text{ B}} = 3000 \text{ M} \frac{1}{\text{seg}} = 3000 \text{ MHZ}$$

$$3000 \text{ MHZ} = 30 \cdot 10^8 \text{ 1/seg} = \frac{1}{30} 10^{-8} \text{ seg} = \frac{1}{3} 10^{-9} \text{ seg}$$

$$1 \text{ ciclo} = \frac{1}{3} 10^{-9}$$

$$t_{CL} = 14 \cdot \left(\frac{1}{3}\right) 10^{-9} = \frac{14}{3} 10^{-9} = 4'667 \cdot 10^{-9}$$

tCL = 4'667ns

Como podemos observar, la latencia de esta memoria DDR3 es más pequeña que la de esta DDR4 en 0'5 ns por petición de información.

¿Determina esto que las DDR3 son mejores de las DDR4?

Esto no quiere decir que la DDR3 sea mejor que la DDR4, ya que no es el único término a tener en cuenta, hay muchos más. Recuerda que las DDR4 tienen mucha mayor densidad de capacidad, menor voltaje, y una vez que dispones de la información, mayor frecuencia, y por tanto, mayor tasa de transferencia.

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 .

3.2.9. 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.

3.2.9.1 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 46. 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.

3.2.9.2 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 porque ser así. Depende mucho de la época de la que estemos hablando.

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

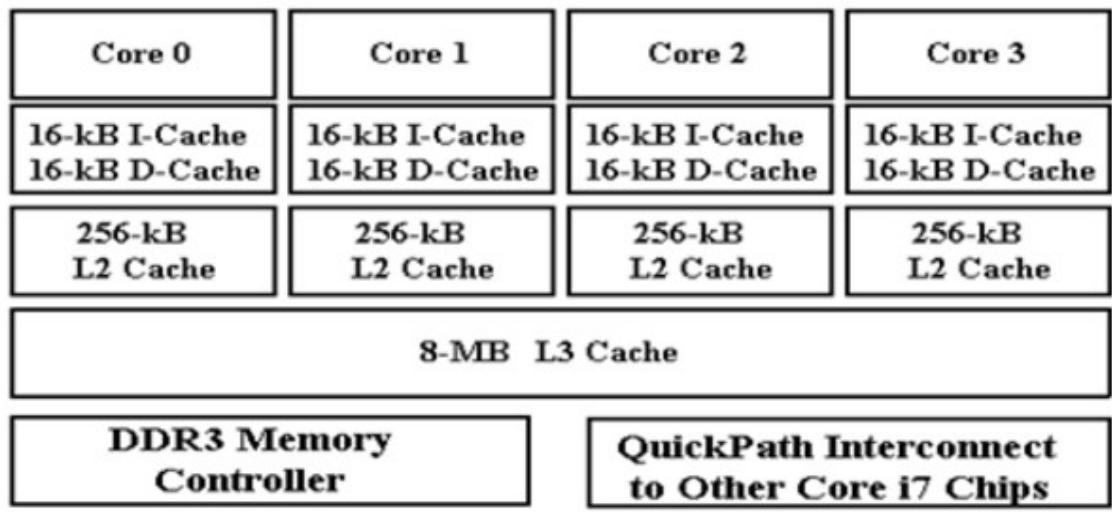


Ilustración 47. Ejemplo estructura por niveles de la memoria caché 1

- **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.

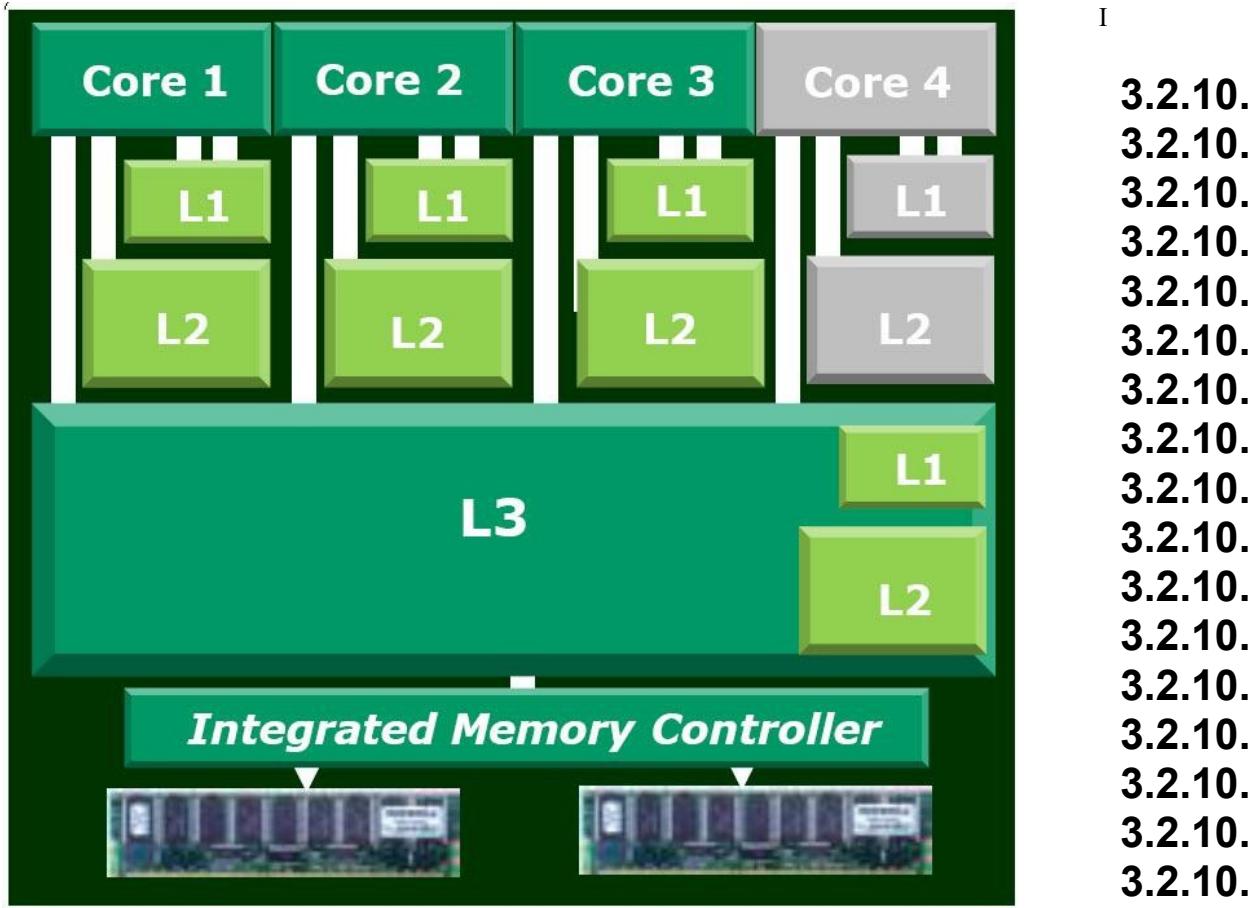


Ilustración 48. Ejemplo estructura por niveles de la memoria caché 2

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.

3.2.11. 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.

3.2.12. 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.

3.2.12.1 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 formado 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.

3.2.12.2 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.

3.2.12.3 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.

3.2.12.4 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.

3.2.12.5 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.

4. MICROPROCESADORES

4.1 INTRODUCCIÓN BÁSICA

4.1.1. ¿QUÉ ES UN MICROPROCESADOR?

Todo el mundo ha escuchado alguna vez los nombres de algunos de los muchos microprocesadores existentes en el mercado, nombres que generalmente se emplean para denominar al ordenador en sí: 286, 386, 486, Pentium, Core 2 Duo, Celeron, Core i3, i5, i7, i9, AMD K5, K6 y K7, Athlon, Duron, Phenom, FX, Ryzen, etc.

La historia de todos estos componentes se remonta al año 1971, en el que tres ingenieros de la empresa Intel Corporation creaban el primer microprocesador de la historia: 4004, empleado para construir una calculadora de bolsillo. El primer modelo comercial se lanzaría en 1972: el 8008.

Este fue el primero de una amplia familia que daría lugar en 1980 al nacimiento del primer PC, en el que IBM optó por integrar también un microprocesador fabricado por Intel: el 8088.

El microprocesador, conocido técnicamente como Unidad Central de Proceso, o por sus iniciales en inglés CPU (Central Processing Unit) es el cerebro del ordenador y el encargado del procesamiento de todas las instrucciones de programas y dispositivos.

El microprocesador juega un papel muy significativo en una serie de aspectos de nuestro PC:

- Determina en gran parte sus prestaciones. El microprocesador es, sin duda, uno de los elementos claves para medir la potencia de nuestro PC, aunque no el único. Una gran mayoría de usuarios sigue pensando que las prestaciones de un ordenador están directamente relacionadas con la velocidad del microprocesador que lleva integrado. Sin embargo, esto no es del todo cierto, ya que la capacidad real de un PC es una mezcla de las prestaciones conjuntas de todos sus componentes, especialmente de algunos fundamentales como el disco duro, la memoria, la arquitectura de la placa base y, por supuesto, el microprocesador.
- Fiabilidad y estabilidad. La calidad del microprocesador va a determinar en gran medida la fiabilidad y la estabilidad de nuestro PC durante su funcionamiento habitual.
- El soporte de la placa base. El microprocesador alojado en nuestro sistema va a ser el factor que determinará el tipo de placa base necesaria para ser integrada en el PC.

4.1.2. EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE UN MICROPROCESADOR

Cuando echamos un vistazo a un microprocesador, en realidad lo que vemos no es el microprocesador en sí, sino el encapsulado externo que lo envuelve y que contiene los contactos necesarios que le permiten comunicarse con el resto de componentes ensamblados en la placa base. El núcleo interno del microprocesador es un rectángulo de silicio alterado mediante procesos químicos, con una superficie cada vez más pequeña, debido a los continuos avances en el proceso de integración. Este núcleo contiene millones de puertas lógicas en forma de transistores.



Ilustración 49. Microprocesador Core i Intel

Durante el proceso de fabricación de los chips, y en concreto de los microprocesadores, el silicio es contaminado (dopado) con otra sustancia, lo que introduce impurezas que le confieren su capacidad de semiconducción. Además, el silicio es cristalizado en grandes obleas o cristales que posteriormente son divididas en secciones rectangulares más pequeñas de las que finalmente saldrán los chips. Concretamente, una oblea de silicio puede dar lugar a más de cien microprocesadores con la tecnología existente actualmente.



Ilustración 50. Microprocesador AMD Ryzen

Más tarde se pasa a la fase de implantación de la lógica del microprocesador. Inicialmente, el microprocesador, una vez cortado de la oblea, es un trozo de material sin una función concreta. Después, durante una fase posterior, se implanta la lógica que lo dotará de todas sus funciones de cálculo. Este diseño se hace inicialmente a nivel lógico, es decir, se definen las operaciones que realizará el microprocesador, qué instrucciones aceptará, qué partes lógicas lo van a formar, etc. Posteriormente, este diseño se desarrolla a niveles de detalle cada vez mayores. Este proceso es altamente complejo e implica a varias decenas de ingenieros y varios meses e incluso años de trabajo. Cualquier error en esta fase de diseño lógico será vital más tarde en la fabricación masiva de las unidades.

Una vez finalizado el proceso de diseño lógico y después de una depuración exhaustiva del mismo, se pasa a la fabricación de los chips en serie. Estos se fabrican mediante un proceso denominado fotolitografía. Los transistores y las conexiones entre ellos se crean en el semiconductor aplicando diferentes capas de varios materiales cada una en su lugar preciso y exacto. Un microprocesador actual puede estar compuesto de doce o más capas. Un ordenador de gran precisión toma el diseño del microprocesador y lo separa en sus diferentes capas; cada una de ellas se denomina máscara.

El semiconductor es tratado con una sustancia sensible a la luz y después se le aplica luz a través de la máscara. Así se crean las diferentes capas del chip. Este proceso se repite para cada máscara. Todo esto se hace a un nivel microscópico, por lo que el instrumental necesario para la fabricación es extremadamente preciso y costoso.

La siguiente fase es la del encapsulado, consistente en ensamblar el diminuto chip en una placa de circuito impreso con los diferentes contactos con los que luego se insertará en la placa base. Este es también un proceso delicado, ya que hay que conectar las diferentes patillas del encapsulado con los delicados y diminutos contactos del núcleo del microprocesador, también denominado die.

Recurso Moodle => [Cómo se fabrica un microprocesador](#)

Finalmente se pasa a la fase de prueba y calibración de la velocidad. No todas las unidades fabricadas tienen la misma calidad, debido a lo delicado del proceso, por lo que son probadas inicialmente a la frecuencia para la que han sido diseñadas, bajando dicha frecuencia progresivamente hasta aquella en la que el funcionamiento es estable.

Por este motivo, microprocesadores diferentes generalmente son probados en el mismo proceso, pero es al final en esta prueba donde son diferenciados, pasando a “etiquetarse” con una frecuencia característica según este proceso de selección final.

4.1.3. LA ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA

La tensión de alimentación empleada por un microprocesador es importante, debido a una serie de razones:

- **El consumo eléctrico está directamente relacionado con la disipación de calor por el microprocesador:** a mayor voltaje, mayor cantidad de calor generada.
- La reducción en el consumo de energía es un tema de enorme interés en los últimos tiempos, especialmente en relación con los ordenadores portátiles y otros sistemas de autonomía limitada.

Los microprocesadores generalmente suelen tener un voltaje interno y otro externo. El voltaje externo, el mismo que emplea la placa base, suele tener valores inferiores a los 3 voltios o incluso menos.

El voltaje interno, el del núcleo del microprocesador, varía en función de cada modelo y cada vez es menor debido a diseños cada día más optimizados: menos de 1 V (uno de los motivos del aumento de número de pines del microprocesador) para algunos microprocesadores más recientes.

4.1.4. LA REFRIGERACIÓN EN LOS MICROPROCESADORES

Debido a la alimentación eléctrica, se produce una disipación de calor que será mayor o menor en función de cada microprocesador. Esto hace necesario el uso de ventiladores y disipadores térmicos en los microprocesadores. Los efectos de una mala refrigeración acaban provocando un funcionamiento inestable del microprocesador, cuelgues inesperados, errores de cálculo y, en casos extremos, puede que el chip acabe totalmente quemado.

Una de las posibles consecuencias que puede generar el aumento de temperatura de un microprocesador se denomina *electromigración*. Este fenómeno hace que determinados átomos que unen el material del que están fabricadas las pistas internas del microprocesador se separen, lo que provoca que cada vez conduzcan peor los impulsos eléctricos y que el microprocesador funcione cada vez peor, más lentamente, produciendo frecuentes errores.

Electromigración:

Es el transporte de material causado por el movimiento gradual de los iones en un conductor debido a la transferencia de Cantidad de movimiento entre los electrones de conducción y los átomos del metal.

El efecto de la electromigración es importante en aplicaciones donde se utilizan densidades de corriente altas, como en la microelectrónica y en estructuras relacionadas. Como el tamaño de la estructura en los dispositivos electrónicos y en los circuitos integrados es muy pequeño, la pérdida de material debida a la electromigración es de importancia. Mucha gente cree que la electromigración es la "migración de electrones" pero en realidad es el material que "migra" por causa de un flujo de electrones, por eso se llama electro-migración.

La electromigración es un fenómeno que depende de la temperatura de servicio y de la densidad de corriente que circula por el semiconductor.

Existen varios tipos de refrigeradores:

- Los disipadores pasivos son aquellos que no tienen partes móviles. El método de refrigeración consiste en una pieza metálica, generalmente de aluminio, colocada sobre el chip, que es capaz de disipar el calor generado por el mismo. Esta pieza tiene una serie de láminas que ayudan en el proceso de refrigeración, que será tanto mayor cuanto mayor sea la superficie de esta pieza y mayores sean las láminas. Estos disipadores pueden ir pegados directamente al chip bien con una cola especial o usando una pasta termoconductora, que también contribuye a disipar el calor generado.
- Los disipadores activos disponen, además de la pieza metálica con láminas, de un ventilador que introduce aire que posteriormente es expulsado. Generalmente se colocan mediante clips y también se aconseja con ellos el empleo de pasta termoconductora para aumentar la capacidad de disipación.
- Refrigeración extrema(Vease Tem 2.3). Para condiciones de disipación de calor extrema(overclocking), podemos hacer uso de estas técnicas y dispositivos.

4.1.5. EL ENCAPSULADO

El encapsulado es el “envoltorio” de un microprocesador. Estos chips no se pueden manipular tal cuales, debido a su extrema delicadeza y al diminuto tamaño de sus contactos, por lo que es necesario recubrirlos de algún tipo de encapsulado que los haga más resistentes al uso y al mismo tiempo permita una fácil conexión de sus contactos a la placa base.

4.2 PARÁMETROS QUE INFLUYEN EN EL RENDIMIENTO DE UN MICROPROCESADOR.

El microprocesador es un sistema extremadamente complejo, por lo que una de las cosas más importantes en su estudio es conocer el rendimiento que es capaz de ofrecer. Este rendimiento es el resultado de numerosos factores, y no sólo de la frecuencia de funcionamiento.

Podemos calcular el rendimiento real como el resultado de la fórmula:

$$\text{Rendimiento} = \text{IPC} * \text{Frecuencia}$$

Pero existen otros **factores muy importantes que influyen en el rendimiento de un microprocesador**. Los siguientes 5 son los más importantes:

1. **Frecuencia del Reloj**: Nos indica la velocidad del microprocesador. Suele ser un múltiplo de la frecuencia del Bus Local.

$$\text{Frecuencia} = \text{Velocidad Bus del Sistema} * \text{multiplicador}$$

Esto afecta directamente al rendimiento del microprocesador ya que viene dado por el nº de instrucciones que el microprocesador es capaz de realizar en un ciclos de reloj y la frecuencia del reloj, como se puede ver en la fórmula anterior de rendimiento.

2. **Tecnología de integración**. Los procesadores actuales han pasado en los 45 nm (año 2007, ej. Core 2 Duo) y a los 10 nm (año 2018, Intel i7)
3. **Paralelismo a nivel de instrucción**: Segmentación, Superescalaridad, Supersegmentación.
4. **Memoria caché**.
5. **Arquitectura del Microprocesador**: Tamaño de palabra y Conjunto de instrucciones (CISC/RISC.)

4.2.1. FRECUENCIA DEL RELOJ

La frecuencia del reloj es un factor que nos indica la velocidad del microprocesador.

El elemento que marca el ritmo al que se ejecutan estas instrucciones es un reloj oscilador de cuarzo, de tal forma que mientras más alta sea su frecuencia de oscilación, se obtendrá en términos generales una mayor velocidad de trabajo. Los diferentes elementos que forman los actuales PC disponen de varias frecuencias de funcionamiento, medidas en Megahercios. Un Megahercio equivale a un millón de hercios o pulsos de reloj. Un pulso de reloj o ciclo de reloj es la mínima unidad de tiempo en la que se lleva a cabo el procesamiento.

Existen instrucciones que emplean un solo ciclo y otras que necesitan más de un ciclo. Asimismo, muchos microprocesadores actuales permiten la ejecución de varias instrucciones en un solo ciclo. Mientras mayor sea el número de instrucciones que el microprocesador permita ejecutar en un solo ciclo, mayores serán sus prestaciones. Hoy en día, debido a los avances que se han producido en el campo de la microelectrónica y los procesos de fabricación de microprocesadores, lo habitual ya es hablar de Gigahercios. Un Gigahercio equivale a 1.000 Megahercios.

Todas las frecuencias de reloj de una placa base actual son generadas por un mismo oscilador de cuarzo. Los pulsos del oscilador pasan al generador de reloj (PLL), un chip que realiza tres funciones básicas:

1. Modular la secuencia de pulsos anterior y convertirlos en esa señal de onda digital, cuadrada, periódica y síncrona que constituye el reloj.
2. Distribuir esta señal en muchas de diferentes velocidades para atender las necesidades de los chips más lentos a través de divisores de frecuencia, y de los más rápidos a través de los multiplicadores.
3. Configurar una serie de registros internos que programan las frecuencias de todos estos relojes.

A la frecuencia base a la que funciona la placa se la denomina frecuencia del bus del sistema o bus local. Las frecuencias del resto de elementos de la placa base se obtienen mediante circuitos multiplicadores o divisores.

4.2.1.1 PERÍODO DE RELOJ

La magnitud inversa de la frecuencia es el **periodo de reloj**, el cual indica el tiempo que tarda en generarse un ciclo de reloj, por lo que se mide en segundos o divisores de éste.

$$F = 1 / T$$

De este modo, si F se expresa en MHz, T se expresará en microsegundos (ms) y si F se expresa en GHZ, T se expresará en nanosegundos (ns).

4.2.1.2 RELACIÓN ENTRE CICLOS E INSTRUCCIONES

La medida **CPI (Cycles per Instruction o Ciclos por Instrucción)**, representa el número promedio de ciclos de reloj necesarios para que el microprocesador ejecute una instrucción.

$$\text{Rendimiento} = \text{Frecuencia} / \text{CPI}$$

Como ejemplo, supongamos un microprocesador que funcione a 3 Ghz, o lo que es lo mismo, 3.000 millones de ciclos por segundo. Si una instrucción emplea cinco ciclos de reloj para su ejecución (CPI), podemos calcular rápidamente el número de instrucciones por segundo que es capaz de procesar este microprocesador:

$$3.000.000.000 / 5 = 600 \text{ millones de instrucciones por segundo} = 600 \text{ MIPS}$$

La medida **IPC (Instruction per Cycle o Instrucciones por Ciclo)** dado que la capacidad de procesamiento actual permite realizar varias instrucciones máquina por ciclo de reloj.

Rendimiento = IPC * Frecuencia

Como ejemplo, supongamos un microprocesador que funcione a 3 Ghz, o lo que es lo mismo, 3.000 millones de ciclos por segundo. Si en un ciclo puede ejecutar 6 instrucciones (IPC), podemos calcular rápidamente el número de instrucciones por segundo que es capaz de procesar este microprocesador:

$$3.000.000.000 * 6 = 18.000 \text{ millones de instrucciones por segundo} = 18.000 \text{ MIPS}$$

Por tanto, ya sea con medida CPI o IPC, el rendimiento de un microprocesador es directamente proporcional a la frecuencia del reloj.

El número de MIPS constituye una de las unidades empleadas más habitualmente para expresar la potencia de cálculo o rendimiento de un microprocesador. Otra unidad habitual son los MegaFLOPS, o millones de operaciones en coma flotante que es capaz de realizar el microprocesador por segundo.

Ahora bien, según los dos conceptos anteriores, ¿podríamos determinar el rendimiento de un microprocesador únicamente por su frecuencia? Razonalo en clase.

4.2.2. TECNOLOGÍA DE INTEGRACIÓN.

Con la tecnología actual es posible integrar en el interior del microprocesador muchos millones de transistores. Todos ellos se organizan en un circuito llamado die de un tamaño no superior a los 4 cm². Este circuito se envuelve en un encapsulado cerámico o plástico que lo protege, y en el que se realizan todas las conexiones con las patillas que permiten el ensamblado del microprocesador en el zócalo correspondiente de la placa base.

El aumento en la complejidad de los modernos microprocesadores obedece a lo que se denomina Ley de Moore, según la cual cada 24 meses la tecnología avanza lo suficiente como para integrar el doble de transistores en el interior de un microprocesador.

Una característica importante es el tamaño del circuito o tecnología de integración, lo que permite integrar cada vez mayor número de transistores en el mismo espacio. Anteriormente se medía en micras, que son una millonésima de metro. Hoy en día, se mide en nanómetros(nm), que son la millonésima parte de un mm . Actualmente estamos hablando de tecnologías de integración de 14-10 nm.

How Small is 14 nm?

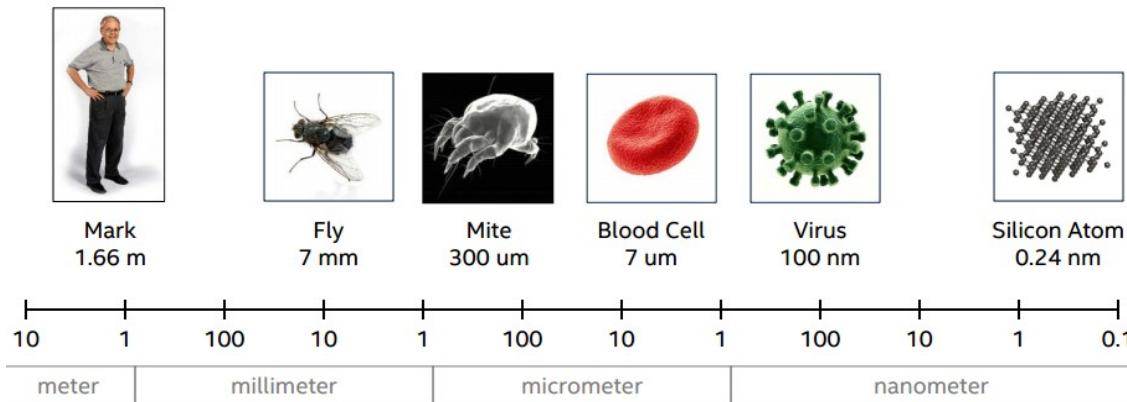


Ilustración 51. ¿Cómo de pequeño es 14 nm?

La reducción de la distancia de integración implica una mayor densidad de transistores y proporciona grandes beneficios:

3. Permite integrar mayor nº de transistores en un mismo espacio físico, lo cuál permite aumentar las prestaciones del procesador, la capacidad de las cachés, etc.
4. Aumentar la velocidad de operación de los transistores pues al ser más pequeños la conmutación se realiza más rápidamente. Y con ello la frecuencia del chip al completo.
5. Disminuye el voltaje de alimentación que requiere el chip disminuyendo así la potencia disipada. Esto repercute en el descenso de la temperatura del chip.
6. Disminuye el coste de fabricación del chip pues se requiere menos área de semiconductor.

4.2.3. PARALELISMO A NIVEL DE INSTRUCCIÓN

Consiste en romper con la ejecución secuencial de instrucciones (una detrás de otra en el tiempo) para simultanear su ejecución (varias a la vez).

Las distintas técnicas para ello son:

- **Segmentación (o Pipeline)** : Se divide el proceso de ejecución de una instrucción en N etapas de modo que haya N instrucciones distintas ejecutándose al mismo tiempo pero cada una en una etapa distinta.

Ej: Si la ejecución de una instrucción fuera dividida en 5 etapas (búsqueda de la instrucción, decodificación, lectura de operandos, ejecución de la operación asociada y escritura del resultado), un procesador podría estar tratando 5 instrucciones distintas al mismo tiempo: mientras está escribiendo el resultado de una instrucción estaría ejecutando la operación de otra instrucción , buscaría los operandos de una tercera simultáneamente, decodificaría una cuarta y buscaría en memoria la quinta.

- **Superescalaridad**: Replica N veces la circuitería de alguna de sus unidades funcionales para ejecutar N instrucciones al mismo tiempo. La diferencia con la segmentación es que las N instrucciones irían por la misma etapa.
Gracias a ello se consiguieron diseños de 4 instrucciones por ciclo a partir de mediados de los 90's.

Ej: Pentium MMX es escalar de factor 2 pues dispone de dos ALUs para números enteros y otra ALU para números reales por lo que puede simultanear dos instrucciones aritméticas de tipo entero o una de tipo entero con otra de tipo real.

- **Supersegmentación:** Consiste en aplicar la segmentación a nivel global como vimos anteriormente y además a nivel de cada unidad funcional, es decir, aplicar segmentación en cada una de las N replicas de circuitería realizadas en la superescalaridad
- **Multinúcleo (multi core):** Actualmente se incorpora la tecnología multinúcleo (multi core) para aumentar ese paralelismo. Por tanto, se usa supersegmentación en cada uno de los cores (núcleos) del microprocesador.

4.2.4. CACHÉ INTEGRADA

Véase punto 3.2.9 del tema 3.

4.2.5. ARQUITECTURA DE PROCESADORES

4.2.5.1 TAMAÑO DE PALABRA

Todo el funcionamiento de un microprocesador se lleva a cabo sobre sus registros internos. Algunos de ellos son de uso específico para determinadas tareas y otros son de uso general. Los registros internos del microprocesador constituyen la memoria más rápida que existe en un ordenador. El tamaño de estos registros es el que determina la arquitectura de un microprocesador.

El tamaño de estos registros determina lo que llamamos **tamaño de palabra** del microprocesador, es decir, la cantidad de información con la que el procesador puede operar de una sola vez. El tamaño de palabra es de 32 o 64 bits.

Además, los buses de comunicación del microprocesador con el sistema informático deben ser acorde a este tamaño de palabra.

4.2.5.2 TIPOS DE CONJUNTO DE INSTRUCCIONES

Las CPUs se caracterizan principalmente por el tipo de tecnología empleada: CISC o RISC:

- **CISC (Complex Instructions Set Computer):**

Permite instrucciones (microinstrucciones) más complejas pero que por ello requieren más ciclos de reloj. Anteriormente no importaba demasiado el número de ciclos necesarios ya que se tardaba más en leer de memoria la siguiente instrucción que debe ejecutar la CPU.

- **RISC (Reduced Instructions Set Computer):**

Es más moderna y potente que CISC. Contiene instrucciones más simples y que se pueden ejecutar en 1 sólo ciclo de reloj la mayoría. Todo esto gracias a que la longitud de palabra es mayor hoy día.

4.2.5.3 EVOLUCIONES DE CONJUNTOS DE INSTRUCCIONES CISC

A medida que ha pasado el tiempo, las tecnologías han ido avanzando, y nuestras necesidades cada vez son más exigentes. Nuestros sistemas informáticos deben hacer más tipos de cosas diferentes (cálculos matemáticos, cálculos en coma flotante, cálculos gráficos, virtualización, multiproceso,...), para dar soluciones a todas estas nuevas necesidad, o mejorar las ya existentes. Por tanto, las instrucciones de las que hace uso el microprocesador se han visto obligadas a aumentar a lo largo del tiempo.

Vamos a detallar estas nuevas instrucciones añadidas a lo largo del tiempo.

El conjunto de instrucciones MMX

Las MMX (MultiMedia eXtensions), o extensiones multimedia, supusieron uno de los mayores cambios en el conjunto de instrucciones x86, que se había mantenido prácticamente inalterado durante más de una década. Inicialmente fueron un añadido de 57 instrucciones a las originalmente soportadas por los microprocesadores Pentium. Estas instrucciones operan sobre ocho registros de 64 bits del coprocesador matemático, y se basan en la técnica denominada SIMD (Single Instruction Multiple Data), en la que, como su denominación indica, una sola instrucción opera sobre varios datos a la vez.

Nota: SIMD consiste en realizar la misma operación a un conjunto de datos (vector) simultáneamente, de modo que operan al mismo tiempo 'n' unidades funcionales o nodos como podrían ser 'n' unidades en punto flotante operando en paralelo.

El mayor inconveniente es que mientras se emplean instrucciones MMX no se puede hacer uso de la unidad de coma flotante del microprocesador.

Después de una guerra de pleitos entre Intel y AMD por atribuirse la autoría de la idea MMX se sucedió una cruenta batalla por desarrollar versiones mejoradas de la original.

3DNow!

AMD se adelantó con su 3DNow! para el K6-2, a mediados del 1998. se trata de un conjunto de 21 nuevas instrucciones. Se soluciona uno de sus grandes problemas y puede manejar tantos números en punto flotantes y enteros.

Al igual que pasaba con MMX se utilizan los registros de la unidad de punto flotante.

Poco después AMD para su K7 amplió su 3DNow! con 24 nuevas instrucciones (Enhanced 3DNow!)

SSE (Streaming SIMD Extensions)

Intel sacó en el 1999 para su Pentium III el conjunto SSE. Se añaden 70 nuevas instrucciones. Se crean nuevos registros independientes, en este caso se trabaja con 8 registros independientes de 128 bits. Estos pueden contener datos coma flotante de 32 bits.

Al trabajar con coma flotante de 32 bits, que se denomina simple precisión, puedes por ejemplo sumar 4 números usando una sola instrucción. SSE añade soporte para MMX también.

A medida que va pasando el tiempo , se van añadiendo nuevas instrucciones y características al juego de instrucciones SSE:

- SSE2. Añade la posibilidad de usar otros tipos de datos como enteros en los registros o incluso coma flotante de doble precisión que ocupan 64 bits. Se añaden las operaciones MMX para que se puedan usar en los nuevos registros.
- SSE3. Se añaden funciones de procesado de señal y de control de procesos.
- SSSE3. Añade 16 nuevas instrucciones para permutar datos.
- **SSE4**. Se subdivide en 2 grupos SSE4.1 con 47 instrucciones y SSE4.2 (Usada actualmente) con 7. Se añaden algunas instrucciones que no son específicas de aplicaciones multimedia. Digamos que para este desarrollo Intel contactó con desarrolladores para saber el tipo de instrucciones que más merecería la pena implementar.
- SSE4a. Subconjunto del anterior, formado por 4 operaciones que está presente en algunos procesadores AMD.

La siguiente figura muestra las sucesivas ampliaciones del conjunto de instrucciones multimedia (MMX) desarrolladas por Intel y AMD.

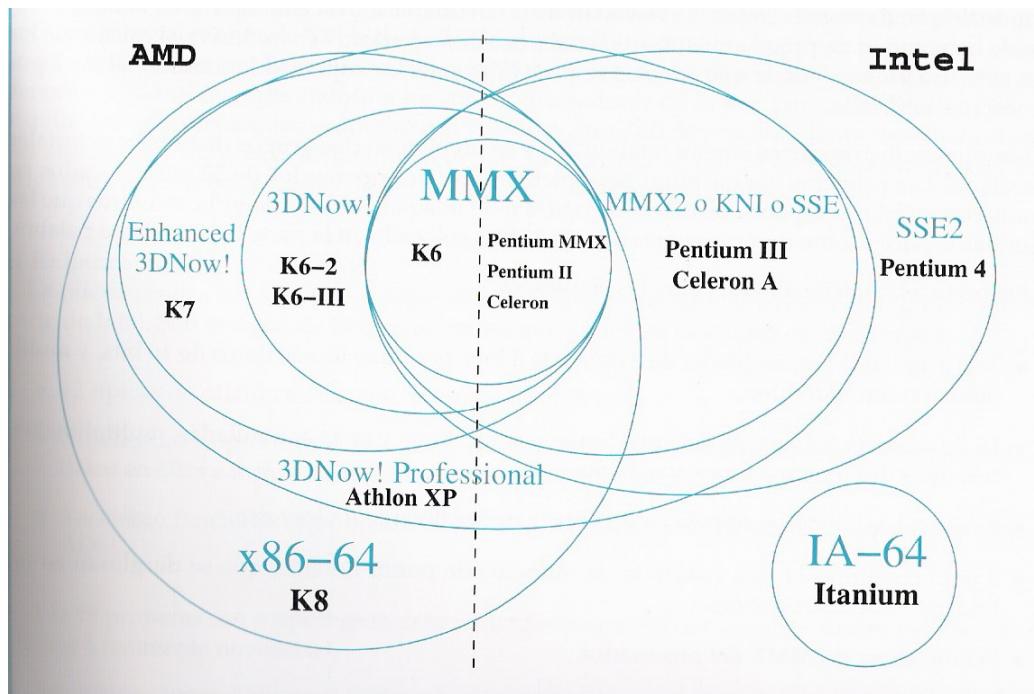


Ilustración 52. Evolución de las primeras extensiones de juegos de instrucciones

AVX (Advanced Vector Extensions)

AVX (Advanced Vector Extensions - Extensiones Vectoriales Avanzadas) es un conjunto de instrucciones de 256 bits desarrollado por Intel Corporation como una extensión al conjunto de instrucciones x86 utilizado en procesadores de Intel y AMD.

Es un vector de extensión SIMD de 256 bits para operaciones de punto flotante intensivo. Mejora el rendimiento en las nuevas aplicaciones, y algunas existentes, mediante el manejo de paquetes de datos vectoriales más grandes, y el uso de más hilos y núcleos del procesador.

AVX apareció por primera vez en los Sandy Bridge y después por AMD a partir de "Bulldozer"

AVX2

Advanced Vector Extensions 2 (AVX2), son una expansión del conjunto de instrucciones AVX. Gracias a AVX2, ahora permite el manejo de números naturales, aumentando el tamaño para los conjuntos de instrucciones SSE y AVX que ahora trabajará con un vector de 256 bits para el manejo de estos números naturales.

Esta ampliación también facilita “Gather support”, que permitirá acceder simultáneamente a varias posiciones de memoria no contiguas, aumentando las capacidades de procesado vectorial de la arquitectura x86-64.

AVX2 apareció por primera vez en los Haswell en Intel y después por AMD a partir de los "Carrizo".

AVX-512

AVX-512 register scheme as extension from the AVX (YMM0-YMM15) and SSE (XMM0-XMM15) registers

511	256	255	128	127	0
ZMM0	YMM0		XMM0		
ZMM1	YMM1		XMM1		
ZMM2	YMM2		XMM2		
ZMM3	YMM3		XMM3		
ZMM4	YMM4		XMM4		
ZMM5	YMM5		XMM5		
ZMM6	YMM6		XMM6		
ZMM7	YMM7		XMM7		
ZMM8	YMM8		XMM8		
ZMM9	YMM9		XMM9		
ZMM10	YMM10		XMM10		
ZMM11	YMM11		XMM11		
ZMM12	YMM12		XMM12		
ZMM13	YMM13		XMM13		
ZMM14	YMM14		XMM14		
ZMM15	YMM15		XMM15		
ZMM16	YMM16		XMM16		
ZMM17	YMM17		XMM17		
ZMM18	YMM18		XMM18		
ZMM19	YMM19		XMM19		
ZMM20	YMM20		XMM20		
ZMM21	YMM21		XMM21		
ZMM22	YMM22		XMM22		
ZMM23	YMM23		XMM23		
ZMM24	YMM24		XMM24		
ZMM25	YMM25		XMM25		
ZMM26	YMM26		XMM26		
ZMM27	YMM27		XMM27		
ZMM28	YMM28		XMM28		
ZMM29	YMM29		XMM29		
ZMM30	YMM30		XMM30		
ZMM31	YMM31		XMM31		

Ilustración 53. Esquema de registros AVX-512

AVX-512 son extensiones de 512 bits a las instrucciones SIMD AVX de 256 bits para la arquitectura de conjunto de instrucciones x86-64. Fue propuesta por Intel en julio de 2013.

La anchura del archivo de registro SIMD se incrementa de 256 bits a 512 bits, con un total de 32 registros ZMM0-ZMM31. Estos registros pueden tratarse como registros YMM de 256 bits de extensiones AVX y registros XMM de 128 bits de SSE y las instrucciones heredadas de AVX y SSE pueden extenderse para operar en los 16 registros adicionales XMM16-XMM31 y YMM16-YMM31.

Por lo tanto, cada una de las extensiones son compatibles entre si. Es decir, si tenemos AVX-512, pueden usarse instrucciones AVX2, AVX, MMX, ... aunque tengan diferente tamaño.

Otros Juegos de Instrucciones

- **AES instruction set:** Advanced Encryption Standard Instruction Set (or the Intel Advanced Encryption Standard New Instructions; AES-NI) es una extensión para mejorar la

velocidad de las aplicaciones que realizan el cifrado y descifrado utilizando el algoritmo AES(Advanced Encryption Standard).

- CLMUL (Carry-less Multiplication): mejora la velocidad de uso de ciertos algoritmos de encriptado y otros cálculos.
- FMA instruction set: Para realizar operaciones fused multiply-add(FMA) , las cuales pueden calcular el producto de dos números y agregar ese producto a un acumulador.
- VT-x, VT-d, AMD-V: Juego de instrucciones para virtualización

4.2.5.4 EVOLUCIONES DE CONJUNTOS DE INSTRUCCIONES RISC

A lo largo del tiempo, también ha habido una serie de conjunto de instrucciones (también SIMD) que han ido apareciendo específicos de arquitectura RISC tales como:DEC Alpha, ARM, MIPS, Power Architecture,SPARC, etc.

Pero sin lugar a dudas, el conjunto de instrucciones RISC más importante de todos y cuyo uso e implantación es tan importante en los microprocesadores de smartphone, tablets, controladores, pequeños dispositivos, etc ; es ARM.

Dedicaremos un apartado a parte para describir, explicar y desarrollar ARM

4.3 TECNOLOGÍA DE FABRICACIÓN MULTIGATE DEVICE

Anteriormente, para la fabricación de transistores en los microprocesadores, se usaba un tipo de fabricación plana, donde los transistores se construyen en forma de 2 dimensiones. A medida que mejora la tecnología de fabricación, e impulsada por la *Ley de Moore*, los fabricantes necesitaban una nueva forma de fabricar dichos transistores. Fue entonces cuando iniciaron el proceso de fabricación “Multigate Device”

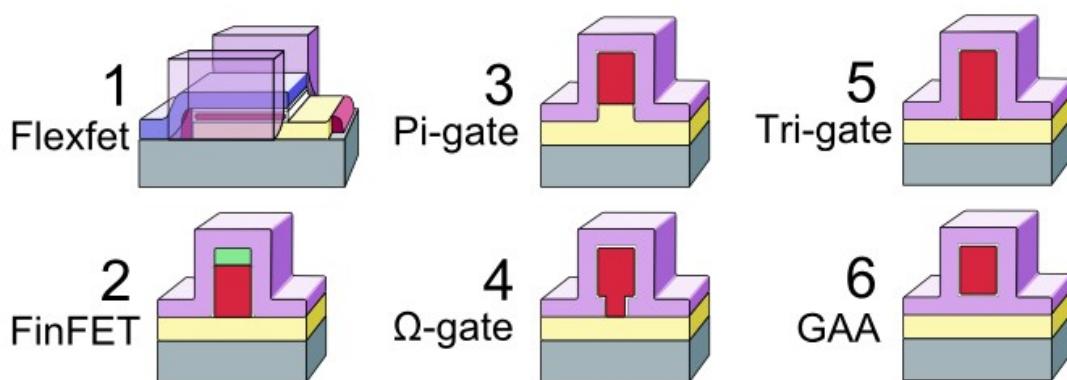


Ilustración 54. Tipos de multigate device

Un **multigate device or multiple-gate field-effect transistor** (MuGFET) se refiere a MOSFET (metal–oxide–semiconductor field-effect transistor) que incorpora más de una puerta en un solo dispositivo. Las puertas múltiples pueden ser controladas por un solo electrodo de puerta, en el que las múltiples superficies de puerta actúan eléctricamente como una única puerta o por electrodos de puertas independientes. Los transistores Multigate son una de las varias estrategias desarrolladas por los

fabricantes de semiconductores CMOS para crear microprocesadores cada vez más pequeños, para poder cumplir con la Ley de Moore.

4.3.1. FINFET

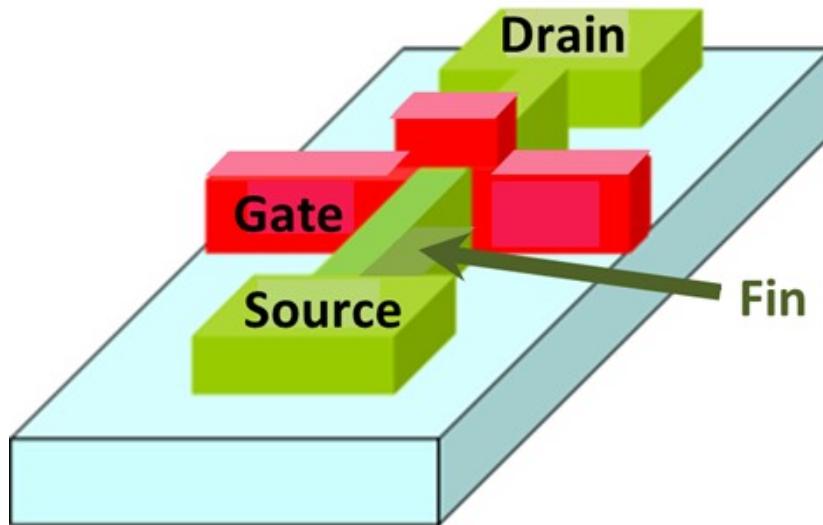


Ilustración 55. A double-gate FinFET device

El término FinFET (fin field-effect transistor) es un proceso de fabricación multigate device. La característica distintiva del FinFET es que el canal conductor está envuelto por una **delgada aleta de silicio**, que forma el cuerpo del dispositivo. El espesor de la aleta (medida en la dirección de la fuente al drenaje o drain) determina la longitud efectiva del canal del dispositivo. La estructura de puerta envolvente proporciona un mejor control eléctrico sobre el canal y, por lo tanto, ayuda a reducir la corriente de fuga. Por tanto mejora la eficiencia energética.

Observa estos videos para comprender mejor estos términos (aunque sean de ARM, estos también usan tecnología FinFET, y nos sirven para entender mejor el funcionamiento de esta tecnología):

https://www.youtube.com/watch?v=TXxw1kdF5_Q
<https://www.youtube.com/watch?v=t9JhUjDoZP0>

Ya sabemos que FinFET es un tipo de proceso de fabricación multi-puerta basada en aletas independientemente del número de puertas, el cual puede llegar a ofrecer hasta tres salidas a la conducción de electrones.

Con esta tecnología de fabricación se están consiguiendo transistores de hasta 5nm.

Ahora bien, actualmente, el término FinFET tiene una definición menos precisa y más general. Por ejemplo, para los fabricantes de microprocesadores tales como AMD, IBM, Freescale,... usan el término FinFET para describir sus esfuerzos, desarrollos y fabricaciones con tecnología “multigate device”.

Otras empresas usan otras terminologías para describir sus desarrollos “multigate device”. TSMC llama a sus desarrollos Omega-FinFET, debido al parecido que existe entre la aleta de silicio del transistor y la letra griega “omega”. Intel llama a sus desarrollos “multigate device” Tri-gate. Samsung llama a sus desarrollos FinFET de primera generación como LPE(Low-Power Early), y los de segunda como LPP(Low-Power Plus).

4.3.2. TRI-GATE(3D) TRANSISTOR

Estos son la solución de Intel para las “multigate device”. Estos transistores emplean una sola puerta apilada, por donde pasan uno o varios canales a través de la cual/es fluye la corriente.

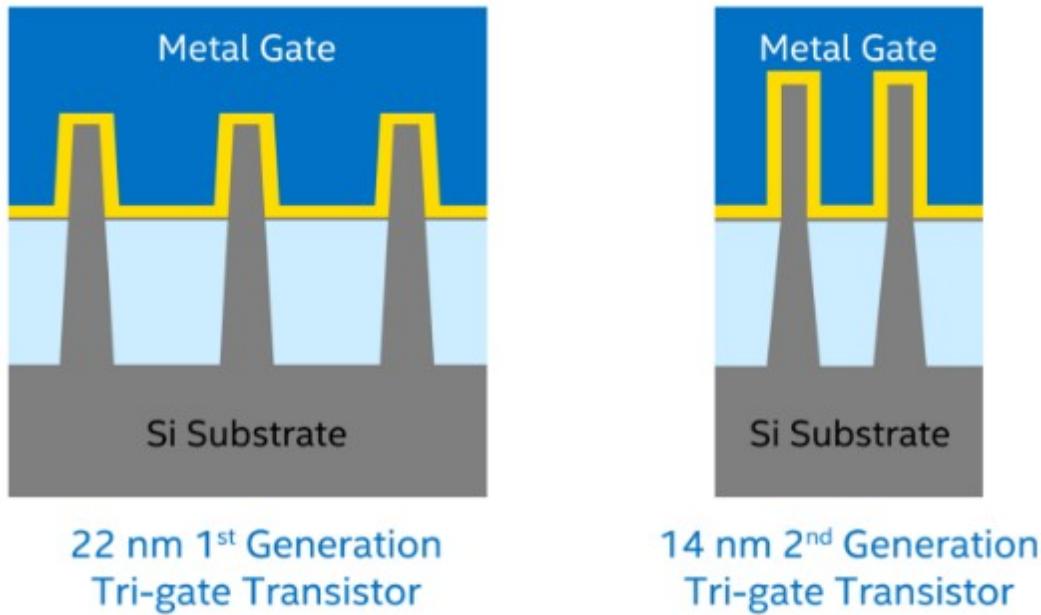
Esto permite que la corriente del transistor fluya tanto como sea posible cuando el transistor está en el estado “encendido”, y tan cerca de cero como sea posible cuando está en el estado “apagado”, y permite que el transistor cambie muy rápidamente entre los dos estados.

Toda esta tecnología trae consigo una mayor velocidad de procesamiento junto con una reducción de consumo y una reducción del tamaño de los transistores.

Intel empezó a implementar esta tecnología a partir de Ivy Bridge, y sigue usándola actualmente.

Observa estos videos para comprender mejor Tri-Gate:

<https://www.youtube.com/watch?v=YIkMaQJSyP8>
<https://www.youtube.com/watch?v=ov4m-SeLc5I>



22 nm 1st Generation
Tri-gate Transistor

14 nm 2nd Generation
Tri-gate Transistor

	22 nm Node	14 nm Node	Scale
Transistor Fin Pitch	60	42	.70x
Transistor Gate Pitch	90	70	.78x
Interconnect Pitch	80 nm	52 nm	.65x

Ilustración 56. Tri-gate transistor

4.3.3. GAAFET Y MBCFET

Estos procesos de fabricación, patentados por Samsung, son en los que Samsung ya está trabajando para alcanzar **los 3 nm de tecnología de integración**.

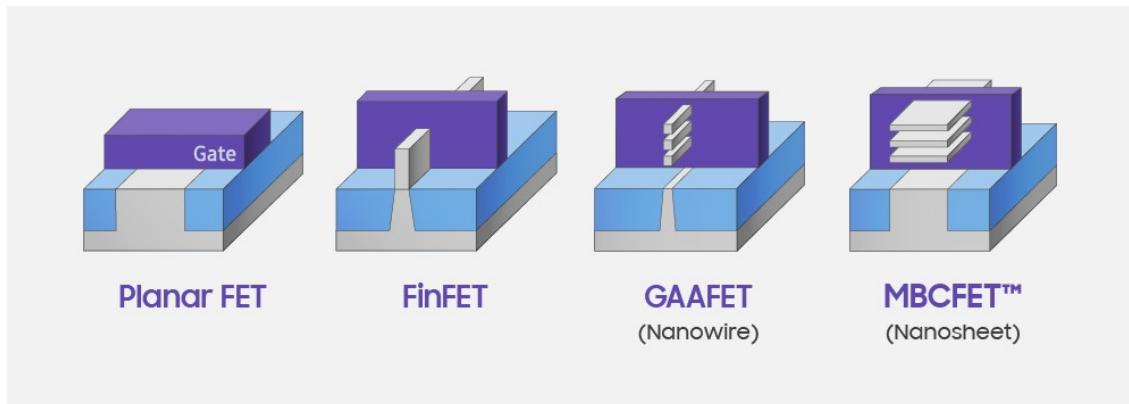


Ilustración 57. Evolución de las tecnologías de fabricación de los transistores

Como potencial de estas nuevas tecnologías de fabricación, podría **reducir un 45% en superficie** y **un 50% menos de consumo energético** en comparación con los FinFET actuales de 7 nm.

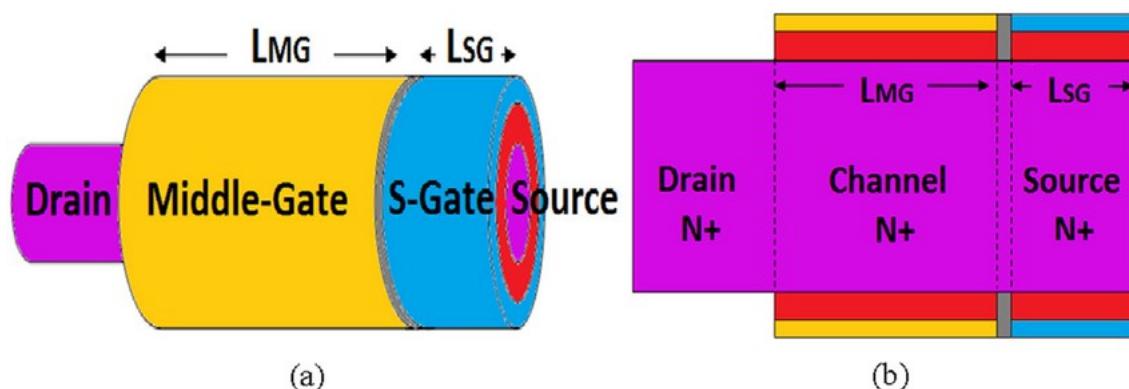


Ilustración 58. Transistor cilindro GAA 1

Por un lado está la tecnología **GAAFET (Gate-all-around FET)**, cuyos transistores tienen **forma cilíndrica**. Para desarrollarla Samsung colaboró con IBM para su desarrollo.

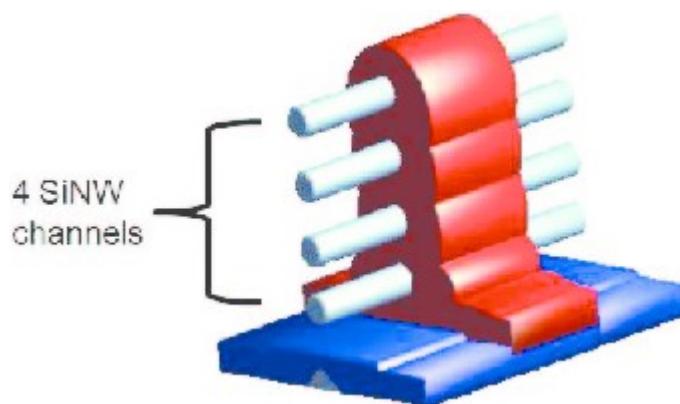


Ilustración 59. Transistor cilindro GAA 2

GAAFet puede **habilitar 4 o más salidas a la conducción de electrones, en función de la estructura del procesador**. Esto permitirá que la energía se distribuya hacia otros transistores de forma tridimensional. Los procesadores podrán, por tanto, tener una estructura de capas y, dependiendo de su complejidad, operar a unas velocidades u otras.

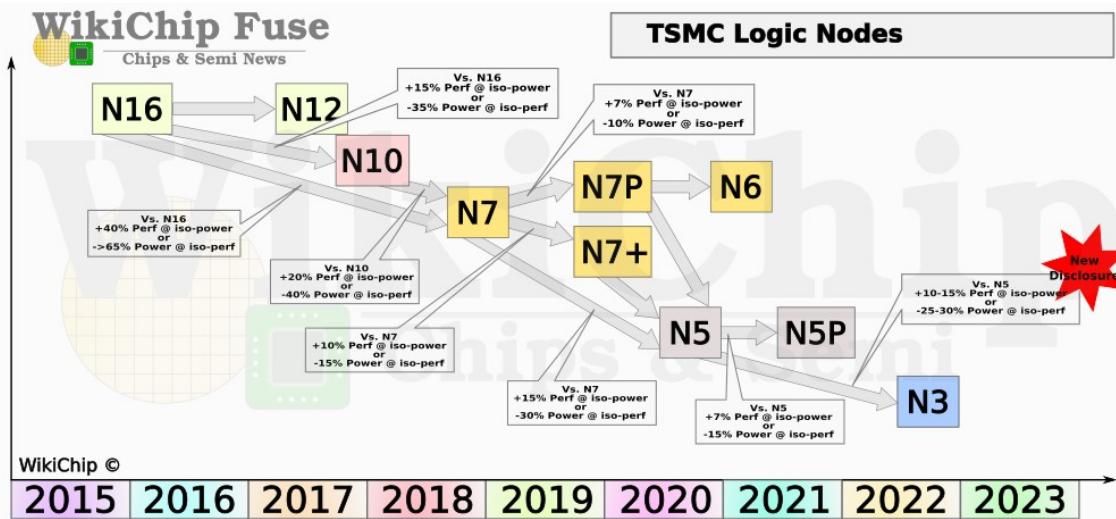


Ilustración 60. Roadmap TSMC hasta los 3nm

Todo ello, habilitará un **transporte de electrones más seguro y veloz**, ofreciendo al mismo tiempo **mayor potencia de procesamiento y mayor ahorro energético**, aunque obligará a **cambiar la estructura interna de los propios semiconductores**.

Por otro lado **MBCFET (Multi-Bridge-Channel FET)**, cuyos **transistores tienen forma de hoja**. Esta tecnología es la adaptación propia de Samsung a GAAFET.

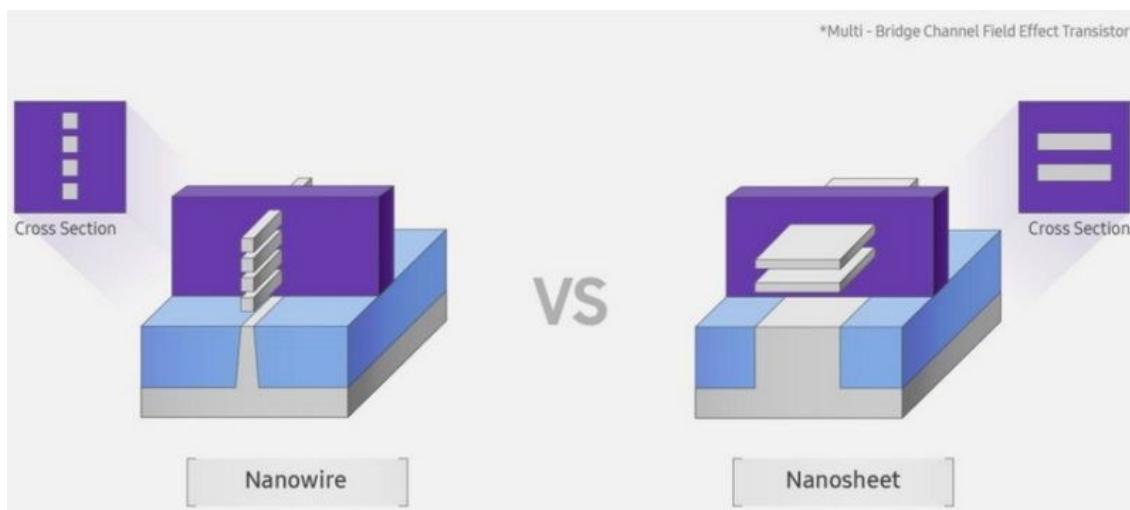


Ilustración 61. Diferencias entre un transistor GAA y MBC

Según la compañía, permite una **mayor corriente por pila** al sustituir el **nanocable de Gate All Around** por un **nanoesquema**. La sustitución aumenta el **área de conducción** y permite la adición de más puertas sin aumentar la huella lateral.

Observa este video para comprender mejor la diferencia entre transistores planos, FINFET y MBCFET

<https://www.youtube.com/watch?v=QAAuO-bfyb0>

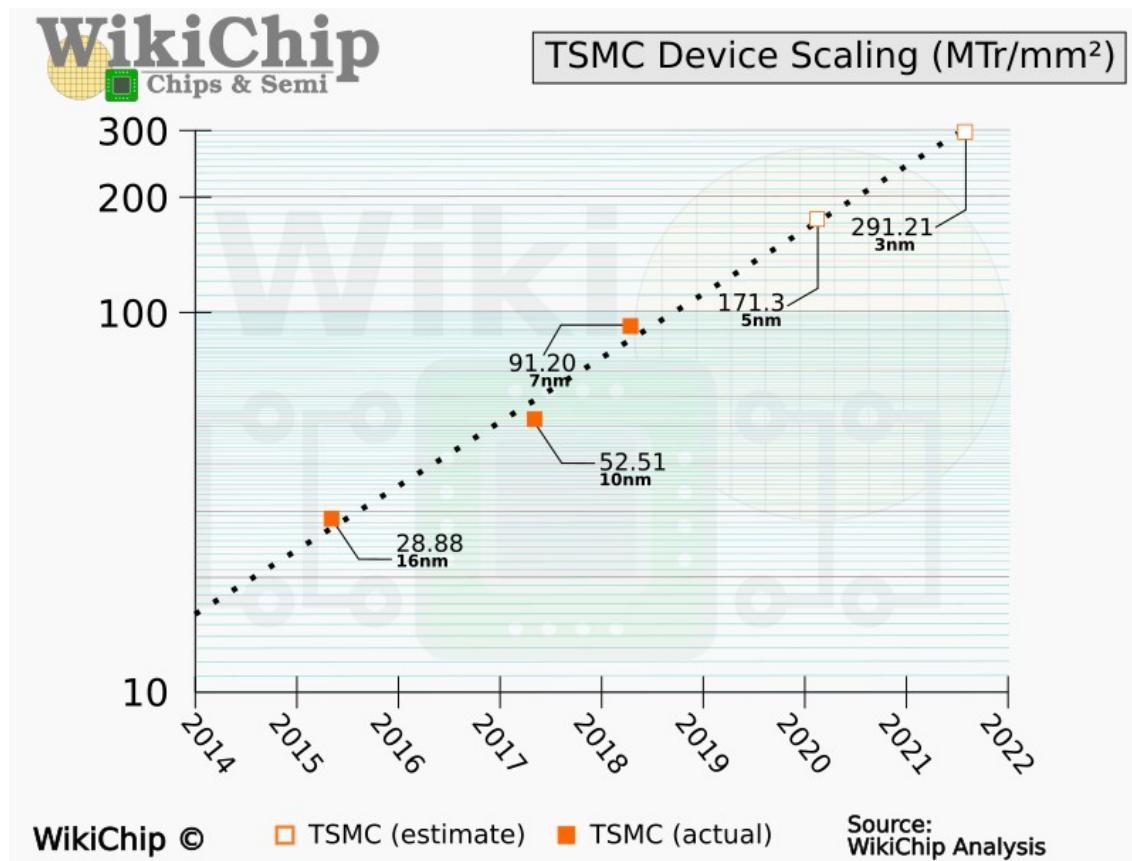


Ilustración 62. Cantidad de transistores por mm² TSMC

4.4 SISTEMAS MULTIPROCESADOR Y MULTINUCLEO

4.4.1. SISTEMAS MULTIPROCESADOR

En los sistemas multiprocesador existen varios procesadores completos, es decir, en la placa encontramos más de un zócalo para albergar cada uno de los procesadores del sistema.

Los sistemas multiprocesador son una de las alternativas para mejorar el rendimiento, velocidad y prestaciones de los servidores y las estaciones de trabajo.

Este sistema es muy utilizado para realizar tareas multiproceso, de esta forma si un procesador está ocupado realizando una operación, nuestra petición de proceso la atenderá otro procesador libre.

La tecnología de estos sistemas es bastante compleja porque utilizan en un mismo equipo dos procesadores o más unidos simétricamente y en paralelo utilizando recursos compartidos como la memoria del sistema. Todos los procesadores son tratados por igual y los procesadores se reparten el trabajo de los usuarios con lo que mejora su rendimiento en el trabajo de una misma aplicación.

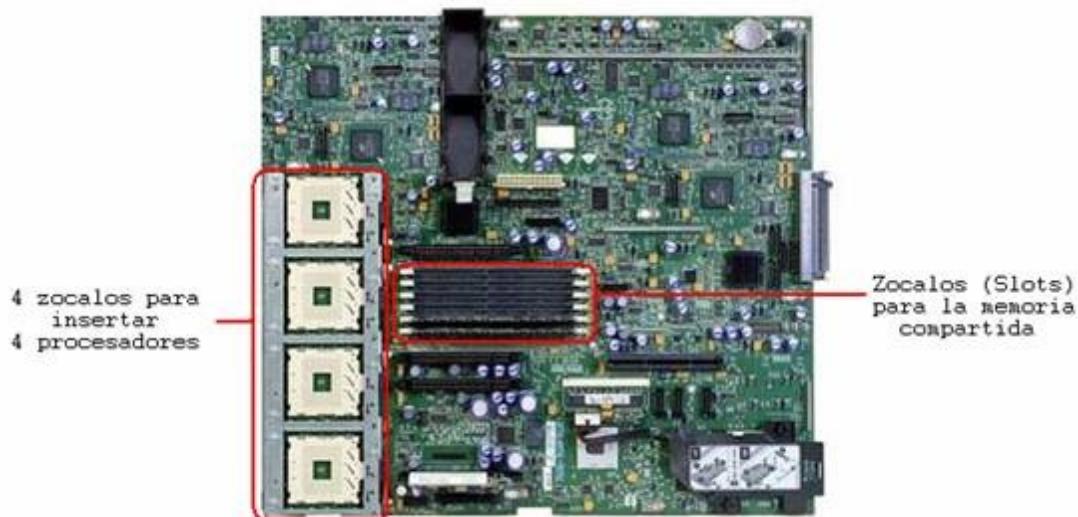


Ilustración 63. Sistema Multiprocesador

En los sistemas multiprocesadores con respecto al monoprocesador se nota un gran incremento de rendimiento y de velocidad.

Los Sistemas de Multiprocesamiento Simétrico (SMP) también llamados tightly coupled (estrechamente acoplado) o Shared everything (todo compartido) son sistemas que comparten sus recursos, lo cual supone un problema.

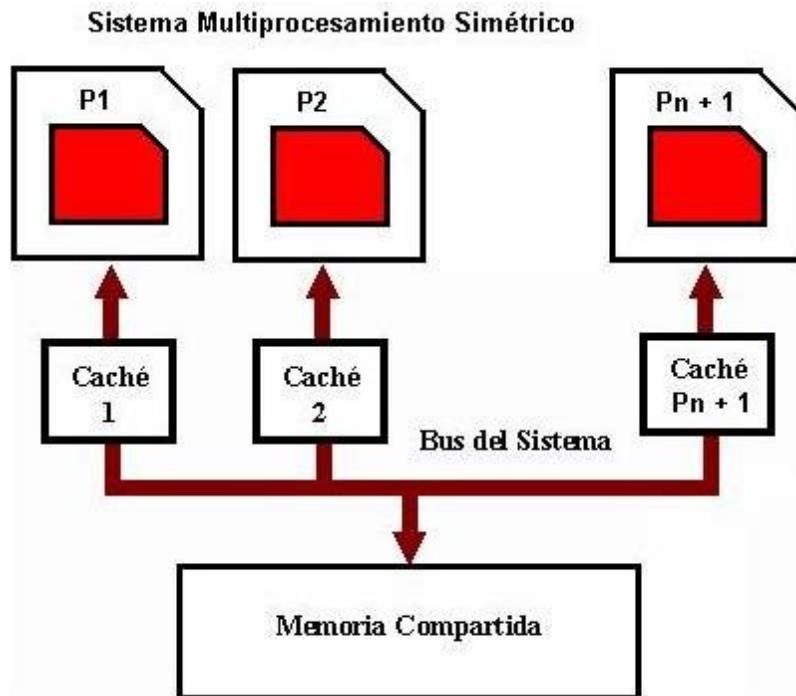


Ilustración 64. Sistema de Multiprocesamiento Simétrico(SMP)

Como hemos visto, este tipo de sistemas mejoran las prestaciones con respecto los Monoprocesador, pero por otro lado, pueden tener varios problemas o desventajas:

- Si tenemos un numero elevado de microprocesadores y compatir la memoria RAM, puede darse mucha saturación de procesamiento a la hora de poder responder todas las peticiones

de proceso, ya que si son muchas, todos consumirán de la misma memoria por lo que se pueden producir cuellos de botella y ralentizar el sistema de forma considerable.

- Tanto los sistemas operativos como los programas, deben estar desarrollados para poder utilizar este tipo de sistemas.
- El coste del hardware, que para estos casos es elevado.

4.4.2. SISTEMAS MULTINÚCLEO

Es el más usado actualmente. Estos microprocesadores actuales **incluyen dentro del mismo die** varios núcleos que trabajan juntos de forma coordinada para aumentar el rendimiento y la capacidad de procesamiento en paralelo.

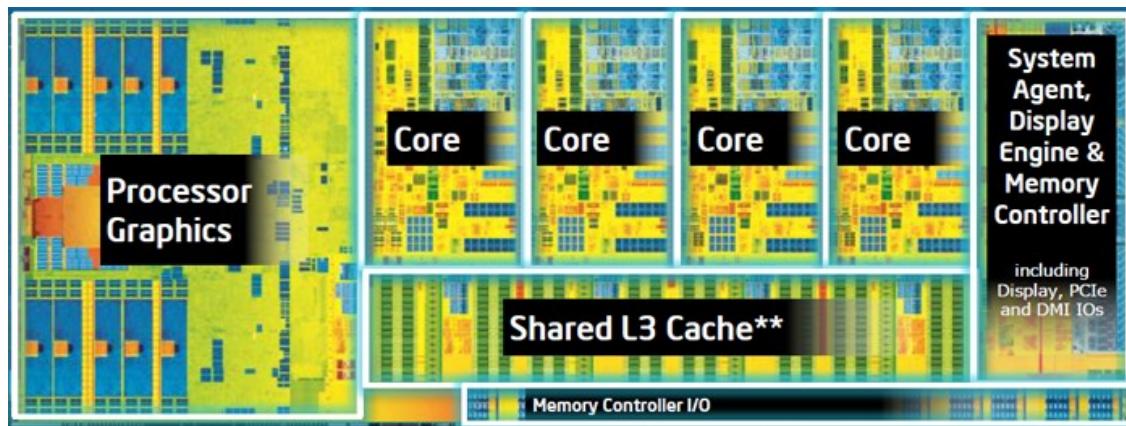


Ilustración 65. Arquitectura Haswell de 22nm

Además de incluir varios núcleos, la mayoría de ellos **integran un procesador gráfico (IGP)**, un **controlador de memoria** y **memorias caché**. Todo esto dentro del mismo die.



Ilustración 66. Arquitectura de doble núcleo de AMD

4.5 TECNOLOGÍAS MICROPROCESADORES ACTUALES

4.5.1. INTEL

4.5.1.1 HYPER-THREADING

Utiliza los recursos del procesador de manera más eficiente, permitiendo que se ejecuten múltiples subprocessos en cada núcleo.

Básicamente se trata de que **cada núcleo trabaja como dos CPU's lógicos. Ha estos CPU's lógicos se les denomina Threads (hilos)**.

Pero para que se pueda aplicar esta técnica, se usan mas transistores de la oblea de fabricación para poder duplicar las unidades funcionales de cada nucleo, para que no haya cuello de botella cuando hay que hacer uso de alguna unidad funcional crítica, como puede ser la ALU (u otras unidades funcionales), y los dos hilos puedan procesar de forma paralela.

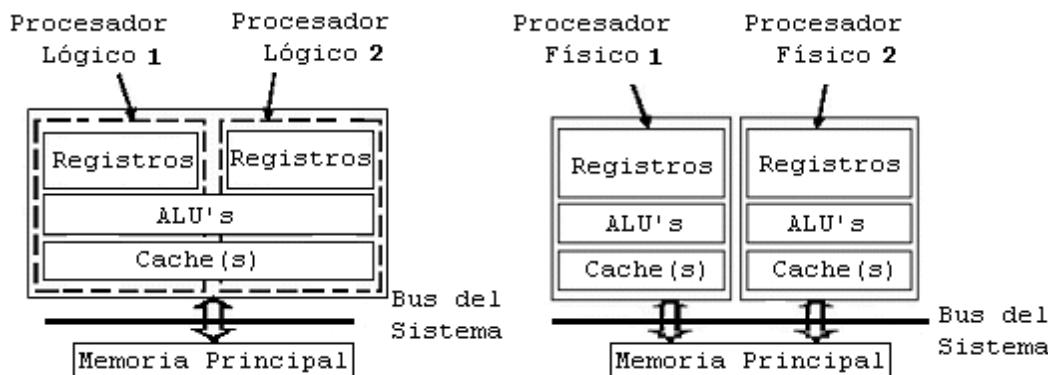


Ilustración 67. Ejemplo de Hyper-Threading y Multinucleo

4.5.1.2 TURBO BOOST

Tecnología Intel® Turbo Boost es una forma de ejecutar automáticamente el núcleo del procesador más rápido que la frecuencia marcada bajo los límites especificados de la potencia de diseño térmico (TDP), temperatura y consumo de energía. Esto se traduce en un mayor rendimiento de aplicaciones de uno o varios subprocessos. La cantidad de tiempo que el procesador pasa en ese estado depende de la carga de trabajo y el entorno operativo

Es decir, realiza un overclocking controlado y automático cuando las necesidades de procesamiento del sistema lo requieren, teniendo en cuenta frecuencia, energía y temperatura del microprocesador en cada momento.

Actualmente Turbo Boost está en su versión 2.0

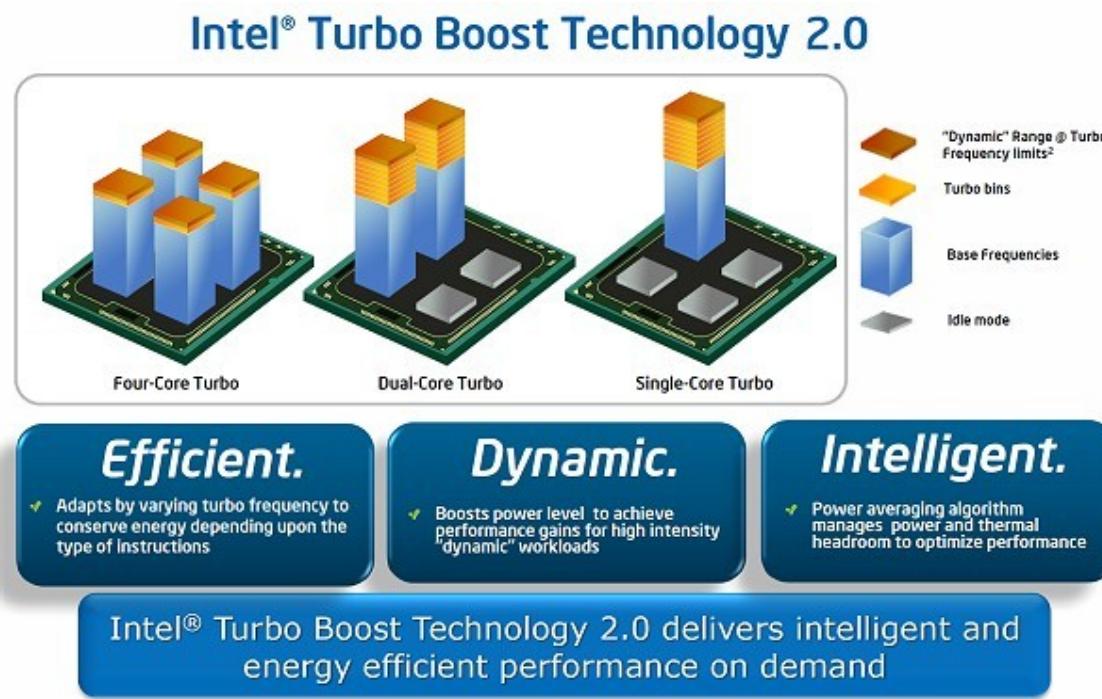


Ilustración 68. Intel TurboBoost Technology 2.0

Y en algunas versiones de gama alta **Intel® Turbo Boost Max 3.0**

4.5.1.3 INTEL® TURBO BOOST MAX 3.0

La tecnología Intel® Turbo Boost Max 3.0 utiliza un controlador junto con la información almacenada en la CPU. Identifica y dirige las cargas de trabajo al núcleo más veloz en el chip en primer lugar. El controlador también permite la configuración personalizada a través de una lista blanca que permite que los usuarios finales establezcan la prioridad a las aplicaciones preferidas. El controlador DEBE estar presente en el sistema y configurado correctamente, ya que los sistemas operativos actuales no pueden distribuir eficazmente las cargas de trabajo a núcleos ordenados.

La tecnología Intel® Turbo Boost Max 3.0 requiere instalación y que se habilite la compatibilidad con BIOS, los controladores y las aplicaciones de software. Su diferencia con Intel® Turbo Boost 2.0 es que permite frecuencias más altas con turbo single-core en comparación con la tecnología Intel® Turbo Boost 2.0.

La Tecnología Intel® Turbo Boost Max 3.0 requiere unos requisitos previos, que son los siguientes:

- Un procesador compatible
- Un sistema operativo compatible
- Un controlador con una aplicación de interfaz de usuario asociada
- Una placa basada en X99 o en X299 o superior de la misma gama extrema X, con un BIOS habilitado y firmware que admite esta característica

Procesadores compatibles:

- Procesadores Intel® Core™ i7-6950X, i7-6900K, i7-6850K e i7-6800K

- Procesadores Intel® Core™ i9-7980XE, i9-7960X, i9-7940X, i9-7920X, i9-7900X e i7-7820X
- La familia de productos de procesador Intel® Xeon® E5-1600 v4

<https://downloadcenter.intel.com/es/download/26103/Intel-Turbo-Boost-Max-Technology-3-0>

4.5.2. AMD

Dentro de todas las tecnologías que implementa AMD vamos a ver las más destacadas, y sobre todo las últimas y más novedosas. En primer lugar describimos la tecnología Turbo Core de AMD, que es la solución similar de AMD al Turbo Boost de Intel. El resto de tecnologías son todas de la nueva arquitectura ZEN y vienen en todos los microprocesadores RYZEN. Este conjunto de nuevas tecnologías las engloba AMD con el término **AMDSenseMI**. Mención especial tiene **SMT**, que no está englobado dentro de AMD SenseMI y no se encuentra en todos los microprocesadores Ryzen

4.5.2.1 TURBO CORE DE AMD

La tecnología Turbo Core de AMD se ajusta dinámicamente para ofrecerte un mayor rendimiento cuando el sistema operativo requiera el más alto rendimiento del procesador. Si un núcleo funciona por debajo del límite máximo y tu carga de trabajo requiere un rendimiento adicional, la frecuencia del procesador aumentará dinámicamente hasta alcanzar el límite superior de la frecuencia. A medida que se reduce tu carga de trabajo, el núcleo vuelve a la frecuencia normal

4.5.2.2 SMT

SMT(Simultaneous Multi-Threading) es la solución de AMD a la Superescalaridad. Al igual que el Hyper-Threading de Intel, permite tener 2 Threads por cada núcleo físico. SMT tiene una gran ventaja con respecto al Hyper -Threading de Intel: podrán ser ejecutados dos subprocesos por núcleo pero totalmente independientes

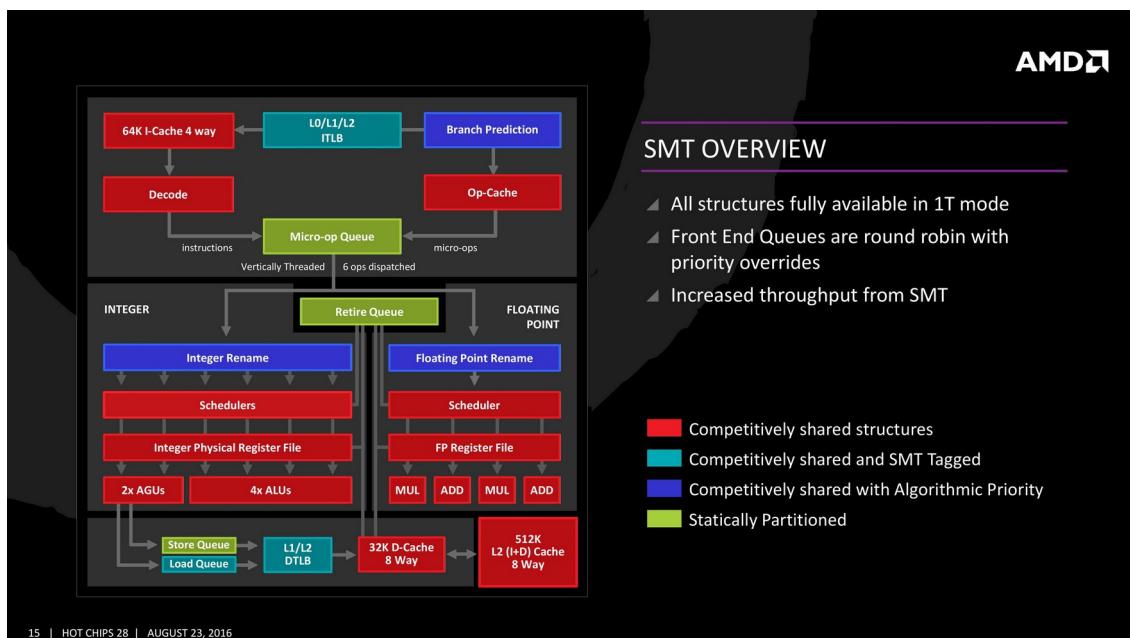


Ilustración 69. AMD SMT(Simultaneous Multi-Threading).

SMT sustituye a CMT (Cluster Based Multithreading) que viene desde la arquitectura Bulldozer

4.5.2.3 PURE POWER

Operación de procesador con altos niveles de refrigeración y silencio mediante inteligencia artificial, sensores y un diseño de circuito optimizado.



- Supervisión de temperatura, velocidad y voltaje
- Control adaptativo que administra en tiempo real para reducir el uso de energía
- Supervisión continua que guía otras características de AMD SenseMI

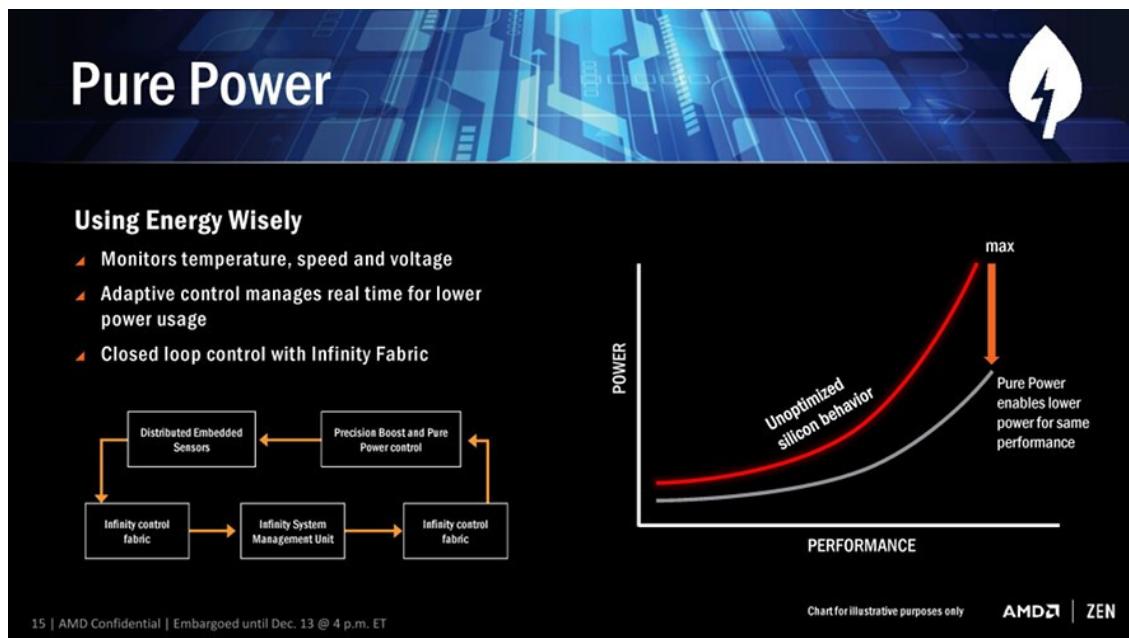


Ilustración 70. AMD Pure Power

4.5.2.4 PRECISION BOOST

Con Precision Boost (Aumento de la precisión) AMD obtiene un rendimiento de procesador muy preciso ajustado en tiempo real para satisfacer las exigencias de velocidad de reloj de tu juego o aplicación.



- Trabajo conjunto con el bucle de control de potencia pura para optimizar el rendimiento
- Ajuste de reloj sobre la marcha sin interrupciones ni purgas del contenido de colas
- Ajuste de alta precisión con incrementos de 25 MHz

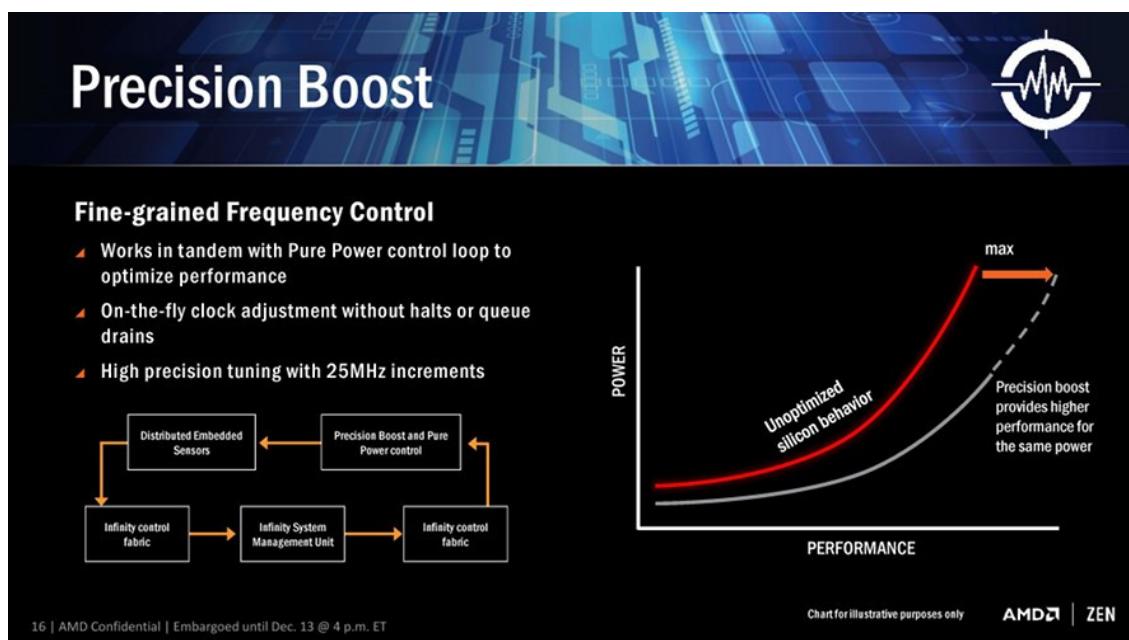


Ilustración 71. AMD Precision Boost

4.5.2.5 EXTENDED FREQUENCY RANGE



Extended Frequency Range (Rango de frecuencia extendido) es el aumento automático adicional del rendimiento para aficionados con sistemas premium y refrigeración de procesador.

Frecuencias que superan los límites habituales de aumento de la precisión

Escalas de velocidad de reloj con soluciones de refrigeración: por aire, agua y LN2

Automatización completa sin necesidad de intervención del usuario

4.5.2.6 NEUTRAL NET PREDICTION

Neural Net Prediction (Predicción de red neuronal) es una inteligencia artificial integrada que desbloquea el procesador para abordar la carga de trabajo de la aplicación con más eficiencia.



- Una verdadera red artificial dentro de cada procesador “Zen”
- Creación de un modelo de decisiones impulsadas por la ejecución de código de software
- Anticipación de futuras decisiones, carga previa de instrucciones y selección de la mejor ruta a través de la CPU

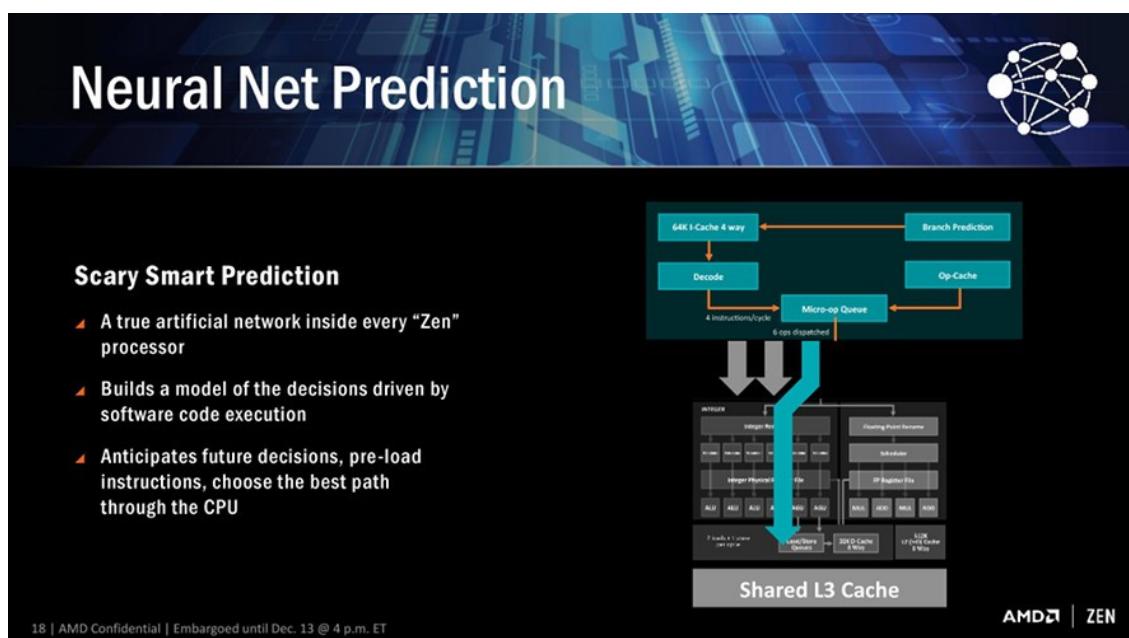


Ilustración 72. AMD Neural Net Prediction

4.5.2.7 SMART PREFETCH

Smart Prefetch (Captura previa inteligente) son algoritmos de aprendizaje que permiten predecir y hacer la carga previa de datos necesarios para una computación rápida y con capacidad de respuesta.



- Anticipación de la ubicación de futuros accesos de datos mediante código de aplicación
- Modelo de algoritmos de aprendizaje sofisticados y aprendizaje de patrones de acceso a datos de aplicaciones
- Captura previa de datos vitales en la caché local para un uso inmediato

4.6 MICROPROCESADORES DE INTEL

4.6.1. CONCEPTOS IMPORTANTES

4.6.1.1 TICK-TOCK

El “**tick-tock**” es como se denominaba al proceso de desarrollo de los procesadores.

Durante los años “**tick**”, intel mejoraba su tecnología de fabricación para hacer circuitos más pequeños, mejoraba la tecnología de integración (sus últimos chips, por ejemplo, el ciclo de “**tick**” reduce la anchura de los circuitos de los de 22 a 14 nanómetros)

Transistor Fin Optimization

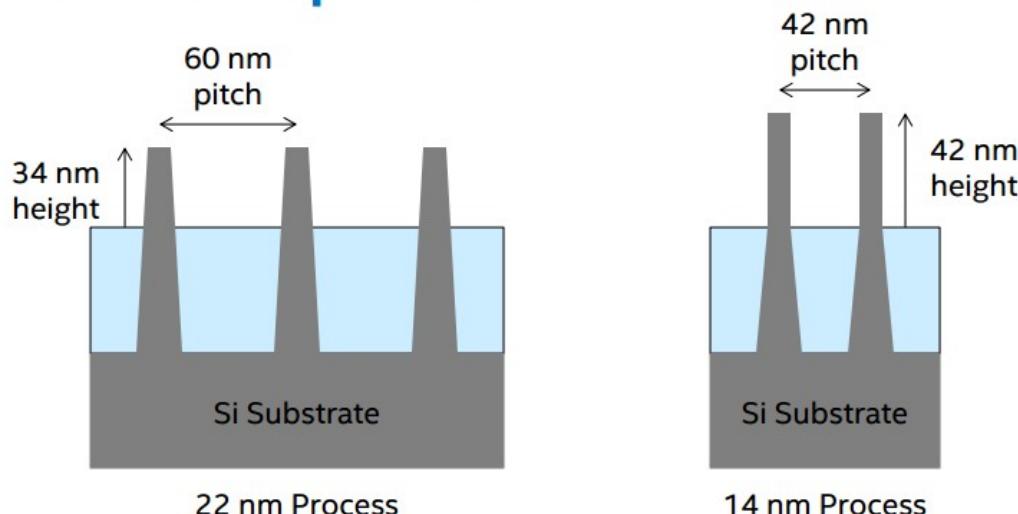


Ilustración 73. Salto de generación tick

Durante años “**tock**”, se utiliza el mismo tamaño de circuito y la técnica de fabricación, pero cambia el microcódigo, a menudo drásticamente, para hacer chips más rápidos y más eficientes energéticamente.

Es decir, para cada salto de generación, se empezaba con un tick (reducción de tamaño de los transistores), para luego la siguiente generación realizar un tock (con el mismo tamaño de transistores pero mejorando la técnica de fabricación y su optimización en rendimiento y consumo)

Observa la Tabla 4.1 de las generaciones de Intel de más abajo para ver las generaciones tick y tock

4.6.1.2 PAO (PROCESS-ARCHITECTURE-OPTIMIZATION)

A partir de los 14 nanómetros, Intel se plantea un cambio de roadmap y deja de lado el proceso de innovación “**tick-tock**” de dos pasos para cambiar a uno de 3 pasos **PAO** antes de reducir la tecnología de integración.

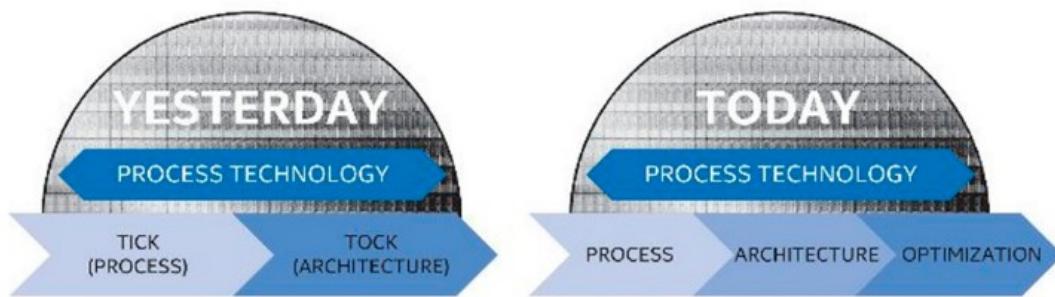


Ilustración 74. De tick-tock a PAO

En un principio, Intel anunció que seguiría tick-tock, pero cambió a este proceso PAO cuando tenía ya anunciado el salto a los 10 nm. Por tanto, aparecieron otras generaciones, que en un principio iba a ser de 10 nm, pero que ahora son de 14 nm debido a cambio en su roadmap.

Con cada optimización, Intel mejora su microarquitectura previa mediante la introducción de mejoras incrementales y mejoras sin introducir grandes cambios. Además, puede darse el caso de que el proceso en sí goce de varios refinamientos a medida que madura en su última fase “Optimization”. (Por ejemplo, con Kaby Lake, se utiliza un proceso optimizado llamado **“14 nm+”**. El proceso mejorado tuvo varias modificaciones a nivel de transistor -por ejemplo, aletas más altas- permitiendo una mayor frecuencia a niveles de voltaje idénticos).

Para cada una de esas mejoras en la fase de optimización, se las marca con un signo “+”, es decir, si hubiera mas de una “optimization” en PAO, la primera sería “+”, la segunda “++”, y así sucesivamente (Observa la tabla 4.1 y las generaciones séptima y octava como ejemplo)

Ahora, para saltar a la siguiente tecnología de integración pasarán 3 generaciones o más de microprocesadores.

4.6.1.3 NOMENCLATURA DE LOS MICROPROCESADORES

A medida que van saliendo nuevas generaciones de microprocesadores, las formas de nombrarlos cambian ligeramente, pero esencialmente siguen el mismo patrón. Vamos a mostrar detalladamente la nomenclatura de la séptima generación.

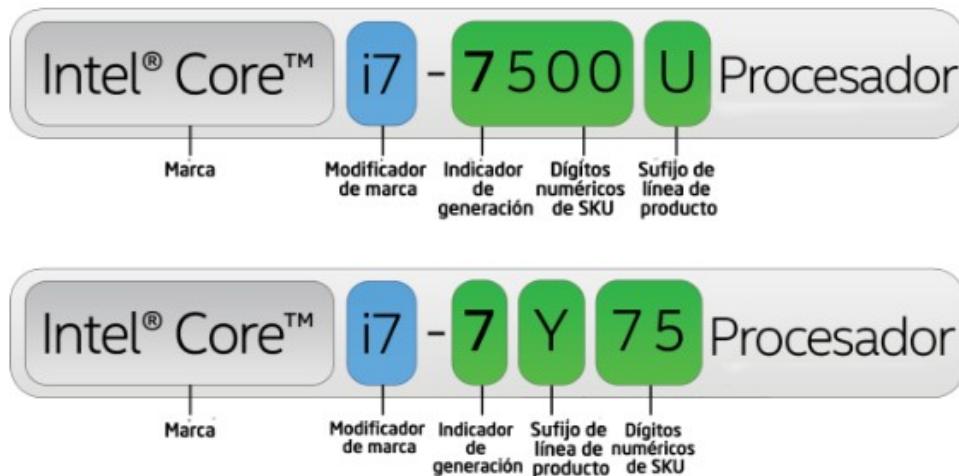


Ilustración 75. Nomenclatura Séptima Generación de Intel

En los números de procesador de la 7^a generación de procesadores Intel® Core™ se utiliza un esquema alfanumérico basado en la generación y la línea de productos, precedido de la marca y su modificador. El primer dígito de la secuencia de cuatro números indica la generación del procesador y los siguientes tres dígitos son los números de SKU. Al final del nombre del procesador se incluye un sufijo alfabético que representa la línea de procesadores. La segunda forma de nomenclatura de la imagen anterior es menos habitual.

Abajo, podemos observar el significado de cada uno de los sufijos.

Sufijo alfabético	Descripción	Ejemplo
Equipo de sobremesa		
K	Sin bloqueo	7 ^a generación del procesador Intel® Core™ i7-7700K
T	Estilo de vida optimizado para la potencia	7 ^a generación del procesador Intel® Core™ i7-7700T
Portátil		
H	Gráficos de alto rendimiento	7 ^a generación del procesador Intel® Core™ i3-7100H
HK	Gráficos de alto rendimiento, sin bloqueo	7 ^a generación del procesador Intel® Core™ i7-7820HK
HQ	Gráficos de alto rendimiento, cuatro núcleos	7 ^a generación del procesador Intel® Core™ i7-7920HQ
Y	Consumo extremadamente bajo	7 ^a generación del procesador Intel® Core™ i7-7Y75
U	Consumo ultra bajo	7 ^a generación del procesador Intel® Core™ i7-7500U

Ilustración 76. Nomenclatura de sufijos de la séptima generación de Intel

La nomenclatura de la octava generación no presenta apenas cambios con la séptima generación:

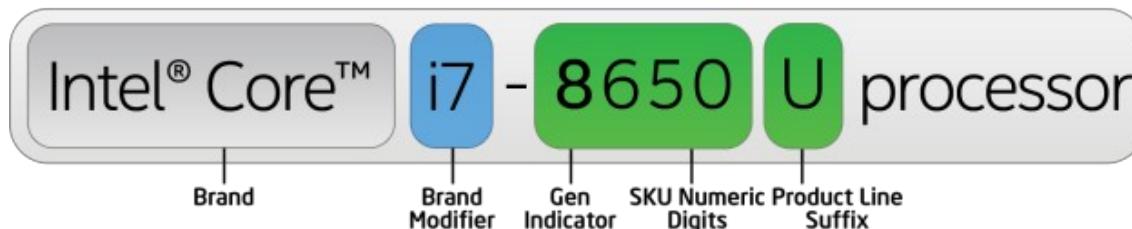


Ilustración 77. Nomenclatura Octava Generación de Intel

Abajo, podemos observar el significado de cada uno de los sufijos de la octava generación:

Alpha Suffix	Description	Example
~		
K	Unlocked	8th Gen Intel® Core™ i7-8700K processor
~		
G	Includes discrete graphics on package	8th Gen Intel® Core™ i7-8705G processor
U	Ultra-low power	8th Gen Intel® Core™ i7-8650U processor

Ilustración 78. Nomenclatura de sufijos de la octava generación de Intel

La nomenclatura de la novena generación no presenta apenas cambios con la séptima generación:

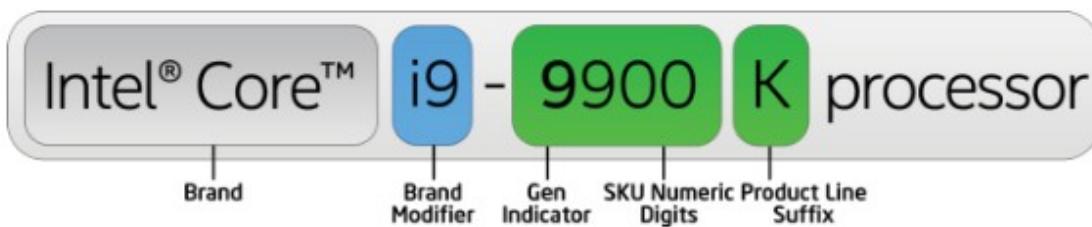


Ilustración 79. Nomenclatura Novena Generación de Intel

Abajo, podemos observar el significado de cada uno de los sufijos de la novena generación:

Sufijo alfabético	Descripción	Ejemplo
Equipo de sobremesa		
K	Sin bloqueo	Procesador Intel® Core™ i9-9900K
F	Requiere gráficos independientes	Procesador Intel® Core™ i9-9900KF

Ilustración 80. Nomenclatura de sufijos de la octava generación de Intel

Para el resto de generaciones es muy parecida, salvo la letra de los sufijos. Aquí puedes verlos todos:

<http://www.intel.es/content/www/es/es/processors/processor-numbers.html>

Para el caso de los procesadores de gama extrema “Extreme Edition”, esta nomenclatura es diferente:

<http://ark.intel.com/es-es/products/family/79318/Intel-High-End-Desktop-Processors/desktop>

4.6.2. GENERACIONES

Generación	Nombre	Tecnología Integración	Tick-Tock	PAO
1 ^a Generación	Nehalem-Westmere	45nm-32nm		
2 ^a Generación	Sandy Bridge	32nm	Tock	
3 ^a Generación	Ivy Bridge	22nm	Tick	
4 ^a Generación	Haswell	22nm	Tock	
5 ^a Generación	Broadwell	14nm	Tick	Process
6 ^a Generación	Skylake	14nm	Tock	Architecture
7 ^a Generación	Kaby Lake	14nm+		Optimization+
8 ^a Generación	Coffee Lake	14nm++		Optimization++
9 ^a Generación	Cascade Lake	14nm+++		Optimization+++

Tabla 4.1. Generaciones de procesadores Intel Core i

Roadmap de Intel

- [Wiki](#)
- [Intel](#)

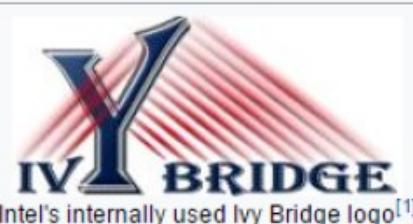
	Bridge	Ivy Bridge	3	2012-04-29	Ivy Bridge	Ivy Bridge-M	Ivy Bridge-E [16]	Ivy Bridge-EP [17]	Ivy Bridge-EX [17]		
22 nm	Haswell	Haswell	4	2013-06-02	Haswell-DT [18]	Haswell-MB (37–57W TDP, PGA package) Haswell-H (47W TDP, BGA package) Haswell-ULP/U LX (11.5– 15W TDP) ^[18]	Haswell-E	Haswell-EP	Haswell-EX		
		Devil's Canyon		2014-06	Haswell-DT	N/A					
		Broadwell	5	2014-09-05	Broadwell-DT	Broadwell-H (37–47W TDP) Broadwell-U (15–28W TDP) Broadwell-Y (4.5W TDP)	Broadwell-E	Broadwell-EP [19]	Broadwell-EX [19]		
14 nm	Skylake	Skylake	6	2015-08-05 [20]	Skylake-S	Skylake-H (35–45W TDP) Skylake-U (15–28W TDP) Skylake-Y (4.5W TDP)	Skylake-X [21] Skylake-W	Skylake-SP (formerly Skylake-EP/-EX) ^[22]			
		Kaby Lake	7	2016-10	Kaby Lake-S	Kaby Lake-H (35–45W TDP) Kaby Lake-U (15–28W TDP) Kaby Lake-Y (4.5W TDP)	Kaby Lake-X [21]				
		Kaby Lake Refresh	8	2017-09	N/A	Kaby Lake-U (15W TDP)	N/A				
		Coffee Lake	8 / 9	2017-10 [23]	Coffee Lake-S	Coffee Lake-B ? Coffee Lake-H Coffee Lake-U	Coffee-Lake-S ?				
		Kaby Lake G	8	2018-01-07 [24]	N/A	Kaby Lake-G ?					
		Cannon Lake		2018-05		Cannon Lake-U	N/A				
		Whiskey Lake		2018-08-28		Whiskey Lake-U					
14 nm		Amber Lake				Amber Lake-Y					
		Cascade Lake		2019 ^[25]			Cascade Lake-X	Cascade Lake-SP			
		Comet Lake	9	2019	Comet Lake-S	Comet Lake-U ^{[26][27][28][29]}					
		Cooper Lake		2019			Cooper Lake-X	Cooper Lake-SP			
10 nm	Ice Lake ^[30] (Sunny Cove ^[31])	Ice Lake ^[32] (Sunny Cove)		2H 2019 / 1H 2020		Ice Lake-U ^[33] Ice Lake-Y ^[33]	Ice Lake ^{[31][a]}				
		Tiger Lake ^[30] (Willow Cove ^{[34]?})									
		?	...								

Ilustración 81. Roadmap de Intel

Sandy Bridge

Max. CPU clock rate	1.60 GHz to 3.60 GHz
Product code	80623 (desktop)
L1 cache	64 KB per core
L2 cache	256 KB per core
L3 cache	1 MB to 8 MB shared 10 MB to 15 MB (Extreme) 3 MB to 20 MB (Xeon)
Model	Celeron Series Pentium Series Core i3/i5/i7/i7 Extreme Series Xeon E3/E5 Series
Created	January 2011
Transistors	504 M 32nm (Q0)
Architecture	Sandy Bridge x86
Instructions	MMX, AES-NI, CLMUL
Extensions	x86-64, Intel 64 SSE, SSE2, SSE3, SSSE3, SSE4, SSE4.1, SSE4.2 AVX, TXT, VT-x, VT-d
Socket(s)	LGA 1155 LGA 2011 Socket G2 BGA-1023 BGA-1224 BGA-1284
Predecessor	Westmere (Tick)
Successor	Ivy Bridge (Tick)
GPU	HD Graphics 650 MHz to 1100 MHz HD Graphics 2000 650 MHz to 1250 MHz HD Graphics 3000 650 MHz to 1350 MHz HD Graphics P3000 850 MHz to 1350 MHz

Ivy Bridge

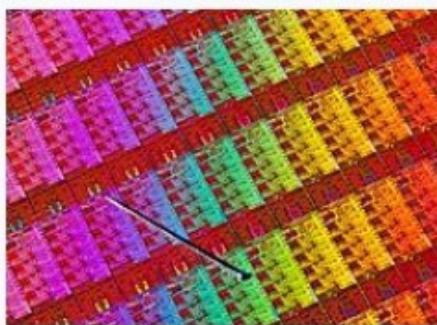


Intel's internally used Ivy Bridge logo^[1]

CPUID code	0306A9h
Product code	80637 (desktop)
L1 cache	64 KB per core
L2 cache	256 KB per core
L3 cache	2 MB to 8 MB shared
Model	Pentium G Series
Created	29 April 2012
Transistors	2,104 M 22 nm (Tri-Gate)
Architecture	Sandy Bridge x86
Instructions	MMX, AES-NI, CLMUL
Extensions	x86-64, Intel 64 SSE, SSE2, SSE3, SSSE3, SSE4, SSE4.1, SSE4.2 AVX, TXT, VT-x, VT-d, F16C
Socket(s)	LGA 1155 LGA 2011 LGA 2011-1 LGA 1356 Socket G2 BGA-1023 BGA-1224 BGA-1284
Predecessor	Sandy Bridge (Tock)
Successor	Haswell (Tock/Architecture)
GPU	HD Graphics 2500 650 MHz to 1150 MHz HD Graphics 4000 350 MHz to 1300 MHz HD Graphics P4000 650 MHz to 1250 MHz

A continuación, vamos a ver un resumen de cada una de las generaciones de Intel mencionadas anteriormente

Haswell



A Haswell wafer with a pin for scale

CPUID code	0306C3h
Product code	80646 (desktop LGA 1150) 80647 (mobile Socket G3) 80648 (desktop LGA 2011-3) 80644 (server LGA 2011-3)
Cores	2–4 (mainstream) 6–8 (enthusiast) 2–18 (Xeon)
L1 cache	64 KB per core
L2 cache	256 KB per core
L3 cache	2–40 MB (shared)
L4 cache	128 MB of eDRAM (Iris Pro models only)
Model	Haswell Haswell Refresh Haswell-E Haswell-EP Haswell-EX
Created	2013
Transistors	22 nm (Tri-Gate)
Architecture	Haswell x86
Instructions	MMX, AES-NI, CLMUL, FMA3
Extensions	x86-64, Intel 64 SSE, SSE2, SSE3, SSSE3, SSE4, SSE4.1, SSE4.2 AVX, AVX2, TXT, and TSX (disabled via microcode, except for Haswell-EX) VT-x, VT-d
Socket(s)	LGA 1150 rPGA 947 BGA 1364 BGA 1168 LGA 2011-v3

Predecessor Ivy Bridge (Tick)

Successor Broadwell (Tock/Process)

GPU	HD Graphics 4200 HD Graphics 4400 HD Graphics 4600 HD Graphics 5000 Iris 5100 Iris Pro 5200
Brand name(s)	Core i3 Core i5 Core i7 Xeon E3 v3 Xeon E5 v3 Xeon E7 v3 Pentium Celeron

Broadwell		Kaby Lake	Skylake	Coffee Lake
	CPUID code 0306D4h	CPUID code 0806e9h, 0806eah, 0906e9h Product code 80677 L1 cache 32 + 32 KiB per core L2 cache 256 KiB per core L3 cache Up to 2 MiB per core, shared Created August 30, 2016; 2 years ago Transistors 14 nm (Tri-Gate) transistors Architecture x86-64 Instructions x86-64 Extensions MMX, AES-NI, CLMUL, FMA3 SSE, SSE2, SSE3, SSSE3, SSE4, SSE4.1, SSE4.2 AVX, AVX2, TXT, TSX, SGX VT-x, VT-d		CPUID code 0906eah, 0906ebh Product code 80684 L1 cache 64 kiB per core L2 cache 256 kiB per core L3 cache Up to 2 MiB per core Created October 5, 2017; 16 months ago ^[1] Transistors 14 nm (Tri-Gate) transistors Architecture x86-64 Instructions x86-64 Extensions MMX, AES-NI, CLMUL, FMA3 SSE, SSE2, SSE3, SSSE3, SSE4, SSE4.1, SSE4.2 AVX, AVX2, TXT, TSX, SGX VT-x, VT-d
Cores	2–4 (mainstream), 6–10 (enthusiast), 4–22 (Xeon)	Cores 2–4 (mainstream), 6–10 (enthusiast), 4–22 (Xeon) L1 cache 64 KB per core L2 cache 256 KB per core L3 cache 2–6 MB (shared)	Socket LGA 1151, LGA 2066, BGA1356 ^[1] , BGA1440 ^[2] , BGA1515 ^[3] Predecessor Skylake (Architecture) Successor Desktop: Coffee Lake (2nd Optimization), Mobile: Whiskey Lake (3rd Optimization), Mobile: Cannon Lake (Process)	Socket LGA 1151 with altered pinout to support more than four cores Predecessor Kaby Lake (Optimization) Successor Whiskey Lake (3rd Optimization), Mobile: Cannon Lake (Process), Ice Lake (Architecture)
Transistors	14 nm transistor	Transistors 14 nm transistor Architecture Broadwell x86 Instructions MMX, AES-NI Extensions x86-64 SSE, SSE2, SSE3, SSSE3, SSE4, SSE4.1, SSE4.2 AVX, AVX2, TXT, TSX, SGX VT-x, VT-d	Brand name(s) Core m3, Core m5, Core m7, Core i3, Core i5, Core i7, Celeron, Pentium, Xeon	GPU GT2, GT3e Brand name(s) Celeron, Pentium Gold, Core i3, Core i5, Core i7, Core i9, Xeon E
Socket(s)	LGA 1150, rPGA 947, BGA 1364, LGA 2011-v3			
Predecessor	Haswell (Tock), Haswell Refresh			
Successor	Skylake (Architecture)			
GPU	HD 5300, HD 5500, HD 5700P, HD 6000, HD 6100, HD 6200, HD 6300P, HD Graphics			
Brand name(s)	Core i3, Core i5, Core i7, Core M, Celeron, Pentium, Xeon	Brand name(s) Core i3, Core i5, Core i7, Core i9, Core m3, Core m5, Core m7, Xeon, Celeron, Pentium		

4.6.3. GAMA EXTREMA

Para cada una de las generaciones de Intel, hay una edición especial llamada “**Extreme Edition**”. Intel engloba en esta edición los microprocesadores más potentes de cada generación.

<http://www.intel.es/content/www/es/es/products/processors/core/i7-processor-extreme-edition.html>

Estos tienen algunos aspectos diferentes a sus hermanos de la misma generación (a parte, evidentemente, de rendimiento):

4.6.3.1 NOMENCLATURA DIFERENTE:

Véase enlace punto 4.6.1.3

4.6.3.2 CHIPSET ESPECIFICO:

Para poder dar soporte a todas las especificaciones de estos microprocesadores y poder sacar todo su rendimiento necesitamos un chipset especial para ellos. Estos Chipset son nombrados con un X delante de un número que normalmente acaba en 9. Este número, si lo conocemos bien y sabemos la relación que hay con respecto a los microprocesadores, podemos saber también la generación a la que dan soporte.

Chipset	Generación “Extreme Edition”
Chipset X79	Sandy Bridge-E, Ivy Bridge-E
Chipset X99	Haswell-E, Broadwell-E
Chipset X299	Intel Kaby Lake-X, Skylake-X

4.6.3.3 SOCKET ESPECÍFICO

Los socket que dan soporte a estos procesadores de gama extrema son los LGA 2011. Este socket ha recibido varias revisiones a lo largo del paso de las generaciones de microprocesadores Intel, y actualmente se encuentra en la revisión 3 (LGA2011v3)

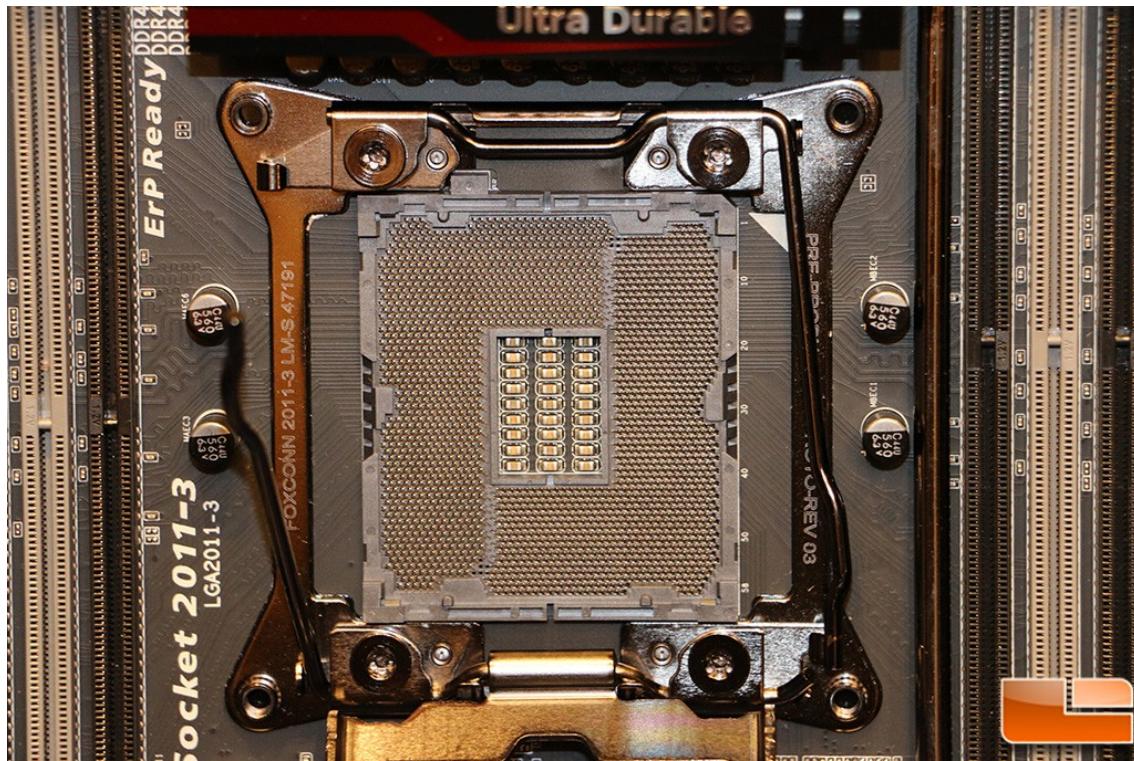


Ilustración 82. Socket LGA 2011-v3

Sin embargo, para las generaciones Kaby Lake y Skylake en su “Extreme Edition”, necesitan otro nuevo estándar de socket, el LGA 2066. Este socket supondrá el estreno de la **nueva plataforma HEDT**

Desktop Processor Comparison

	Kaby Lake-S	Broadwell-E	Kaby Lake-X	Skylake-X
CPU Cores	4	6, 8, 10	4	6, 8, 10
CPU LL Cache	8 MB	Up to 25 MB	8 MB	13.75 MB
PCIe Processor	PCIe 3.0 16 lanes	PCIe 3.0 40 / 28 lanes	PCIe 3.0 16 lanes	PCIe 3.0 44 / 28 lanes
Discrete Gfx Configurations	1x16, 1x8+2x4	2x16+1x8 1x16+1x8+1x4	1x16, 1x8+2x4	2x16+1x8+1x4 1x16+1x8+1x4
Integrated Graphics	Yes	No	No	No
TDP	95 W	140 W	112 W	140 W
Socket	LGA1151	LGA2011-3	LGA2066	LGA2066
Chipset Support	KBL PCH-H	X99	KBL PCH-X	KBL PCH-X
Technologies	Turbo Boost 2.0	Turbo Boost 3.0	Turbo Boost 2.0	Turbo Boost 3.0
Memory	DDR4-2400	DDR4-2400	DDR4-2666 (1 D/Ch) DDR4-2400 (2 D/Ch)	DDR4-2666 (1 D/Ch) DDR4-2400 (2 D/Ch)

Ilustración 83. Comparación Procesadores de Escritorio

Observa la imagen para ver las nuevas características que soporta este nuevo socket.

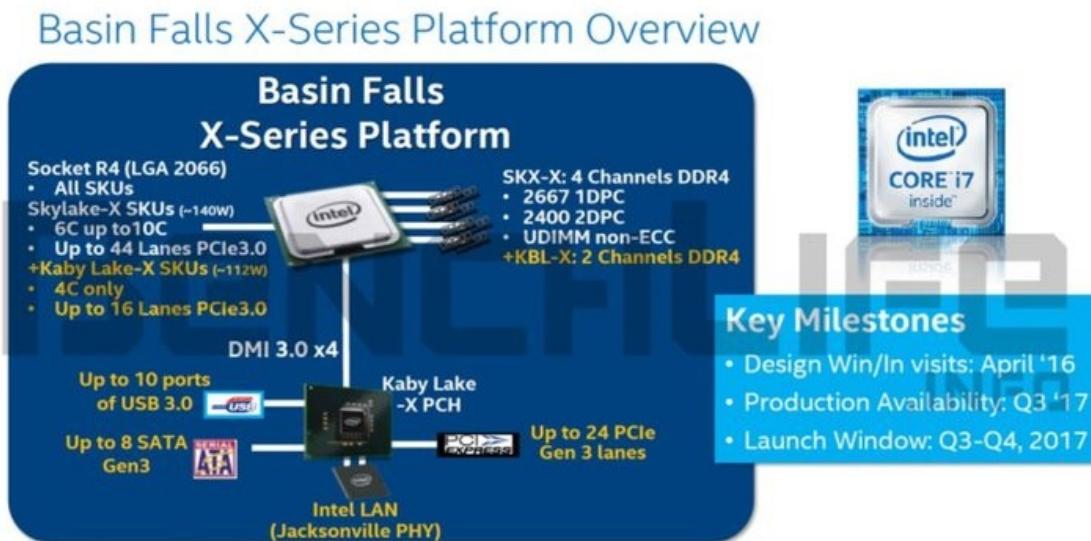


Ilustración 84. Características LGA 2066

4.6.4. GAMA SERIE X

Como novedad reciente, Intel proporciona otra gama de edición especial aún más potente llamada “Serie X”. Intel engloba en esta edición los microprocesadores más potentes de cada generación.

Esta gama de microprocesadores pueden llegar a tener hasta 18 núcleos, 36 hilos y casi 25MB de caché.

<https://www.intel.es/content/www/es/es/products/processors/core/x-series.html>



Ilustración 85. Procesadores Intel Serie X

Estos microprocesadores mejoran en rendimiento a la gama “Extreme Edition” mostrada en el punto anterior.

4.6.4.1 CARACTERÍSTICAS Y TECNOLOGÍAS

Estos microprocesadores trabajan con el **Socket 2066** y el **Chipset X299**.

Las nuevas tecnologías especiales relacionadas con esta gama de procesadores son:

- **Intel® Smart Cache:** Donde todos los núcleos tienen acceso a la caché completa de último nivel. Además implementa un ahorro de energía que descarga dinámicamente memoria según se necesite o durante períodos de inactividad, garantizando así que sus aplicaciones estén al tanto de sus necesidades.
- **Tecnología Intel® Turbo Boost Max 3.0:** Identifica los dos núcleos más rápidos de su procesador y dirige allí sus cargas de trabajo más críticas. Se obtiene así un mejor rendimiento de su ordenador con un rendimiento de un único hilo mejorado ([más info](#)).

4.7 MICROPROCESADORES DE AMD

AMD ha tenido una serie de diferentes gamas de microprocesadores para todo tipo de mercado. Los detallaremos a continuación (Hay que tener en cuenta que todo parece cambiar con la aparición de los nuevos **Ryzen**, que veremos más adelante)

4.7.1. GAMA FX

Esta gama es la propuesta de AMD para competir con los Intel i7. Estos microprocesadores son de alto rendimiento.

Se caracterizan por 3 puntos fundamentales:

- No llevan gráfica integrada
- Número mayor de núcleos
- Frecuencias más altas por núcleo

4.7.2. AMD APU

AMD Accelerated Processing Unit (APU), es el nombre de venta de las soluciones de AMD que integran una gráfica (GPU) en el microprocesador. Estas gamas de procesadores de AMD quieren competir con los diferentes i3 e i5 de Intel.

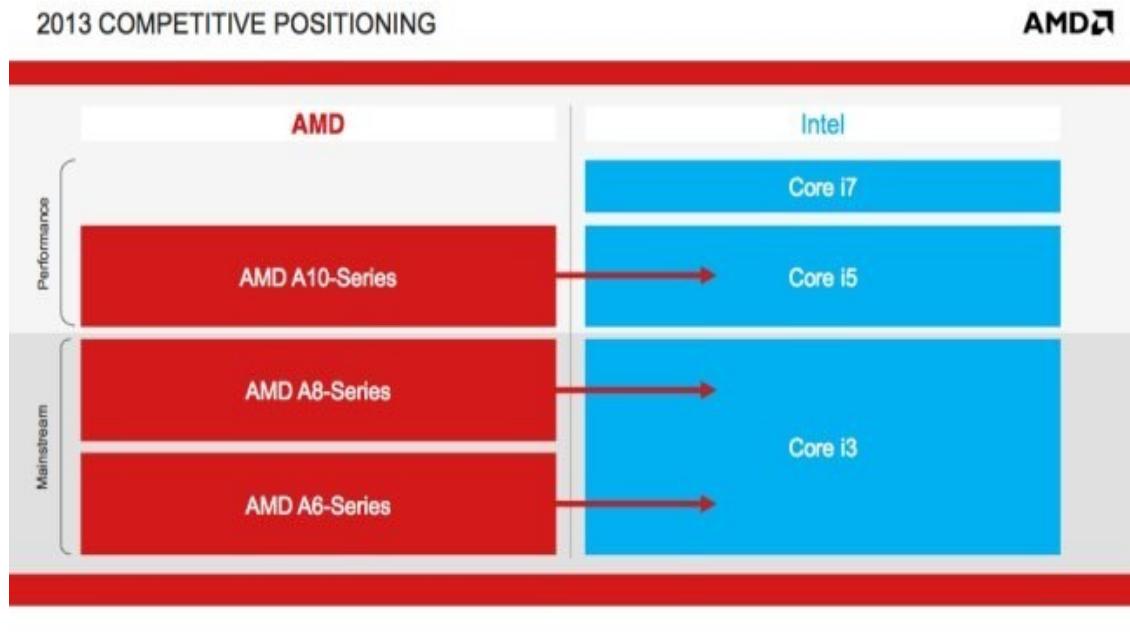


Ilustración 86. Comparativa APU AMD con Core i de Intel

La recién llegada 7^a Generación (Bristol Ridge), incorpora una nueva gama de modelos A12, que también estaría compitiendo, en teoría, con los Core i5 de Intel.

Cabe destacar, que las GPUs integradas de AMD en estos años, por regla general, ofrecían un mayor rendimiento que las IGP integradas de Intel.

Para conocer más sobre las APU AMD, accede al siguiente recurso:

https://en.wikipedia.org/wiki/AMD_Accelerated_Processing_Unit

4.7.3. GENERACIONES

Generación	Nombre	Tecnología de Integración
1 ^a Generación	Llano	32nm
2 ^a Generación	Trinity	32nm
3 ^a Generación	Richland	32nm
4 ^a Generación	Kaveri	28nm
5 ^a Generación	Godavari	28nm
6 ^a Generación	Carrizo	28nm

7 ^a Generación	Bristol Ridge	28nm
8 ^a Generación/1 ^a Generación	Raven Ridge/Zen/Ryzen	14nm
2 ^a Generación	Zen+ (Pinnacle Ridge)	12nm
3 ^a Generación	Zen 2	12nm

Tabla 4.2. Generaciones de AMD

Roadmap AMD

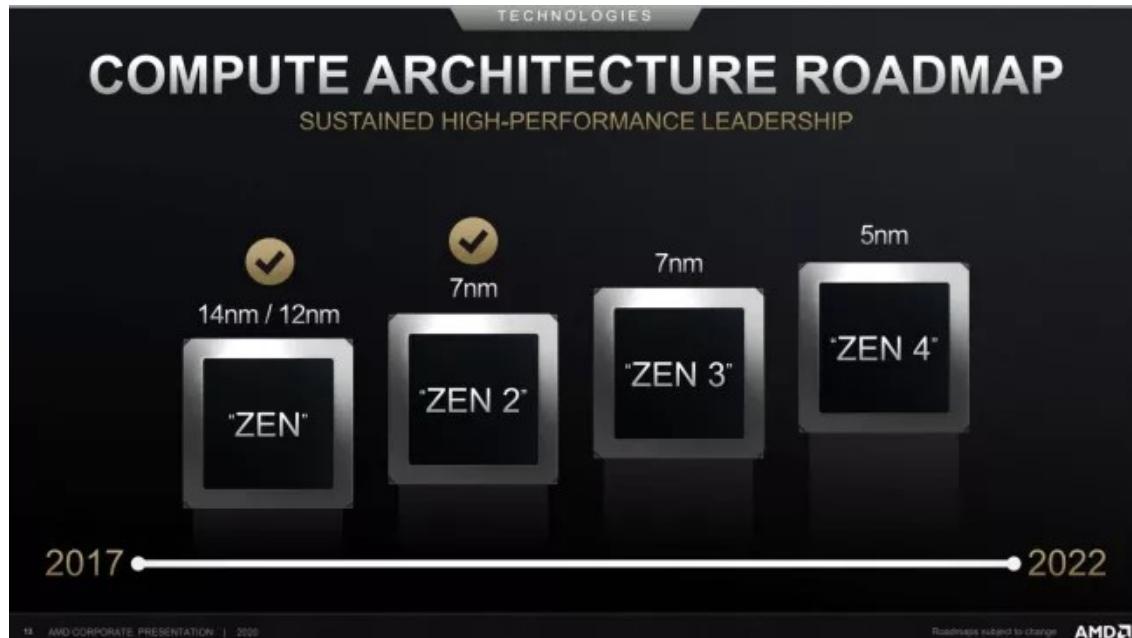


Ilustración 87. Roadmap previsto AMD Zen (2020)

A continuación, una tabla resumen de las generaciones de AMD hasta Carrizo:

Brand	Llano	Trinity	Richland	Kaveri	Carrizo	Bristol Ridge	Raven Ridge	Desna, Ontario, Zacate	Kabini, Temash	Beema, Mullins	Carrizo-L
Platform											
Released	Aug 2011	Oct 2012	Jun 2013	Jan 2014	Jun 2015	Apr 2016	Mar 2017	Jan 2011	May 2013	Q2 2014	May 2015
Fab. (nm)	GlobalFoundries 32 SOI				28		14	TSMC 40			
Die size (mm ²)	228	246		245	244.62	TBA	TBA	75 (+ 28 FCH)	~107		TBA
Socket	FM1, FS1	FM2, FS1+, FP2	FM2+, FP3	FP4	AM4, FP4	AM4	AM4	FT1	AM1, FT3	FT3b	FP4
CPU architecture	AMD 10h	Piledriver		Steamroller	Excavator		Zen	Bobcat	Jaguar	Puma	Puma+ ^[18]
Memory support	DDR3-1866		DDR3-2133			DDR4-2400		DDR3L-1866		DDR3L-1866	
	DDR3-1600		DDR3-1866			DDR4-2133		DDR3L-1600		DDR3L-1600	
	DDR3-1333		DDR3-1600			DDR4-1866		DDR3L-1333		DDR3L-1333	
3D engine ^[a]	Up to 400:20:8		Up to 384:24:6		Up to 512:32:8		Up to 768:48:12		TeraScale 2 (VLIW5)		GCN 1.1
	Up to 400:20:8		Up to 384:24:6		Up to 512:32:8		Up to 768:48:12		GCN 1.1 (Mantle, HSA)		GCN 1.2 (Mantle, HSA)
	Up to 400:20:8		Up to 384:24:6		Up to 512:32:8		Up to 768:48:12		IOMMUv1		IOMMUv2
Unified Video Decoder	UVD 3		UVD 4.2		UVD 6		TBA	TeraScale 2 (VLIW5)		GCN 1.1	GCN 1.2
Video Coding Engine	N/A	VCE 1.0		VCE 2.0	VCE 3.1		TBA	80:8:4		128:8:4	
GPU power saving	PowerPlay	PowerTune		PowerTune		PowerTune		IOMMUv1 ^[19]		TBA	
Max. displays ^[b]	2-3	2-4		2-4	3	4	TBA	UVD 3		UVD 4	UVD 4.2
TrueAudio	N/A	N/A		✓ ^[21]		N/A		UVD 4		UVD 4.2	UVD 6
FreeSync	N/A	N/A		✓		N/A		N/A		VCE 2.0	VCE 3.1
/drm/radeon ^{[22][23][24]}	✓		✓		✓		N/A		N/A		Enduro
/drm/amd/amdgpu ^[25]	N/A		Experimental		✓		N/A		2		TBA
									N/A ^[19]		
									N/A		
									✓		
									N/A		Experimental

Ilustración 88. Tabla resumen generaciones AMD hasta Carrizo

4.7.4. ZEN

El nuevo núcleo “Zen” tiene un diseño de procesador x86 de “clean sheet” (podríamos traducirlo como “lámina en limpio”) totalmente nuevo que inspira a una nueva generación de productos informáticos de AMD de alto rendimiento para 2017 y el futuro (**Ryzen**). “Zen” combina el pensamiento más reciente en alta producción con metodologías de diseño de bajo consumo de energía para crear una arquitectura versátil y equilibrada en el núcleo de los ordenadores de escritorio, los ordenadores portátiles, los centros de datos y las superordenadores.



Ilustración 89. Generación Zen

Esta nueva generación Zen esta impulsada por la nueva plataforma **AM4**.

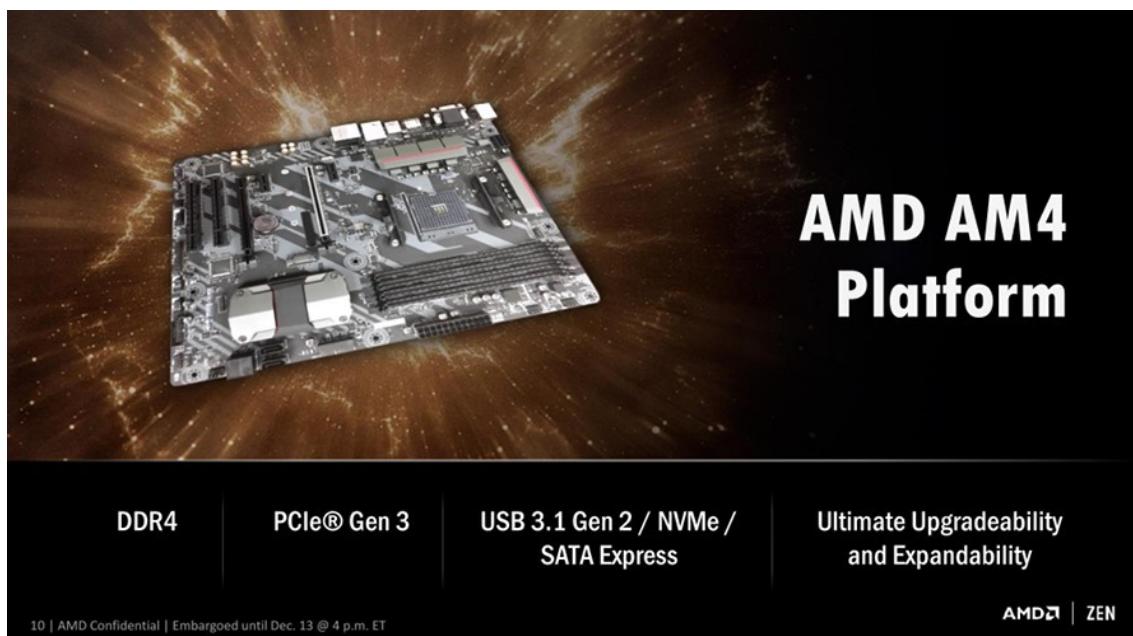


Ilustración 90. Plataforma AM4

Según AMD, la nueva plataforma AMD AM4 da máxima prioridad a la compatibilidad sin esfuerzo. El nuevo socket de procesador de 1331 patas funciona con la **7.^a generación de APU AMD**, la **CPU AMD Ryzen** y la **APU AMD “Raven Ridge”**, que estará disponible próximamente. La placa base Socket AM4 funcionará con cualquier procesador AM4. Además, es compatible con los estándares de E/S más recientes, como **USB 3.1 Gen 2, NVMe o PCI Express® 3.0**. Así, es más fácil construir un sistema de alto rendimiento que pueda crecer con tus necesidades

Accede al recurso del [enlace](#) para estudiar en profundidad los nuevos ZEN

4.7.4.1 RYZEN



Ilustración 91. Ryzen

AMD presenta tres grandes familias de procesadores que usan una nomenclatura similar a la de Intel para que podamos tener referencia rápida y comparar modelos equivalentes. Tenemos así los AMD Ryzen 7, Ryzen 5 y Ryzen 3 que serían los rivales directos de los Intel Core i7, i5 e i3, y que están disponibles en distintos TDPs para ofrecer mayores y menores potencias de proceso y frecuencias de trabajo, por ejemplo.

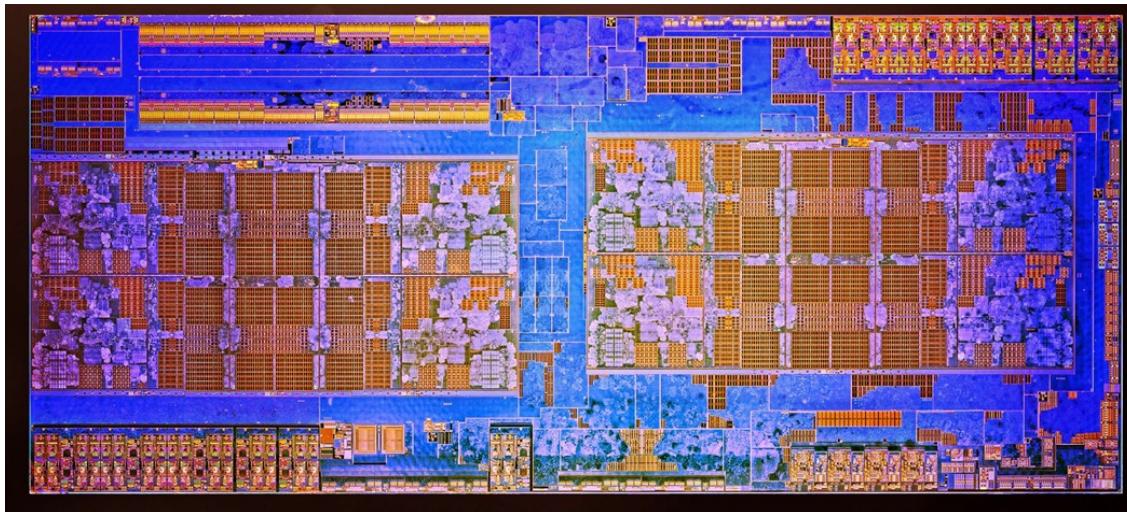


Ilustración 92. Ryzen escalado

Para ver las diferentes características que traen cada uno de los modelos de las gamas puedes acceder a la lista de procesadores de AMD y observar los detalles para ver sus diferencias:

- [Ryzen](#)

Un detalle a tener en cuenta es qué significa la "X" de ciertos modelos. Si nos fijamos bien en la tabla de las comparativas, esta X significa que soporta **XFR (eXtended Frequency Range)** – Véase 4.5.2.4, que es parte de la suite **SenseMI** de AMD

Esta característica trata de ofrecer mejoras automáticas de rendimiento siempre y cuando (y esto es muy importante) **nuestra solución de refrigeración lo permita**.

Por tanto, si tenemos un buen ventilador o una solución de refrigeración más ambiciosa (líquida por ejemplo), el procesador sacará partido de esa "garantía" para forzar automáticamente los núcleos y que la frecuencia de trabajo vaya más allá de los modos Turbo "seguros".

Un detalle importante a tener en cuenta es que estos modelos "X" no llevan ventilador incluido de serie.

4.7.4.2 NOMENCLATURA ZEN

Como introducción, Ryzen es la marca utilizada por AMD para designar a sus procesadores de escritorio o uso doméstico.

Para describir con claridad el significado de la nomenclatura utilizada por AMD para sus procesadores, vamos a clasificarlos en varios apartados.

Teniendo en cuenta el tipo de **segmento/gama** al que va dirigido, la metodología usada es muy similar a las gamas de Intel con sus Core I. De esta forma tenemos tres segmentos/gamas diferenciados:

- Ryzen 9: rendimiento para juegos de élite y la creación de contenido como en una workstation.
- Ryzen 7: gama entusiasta
- Ryzen 5: alto rendimiento

- Ryzen 3: gama mainstream o gama media

Si nos centramos en las **generaciones**, el primer número nos indica la generación que sigue al segmento. Veamos algunos ejemplos:

- Ryzen 7 1700X : primera generación de Ryzen
- Ryzen 7 2700X: segunda generación de Ryzen
- Ryzen 7 3700X: tercera generación de Ryzen

El siguiente números nos informa del **rendimiento** del procesador, queda de la siguiente forma:

- 7 8: Entusiasta: Ryzen 7 3700U
- 4, 5, 6: alto rendimiento: Ryzen 5 3500U
- Desconocido: mainstream Ryzen 3 3200U

Por último, nos encontramos con el **sufijo**, el cual destaca características especiales.

- X: alto rendimiento con la tecnología XFR
- G: procesador con: GFX
- T: procesador de bajo consumo
- S: procesador de bajo consumo con GFX
- U: procesador móvil estándar
- M: procesador móvil de bajo consumo

4.7.5. ZEN+ / RYZEN 2

En este apartado vamos a desarrollar las mejoras, que según AMD, trae la evolución de la arquitectura Zen a Zen +. Esta generación viene asociada al **chipset X470**, aunque será compatible con las X370 actuales al usar el mismo **socket AM4**.



Ilustración 93. Chipset X470 para Zen+

Esta evolución se sostiene sobre dos premisas clave: el **incremento del trabajo** que lleva a cabo la CPU **en cada ciclo de reloj**, y la **reducción de la latencia** asociada al subsistema de memoria caché multinivel y a la memoria principal.

1. En lo que concierne al **IPC** (Instructions Per Cycle), que, como sabéis, es una medida de rendimiento que revela las instrucciones que un procesador es capaz de ejecutar en un único ciclo de reloj, los nuevos chips Ryzen, según AMD, se benefician de un incremento del **3% frente a la generación anterior**. Esta mejora, unida al aumento de la frecuencia de reloj, debería arrojar un incremento del rendimiento claramente apreciable (lo comprobaremos más adelante, en los apartados que hemos dedicado a nuestro banco de pruebas).

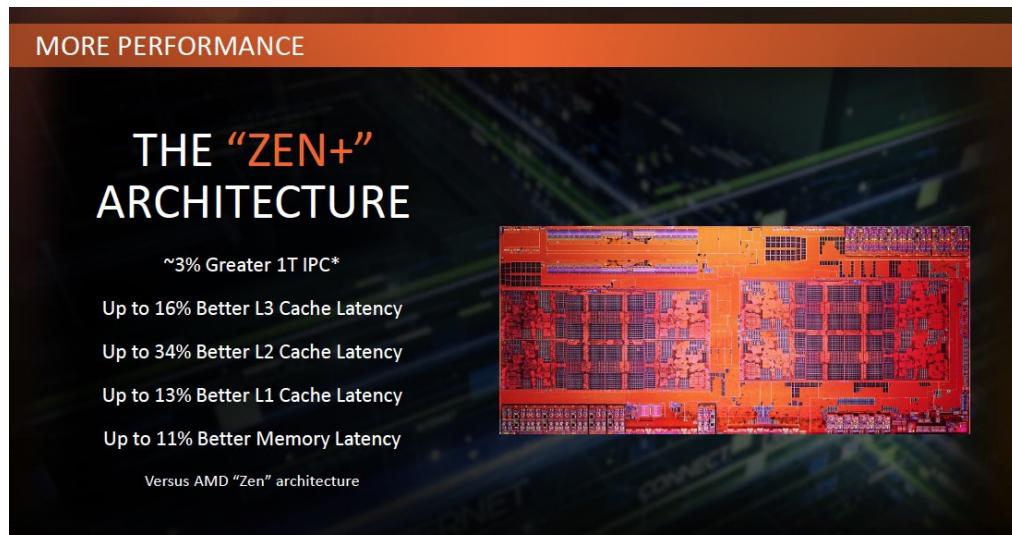


Ilustración 94. Mejoras de Zen+ con respecto a Zen

2. En lo que concierne a la **reducción de la latencia**, AMD afirma que la microarquitectura Zen+ consigue **disminuir un 11% la de la memoria principal**, un **13% la de la caché de nivel 1**, un muy notable **34% la latencia de la caché de nivel 2**, y, por último, un **16% la de la caché de nivel 3**.

Por otro lado, Zen+ incorpora otras nuevas mejoras igual de importantes:

Mejora de la tecnología de integración, con una litografía de 12 nm, siendo fabricados por GlobalFoundries. Esto permite el **incremento de la frecuencia de reloj entre 200 y 250 MHz**, dónde además, el margen que tenemos los usuarios a la hora de practicar overclocking es más amplio gracias a sus menores exigencias de voltaje.

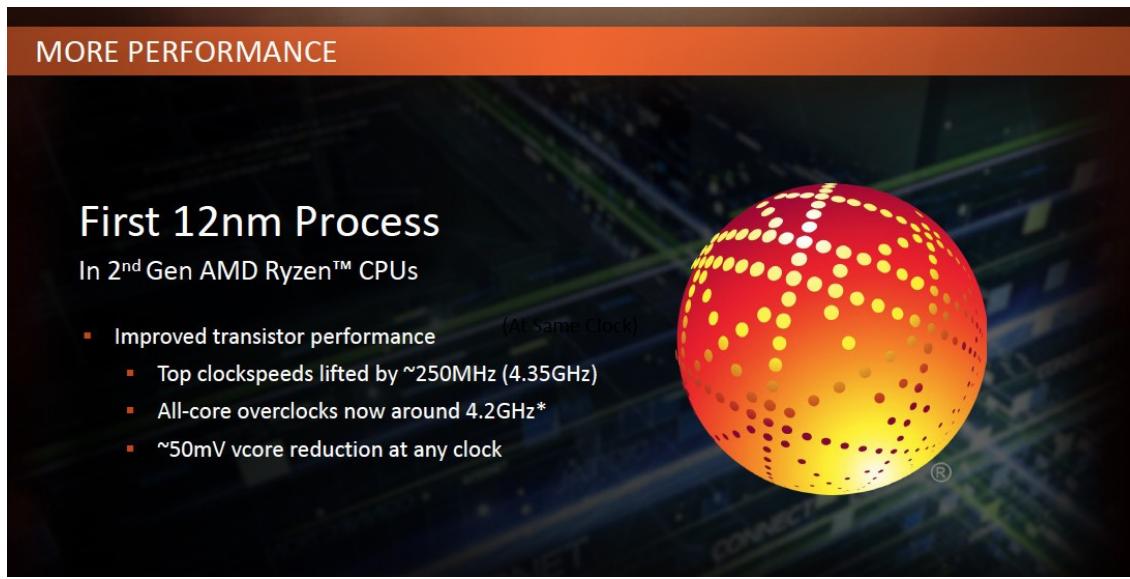


Ilustración 95. Mejoras de la tecnología de integración de 12nm de Zen+

Los ingenieros de esta compañía también **han pulido la tecnología SenseMI** en esta generación, con un objetivo muy claro: incrementar la eficiencia de sus chips.

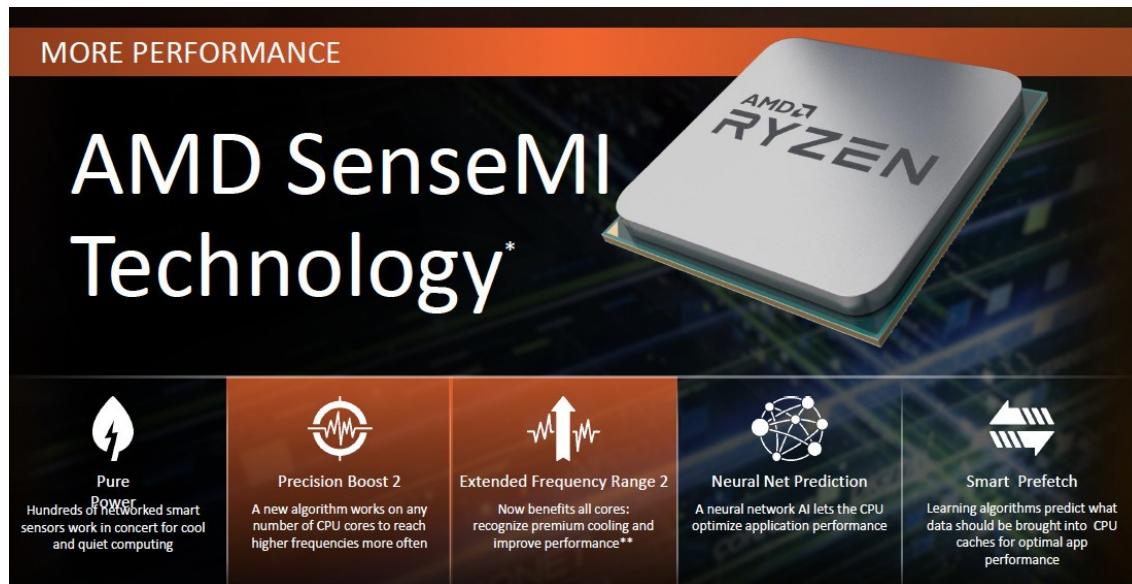


Ilustración 96. Mejoras en AMD SenseMI de Zen+

Por un lado, el algoritmo **Precision Boost 2** monitoriza de forma independiente cada uno de los núcleos de la CPU para optimizar la frecuencia de reloj a la que trabaja en función de su temperatura. Esta tecnología trabaja «codo con codo» con el algoritmo Pure Power, que recurre a cientos de sensores diminutos que recogen información en tiempo real de la temperatura para ajustar el régimen de giro del ventilador a las necesidades de la CPU en un instante determinado. Y, de paso, reduce el nivel de ruido tanto como sea posible evitando que el ventilador gire a un régimen superior al necesario.

Según AMD, sus ingenieros también han mejorado los algoritmos que se responsabilizan de predecir qué datos deben ser cargados previamente en la caché multinivel de la CPU. Este «prefetch» parece ser ahora más inteligente, reduciendo así la posibilidad de que se produzca un fallo de caché, que tiene lugar cuando la CPU necesita un dato que no ha sido previamente almacenado en esta memoria, lo que implicaba inevitablemente que sea necesario invertir varios ciclos de reloj para llevar a cabo la carga a posteriori.

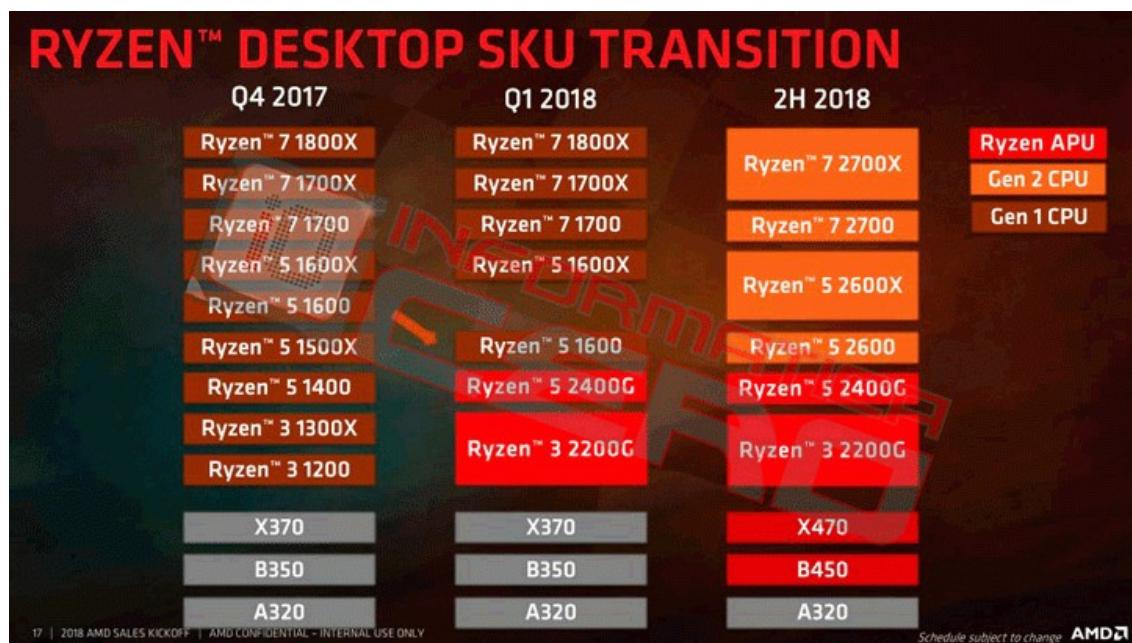


Ilustración 97. Ryzen Desktop SKU Transition

4.7.6. ZEN2 / RYZEN 3

La tercera generación de procesadores AMD Ryzen que, además, estrena arquitectura Zen 2 con un nuevo proceso de fabricación de 7 nanómetros y diseño de chipsets con el que se introduce, por primera vez en la historia, procesadores de 16 núcleos para la gama mainstream. Todo ello con un claro objetivo: superar a Intel incluso en entornos que le podían ser favorables como el gaming.



Ilustración 98. Tercera Generación Ryzen

Enlace de la nota oficial de AMD de la presentación de la tercera generación de los Ryzen 3.
[Enlace](#)

Modelo	Arquitectura	Proceso Fabricación	Núcleos/Hilos	MHz Base/Boost	Caché	PCI Express	TPD	Plataforma	GPU	Precios
AMD Ryzen 9 3950X	Zen 2	7 nm	16/32	3,5/4,7 GHz	72MB	4.0	105W	AM4	No	\$749
AMD Ryzen 9 3900X	Zen 2	7 nm	12/24	3,8/4,6 GHz	70MB	4.0	105W	AM4	No	\$499
AMD Ryzen 7 3800X	Zen 2	7 nm	8/16	3,9/4,5 GHz	36MB	4.0	95W	AM4	No	\$399
AMD Ryzen 7 3700X	Zen 2	7 nm	8/16	3,6/4,4 GHz	36MB	4.0	65W	AM4	No	\$329
AMD Ryzen 5 3600X	Zen 2	7 nm	6/12	3,8/4,4 GHz	35MB	4.0	95W	AM4	No	\$249
AMD Ryzen 5 3600	Zen 2	7 nm	6/12	3,6/4,2 GHz	35MB	4.0	65W	AM4	No	\$199
AMD Ryzen 5 3400G	Zen+	12 nm	4/8	3,7/4,2 GHz	6MB	3.0	65W	AM4	Vega 11	\$149
AMD Ryzen 3 3200G	Zen+	12 nm	4/4	3,6/4,0 GHz	6MB	3.0	65W	AM4	Vega 8	\$99

Ilustración 99. Algunos Microprocesadores Ryzen tercera generación

4.7.7. RYZEN THREADRIPPER

Este se originó como proyecto en un taller experimental por parte de un pequeño grupo de empleados de AMD que tenían una visión muy clara del procesador que querrían tener en un PC de altas prestaciones.



Ilustración 100. Threadripper son denominados como "The Monster Truck of Computing" por AMD

Esos ingenieros simplemente **vieron un hueco claro entre los Ryzen y los EPYC** (nuevos microprocesadores para servidores de AMD) que sí estaban en la hoja de AMD. Para estos trabajadores de AMD estaba claro que un micro con un gran número de núcleos podía ser una excelente propuesta para cierto tipo de usuarios.

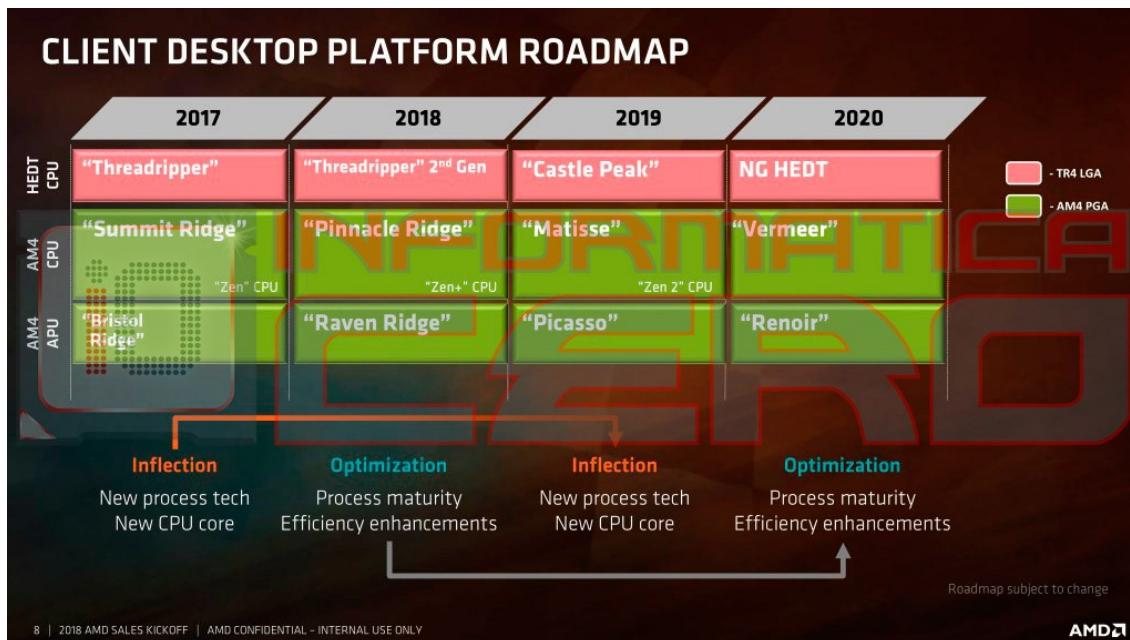


Ilustración 101. Roadmap Threadripper

Trabajaron en su tiempo libre en ese proyecto y durante un año fue un proyecto "pasional" hasta que acabaron buscando la bendición de la dirección, algo poco usual pero que demostraba lo mucho que creían en la idea. El resultado, varios años después, fue Ryzen Threadripper

AMD Threadripper fue la respuesta de AMD a los i9 Extreme de Intel, unos enormes procesadores con una descomunal capacidad de computación que, aunque se pueden utilizar para jugar, están pensados para usarse en un entorno profesional. Los Threadripper cuentan con hasta 16 núcleos y 32 hilos, y están basados en la misma arquitectura que los Ryzen.

Para ver las diferentes características que traen cada uno de los modelos de las gamas, vamos a acceder a los siguientes enlaces:

- [AMD Zen Ryzen Threadripper](#)

4.8 ARM

Además de una arquitectura, también es una empresa diseñadora con una dilatada experiencia y una interesante historia que empieza en Reino Unido en los años setenta.

ARM es una arquitectura que ha tenido un enorme crecimiento en los últimos años, si bien su nacimiento se remonta a casi cuatro décadas en el pasado de la mano de Acorn Computers Ltd., una empresa ya extinta, y con quien colaboraron compañías históricas de gran importancia en el mercado actual.

Si quieras saber la interesante historia de ARM, lee el siguiente artículo que te lo detalla completamente.

<https://www.xataka.com/componentes/arm-la-navaja-suiza-de-los-procesadores-1>

4.8.1. CARACTERÍSTICAS ARM

ARM es la arquitectura RISC más importante de la historia. Es cierto que existen otras arquitecturas con el mismo enfoque, como lo son los IBM PowerPC o las MIPS32 y MIPS64 de MIPS Technologies, pero su uso es mucho menor que ARM.

ARM nació como una arquitectura para uso en ordenadores y dispositivos de bolsillo, con aquella primera Newton de Apple como primer gran dispositivo en movilidad. En la actualidad se ha ampliado enormemente los dispositivos en los que se integra: se utilizan en teléfonos y tabletas, por supuesto, en reproductores y grabadores de vídeo (DVD, Blu-Ray, etc.), videoconsolas portátiles o incluso en modems y routers de comunicación. Pero también en televisores, frigoríficos, lavadoras o lavavajillas, en teléfonos DECT o en coches (por eso ahora incluyen tantas funciones). Los aspiradores robot e incluso juguetes como Lego Mindstorms NXT utilizan un procesador ARM.

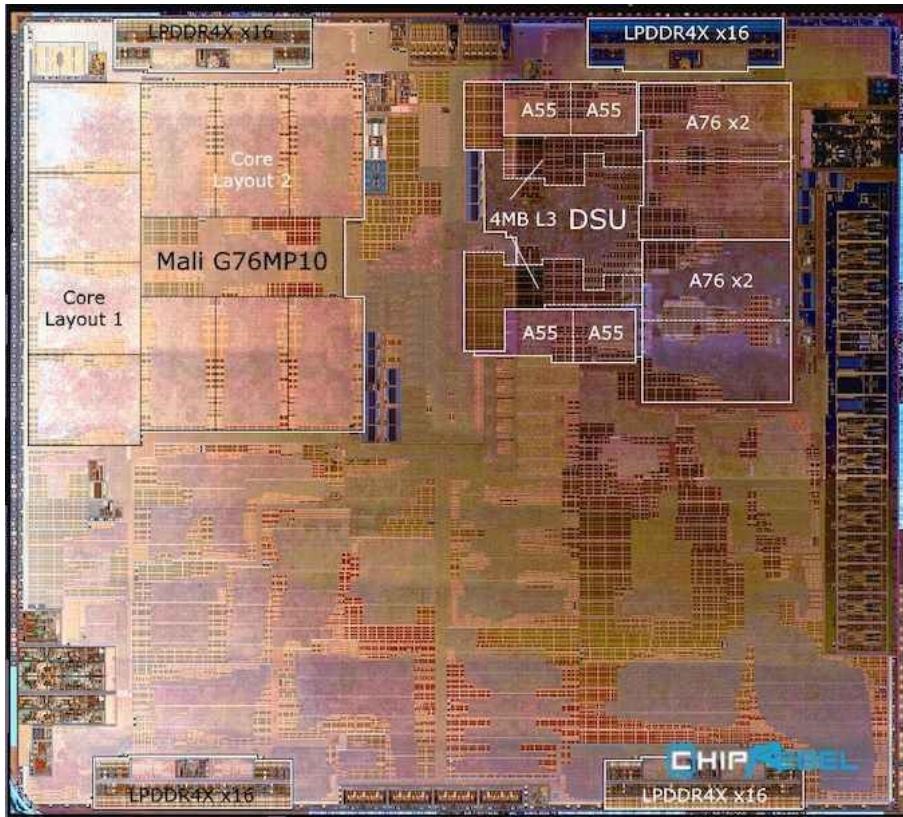


Ilustración 102. Ejemplo de un SoC ARM

Hay otro uso algo desconocido pero también bastante convencional: **el uso de chips ARM en microcontroladores de gestión de otros dispositivos.**

Todos estos usos de procesadores ARM existen porque **es una arquitectura de muy bajo consumo energético** (al menos en comparación con las alternativas existentes en el mercado), y por tanto, **genera muchísima menos calor**. Además, **la fabricación de estos chips es bastante barata**.

Una de las principales características de ARM es que **utiliza relativamente pocos transistores**, o al menos muchos menos que los procesadores de otras arquitecturas. Esto le permite **ofrecer un rendimiento aceptable con un consumo energético muy bajo**, y no sólo eso: fabricar un procesador ARM también es notablemente más barato, lo cual los hace ideales en muchos casos.

Son tan importantes estas características, que **ARM se está planteando como una opción para su uso en grandes centros de datos** como sustituto de las actuales arquitecturas. Su principal finalidad es la de abaratar los costes relacionados con el enorme consumo energético, no sólo por los propios ordenadores, si no también por los ingentes sistemas de ventilación y seguridad asociados. ARM no sólo consume menos energía si no que también genera menos calor, otra característica muy importante en los *datacenters*.

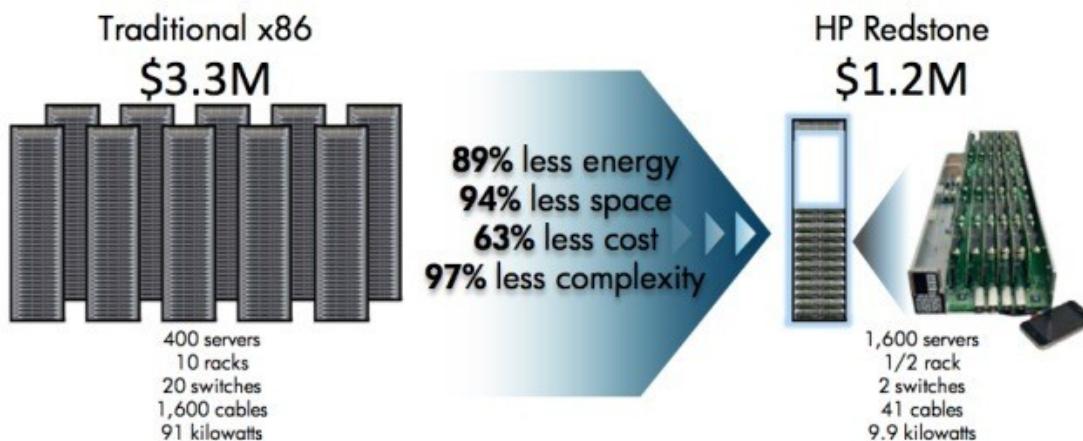


Ilustración 103. Diagrama del proyecto de servidores ARM de HP, el HP Moonshot

4.8.2. SOC

El enorme crecimiento que han tenido los smartphones y otros dispositivos similares, como las tablets, por ejemplo, ha dado pie a una fuerte expansión de las arquitecturas ARM, que son utilizadas para la creación de procesadores que diferentes fabricantes personalizan e incorporan en lo que se conoce como **SoC**, siglas en inglés de “**System on a Chip**”

A pesar de su popularidad todavía hoy se sigue haciendo referencia a ellos como “procesadores”, algo totalmente incorrecto, ya que dentro de un SoC hay mucho más que una CPU, un detalle que debemos tener claro desde el principio para poder hablar de ellos con propiedad.

Podemos definir un SoC como un encapsulado que parece un chip único, pero que en su interior agrupa una serie de elementos vitales para el funcionamiento de un equipo o sistema, entre los que se pueden incluir por lo general los siguientes:

- Procesador o CPU.
- Unidad gráfica o GPU.
- Controlador de memoria principal o RAM.
- Chip DSP (Digital Signal Processor).
- Memoria RAM y memoria NAND Flash para almacenamiento.
- Módulos de conexión inalámbrica.

Los elementos expuesto **son orientativos**, ya que cada SoC puede ser más o menos completo y contar con otros componentes, pero nos sirve para hacernos una idea de su importancia, y es que como vemos el SoC contiene prácticamente todo lo necesario para poder crear y dar vida a un concreto dispositivo, y **determinará su potencia y capacidades**.

4.8.3. BIG.LITTLE

ARM® big.LITTLE™ es una tecnología de “power-optimization”, donde **los núcleos de alto rendimiento están combinados con los núcleos más eficientes energéticamente**, cuyo principio básico es bastante sencillo, utilizar el micro adecuado para cada tarea. Dentro de un procesador de este tipo te encontrarás grupos de dos núcleos cada uno de estos diseñados de manera distinta. Los núcleos big se encargarán de funcionar cuando estemos trabajando más activamente con él y buscamos que nos responda de la manera más rápida posible (con el consiguiente mayor consumo de energía), mientras

que el LITTLE solo funcionara cuando no necesitamos tanta potencia de cómputo (menor consumo de energía). De esta forma el resultado final que se consigue es que el procesador consumirá mucho menos que usando sólo el big sin perder la posibilidad de usar su capacidad de cálculo cuando sea necesario.

Observa los siguientes videos para entender mejor que es y como funciona la tecnología big.LITTLE

<https://www.youtube.com/watch?v=XACB9DRdWTI>
<https://www.youtube.com/watch?v=KClygZtp8mA>

Además, según ARM, las versiones más recientes de big.LITTLE pueden ahorrar un 75% de energía en escenarios de rendimiento bajo o moderado, y aumentar el rendimiento un 40% en escenarios de grandes cargas de trabajo.

Si quieres ver la documentación técnica oficial de big.LITTLE que facilita ARM, accede al siguiente enlace:

[https://www.arm.com/files/pdf/
big_LITTLE_technology_moves_towards_fully_heterogeneous_Global_Task_Scheduling.pdf](https://www.arm.com/files/pdf/big_LITTLE_technology_moves_towards_fully_heterogeneous_Global_Task_Scheduling.pdf)

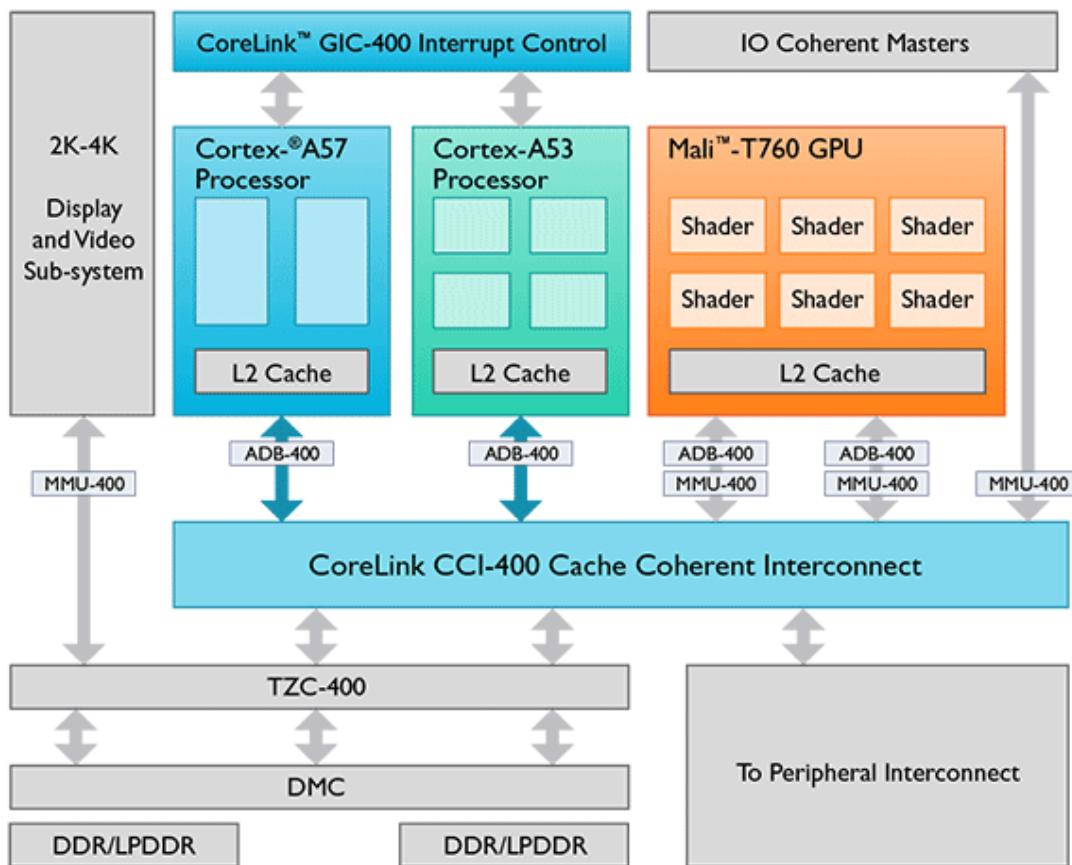


Ilustración 104. Diseño del diagrama de bloques de un Chip con un sistema de big.LITTLE

4.8.4. DYNAMIQ TECHNOLOGY

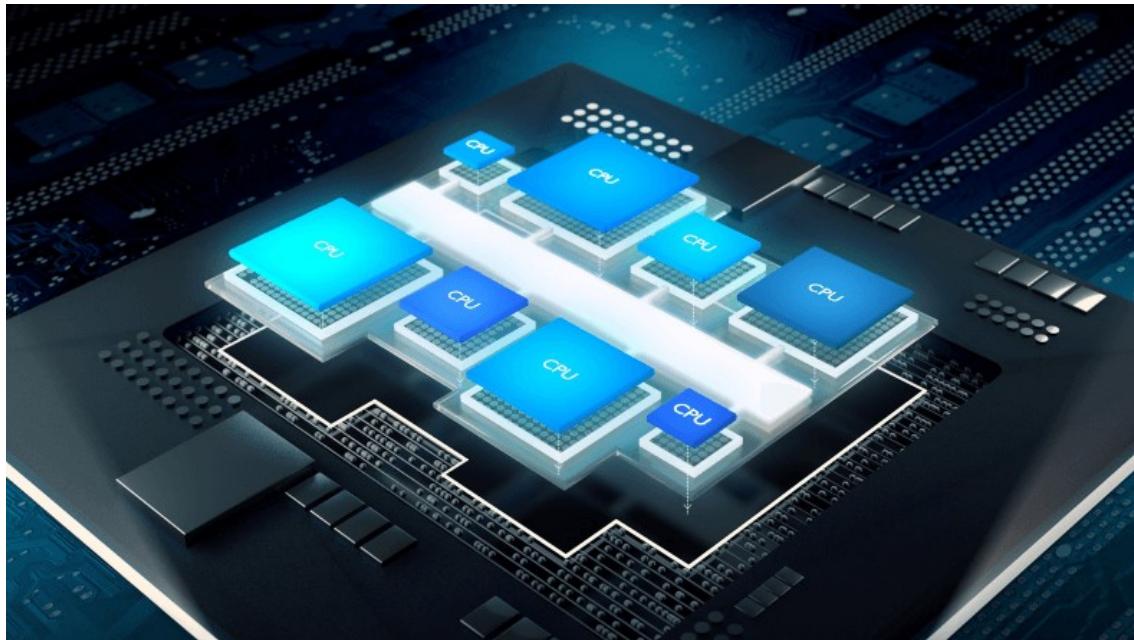


Ilustración 105. ARM DynamIQ: Multicore redefined

Los procesadores de ARM dan vida actualmente a infinidad de dispositivos en todo el mundo, así que la marca quiere seguir ampliando horizontes y ha mostrado qué es lo próximo que tienen en mente.

Se llama **DynamIQ**, y redefine la microarquitectura multi-núcleo para la industria y es la base para futuros procesadores ARM Cortex-A. Está dirigida a potenciar la inteligencia artificial y sistemas de aprendizaje automático que podríamos ver en vehículos, teléfonos, consolas y todo tipo de dispositivo inteligente.

Según ARM, **DynamIQ** puede mejorar la respuesta de una inteligencia artificial aumentando el rendimiento de la misma 50 veces en los próximos 3-5 años, además de que la CPU y el hardware acelerador de gráficos multiplicarían también por 10 su rendimiento.

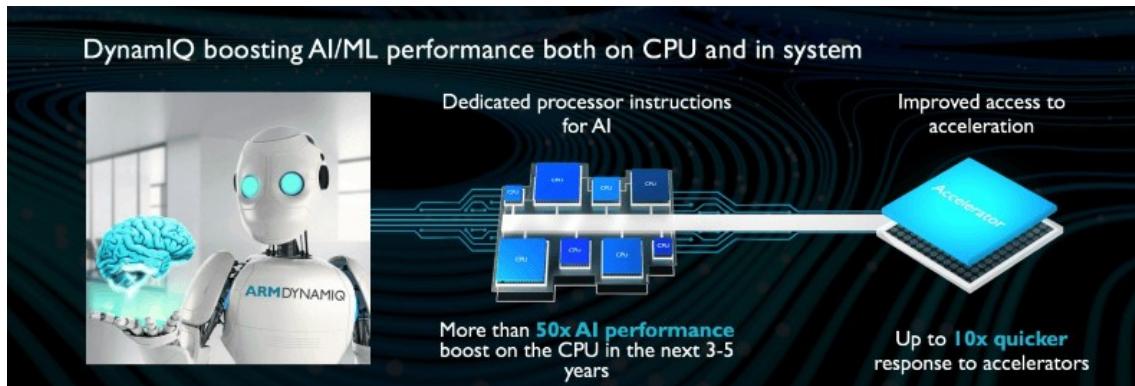


Ilustración 106. Mejoras ARM DynamIQ

Establece un nuevo diseño de clúster único con hasta ocho CPUs heterogéneas, permitiendo diferentes configuraciones como 1+7 (por ejemplo, 1xbig y 7xLITTLE CPUs), 2+4, 1+3 para ofrecer soluciones escalables.

Permite una mayor flexibilidad con o sin configuraciones LITTLE para escalar en diferentes mercados más allá de los smartphones.

También consigue un mayor ahorro de energía gracias a características de hardware incorporadas para una mayor eficiencia.

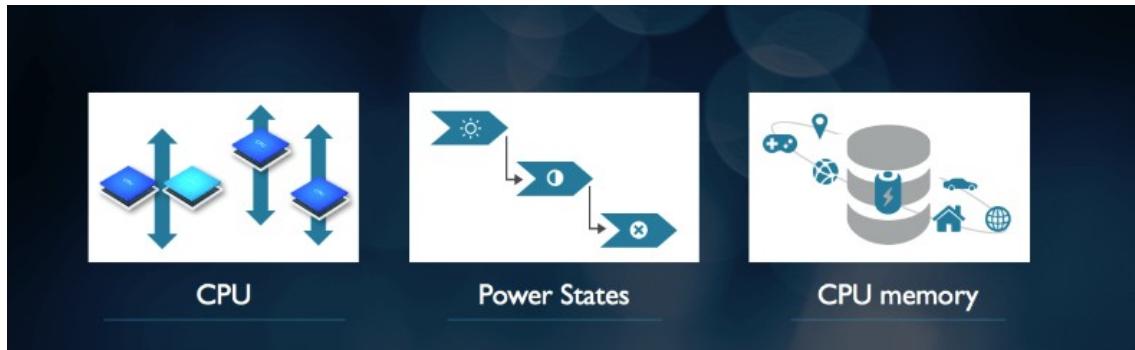


Ilustración 107. Mejora de ahorro de energía

En definitiva, DynamIQ cambia fundamentalmente la forma en que ocurre el cálculo y donde ocurre para ayudar a acelerar la adopción de la IA y transformar los dispositivos.

4.8.5. DINAMIQ BIG.LITTLE

DynamIQ big.LITTLE improves big.LITTLE Technology

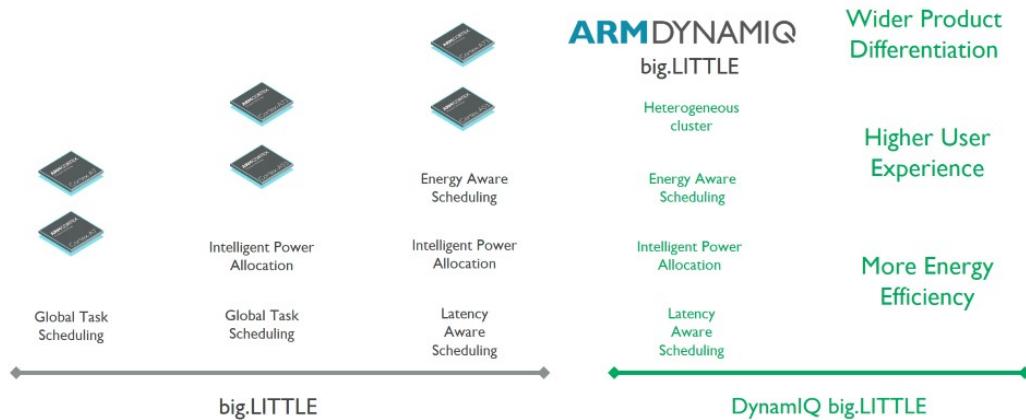


Ilustración 108. Mejoras de DinamIQ big.LITLLE respecto a big.LITLLE

Como hemos visto en el punto anterior, DynamIQ trae una nueva arquitectura tecnológica que cambia el paisaje del procesamiento heterogéneo. Esto lo hace combinando los clústeres big y LITTLE (que pueden ser de distinto tipo y configuración) para formar un único clúster de CPU totalmente integrado que consta de CPU big y LITTLE. Los diseños de big.LITTLE que se construyen utilizando DynamIQ se denominan DynamIQ big.LITTLE.

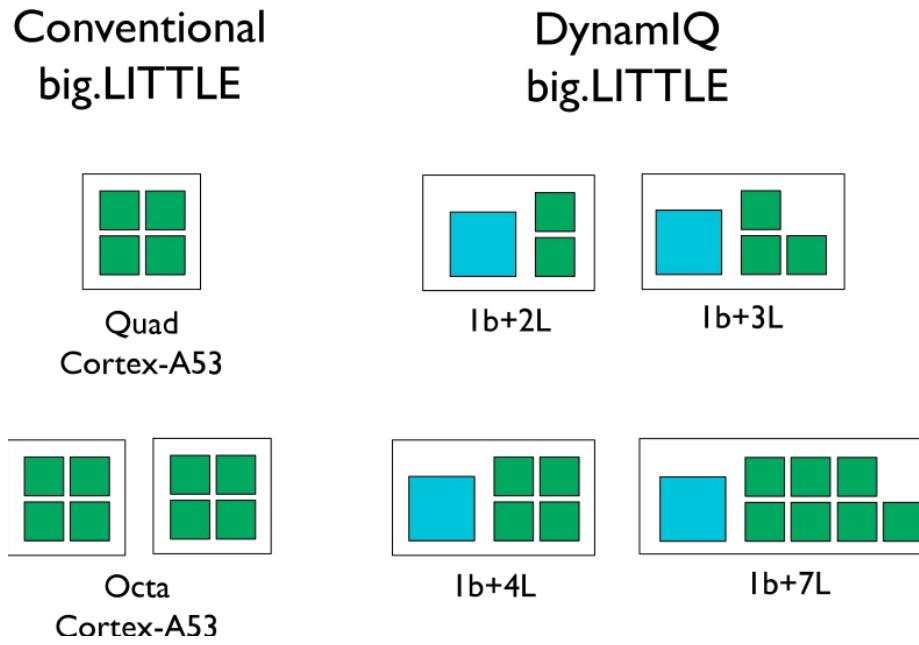


Ilustración 109. Configuraciones big.LITLLE y DynamIQ big.LITLLE

Con esta nueva tecnología de uso heterogéneo de CPUs, la podemos trasladar a big.LITTLE, cuyo resultado sería la combinación de núcleos de diferente tipo (heterogéneos) dentro de un SoC, que además puedan estar configurados cada uno de ellos para una única o un tipo de tarea determinada, y no para sólo para tareas de alto o bajo rendimiento como normalmente.

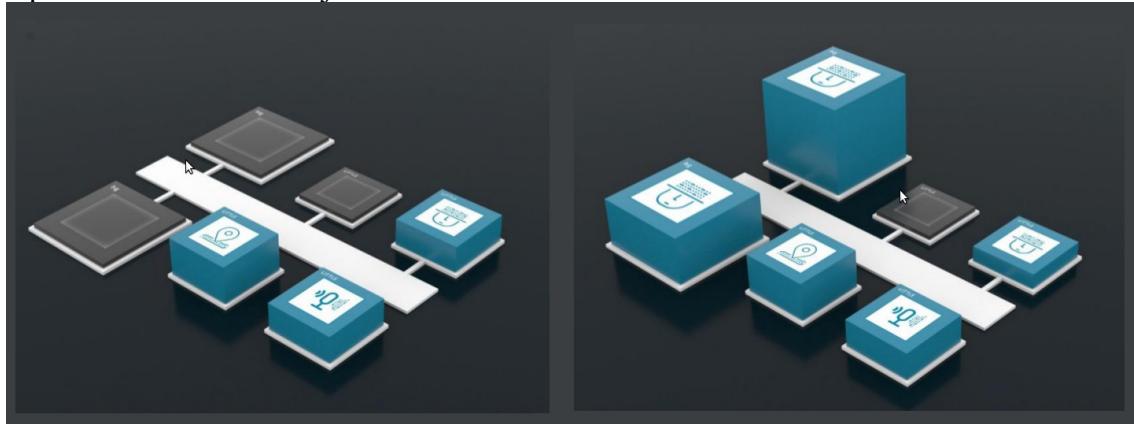


Ilustración 110. Ejemplo configuración DinamIQ big.LITLLE

4.8.6. ARQUITECTURA DE LOS PROCESADORES ARM

La arquitectura ARM constituye la base para cada procesador ARM. Con el tiempo, la arquitectura ARM ha evolucionado para incluir características arquitectónicas para satisfacer la creciente demanda de nuevas funcionalidades, características de seguridad integradas, alto rendimiento y las necesidades de los mercados nuevos y emergentes. **Actualmente nos encontramos en la versión ARMv8.**

La arquitectura ARM soporta una gama muy amplia de dispositivos con necesidades de rendimiento muy diferentes, que van desde implementaciones muy pequeñas de procesadores ARM a implementaciones muy eficientes de diseños avanzados utilizando técnicas de microarquitectura de última generación. El tamaño de implementación, el rendimiento y el bajo consumo de energía son atributos clave de la arquitectura ARM.

Por tanto, independientemente de la versión/generación de ARM que nos encontramos, ARM ofrece tres tipos de familias diferentes dependiendo de las necesidades de los dispositivos:

<https://www.arm.com/products/silicon-ip-cpu>

Product Family	Feature	Example Use Cases
Cortex-A	Highest Performance Supreme performance at optimal power	Automotive Mobile Medical
	Real-Time Processing Reliable mission-critical performance	Automotive Industrial Cameras
Cortex-M	Lowest Power, Lower Cost Reliable mission-critical performance	Automotive Smart devices Secure embedded applications

Ilustración 111. Tipos de familias CPUs ARM

4.8.6.1 SERIE CORTEX-A

Esta serie de SoC de ARM la detallaremos en más profundidad en el punto 4.8.7

4.8.6.2 SERIE CORTEX-M

Tecnología de baja potencia para todas las aplicaciones integradas. Microcontroladores muy pequeños con un consumo de energía mínimo. Enfocado a gadgets, instalaciones, o cualquier elemento que pueda formar parte del Internet de las cosas.

4.8.6.3 SERIE CORTEX-R

Máxima fiabilidad para el procesamiento en tiempo real. Soluciones de computación de alto rendimiento para sistemas embebidos donde la fiabilidad, alta disponibilidad, tolerancia a fallos, mantenibilidad y respuestas en tiempo real y 24/7

4.8.7. SERIE CORTEX-A

De alto rendimiento de procesamiento **principalmente para dispositivos móviles y tabletas**. Últimamente se están empezando a usar también para infraestructura de redes, dispositivos para el hogar y los consumidores, sistemas de información y entretenimiento para vehículos automotores y sistemas de automatización para conductores, y diseños integrados. Actualmente en la **versión 8 de ARM (ARMv8)**. Se dividen en tres tipos fundamentales:

4.8.7.1 ARM A7X SERIES - HIGH PERFORMANCE

Permiten el máximo de rendimiento posible a costa de un consumo mayor de energía.

Estos SoC son los microprocesadores que se comportan como big(Alto rendimiento) cuando se implementa tecnología **big.LITTLE**. Accede a cada uno de los enlaces para obtener los detalles de cada uno de ellos.

<p>Cortex-A77</p> <p>Third generation premium CPU based on DynamIQ technology.</p> <ul style="list-style-type: none">• Leadership performance and efficiency for 5G mobile solutions• Improved responsiveness for on device machine learning• Built for next generation smartphones and laptops <p>Learn More ></p>	<p>Cortex-A76</p> <p>Provides laptop-class performance with smartphone efficiency</p> <ul style="list-style-type: none">• Designed for devices undertaking complex compute tasks• Greater single threaded performance and improved energy efficiency• Enables faster responsiveness and at-the-edge support for machine learning applications <p>Learn More ></p>	<p>Cortex-A75</p> <p>First DynamIQ-based high performance CPU</p> <ul style="list-style-type: none">• Flexible architecture provides a broad ecosystem of support• Executes up to three instructions in parallel per clock cycle• Broad market use covers smartphones, servers, automotive applications and more <p>Learn More ></p>
<p>Cortex-A73</p> <p>Most power-efficient processor in the Cortex-A family</p> <ul style="list-style-type: none">• Increased power efficiency of up to 30 percent over predecessors• Smallest Armv8-A processor• Designed for mobile and consumer applications	<p>Cortex-A72</p> <p>Fast processing improves the efficiency of mobile applications</p> <ul style="list-style-type: none">• Advanced branch predictor reduces wasted energy consumption• Gain significant advantages in reduced memory requirements• Suitable for implementation in an Arm big.LITTLE configuration	<p>Cortex-A57</p> <p>Supports a wide range of applications that require high performance processing</p> <ul style="list-style-type: none">• Remove code dependencies with triple issue out-of-order pipeline• Cryptography extensions enable faster processing of cryptography instructions• Prefetching features provide better

Ilustración 112. High performance ARM Cortex-A

A) CORTEX-A77

Features and Benefits

Laptop-Class Performance

Pushing smartphones to new levels of performance, Cortex-A77 improves user experience across the most complex compute tasks. Bringing superior laptop-class performance to all form factors from mobile to large screen computing.

Enabling 5G Solutions

With 5G-enabled devices already available, the next generation of always on, always connected devices will move forward with the 5G roll out. Cortex-A77 supports new applications and use cases for mobile, and always-connected laptops.

Excellent User Experiences

Users are demanding devices with longer battery life and consistent high performance, all in a thinner form factor. Microarchitecture updates to Cortex-A77 take advantage of DynamIQ efficient cores to improve user experiences.

Ilustración 113. Principales características y beneficios de ARM Cortex A-77

Junto a la CPU **Cortex-A77** fue lanzada junto también la arquitectura de GPU **Mali-G77**. Cortex-A77 es una optimización del anterior Cortex-A76 que supone aproximadamente una mejora de rendimiento teórica del 20%, mientras que la GPU Mali-G77 estrena la arquitectura Valhall y supone una mejora del 40% en general y del 60% en tareas de Machine Learning

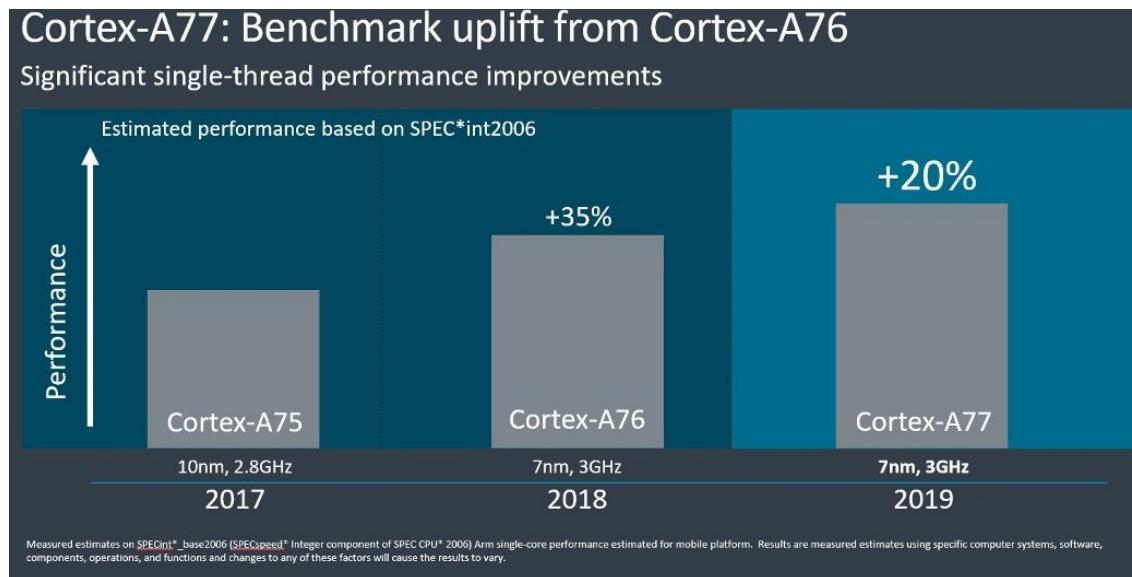


Ilustración 114. Mejoras del Cortex A-77 con respecto a sus predecesores

Se mantienen los mismos 7 nanómetros y 3 Ghz, pero cambios en la microarquitectura y mejoras de software suponen una mejora en el rendimiento de un núcleo del 20% con respecto al Cortex-A76, manteniendo el resto de ventajas de la generación anterior como la gran eficiencia energética.

Se mantiene la apuesta por las tecnologías de **Machine Learning** y realidad aumentada, con la **compatibilidad DynamicIQ**. ARM asegura que la potencia de computación permite una mejor respuesta en las aplicaciones de realidad virtual y a la hora de procesar machine learning en el dispositivo.

GPU Mali-G77, también con el punto de mira puesto en Machine Learning, AR y VR, además de conseguir un extra de rendimiento en relación a la generación anterior.

En la práctica, Mali-G77 es un 40% más rápida que Mali G76 en general, con un incremento de hasta el 60% en velocidad de Machine Learning. Estas mejoras sin afectar a la duración de la batería. Es más, Mali-G77 es un 30% más eficiente y usa un 40% menos de ancho de banda que su antecesor.

B) CORTEX-A76

El procesador ARM Cortex-A76 es la CPU más reciente y de mayor rendimiento de ARM. El nuevo Cortex-A76 **está estrenando un diseño de microarquitectura de alto rendimiento**, que es completamente nuevo y hecho desde cero por Arm.

Según Arm, este A76 aumenta en rendimiento hasta 200% si lo comparamos con el Cortex-A73, pero si lo comparamos con la generación anterior, el Cortex-A75, entonces ese salto es del **35% en rendimiento y 40% de menor consumo energético**.

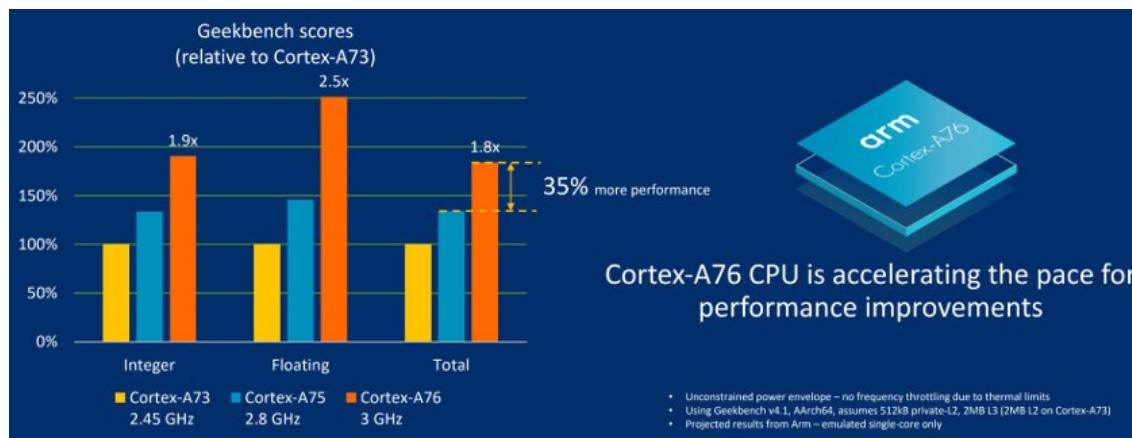


Ilustración 115. Mejoras del ARM Cortex-A76 sobre ARM Cortex-A75 y Cortex-A73

Gracias a su nuevo diseño, el **Cortex-A76 permitirá que un solo núcleo funcione a toda velocidad de forma indefinida**, lo que significa que podremos tener un rendimiento más consistente en cargas de trabajo que exigen el máximo desempeño. Además, esto permitirá explotar nuevas capacidades de inteligencia artificial y machine learning.

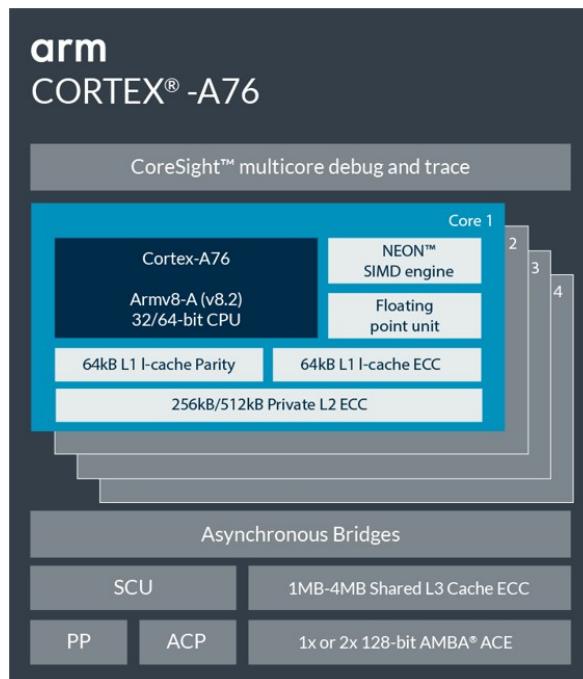


Ilustración 116. Arquitectura ARM Cortex-A76

Asimismo, este A76 sigue siendo compatible con **tecnología de clúster DynamIQ**, lo que permitirá seguir usando Cortex-A55 de menor consumo de energía dentro de clúster de CPU heterogéneos, ya sea en diseños 4+4, el más popular, o bien en formato de 2+6 y 1+7, que son los que ofrecen un buen rendimiento a SoCs de bajo coste.

C) CORTEX-A75

La CPU Cortex-A75 se basa en la tecnología DynamIQ, lo que permite nuevos niveles de escalabilidad y capacidad de respuesta para sus casos de uso avanzado.

More efficient performance to accelerate innovation

Cortex-A75 provides additional performance headroom



Ilustración 117. Mejoras del ARM Cortex-A75 1

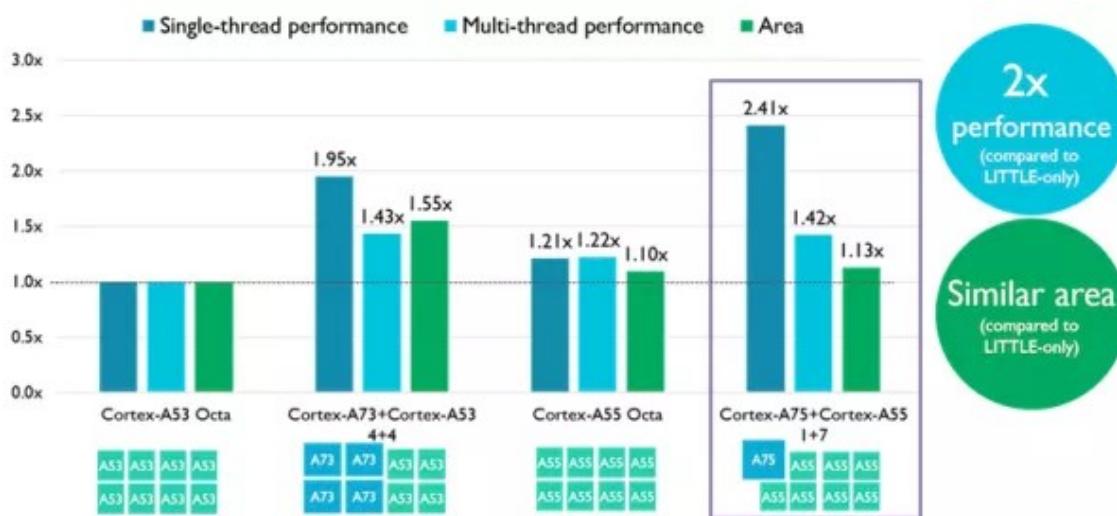


Ilustración 118. 4.68. Mejoras del ARM Cortex-A75 2

Cortex-A75 está fabricado con la versión **ARMv8-A**, con tecnología de integración de **10nm** y proceso de fabricación **FinFET**. Cortex-A75 tiene las siguientes **mejoras claves**:

- Soporta un conjunto configurable de funciones: teléfonos inteligentes, dispositivos domésticos inteligentes, servidores y aplicaciones automotrices
- Proporciona un aumento significativo de rendimiento en comparación con los procesadores Cortex-A72 y Cortex-A73
- Niveles de eficiencia utilizados en los dispositivos con procesador Cortex-A73
- se basa en la tecnología DynamiIQ capaz de aprovechar: acceso a la caché de clúster compartido, frecuencias asíncronas y potencialmente independientes de voltaje y potencia para CPUs individuales o grupos de núcleos
- DynamiIQ big.LITTLE: admite el uso de procesadores 'big' y 'LITTLE' en un cluster. Combinada con la CPU Cortex-A55(LITTLE) – Ver Cortex-A55, la CPU Cortex-A75 puede ampliar su rango dinámico para dispositivos térmicamente limitados. DynamiIQ también permite nuevas combinaciones, por ejemplo 1 + 7, con gran eficiencia de área.

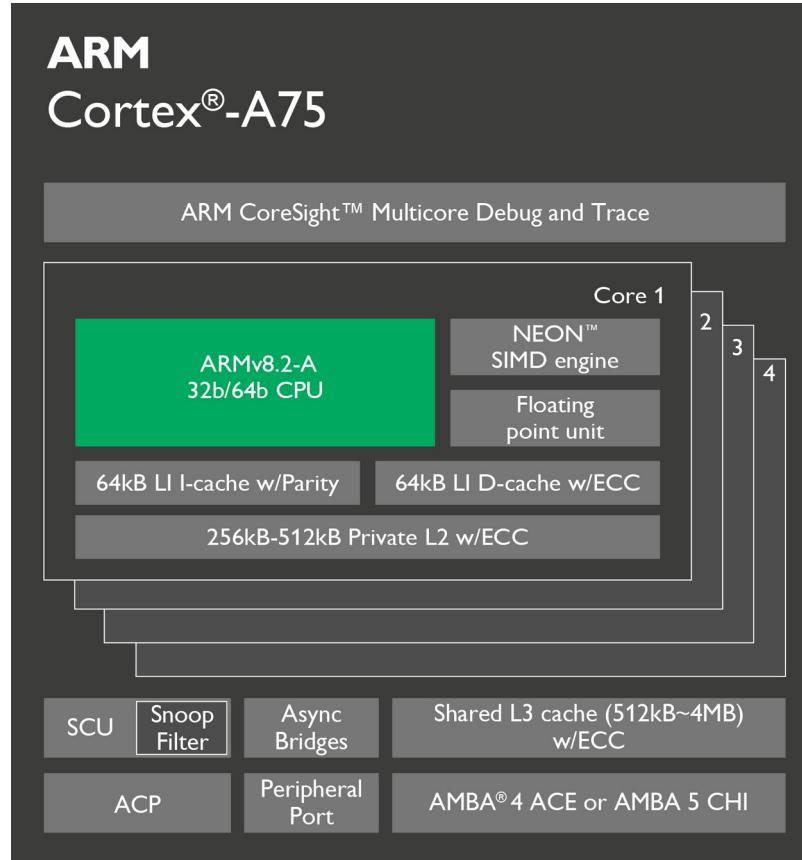


Ilustración 119. Arquitectura ARM Cortex-A75

D) CORTEX-A73

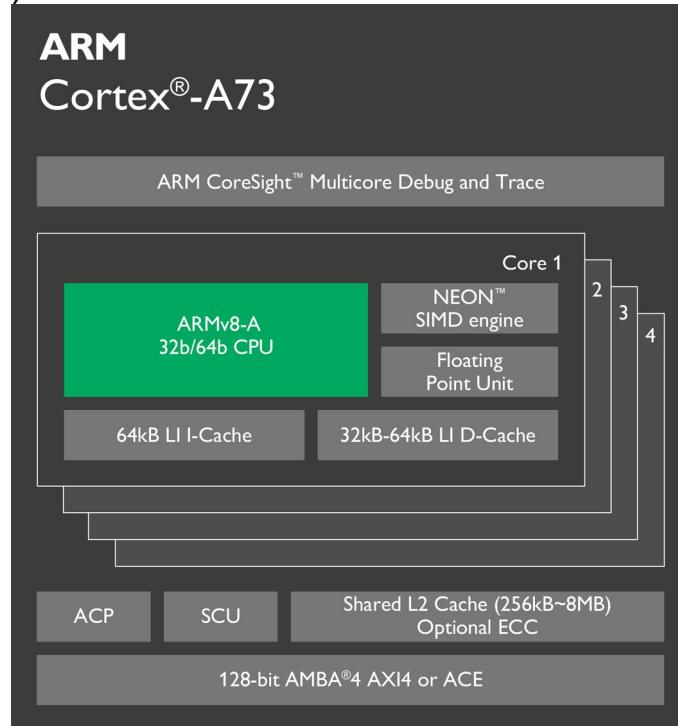


Ilustración 120. Arquitectura ARM Cortex-A73

Cortex-A73 esta fabricado con la versión **ARMv8-A**, con tecnología de integración de **10nm** y proceso de fabricación **FinFET**. Cortex-A73 tiene las siguientes **mejoras claves**:

- Hasta un 30% más de rendimiento que la generación anterior.
- Frecuencia de hasta 2,8 GHz para obtener el máximo rendimiento.
- Hasta un 30% de aumento de la eficiencia energética.
- Procesador ARMv8-A de menor tamaño. CPU de 0,65 mm² por núcleo.

E) CORTEX-A72

Cortex-A72 esta fabricado con la versión **ARMv8-A**, con tecnología de integración de **16nm** y proceso de fabricación **FinFET**. Cortex-A72 tiene las siguientes **mejoras claves**:

- Procesador de alto rendimiento ARM de última generación para infraestructura, móviles y automotriz
- Rendimiento y eficiencia mejorados, con soporte completo ARMv8-A 64bits.

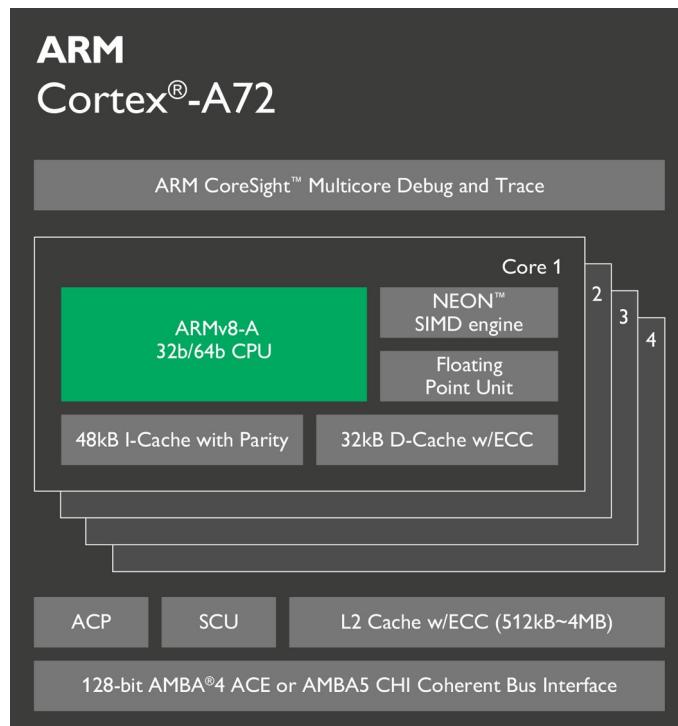


Ilustración 121. Arquitectura ARM Cortex-A72

F) CORTEX-A57

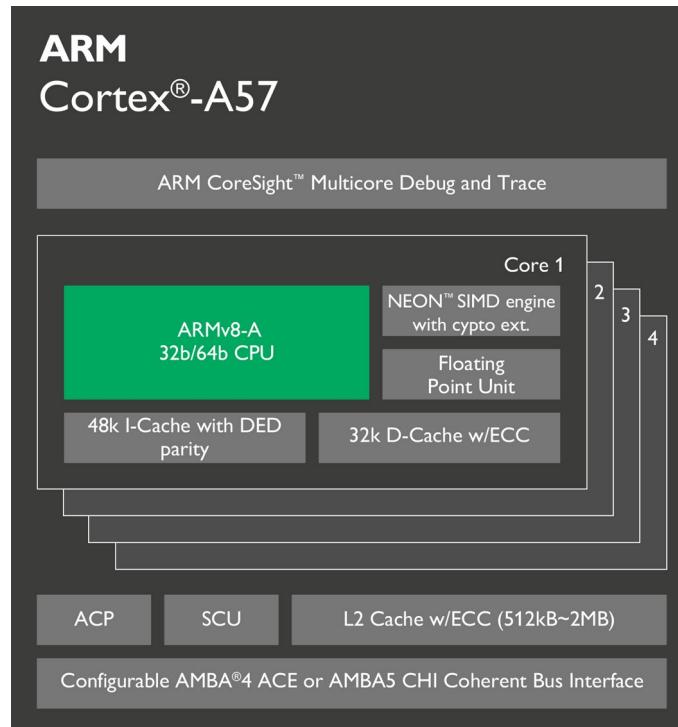


Ilustración 122. Arquitectura ARM Cortex-A57

Cortex-A57 está fabricado con la versión **ARMv8-A**, con tecnología de integración de **20nm** y proceso de fabricación **FinFET**. Cortex-A57 tiene las siguientes **mejoras claves**:

- Salto a procesador ARMv8-A de 64 bits
- Arquitectura de 64 bits fiable con direccionamiento de 16 TB
- Soporte con las nuevas unidades de procesamiento gráfico de la familia ARM Mali

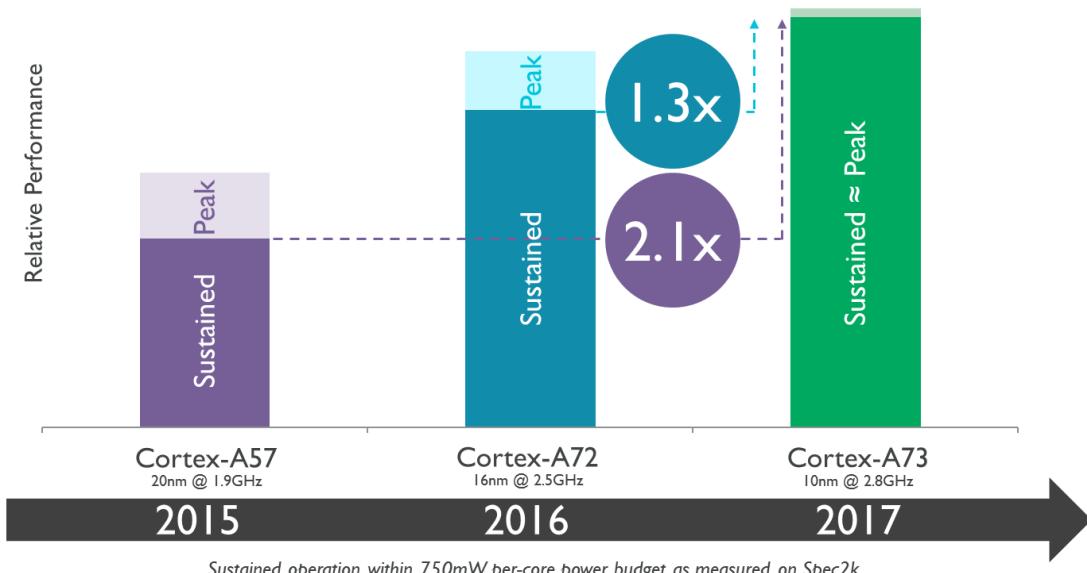


Ilustración 123. Evolución y mejoras de rendimiento de los ARMv8

G) CORTEX-A17 Y CORTEX-A15

Para más información de estos SoC de la versión **ARMv7** de **28nm**, consulta los enlaces para [Cortex-A17](#) y [Cortex-A15](#)

4.8.7.2 ARM A5X SERIES - HIGH EFFICIENCY

Permiten una alta eficiencia energética, intentando operar con una configuración óptima de rendimiento-energía.

Estos SoC son los microprocesadores que se comportan como LITTLE(Eficiencia energética) cuando se implementa tecnología **big.LITTLE**. Accede a cada uno de los enlaces para obtener los detalles de cada uno de ellos.

Puede darse el caso que se comporten también como big si son combinados con Cortex-A de Ultra-high Efficiency (Véase 4.8.5.3)



Balanced performance and efficiency

Cortex-A55 - 64/32-bit ARMv8-A

Highest efficiency DynamIQ processor for mid-range solutions

Cortex-A53 - 64/32-bit ARMv8-A

The most widely used 64-bit CPU

Cortex-A9 - ARMv7-A

Well-established mid-range processor

Cortex-A8 - ARMv7-A

First ARMv7-A processor

Ilustración 124. High efficiency ARM Cortex-A

A) CORTEX-A55

Ofrece la mejor combinación de eficiencia de potencia y rendimiento en su clase. Es parte de la primera generación de CPUs basadas en la tecnología DynamIQ y cuenta con las últimas extensiones de arquitectura ARMv8-A.

El Cortex-A55 se puede implementar en SOC tanto de forma independiente como siendo una CPU “LITTLE” junto al Cortex-A75 mediante **DynamIQ big.LITTLE**.

Cortex-A55 esta fabricado con la versión ARMv8-A, con tecnología de integración de **28-10nm?** (dependiendo de la generación de fabricación y con quien este combinado para el uso con tecnología big.LITTLE) y proceso de fabricación **FinFET**. Cortex-A55 tiene las siguientes **mejoras claves**:

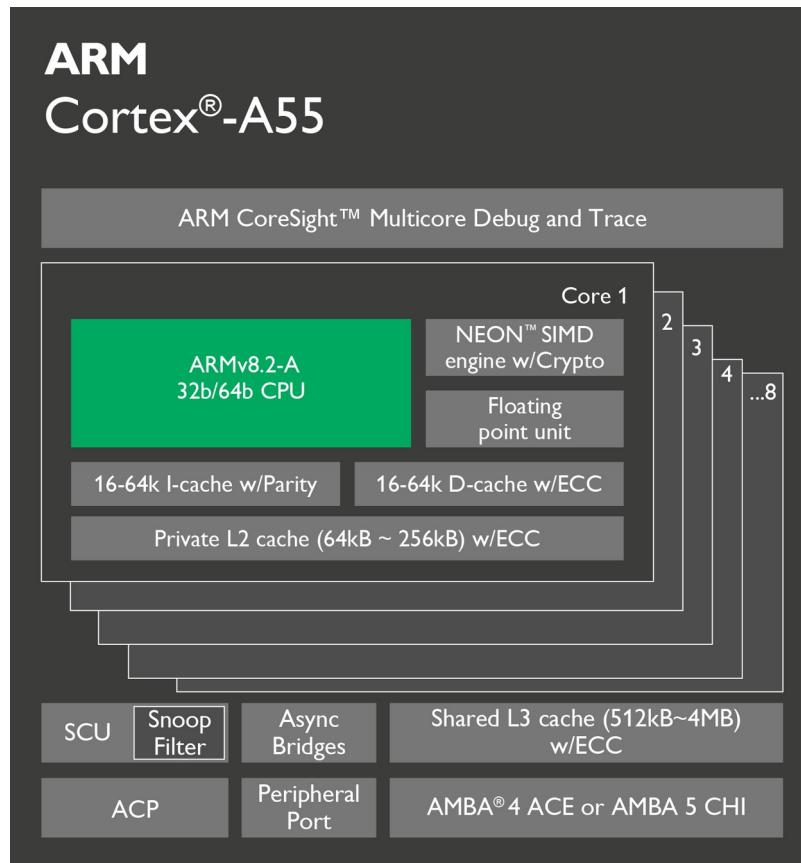


Ilustración 125. Arquitectura ARM Cortex-A55

- Escalabilidad extrema, con más de 3000 configuraciones de diseño únicas
- Rendimiento superior al del Cortex-A53, incluyendo el entero (+18%), el punto flotante (+20%), el NEON SIMD (+40%), JavaScript (+15%) y la memoria (200%) cargas de trabajo
- Mejora de rendimiento-eficiencia, manteniendo niveles similares de potencia y un 15% más de eficiencia energética que el Cortex-A53
- Caché L2 integrado y configurable dentro de cada CPU que logra reducir más del 50% de latencia para los accesos a la memoria. Contiene una caché L3 que se comparte con hasta ocho CPU Cortex-A55
- **DynamIQ big.LITTLE**

B) CORTEX-A53

Cortex-A53 está fabricado con la versión **ARMv8-A**, con tecnología de integración de **28-14nm** (dependiendo de la generación de fabricación y con quien este combinado para el uso con tecnología big.LITTLE) y proceso de fabricación **FinFET**. Cortex-A53 tiene las siguientes **mejoras claves**:

- CPU de alta eficiencia para una amplia gama de aplicaciones en móviles, DTV, automoción, redes y más
- Arquitectura ARMv8-A de bajo costo para diseños independientes.
- Versatilidad para emparejar cualquier núcleo ARMv8 en un par de big.LITTLE, incluyendo Cortex-A57, Cortex-A72, o incluso otros clusters de CPU Cortex-A53 o Cortex-A35
- Producto maduro con alto volumen de envíos

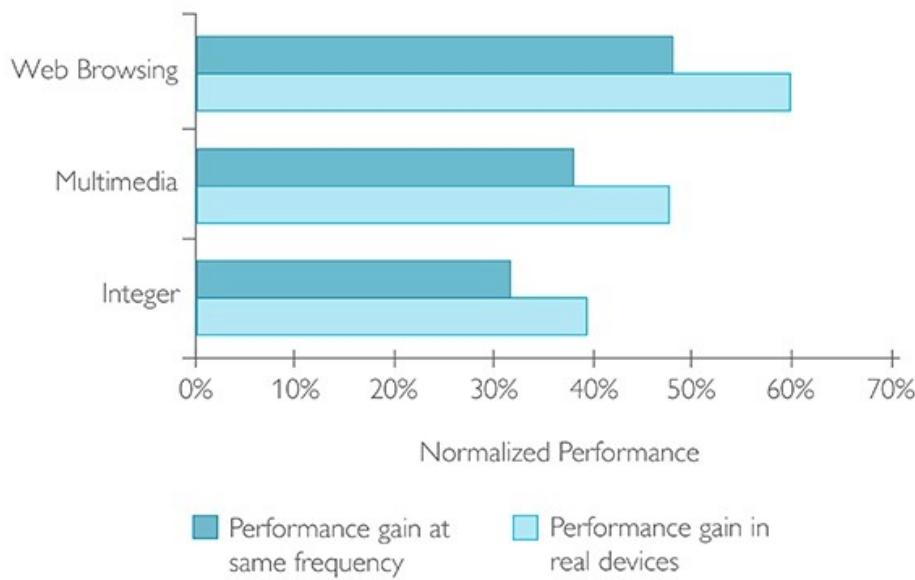


Ilustración 126. Mejora de rendimiento del Cortex-A53 con respecto a su predecesor el Cortex-A7

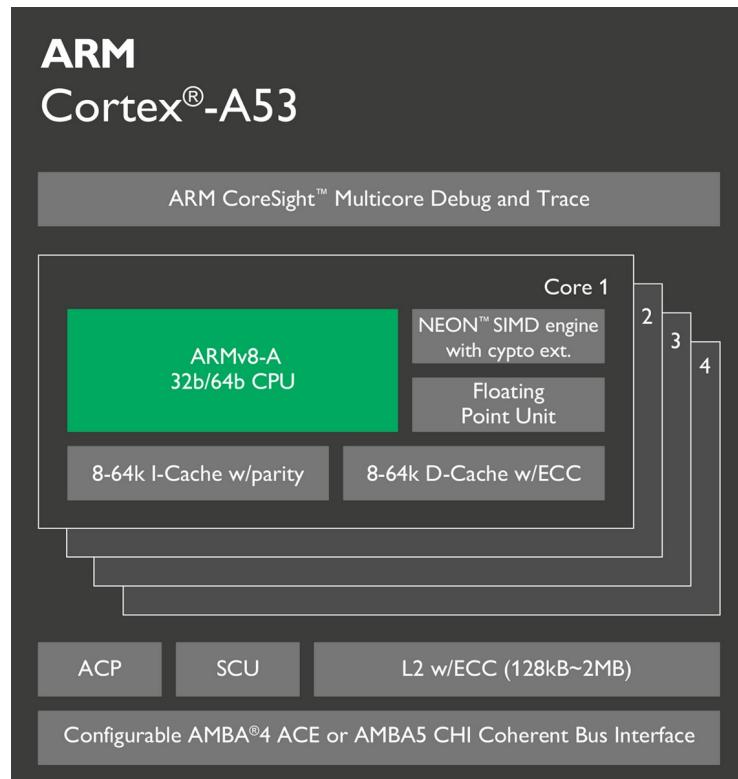


Ilustración 127. Arquitectura ARM Cortex-A53

C) CORTEX-A9 Y CORTEX-A8

Para más información de estos SoC de la versión **ARMv7** consulta los enlaces para [Cortex-A9](#) y [Cortex-A8](#)

4.8.7.3 ULTRA-HIGH EFFICIENCY

Permiten una **muy alta eficiencia energética**, intentando operar con una configuración óptima de rendimiento-energía, reduciendo al máximo el consumo de energía

Estos SoC son los microprocesadores que se comportan como **LITTLE**(Eficiencia energética) cuando se implementa tecnología **big.LITTLE**. Accede a cada uno de los enlaces para obtener los detalles de cada uno de ellos.



Smallest, lowest power

Cortex-A35 - 64/32-bit ARMv8-A

Highest efficiency ARMv8-A CPU

Cortex-A32 - 32-bit ARMv8-A

Smallest and lowest power ARMv8-A CPU

Cortex-A7 - ARMv7-A

Most efficient ARMv7-A CPU, higher performance than Cortex-A5

Cortex-A5 - ARMv7-A

Smallest and lowest power ARMv7-A CPU

Ilustración 128. Ultra-High efficiency ARM Cortex-A

A) CORTEX-A35

Cortex-A35 esta fabricado con la versión **ARMv8-A**, con tecnología de integración de **28-14nm** (dependiendo de la generación de fabricación y con quien este combinado para el uso con tecnología big.LITTLE) y proceso de fabricación **FinFET**. Cortex-A35 tiene las siguientes **mejoras claves**:

- El procesador ARMv8-A de 64 bits más eficiente energéticamente con una compatibilidad ARMv7-A completa
- Mejoras en la eficiencia en comparación con la Cortex-A7: Menos potencia activa, mejor rendimiento

- Procesador ARMv8-A altamente escalable con nuevas opciones de configuración

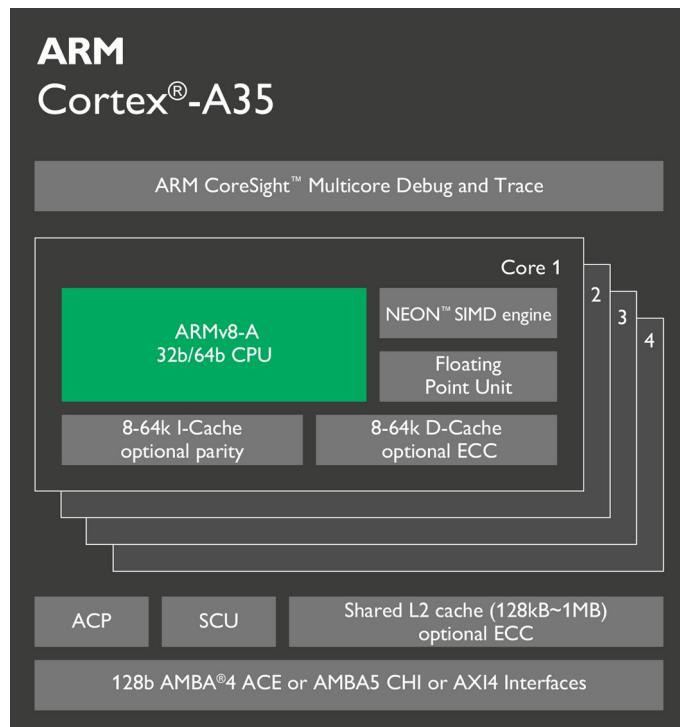


Ilustración 129. Arquitectura ARM Cortex-A35

B) CORTEX-A32

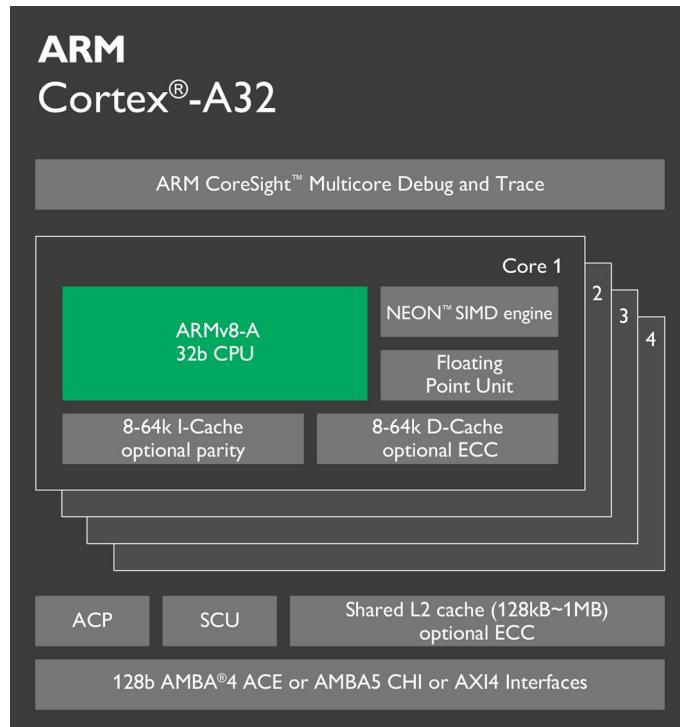


Ilustración 130. Arquitectura ARM Cortex-A32

Cortex-A32 está fabricado con la versión **ARMv8-A**, con tecnología de integración de **28-14nm** (dependiendo de la generación de fabricación y con quien este combinado para el uso con tecnología big.LITTLE) y proceso de fabricación **FinFET**. Cortex-A32 tiene las siguientes **mejoras claves**:

- Mejoras arquitectónicas ARMv8-A, compatibilidad total con el software ARMv7-A
- Mayor eficiencia y rendimiento en comparación con el procesador Cortex-A7
- Nuevas funciones de administración de energía inactiva
- Procesador de 32 bits altamente escalable con nuevas opciones de configuración

C) CORTEX-A7 Y CORTEX-A5

Para más información de estos SoC de la versión **ARMv7** consulta los enlaces para [Cortex-A7](#) y [Cortex-A5](#)

4.8.8. LICENCIAS ARM

A lo largo de este punto estamos describiendo todo lo relacionado sobre ARM y sus microprocesadores RISC, pero ¿por qué no vemos ningún modelo en el mercado que tenga algunos de estos modelos que hemos visto anteriormente? ¿Entonces, como obtiene beneficios ARM? La respuesta es sencilla. **ARM licencia sus diseños.**

Son las empresas interesadas en fabricar este tipo de microprocesadores RISC debido a sus virtudes (Véase 4.8.1), las que comprar las licencias las cuales permiten a esos fabricantes producir sus propios SoCs (System-on-chip) basados en los diseños de los microprocesadores de ARM.

Hay tres tipos principales de licencias que proporciona ARM:

4.8.8.1 CORE LICENSES

Estas licencias permiten a las empresas **hacer algo así como un 'branding' de esos diseños** (Por ejemplo: Cortex-A73, Cortex-A72, Cortex-A57, Cortex-A53, ...).

Consulta [aquí](#) las empresas que usan este tipo de licencia ARM

4.8.8.2 ARCHITECTURE LICENSE

Éstas son licencias pensadas para las empresas que quieren ir allá y realizar sus propios diseños, compatibles con el juego de instrucciones de cada nueva arquitectura ARM, pero con opciones específicas que el fabricante quisiera integrar.

Consulta [aquí](#) las empresas que usan este tipo de licencia ARM

4.8.8.3 MALI LICENSE

Esta es la licencia específica de ARM de su procesador gráfico integrado en el SOC

Si quieres saber más sobre cómo ARM consigue beneficios a través de sus licencias, consulta el siguiente enlace.

<http://www.anandtech.com/show/7112/the-arm-diaries-part-1-how-arms-business-model-works/2>

4.8.9. MICROPROCESADORES MÓVILES ACTUALES

Una vez visto todos los puntos anteriores y la forma en que ARM licencia sus diseños, podemos entender mucho mejor todo lo relacionado con los microprocesadores móviles actuales y sus características.

A continuación vamos a ver con detalle los modelos actuales de SoC de los distintos fabricantes más importantes. Para ello, accede al recurso del moodle de cada uno de ellos:

4.8.9.1 NVIDIA

<https://moodle.iesgrancapitan.org/mod/page/view.php?id=769>

4.8.9.2 QUALCOMM

<https://moodle.iesgrancapitan.org/mod/page/view.php?id=771>

4.8.9.3 SAMSUNG

<https://moodle.iesgrancapitan.org/mod/page/view.php?id=773>

4.8.9.4 MEDIATEK

<https://moodle.iesgrancapitan.org/mod/page/view.php?id=775>

5. EXPANSIÓN Y CONECTORES

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.

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.

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**

5.2.1. 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.

5.2.2. 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.

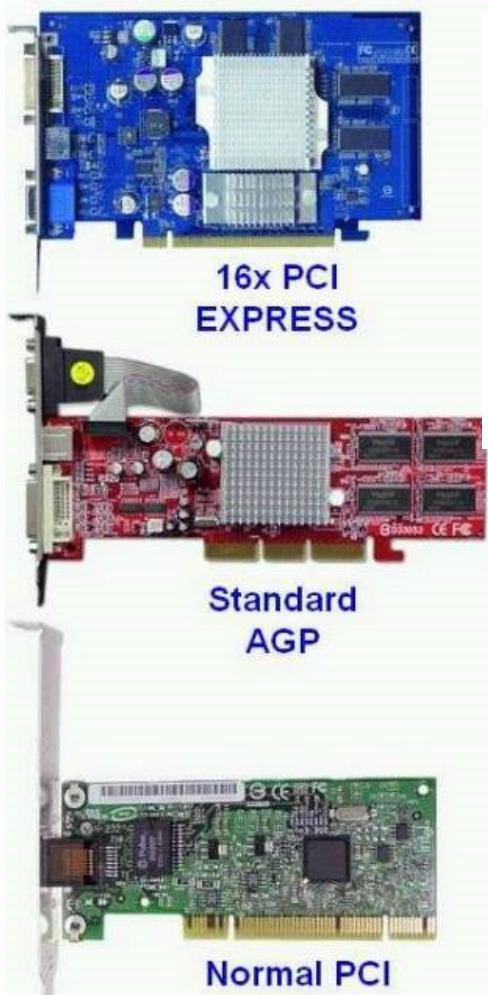


Ilustración 131. Comparativas de distintos puertos y sus tarjetas de expansión I

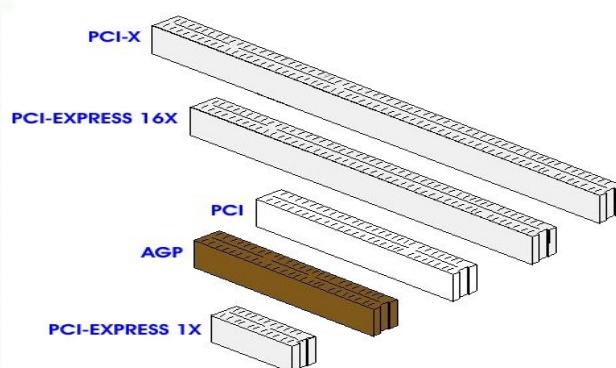


Ilustración 132. Comparativas de distintos puertos y sus tarjetas de expansión II

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.

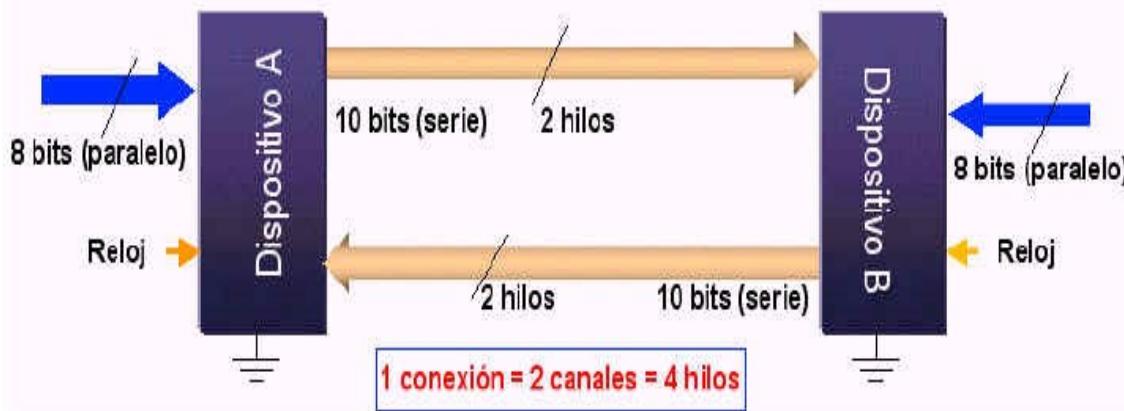


Ilustración 133. Arquitectura de una conexión punto a punto PCI-Express

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)

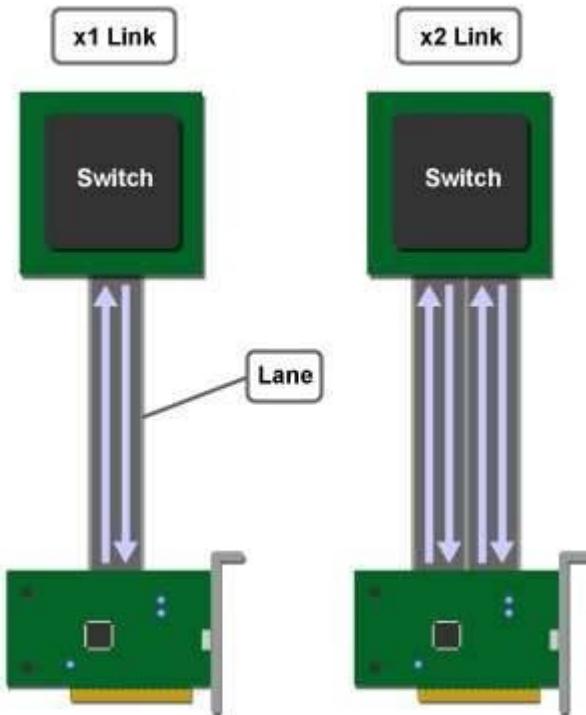


Ilustración 134. Ejemplo 1x y 2x conexiones punto a punto PCI-Express

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

PCI Express version	Introduced	Line code	Transfer rate ^[i]	Throughput ^[i]				
				×1	×2	×4	×8	×16
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 ^[ii]	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 que significa código en línea (line code) de la tabla anterior, visita este [enlace](#).

5.2.3. 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.

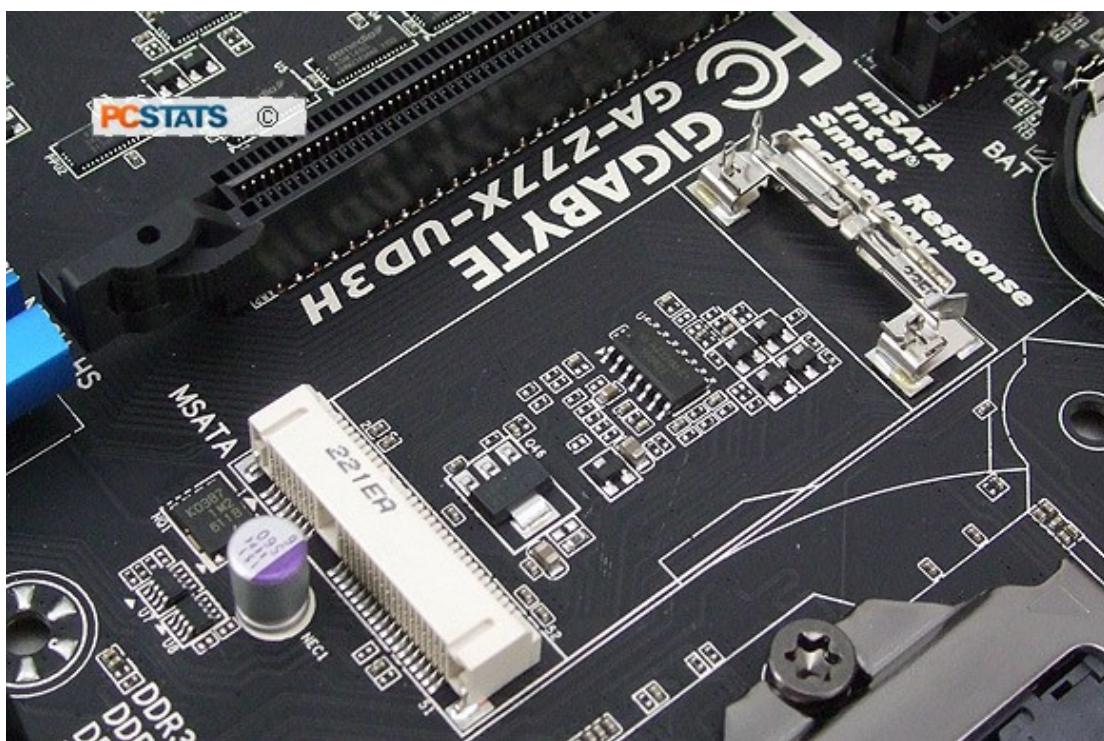


Ilustración 135. mSATA

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



Ilustración 136. Un SSD mSATA en la parte superior. Una unidad SATA de 2,5 pulgadas

5.2.4. M.2



Ilustración 137. 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.

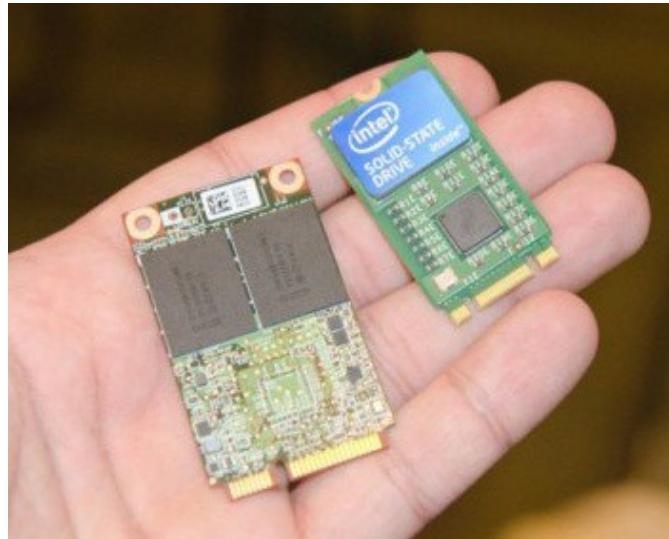


Ilustración 138. Comparación de un mSATA SSD(izquierda) y un M.2 SSD(derecha)

5.2.4.1 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.

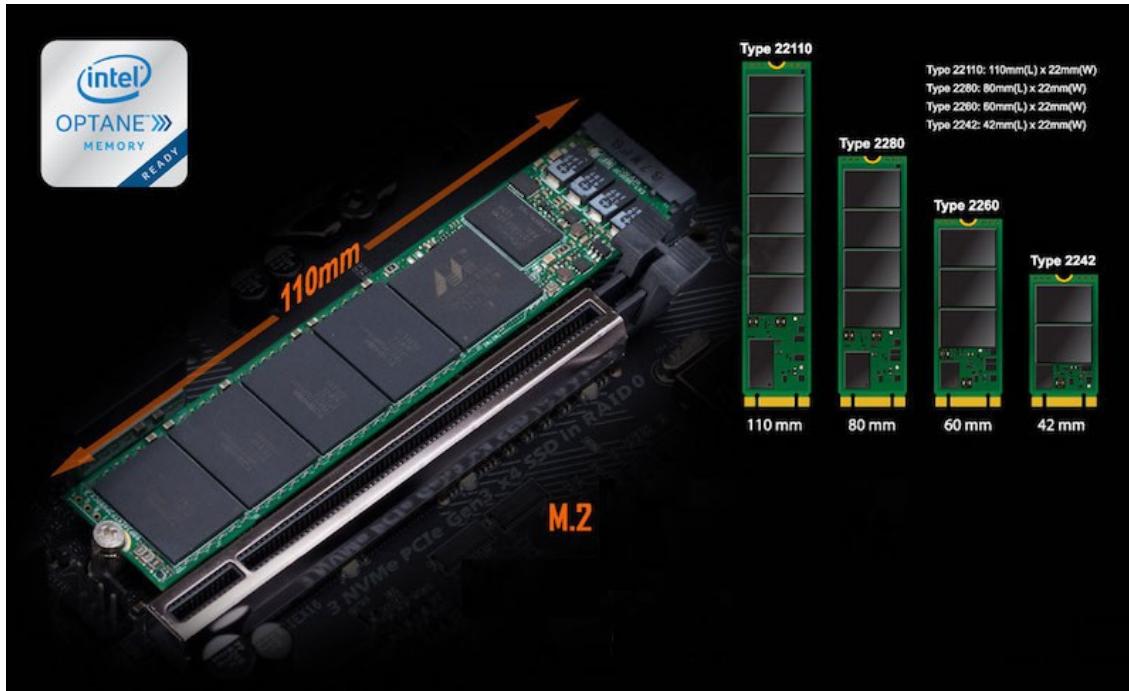


Ilustración 139. Diferentes modelos por tamaños M.2

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.

5.2.4.2 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 (PCI-Express).

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.

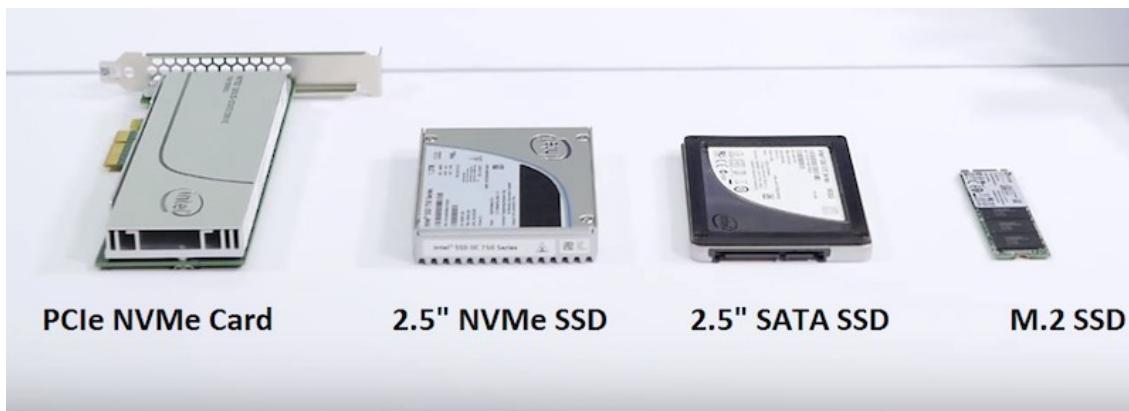


Ilustración 140. Diferentes tipos de SSD en función de su conexión

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/sg. 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 PCIe.

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*

5.2.4.3 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 -NVMe 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.

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.

5.3.1. 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.

5.3.1.1 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.

5.3.1.2 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.

5.3.2. SAS

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



Ilustración 141. 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 "scuzzy") 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 142. Servidores de almacenamiento que alojan 24 unidades de disco duro SAS por servidor

Versiónes 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**

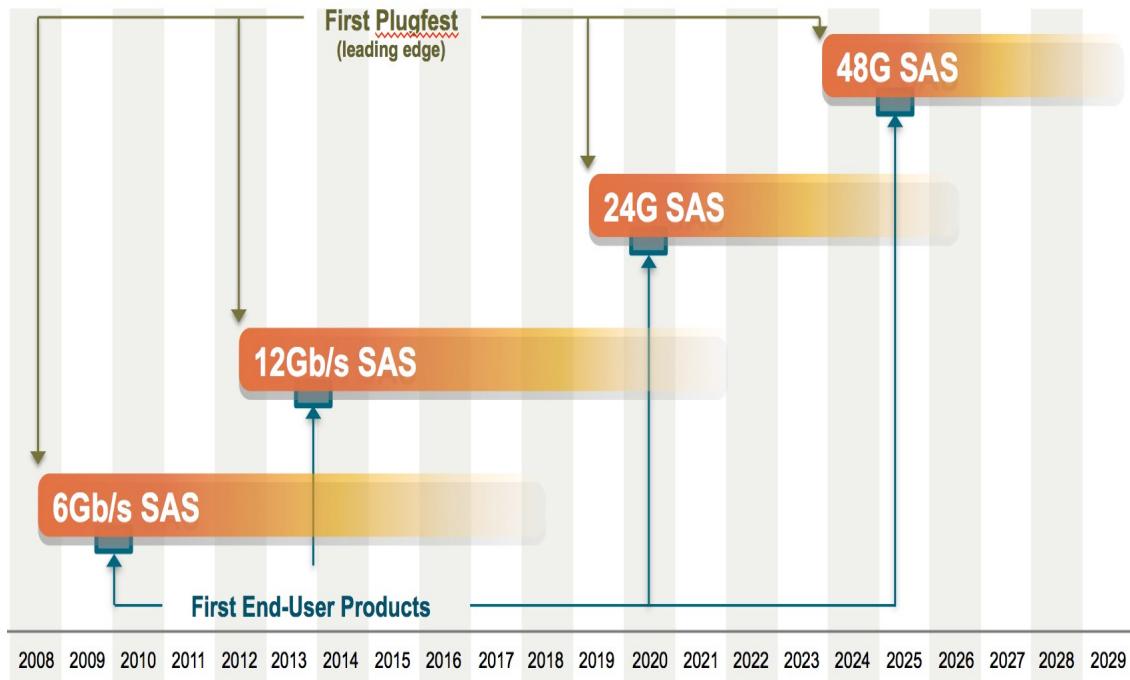


Ilustración 143. Roadmap de la tecnología Serial Attached SCSI (SAS)

5.3.3. 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 Pararell-ATA, P-ATA o también llamado IDE.

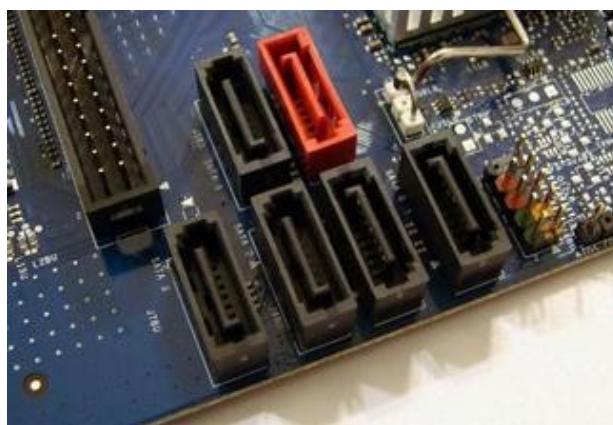


Ilustración 144. Puertos SATA

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 145. Conector de datos SATA



Ilustración 146. Conector de alimentación SATA

5.3.3.1 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

5.3.4. 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 147. 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

5.3.4.1 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**.

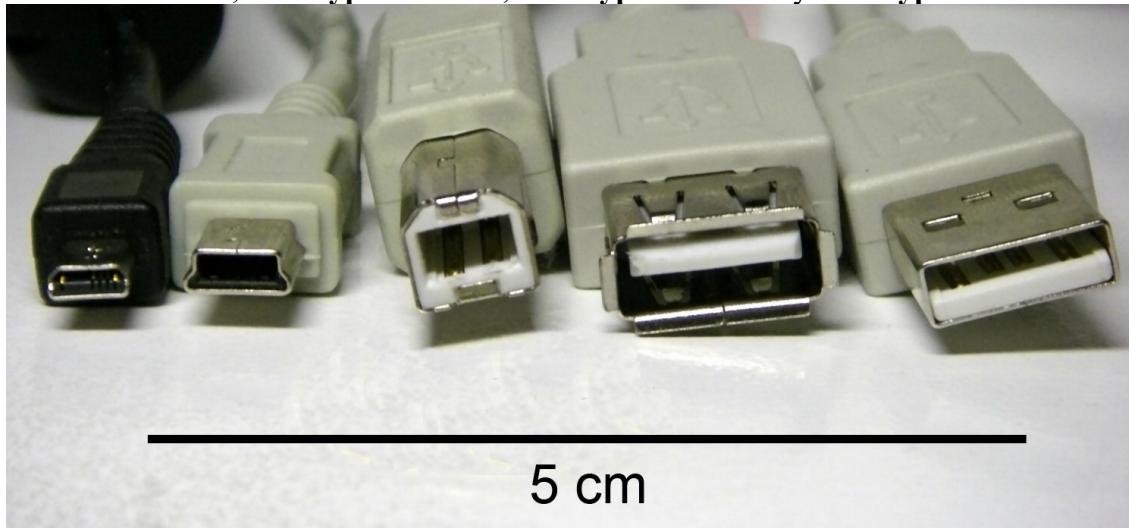


Ilustración 148. Distintos tipos de conectores USB

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

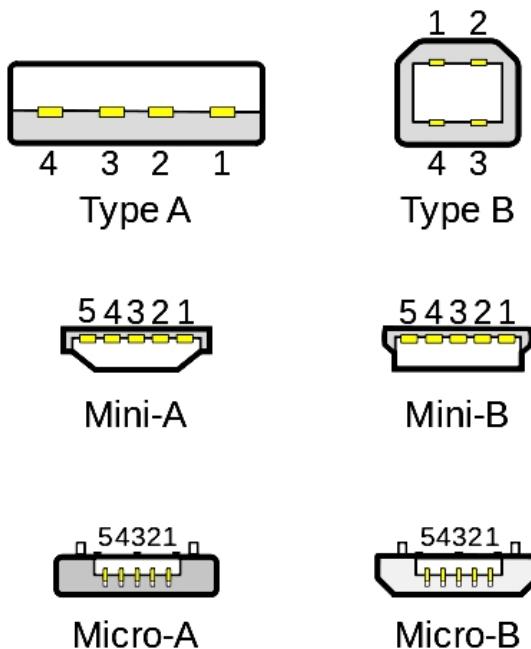


Ilustración 149. Dibujos de distintos conectores USB Type A y B

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

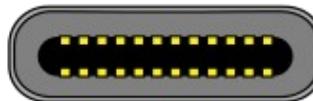
Utilizan la hembra en el dispositivo USB (función), y se utilizan en sistemas móviles (por ejemplo, tablets y smartphones). El Tipo B suele usarse generalmente en dispositivos móviles debido a su menor tamaño (mini USB y micro USB).

C) TYPE-C



Ilustración 150. 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 151. Puerto USB Type-C

5.3.4.2 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.

5.3.4.3 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.

5.3.4.4 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**.

5.3.5. THUNDERBOLT

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



Ilustración 152. 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 153. 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**.

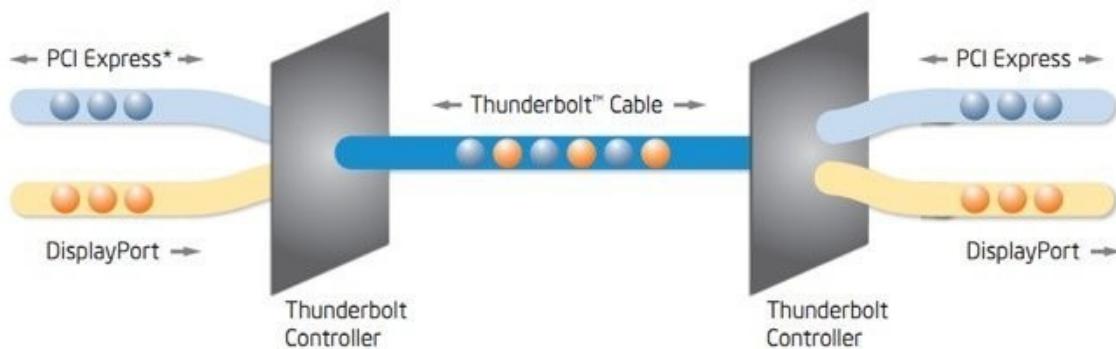


Ilustración 154. Arquitectura interna de Thunderbolt

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

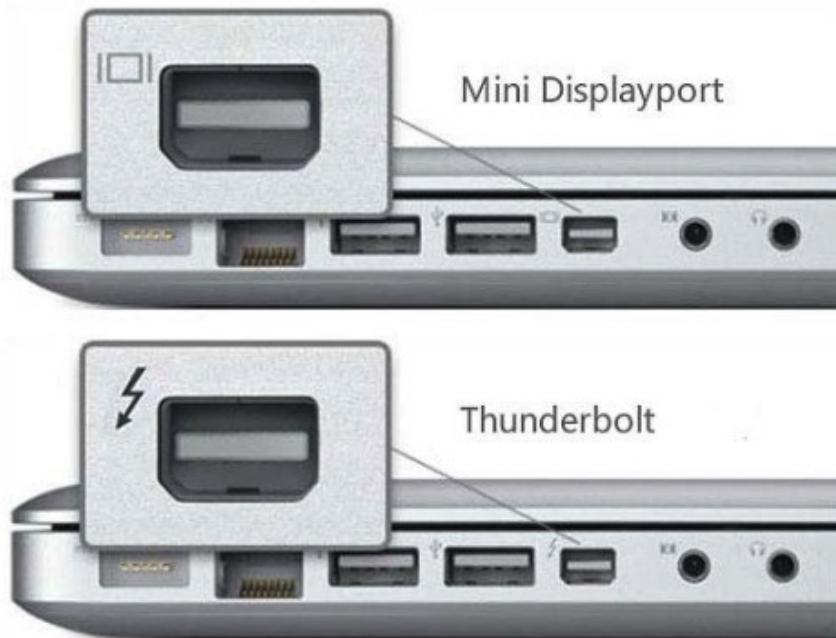


Ilustración 155. Puerto Thunderbolt y Mini Displayport

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

5.3.6. 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.



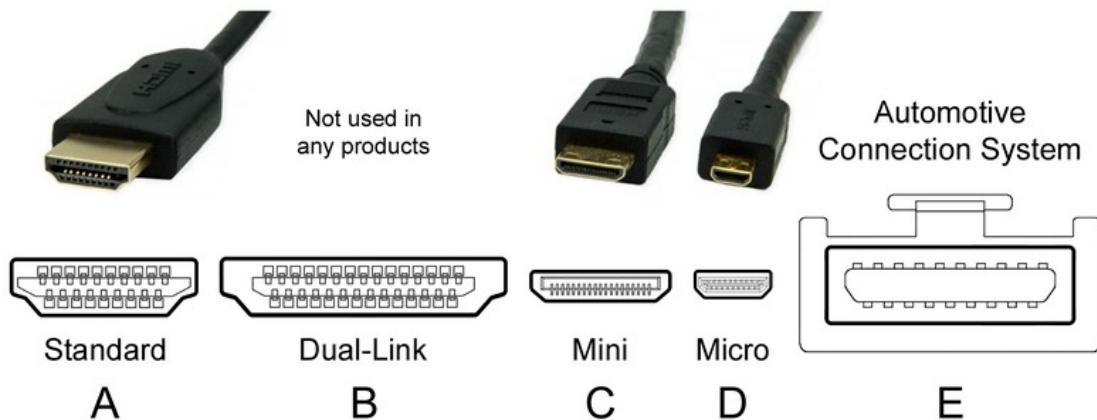


Ilustración 158. Tipos de conectores y puertos HDMI

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

5.3.6.1 HDMI 1.4

- **Tasa de transferencia de 10.2 Gbps**
- **Soporte para resoluciones 4K (4096×2160@24Hz) y UltraHD (3840x2160@30 Hz)**



Ilustración 159. 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

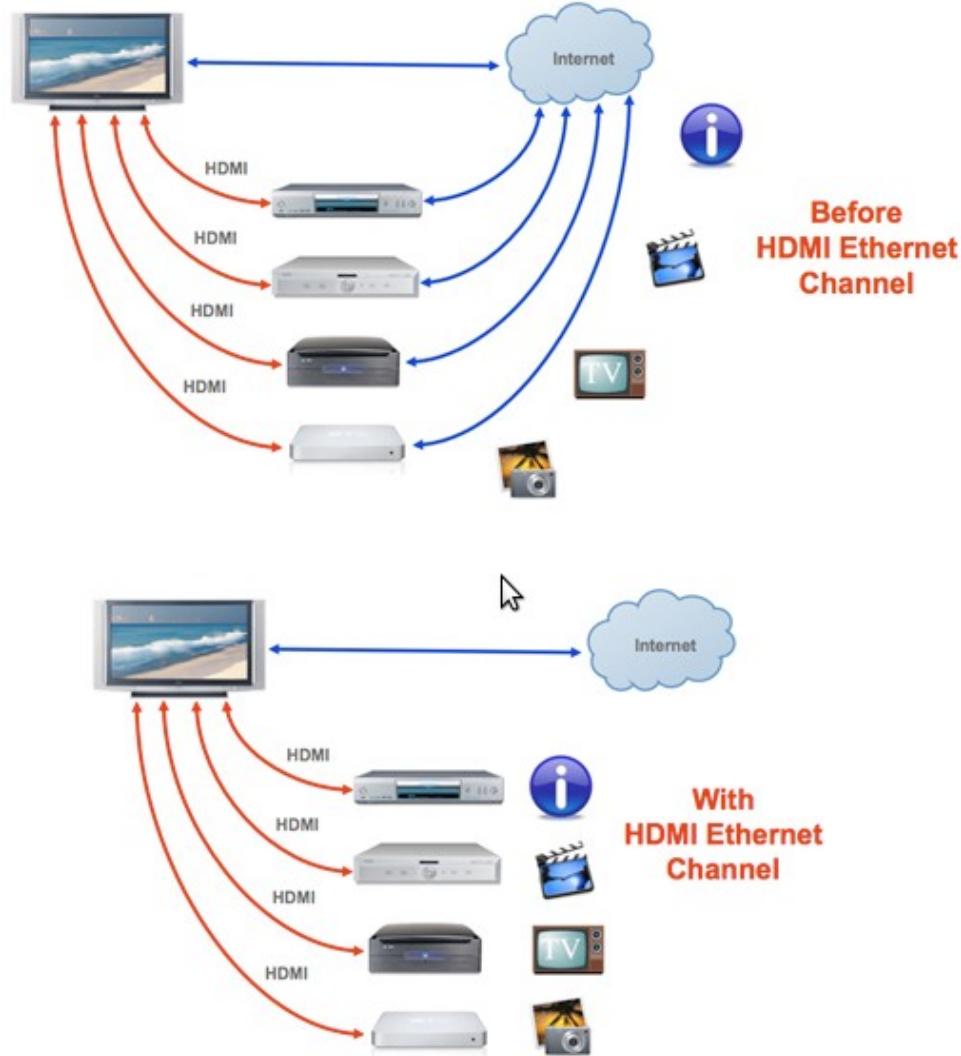


Ilustración 160. HDMI Ethernet Channel

- **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

5.3.6.2 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

5.3.6.3 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 161. 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).

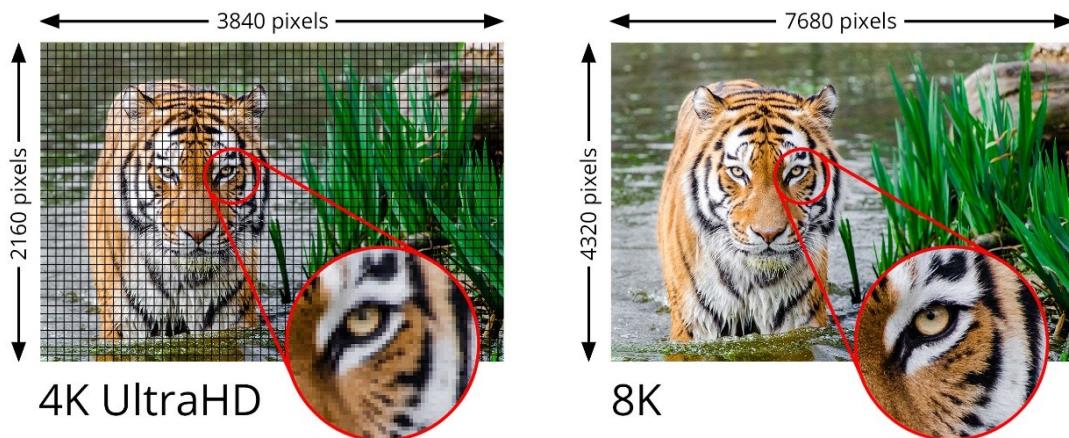


Ilustración 162. Resoluciones soportadas por HDMI 2.1

- **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 163. 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.

5.4 CONECTORES, PUERTOS Y OTROS BUSES

5.4.1. CONECTORES Y PUERTOS EXTERNOS

Todas las placas bases incorporan de manera habitual varios tipos de puertos y conectores, ya sean internos o externos.

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:

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).

Puertos PS/2: 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).

USB: Véase punto 5.3.3

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.

HDMI: Véase punto 5.3.6



Ilustración 164. Panel trasero de una placa base

Conektor 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 165. Distintos tipos de DVI

5.4.2. PUERTOS Y CONECTORES OBSOLETOS

Puertos serie: Estos dos puertos se suelen denominar COM1 y COM2. Conectores de tipo macho. El primero se usa habitualmente para ratones serie, mientras que el segundo queda libre para dispositivos como modems externos. Existen conectores serie externos de tipo DB9 y DB25 (de 9 y 25 patillas respectivamente). En placas antiguas, el COM1 era de tipo DB9 y el COM2 de tipo DB25. Actualmente, en todas las placas base ATX que llevan los puertos integrados, ambos suelen ser de tipo DB9.

Puerto paralelo: Para la conexión de dispositivos paralelos, generalmente impresoras. El conector es de tipo hembra con 25 pines agrupados en dos filas. Se denominan también LPT.

Puertos IEEE 1394 (FireWire): Es una norma dirigida a la conexión de dispositivos digitales como cámaras de vídeo. Surgió en su momento para aumentar la velocidad de las transferencias de datos por el puerto serie, es decir, para dar soporte a todos los dispositivos para los que el ancho de banda del bus USB 1.x no era suficiente. Fue sustituido por las nuevas versiones USB 2.0/3.0 y Thunderbolt.

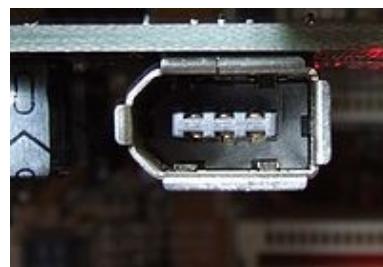


Ilustración 166. Puerto IEEE1394
FireWire

Conector VGA: Para la tarjeta gráfica, es un conector estándar para tarjeta gráfica. Consta de 15 pines agrupados en tres filas.

Conektor S-Video (In/Out): De forma redonda, tiene 4 o 7 pines según sea in o out.

From Computer Desktop Encyclopedia
© 2003 The Computer Language Co., Inc.

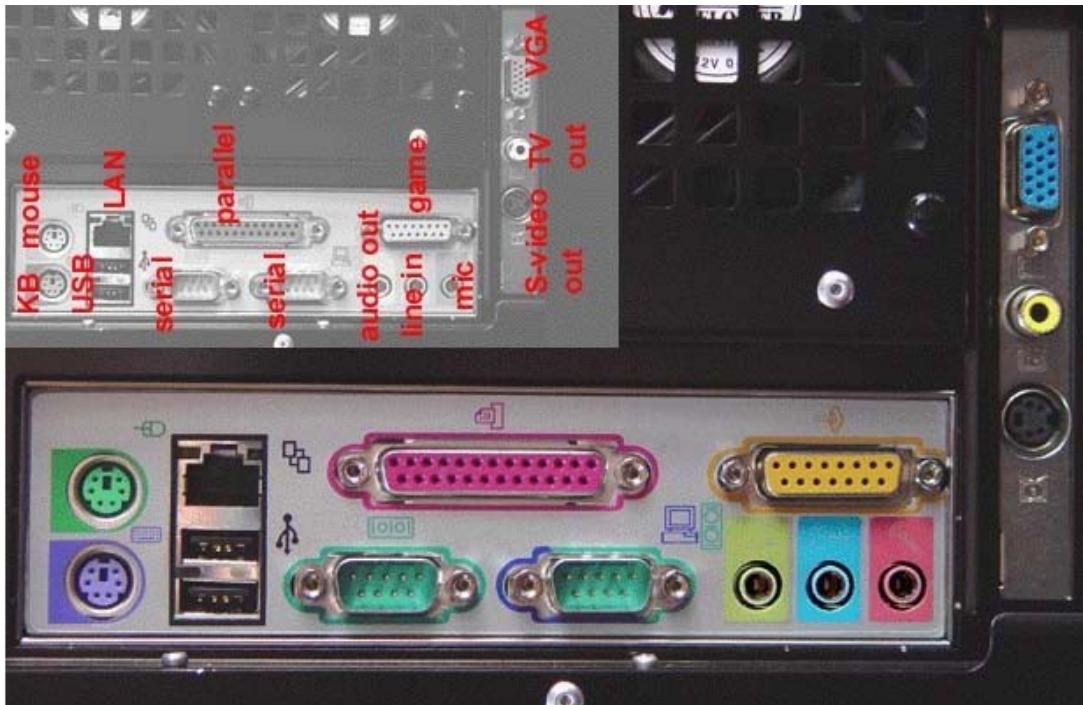


Ilustración 167. Panel trasero (obsoleto) de una placa base

6. ALMACENAMIENTO

6.1 CONCEPTOS BÁSICOS

Los discos duros son unidades de almacenamiento de datos que trabajan a una velocidad muy inferior a las de la memoria principal (RAM) y la caché. Su uso es necesario, ya que su capacidad es mucho mayor y permiten guardar los datos por un tiempo ilimitado y los datos no se pierden al quedarse sin alimentación. Durante la ejecución de un programa, el intercambio de datos entre la memoria principal y el disco duro es prácticamente continuo, en especial si se trata de una base de datos, o la reproducción de un archivo de gran tamaño.

El primer disco duro utilizado en un PC tenía una capacidad de almacenamiento de 10 MBytes. Fue en el IBM XT, un modelo avanzado de PC que IBM lanzó al mercado en 1983. Las diferencias son tremendas respecto a los discos duros actuales.

Hoy en día los discos son de Terabytes (Tbytes). Estas capacidades tan enormes se deben principalmente a la elevada densidad de grabación, posible gracias a la miniaturización.

Hoy en día, existen dos tipos de formatos de almacenamiento de disco duro, que son Discos Duros Magnéticos y los SSD

6.2 DISCOS DUROS MAGNÉTICOS

6.2.1. ESTRUCTURA DE UN DISCO DURO MAGNÉTICO

1. La geometría física

- Número de cabezas, cilindros y sectores (CHS)
- Los actuales discos duros generalmente ocultan esta geometría, debido a que la BIOS sólo puede manejar un determinado número de sectores por pista

2. La geometría lógica

- Cuando la BIOS/UEFI detecta la geometría de un disco duro, lo que realmente, detecta son los parámetros lógicos, es decir, los parámetros que el fabricante ha grabado en el disco duro
- La controladora hace la traducción entre la geometría lógica y física, que es la que entiende la BIOS/UEFI

6.2.1.1 LA GEOMETRÍA FÍSICA

Un disco duro magnético está formado por una serie de discos o platos apilados unos sobre otros dentro de una carcasa impermeable al aire y al polvo. Son de aluminio y van recubiertos de una capa de material con propiedades magnéticas: óxido de hierro o, actualmente, cobalto.



Ilustración 168. Geometría física de un disco duro magnético

Cada disco tiene dos caras y a cada una de ellas le corresponde una cabeza de lectura/escritura soportada por un brazo. En la práctica, estos brazos situados entre dos platos contienen dos cabezas de lectura/escritura, es decir, una cabeza por cada cara

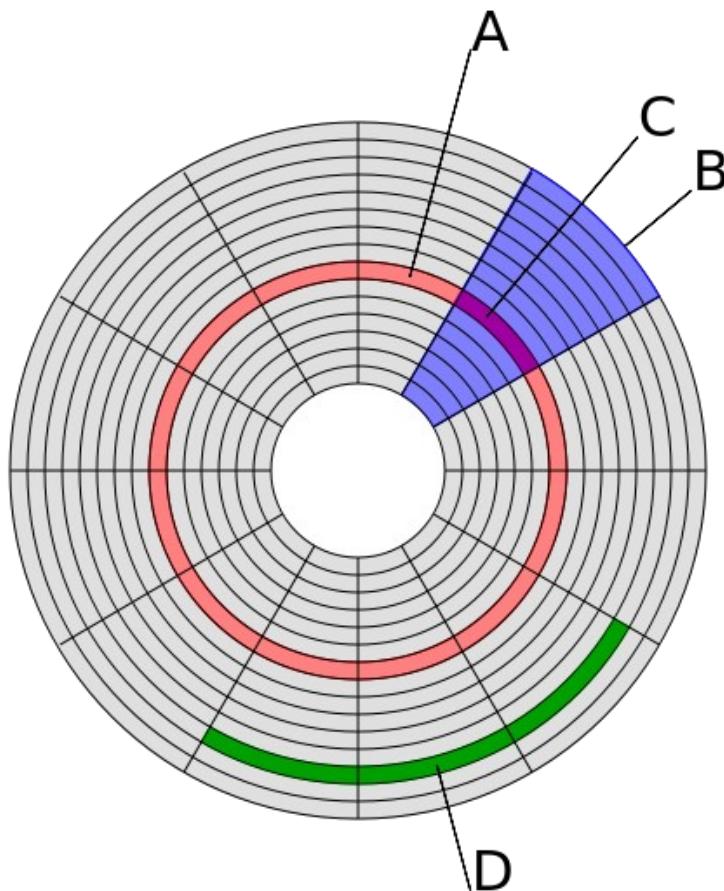


Ilustración 169. Estructura de disco un plato de un disco duro I

Leyenda:

- (A) una pista (roja),
- (B) un sector geométrico (azul),
- (C) un sector de disco de una pista (magenta),
- (D) un grupo de sectores o clúster (verde).

La superficie de los platillos se divide en **pistas** concéntricas numeradas desde la parte exterior empezando por la pista número 0. Cuántas más pistas tenga un disco de una dimensión determinada, más elevada será su densidad, y por tanto, mayor será su capacidad.

Todas las cabezas de lectura/ escritura se desplazan a la vez, por lo que es más rápido escribir en la misma pista de varios platillos que llenar los platillos uno después de otro. El conjunto de pistas del mismo número en los diferentes platillos se denomina **cilindro**. Así por ejemplo, el cilindro 0 será el conjunto formado por la pista 0 de la cara 0, la pista 0 de la cara 1, la pista 0 de la cara 2, la pista 0 de la cara 3, etc. Un disco duro posee, por tanto, tantos cilindros como pistas hay en una cara de un platillo.

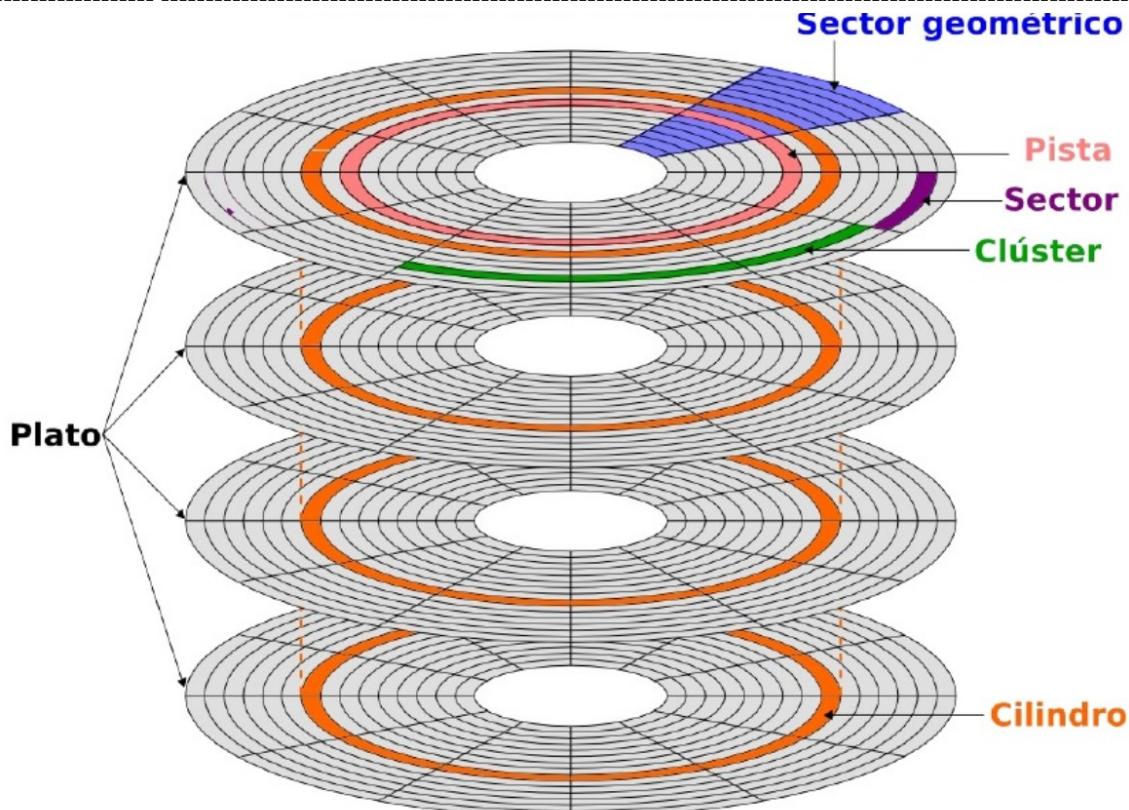


Ilustración 170. Estructura de disco un plato de un disco duro II

Cada pista está dividida a su vez en segmentos llamados **sectores**. Todas las pistas de un mismo disco, independientemente que sean más exteriores o interiores, tienen el mismo número de sectores. **Un sector es la mínima unidad de información direccionable en un disco duro.** Estos sectores poseen varios tamaños: los situados más cerca del centro son más pequeños que los del exterior, aunque almacenan, sin embargo, la misma cantidad de datos, **512 bytes**. La **densidad de grabación**, pues, es mayor en los sectores internos que en los externos.

Un cluster es una agrupación de sectores. Es la mínima unidad de lectura o escritura, a nivel lógico del disco. Es decir, cuando grabamos un archivo estamos empleando un cluster completo por lo que si la cantidad de información que se va a grabar es inferior al tamaño del cluster se pierde espacio en disco (slack space)

6.2.1.2 LA GEOMETRÍA LÓGICA

Inicialmente, el direccionamiento de los sectores de un disco duro magnético era físico y se realizaba a través de CHS(Cylinder-Head-Sector) – *Cilindro-Cabezal-Sector en español* – mediante la interrupción IRQ13H (19 en notación decimal). Esta interrupción utilizaba 24 bits para determinar la zona del disco duro a la que se va a acceder:

- 10 bits para especificar el número de cilindro, lo que permite un total de 1.024 cilindros.
- 8 bits para especificar el número de cabeza, lo que permite un total de 256 cabezas.
- 6 bits para indicar el número de sector, lo que permite un total de 63 sectores.

Combinando estos parámetros, obtenemos que la BIOS puede soportar discos que contengan un máximo de 16,5 millones de sectores, con 512 bytes por sector, lo que supone un máximo de información de aproximadamente 7,8 GB:

$$1024 \times 256 \times 63 \times 512 B = 8.455.716.864 Bytes = 7,8 GBytes \text{ aprox.}$$

Este es el límite del direccionamiento CHS Como la capacidad de los discos crecía de forma imparable, pronto se hizo necesario sobreponer también el límite de los 7,8 GB de la interrupción 13h de la BIOS. Para esto se ideó un sistema denominado **LBA (Logical Block Addressing) – Geometría lógica** -que implica un sistema radicalmente distinto de direccionar los clusters o sectores.

En lugar de direccionar en términos geométricos físicos (Cilindro, Cabeza y Sector), se hace un direccionamiento más similar al que se hace con la memoria principal asignando a cada sector un número único, Número de Sector. Para ello se numeran 0, 1, 2, ... N-1, donde N es el número total de sectores del disco. La BIOS/UEFI detectan sistemas LBA y disponen de la traducción adecuada para pasar de la geometría CHS a directamente un número de sector. A estos programas (software) generalmente se les conoce como gestores de discos (Disk Managers). Estos programas se instalan en el sector de arranque del disco duro.

Inicialmente se usaban 24 bits para numerar sectores y después con la **LBA48** se amplia a 48 lo que da una posibilidad de direccionar discos de hasta 144 PetaBytes (2⁴⁸ sectores x 512Bytes)

6.2.2. CAPACIDAD DE UN DISCO DURO

La densidad de grabación hace referencia a la separación que existe en los bits de información almacenados en el disco duro. Mientras mayor sea la densidad de grabación, mayor cantidad de datos se podrán almacenar en una misma superficie. Existen dos formas de conseguir una mayor densidad de datos:

- Almacenando los bits más juntos unos de otros
- Haciendo que la distancia entre pistas sea menor, con lo que se consiguen introducir más pistas en un mismo plato aumentando así la capacidad de almacenamiento.

La densidad de grabación en un disco duro se mide en bits por pulgada (BPI, Bits Per Inch) y la densidad de pistas en cada plato se mide en pistas por pulgada (TPI, Tracks Per Inch). Multiplicando ambos factores se obtiene la densidad de área que generalmente se mide en bits por pulgada cuadrada (BPSI, Bits Per Square Inch).

El hecho de que la **densidad de grabación** es mayor en los sectores internos que en los externos nos llevaría a preguntarnos por qué no se aumenta la capacidad de los discos colocando más sectores en las pistas exteriores que en las interiores. La respuesta es simple: porque hasta ahora no ha merecido la pena obtener ese aumento de capacidad a cambio de una organización más complicada de la información. Es más fácil controlar pistas que tienen todos un mismo número de sectores que aquellas en las que el número de sectores varía dependiendo de la posición de la misma. Los discos duros más modernos que utilizan un procedimiento denominado Zone-bit-recording colocan un número de sectores distintos en función del diámetro de la pista.

La **capacidad neta** de un disco duro viene dada por la siguiente fórmula:

$$\text{Capacidad} = \text{Bytes por sector} \times \text{Nº de sectores} \times \text{Nº de cilindros} \times \text{Nº de cabezas}$$

6.2.3. FUNCIONAMIENTO DE UN DISCO DURO

Al igual que los disquetes, los discos duros magnéticos constan de cuatro componentes principales: **el motor de impulso, los cabezales de lectura y escritura, el motor paso a paso y los circuitos de control.**

Además los discos cuentan con una **tarjeta controladora** para controlar el funcionamiento del motor y gestionar la forma en que se graba y lee la información,. Dicha controladora se suele alimentar a 5 voltios, mientras que el motor lo hace a 12 voltios. De ahí que el conector de alimentación tenga cuatro cables: uno de 5 y otro de 12 voltios con sus respectivas masas.

Observa los siguientes videos para entender mejor el funcionamiento de un disco duro magnético

<https://moodle.iesgrancapitan.org/mod/page/view.php?id=795>

En la parte inferior del disco duro se encuentra una tarjeta de circuito impreso (circuitos de control) que recibe las órdenes de la controladora de la unidad, la cual es controlada a su vez por el sistema operativo. Esta tarjeta provoca el movimiento de las cabezas de lectura/escritura a través de la superficie de los platillos. La cabeza de lectura/escritura se mueve del borde exterior del disco hacia el anillo central, deteniéndose sobre la pista que contiene la información que necesita el ordenador. Una vez en la posición adecuada, la cabeza espera a que el sector correcto de la pista se encuentre debajo de ella y a continuación lee o escribe datos a medida que éste pasa por debajo.

Escritura: Las cabezas escriben en los discos los datos procedentes del controlador de disco alineando las partículas magnéticas sobre las superficies de los discos. Si la alineación es en la misma dirección representa un 0 y en distinta un 1.

Lectura: las cabezas leen los datos mediante la detección de las polaridades de las partículas ya alineadas.

Por otro lado, la tarjeta controladora también asegura que el eje de esos platillos tenga una velocidad constante que se mide en giros o revoluciones por minuto (r.p.m) e informa a la unidad de cuándo debe leer o escribir sobre el disco.

El motor paso a paso coloca y empuja el grupo de brazos o cabezales de lectura/escritura sobre las superficies de los platillos con gran precisión. Alinea las cabezas y las pistas que están formadas por círculos concéntricos en la superficie de los platillos. Los cabezales de lectura/escritura incluidos en los extremos de los brazos en movimiento avanzan al unísono a través de la superficie de los platillos giratorios del disco duro.

Las cabezas escriben la información procedente del controlador de disco en los platillos, alineando las partículas magnéticas en la superficie de éstos. También se encargan de leer la información y detectan las polaridades de las partículas que ya fueron alineadas. Cuando el usuario o el software pide al sistema operativo que lea o escriba un determinado sector del disco, el sistema operativo ordena a la controladora del disco duro que mueva los cabezales de lectura/ escritura sobre la pista que contiene ese sector. Los cabezales sólo tienen que esperar a que ese sector pase exactamente por debajo de ellos, para leer o escribir sobre él.

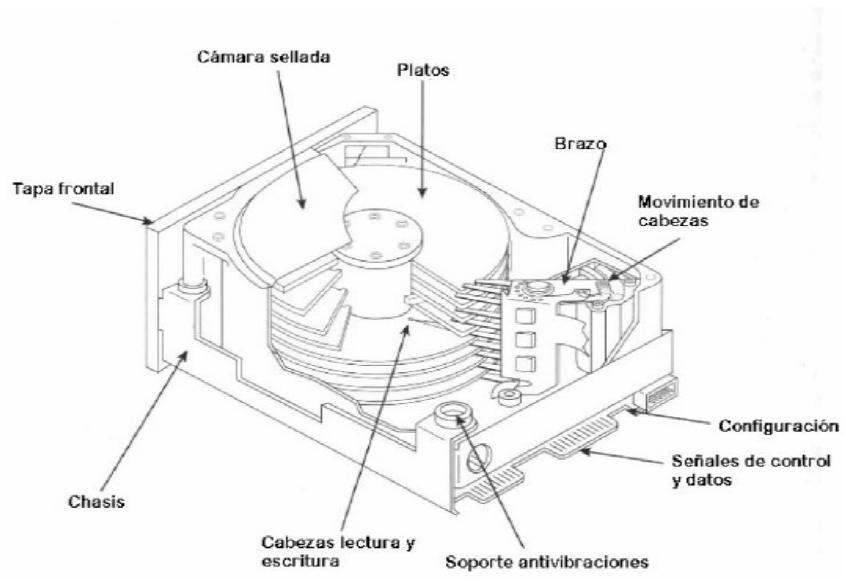


Ilustración 171. Interior de un disco duro

6.2.3.1 TIEMPO DE ACCESO (ACCESS TIME)

El tiempo de acceso a los datos es la combinación del tiempo de búsqueda de la pista, el tiempo de intercambio de cabezas y la latencia rotacional necesaria hasta llegar al sector deseado.

Cuando se pretende leer la información de un determinado sector, el primer paso consiste en mover la cabeza de lectura hasta la pista (cilindro) donde se encuentra dicho sector. Esta búsqueda lleva un tiempo que se conoce como **tiempo de búsqueda** y su duración dependerá en cada caso de dónde esté situada la cabeza de lectura con respecto a la pista que se pretende encontrar. Los programas que miden este tiempo, toman como medida de referencia el tiempo requerido para recorrer un tercio del disco. A esto se le denomina **tiempo de búsqueda medio**.

Una vez que se está en la pista (cilindro) correcta, hay que encontrar el sector concreto que pretendemos leer; dicho proceso conlleva un tiempo conocido como **latencia rotacional**. Puede ser 0 si la cabeza se encuentra justo sobre el sector que se busca, o bien, en el peor de los casos, hay que esperar toda una vuelta. La medida de referencia que se toma es el **periodo de latencia medio**, es decir, lo que se tarda en dar media revolución.

La suma del tiempo de búsqueda medio más el periodo de latencia medio es conocido como tiempo de acceso y es el proporcionado por el fabricante del disco duro. Suele ser del orden de milisegundos.

$$\text{Tiempo de acceso} = \text{Tiempo búsqueda medio} + \text{Latencia rotacional media}$$

6.2.3.2 VELOCIDAD DE ROTACIÓN (RPM)

Este es uno de los parámetros que como hemos visto anteriormente determina el tiempo de acceso de un disco duro, y por tanto su velocidad de transferencia de datos. Los primeros discos duros giraban todos a una velocidad de 3.600 revoluciones por minuto. Actualmente existen en el mercado discos duros de 7200rpm y 10500rpm

6.2.3.3 TASA O VELOCIDAD DE TRANSFERENCIA (TRANSFER RATE)

La velocidad o tasa de transferencia determina **cuántos datos pueden leerse o escribirse en el disco duro en un periodo determinado de tiempo**. Es decir, la cantidad de datos que se transmiten entre el disco duro y el resto del ordenador. Esta velocidad se mide en MegaBytes por segundo.

6.2.3.4 MEMORIA CACHE DEL DISCO (TAMAÑO DEL BUFFER)

Es una memoria que va incluida en la controladora interna del disco duro, de modo que todos los datos que se leen y escriben a disco duro se almacenan primeramente en el buffer. Podemos decir que una caché amplia en un disco duro es absolutamente imprescindible.

6.3 DISCOS DUROS SSD

Desde el 2003 existen en el Mercado las unidades de almacenamiento llamados **SSD (Solid State Drive)**. Es un tipo de dispositivo de almacenamiento de datos que utiliza **memoria no volátil**, como la **memoria flash**, para almacenar datos, en lugar de los platos o discos magnéticos de las **unidades de discos duros (HDD)** convencionales.

En comparación con los discos duros tradicionales, las unidades de estado sólido son menos sensibles a los golpes al no tener partes móviles, son prácticamente inaudibles, y poseen un menor tiempo de acceso y latencia, lo que se traduce en una mejora del rendimiento exponencial en los tiempos de carga de los sistemas operativos. En contrapartida, su vida útil es muy inferior, ya que tienen un número limitado de ciclos de escritura, pudiendo producirse la pérdida absoluta de los datos de forma inesperada e irrecuperable (aunque este aspecto está mejorando mucho actualmente. Véase punto 6.3.2)

La mayoría de las SSD utilizan **memoria flash basada en puertas NAND**, que retiene los datos sin alimentación eléctrica. [Ve al enlace si quieres ampliar la info](#)

Son muchas las mejoras de SSD con respecto al disco duro tradicional:

- Arranque del sistema; pasarás de tener un sistema que arranca en varios minutos a un sistema que arranca en cuestión de segundos.
- Suspensión del equipo y despertar del mismo será un proceso casi instantáneo.
- Mejora en productividad; los programas se abren más rápido, los juegos cargan antes, etc.
- Transferencia de archivos.
- Menor consumo energético, algo a destacar en portátiles, ya que mejora de más de 30 minutos de autonomía.
- Menor peso, punto importante también en portátiles.

- Menor calor producido.
- Sin vibraciones ni ruido.
- Mejor resistencia a pequeños golpes y a magnetismo.

6.3.1. TIPOS DE MEMORIAS NAND FLASH SSD

Generalmente, es verdad que cualquier usuario que sustituya su disco duro mecánico por un SSD, va a ver un incremento más que apreciable en el rendimiento de su sistema. Sin embargo, no todas las memorias NAND Flash que hay en el mercado son iguales. Hoy os enseñaremos las diferentes que podemos encontrar actualmente en nuestros SSD. Las clasificamos dependiendo de dos factores: Número de capas y Número de bits por celda.

6.3.1.1 MEMORIAS NAND POR CAPAS

1. 2D NAND

Son memorias SSD que almacenaban la información en forma de pila y **según el voltaje de la celda podías saber si estaba completa o no**.

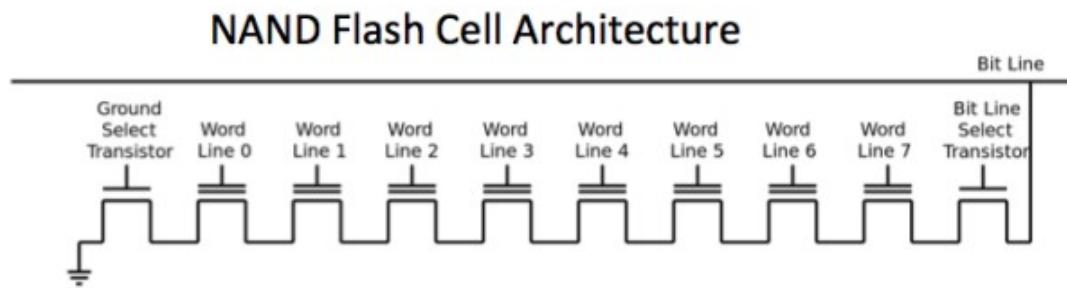


Ilustración 172. Arquitectura de una celda flash NAND

A medida que aumentaba el uso de esta tecnología, los fabricantes buscaban la forma de aumentar la capacidad de sus memorias y reducir los costes, para ello iban contrayendo cada vez más las conexiones entre las celdas. Contrajeron tanto los módulos que llegó un momento en el que las celdas no podían ser manejadas debido a la proximidad entre ellas.

2. 3D NAND

El coste de un semiconductor es proporcional al tamaño de su die. Por lo que los fabricantes buscaban poder contener un mayor número de celdas o transistores en ellos, ya que así conseguirían reducir gastos. La principal diferencia entre el 2D NAND y el 3D NAND es que, **si antes las celdas se conectaban de forma horizontal, ahora lo hacen de forma vertical**. Esto permite la conexión de un mayor número de transistores en un mismo espacio.

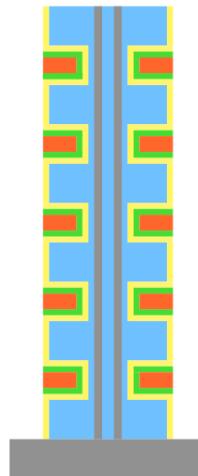


Ilustración 173.
Arquitectura
multicapa de una
celda flash NAND

Si colocamos el mismo conjunto de celdas en vertical formando una U conseguiremos un formato mucho más pequeño con la misma funcionalidad y, lo que es mejor, podremos seguir añadiendo transistores en el fondo del die. La primera memorias flash 3D NAND fue de Samsung (V-NAND), esta contaba con 24 capas que poco a poco la tecnología ha dejado aumentar hasta las 96 que ya se han alcanzado.

Con esta tecnología se ha conseguido prescindir de tener que aumentar en gran medida el tamaño del die para conseguir mejores capacidades. En estas memorias se ha expandido el uso de celdas TLC que permiten un mayor número de bits (siguiente punto).

6.3.1.2 MEMORIAS NAND POR NUMERO DE BITS POR CELDA

1. Memoria SLC (Single Layer Cell)

Este tipo de memoria NAND Flash es la más antigua del mercado. Cada una de las células de memoria es capaz de almacenar tan solo un bit de información (ya sea un 1 o un 0). Por tanto, es la que menos desgaste tiene de todos los tipos de memoria y la más rápida a la hora de acceder y grabar datos en su interior, pero también es la que requiere mayor cantidad de espacio físico en la unidad para almacenar una cantidad apreciable de datos.

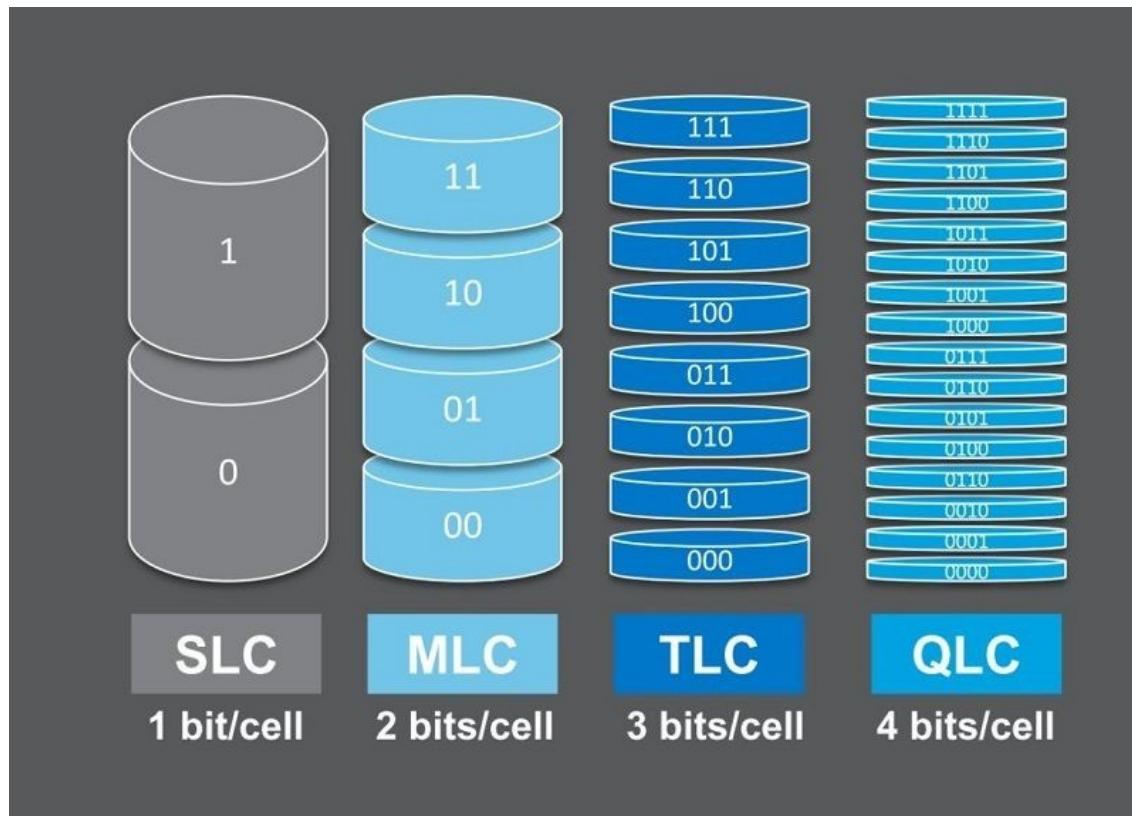


Ilustración 174. Memorias NAND por número de bits por celda

2. Memoria MLC (Multi Layer Cell)

Por su lado, este tipo de memoria NAND Flash es la que comenzó a popularizar los primeros SSD entre los usuarios porque su precio era sensiblemente inferior al de los SSD que empleaban memoria SLC. Esta NAND es capaz de **almacenar dos bits de información en cada celda**, lo cual implica que el espacio físico para almacenamiento en el SSD aumentó bastante pero, a la par, disminuyó la resistencia de las células.

3. Memoria TLC (Triple Level Cell)

Cada célula es capaz de almacenar hasta tres bits de información en su interior. Lo bueno que admite este tipo de memoria NAND es que la cantidad de espacio disponible para el almacenamiento también aumenta de la misma manera, consiguiendo un abaratamiento de la realción Gb/€.

4. Memoria QLC (Quad Layer Cell):

Esta memoria es una evolución de la memoria TLC y tiene, por tanto, las mismas virtudes y defectos que ella, algo peor dado que estas memorias son capaces de almacenar hasta **cuatro bits por celda**. Es cierto que gracias a las nuevas tecnologías de corrección de errores y de nivelación del desgaste el número de ciclos de uso es cada vez mejor. No obstante la durabilidad siempre será menor, ya que la celda se reescribe más veces

NAND flash characteristics

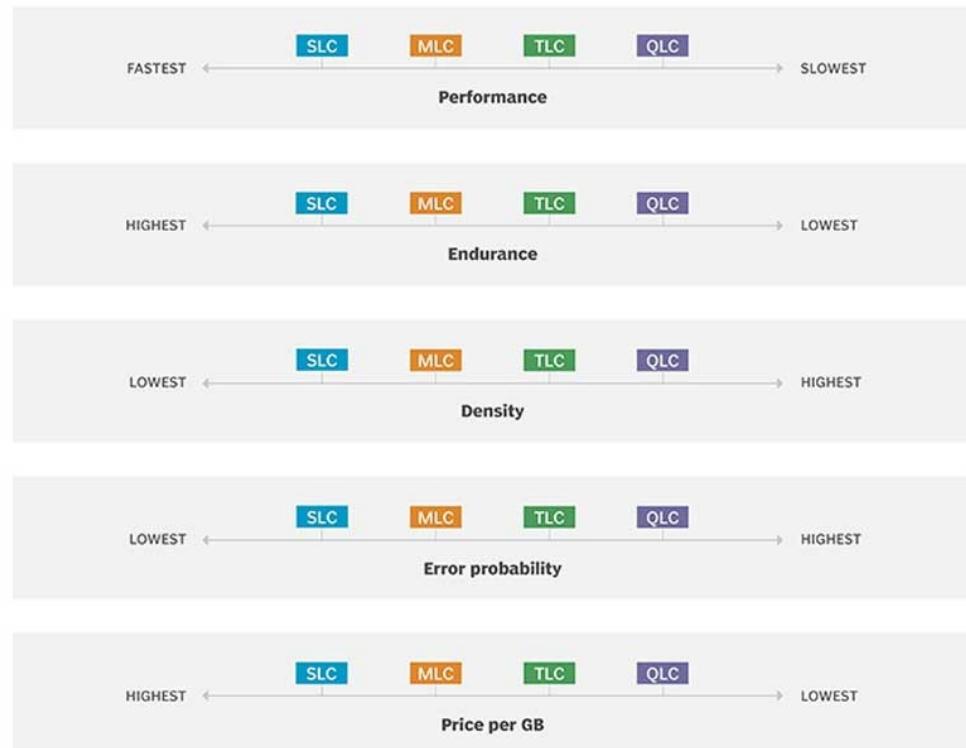


Ilustración 175. Diferencias entre las características de las memorias flash NAND por número de bits por celdas

5. Memoria OLC (Octa-Level Cell)

Estas memorias permitirán, por tanto, **almacenar un byte entero por celda** (un 100% más de densidad que QLC), y se saltarán todo lo que se esperaba de la Ley de Moore con respecto a los SSD en los próximos años, ya que el futuro pasa por **memorias 3D NAND de 72 y 96 capas**, pudiendo llegar a 140 en el futuro

6.3.2. FIABILIDAD DE LAS MEMORIAS NAND FLASH SSD

Las memorias NAND flash utilizadas son mucho más rápidas que los discos duros tanto en lecturas como escrituras, aunque en su diseño hay que tener en cuenta que esas células **pueden ser programadas y borradas (P/E) un número limitado de veces**. Esta descripción es importante porque cuando se escriben datos a una célula NAND se deben borrar los datos previos antes de poder guardarlos en la celda destino.

Aunque los llamados ciclos P/E son una forma importante de medir la fiabilidad de las unidades SSD, en realidad hay otros factores que afectan a esos ciclos de vida. **Veamos los tres más importantes:**

- **Ciclos P/E:** al realizar escrituras en un SSD los datos se escriben y luego se borran para ser reescritos. El número de ciclos P/E que soportan las unidades SSD es muy variable, y típicamente se sitúa entre los 500 y los 100.000.
- **TBW:** esta magnitud, acrónimo de "TeraBytes Written" (Terabytes escritos) indica el número total de datos que se pueden escribir en una unidad SSD antes de que empiece a presentar errores. En una unidad como la [Samsung 970 EVO](#) se indica cómo por ejemplo se estiman 150 TBW para modelos de 250 GB, 300 TBW para los de 500 GB, 600 TBW para el de 1 TB y 1.200 TBW para el modelo de 2 TB. Estas unidades tienen una garantía de 5 años o del TBW especificado, lo que antes ocurra.
- **MTBF:** (o Mean Time Between Failures) es la medida de fiabilidad que indica normalmente cuántas horas pasan antes de que se pueda producir algún fallo en la unidad. En un disco duro el MTBF suele rondar las 300.000 horas, mientras que en una unidad SSD ese MTBF es de normalmente 1,5 millones de horas. No es el tiempo que puede durar la unidad, sino el tiempo medio que podemos esperar antes de que se produzca un fallo en la unidad.

Estas magnitudes ayudan a entender cómo de fiable es una unidad, y probablemente **la más clara para los usuarios es esa TBW** que revela la enorme cantidad de datos que deberíamos escribir antes de que la unidad se degrade.

Si por ejemplo pensamos en ese dato de los 150 TBW para una unidad de 250 GB, **tendríamos que escribir más de 80 GB al día durante todo un año** para alcanzar esos límites de los que habla Samsung, una cantidad que raramente se produce en usuarios convencionales.

Lo normal, de hecho, es que estas unidades alcancen una vida útil muy por encima de las especificaciones que marca el fabricante, ya que las pruebas y datos que trasladan esos fabricantes son prácticamente casos pesimistas.

Lo demuestran análisis detallados como el que realizaron los responsables de [Heise Online](#), una reputada publicación alemana en 2016 que mostró cómo tras un año de programar lecturas y escrituras en diversas unidades SSD el comportamiento de todas ellas **excedió las expectativas**.

En sus pruebas hasta las peores unidades eran capaces de multiplicar por 2,5 veces el dato de TBW del fabricante, pero en unidades como las Samsung SSD 850 PRO la cosa fue a más: **lograron escribir 9,1 Petabytes de datos, 60 veces más que el TBW que ofrecía Samsung**. Es normal que unidades de ámbito empresarial (por eso la etiqueta PRO) vayan aún más allá en esa fiabilidad, pero como pudo comprobarse entonces, ese dato de los fabricantes es muy conservador.

De hecho estamos hablando de unidades de 2016: hoy en día las tecnologías que forman parte de nuestras unidades SSD **son aún más avanzadas**, lo que hace esperar una fiabilidad tan buena o mejor que la que ofrecieron aquellos modelos.

6.3.2.1 CELDAS NAND: SLC MEJOR PARA UNAS COSAS, OLC PARA OTRAS

Tener un mayor número de bits por célula es bueno en un sentido y no tan bueno en otro en este ámbito: las unidades **OLC son buenas para escenarios centrados en la lectura de datos** porque esa operación apenas afecta a la fiabilidad futura de esas células.

En cambio las escrituras son más "dañinas" por decirlo de algún modo, lo que hace que en escenarios en los que estamos constantemente escribiendo datos las unidades SSD con células SLC son más **"resistentes"** a ese degradado.

6.3.2.2 EVALUANDO CÓMO ANDA NUESTRO SSD DE SALUD

Afortunadamente las unidades SSD nos permiten consultar su estado de salud con utilidades como, por ejemplo, por citar algunas: [Samsung Magician](#), [CrystalDiskInfo](#), [SSD-Life](#) o la que la propia marca facilite, que se encargan de gestionar los datos S.M.A.R.T. de estas unidades para poder *informarnos del nivel de degradación* que tienen nuestras unidades.

La recomendación sigue siendo la de mantener copias de seguridad de nuestros datos más relevantes, pero si utilizáis unidades SSD podéis estar (probablemente) muy tranquilos: **su fiabilidad es excelente.**

6.4 TECNOLOGÍA RAID

Las siglas RAID significan ***Redundant Array of Independent Disks (Conjunto Redundante de Discos Independientes)***, en algunos casos también denominado ***Redundant Array of Inexpensive Disks (Conjunto de Discos Redundante y Económico)***. La idea básica de la tecnología RAID consiste en combinar varios discos en un array o conjunto, de tal forma que las prestaciones aumenten significativamente respecto al uso de un solo disco. El conjunto de discos es visto como una sola unidad y con él se consigue una gran tolerancia a fallos al estar la información repartida o duplicada entre todos los discos que lo forman. El tiempo medio entre fallos (MTBF) de un RAID será igual al MTBF de un solo disco, dividido por el número de discos que componen el conjunto.

Un RAID se apoya siempre sobre tres conceptos fundamentales:

- Está formado por un conjunto de **dos o más discos duros que son tratados como una sola unidad**, es decir, como si de uno sólo se tratase.
- Los datos **están distribuidos** a lo largo de los discos que forman el RAID de alguna manera.
- Finalmente, existe algún tipo de método de **tolerancia a fallos** o recuperación en caso de pérdida de información.

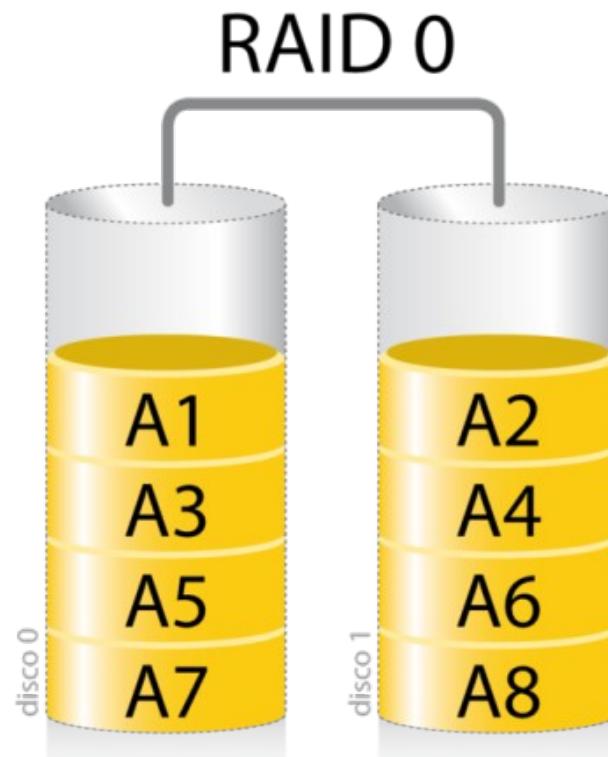
Un RAID de discos duros se puede realizar mediante software o mediante hardware. Si lo hacemos por software, debe existir algún tipo de aplicación que haga el RAID.

Las bases del RAID se asientan en lo que se denomina stripping (particionamiento), que es un método de concatenación de múltiples unidades de disco como si formaran una sola. Cada uno de los discos que forman el RAID contiene uno o muchos trozos de la información. Estos trozos pueden ser tan pequeños como el tamaño de un sector (512 bytes), o tan grandes como muchos MB o GB. El espacio de almacenamiento aparece así repartido y mezclado como una baraja de cartas.

Veamos en qué consiste cada uno de los niveles RAID:

6.4.1. RAID-0 (PARTICIONAMIENTO DE DATOS)

Se define típicamente como un **grupo no redundante de unidades de disco sin paridad**. En el RAID-0, los datos simplemente se particionan y distribuyen a lo largo de los diferentes discos que forman el conjunto, lo que repercute en un alto rendimiento en el manejo de los datos.



Los conjuntos de tipo RAID-0 se configuran generalmente en particiones de gran tamaño para aplicaciones que lleven a cabo operaciones intensivas de entrada/salida.

Dado que el RAID-0 no proporciona redundancia de datos, si uno de los discos se daña, todo el conjunto se viene abajo. Sin embargo, el RAID-0 es el sistema que mayores prestaciones ofrece en cuanto a eficiencia, aunque no ofrece tolerancia a fallos ya que no se almacena ningún tipo de información de paridad, ni de control de errores.

El RAID-0 es adecuado con aplicaciones que requieren una velocidad de acceso muy alta a grandes volúmenes de almacenamiento y no necesitan redundancia de datos.

6.4.2. RAID-1 (DISCOS ESPEJO)

Consiste simplemente **es discos duros en número par de idéntica capacidad en los que la información se almacena simultáneamente**, es decir, almacenan información duplicada, aunque de cara al ordenador se concibe como una única unidad de disco. En este caso no existe ningún tipo de particionamiento de la información en varios discos. Simplemente se duplica la información de un disco en el otro simultáneamente, a medida que se escribe. Es conocido como **discos espejos**

RAID 1

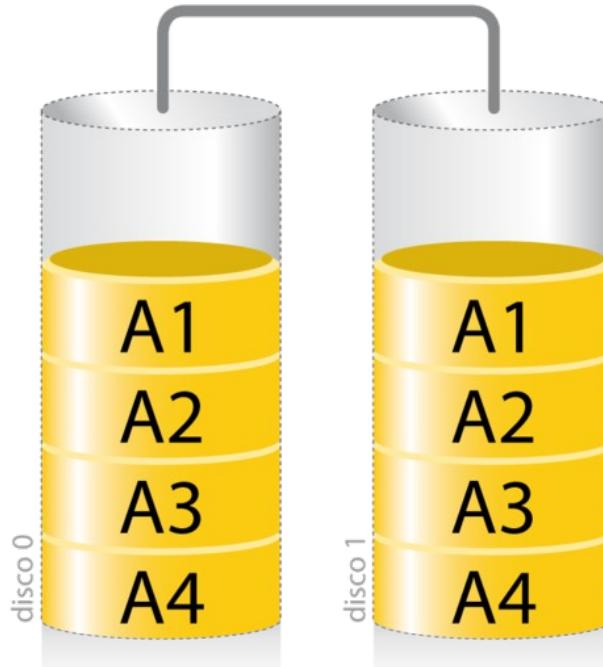


Ilustración 177. RAID 1

El RAID-1 es adecuado para aquellos sistemas que requieran prestaciones y alta tolerancia frente a fallos.

6.4.3. RAID-2

Este método **particiona la información a lo largo de los distintos discos duros que forman el conjunto, donde algunos de los discos duros se utilizan además para almacenar información para control ECC mediante código Hamming para corrección de errores.**

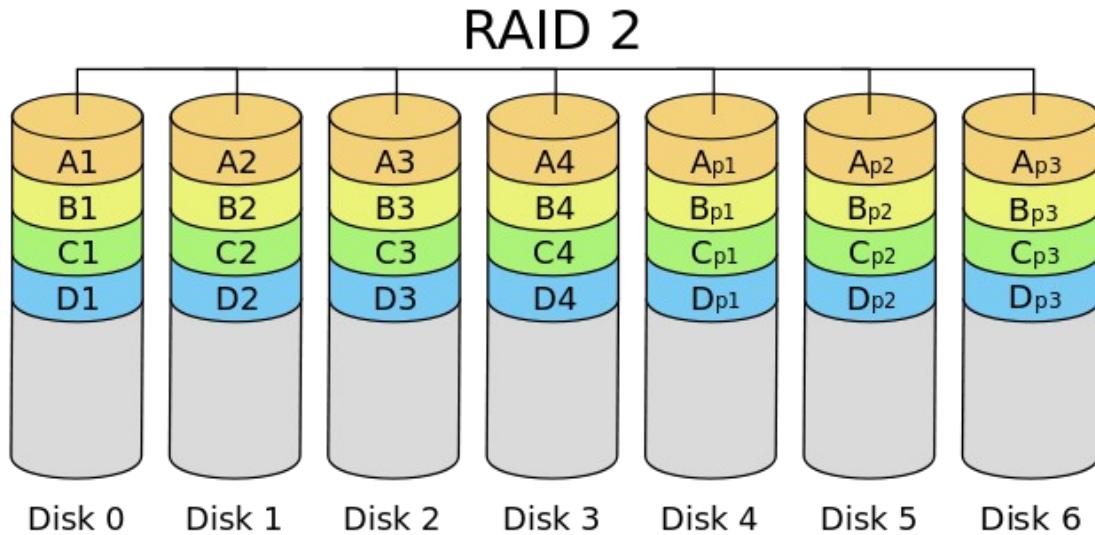


Ilustración 178: RAID 2

6.4.4. RAID-3 (PARTICIONAMIENTO DE DATOS CON PARIDAD)

Al igual que RAID-2, consiste en una partición de la información a lo largo de los diferentes discos duros, pero en este caso, un disco del conjunto se utiliza exclusivamente para almacenar información de paridad. Los datos del resto de los discos no son duplicados completamente en el disco dedicado en exclusiva a la paridad.

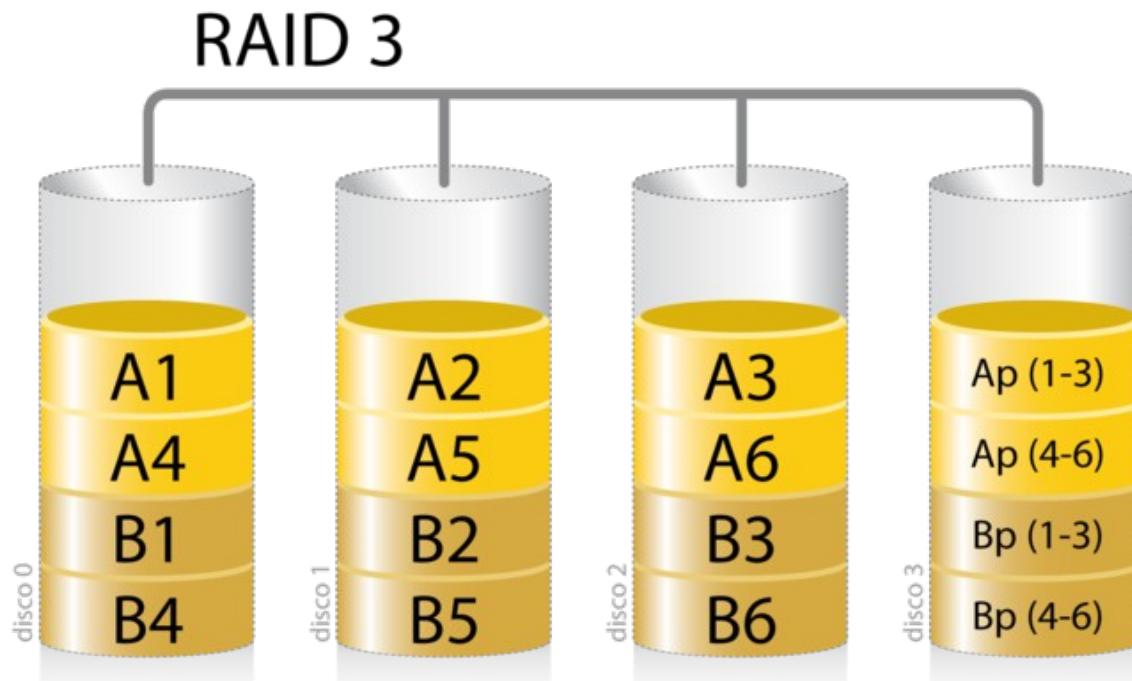


Ilustración 179: RAID 3

Sin embargo, en el caso de que ocurra un fallo en cualquiera de los discos duros restantes, la información se puede recuperar a partir de la información de control de errores y de la información contenida en el disco de paridad.

El RAID-3 es adecuado para su uso con aplicaciones que procesen grandes archivos de manera secuencial y requieran tolerancia a fallos. Para configurar un RAID-3 se necesitan al menos tres discos duros, dos para particionamiento de datos y uno para almacenar la información de paridad.

6.4.5. RAID-4

Es muy parecido al RAID-3, con la diferencia de que en este caso las particiones que se emplean son grandes, hasta el punto de ocupar incluso discos duros completos individuales, lo que hace posible el uso de instrucciones de entrada/salida simultáneas sobre diferentes discos duros.

RAID 4

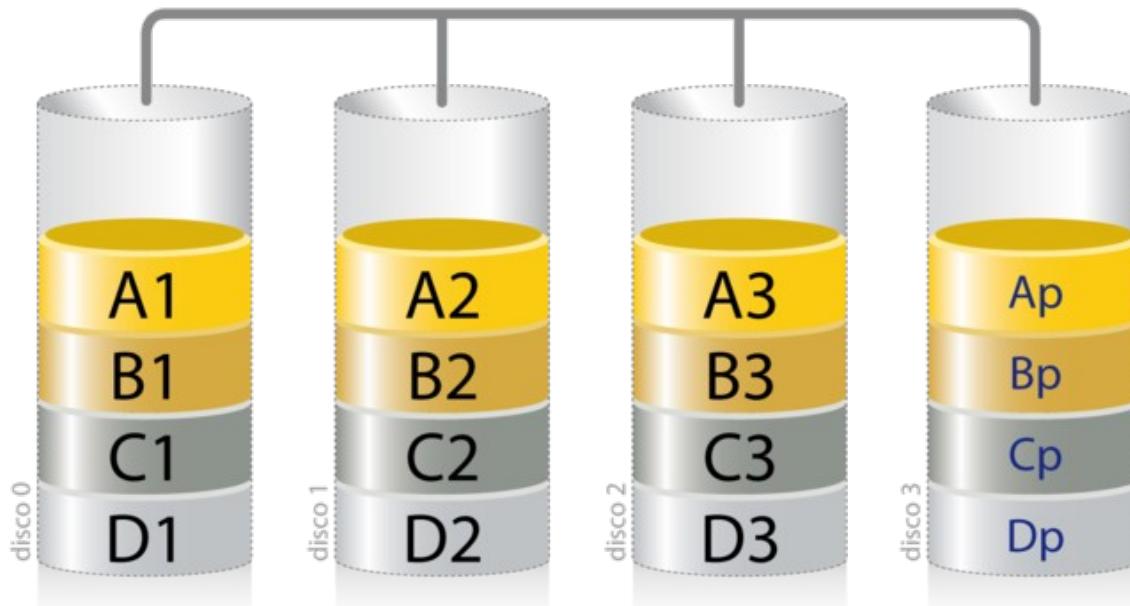


Ilustración 180: RAID 4

I

El RAID-4 es adecuado para sistemas que requieren redundancia de datos a bajo costo o sistemas de alta velocidad. Es bueno para almacenamiento de archivos de datos en sistemas tales como servidores de gran capacidad.

6.4.6. RAID-5

También denominado "conjunto de paridad rotatoria", evita el cuello de botella en la escritura causado en el RAID-4 al tener un solo disco duro para paridad. En el RAID-5 todos los discos duros contienen información y se pueden llevar a cabo operaciones de lectura simultáneas sobre varios discos. La información de paridad para control de errores en este caso, se escribe en los distintos discos duros, junto con los datos. Esta es la principal diferencia que lo distingue del RAID-3. De esta forma, el sistema es más lento (cada vez que se hace una escritura, hay que escribir los datos y además actualizar la información de paridad), pero se tiene mayor capacidad de almacenamiento disponible y al mismo tiempo control de errores.

El RAID-5 es la mejor elección para sistemas multiusuario, especialmente para sistemas que requieran de alta velocidad de lectura de datos, sin importar que la escritura sea lenta, como pueden ser sistemas que realicen transacciones en línea, un gran número de operaciones, pero de corta duración.

RAID 5

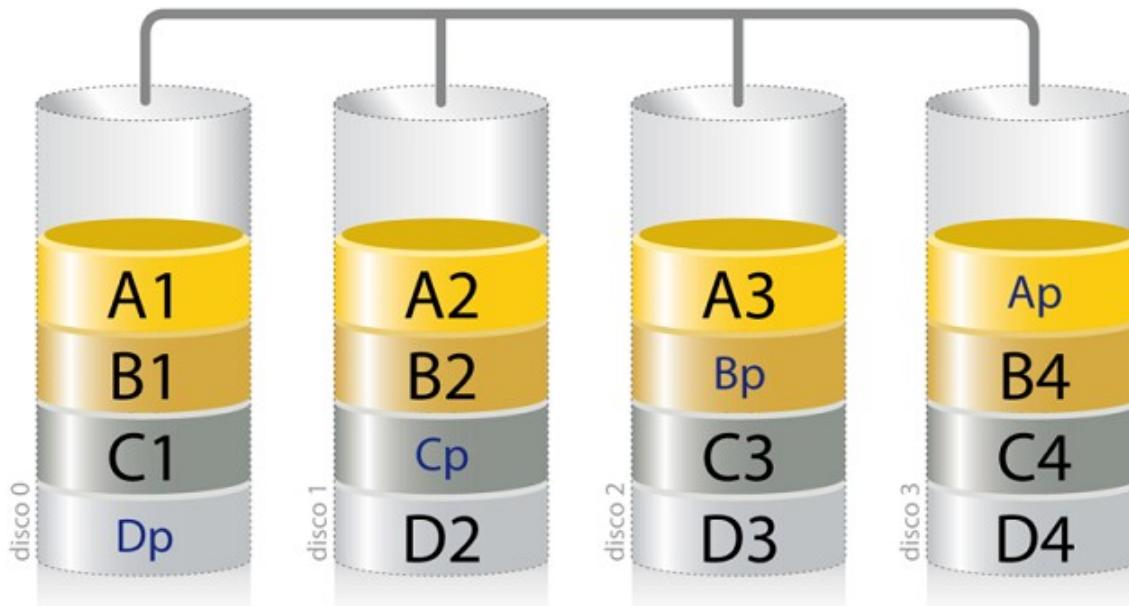


Ilustración 181: RAID 5

Se requieren al menos tres unidades de disco o más para implementar un RAID-5.

6.4.7. RAID 6

Configuración idéntica a una RAID 5, con la salvedad de que utiliza una segunda banda de paridad que se distribuye también entre todos los discos de la RAID, lo que aumenta a cuatro el número mínimo de unidades de almacenamiento necesarias.

RAID 6

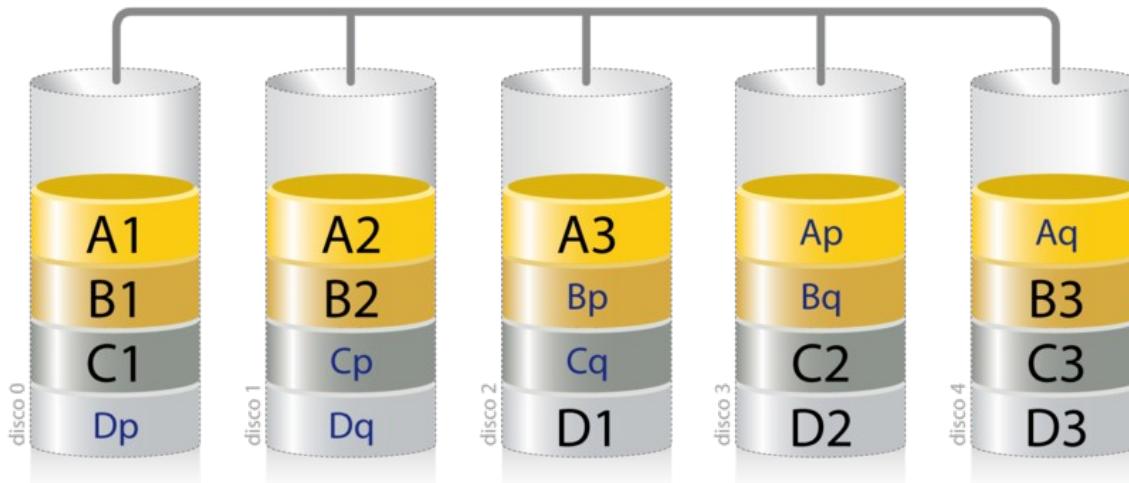


Ilustración 182: RAID 6

6.4.8. RAID 10

RAID 10 es, en esencia, la combinación de una RAID 0 y una RAID 1. La ventaja de utilizar una RAID 10 es que podremos contar con la redundancia de la RAID 1, esto es, las copias de seguridad redundantes, y del buen nivel de rendimiento de una RAID 0.

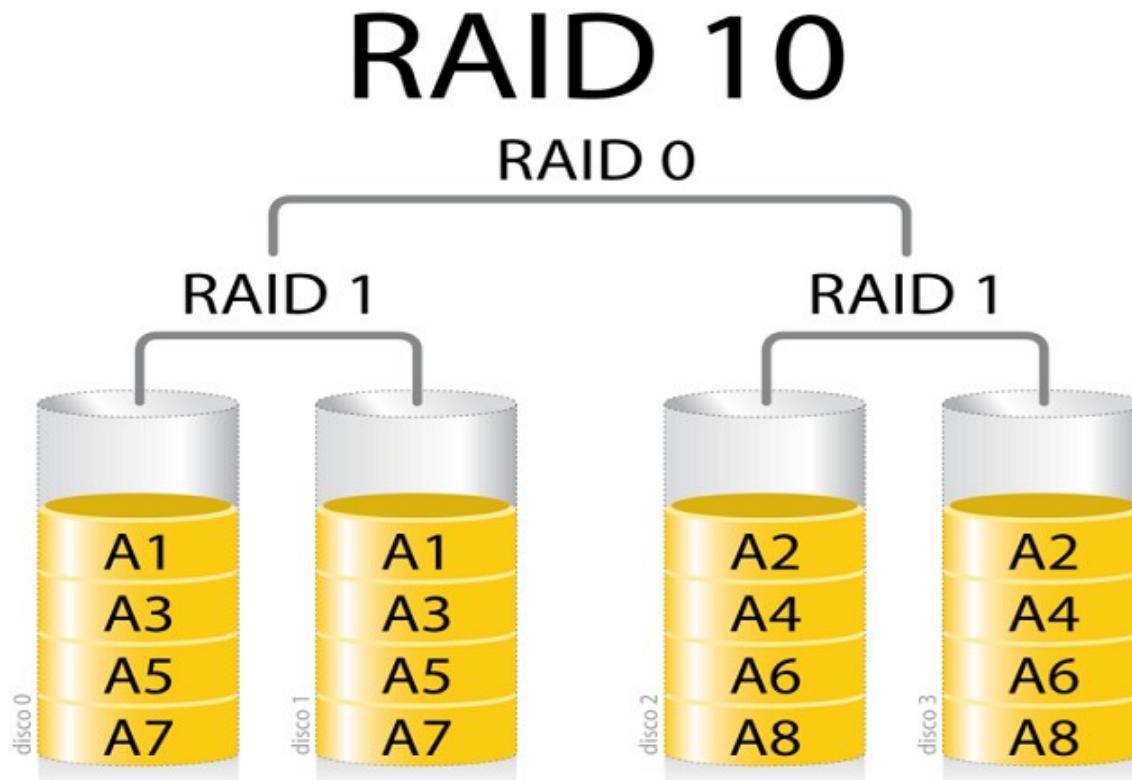


Ilustración 183: RAID 10

Como podemos ver en la imagen la RAID 10 se divide en una estructura muy concreta, utilizando cuatro unidades de almacenamiento en las que se establece entre cada par una RAID 1, dando lugar a un subconjunto que es agrupado finalmente en sus cuatro unidades como una RAID 0.

Así, en cada subdivisión RAID 1 podrían fallar tres de los cuatro discos y no perderíamos los datos. Con todo, si no cambiamos los discos que han fallado el restante pasa a ser un punto único de fallo para todo el conjunto.

De esta manera si ese disco falla sí perderemos la totalidad de los datos que tengamos.

6.4.9. RAID 01

Configuración parecida a RAID 10, salvo que este caso encontramos **dos subdivisiones RAID 0**. Esta configuración es menos segura que la RAID 10, ya que no tolera dos fallos simultáneos, de tal manera que cuando un disco falla la subdivisión restante pasa a ser un punto único de fallo para todo el conjunto.

RAID 0+1

RAID 1

RAID 0

RAID 0

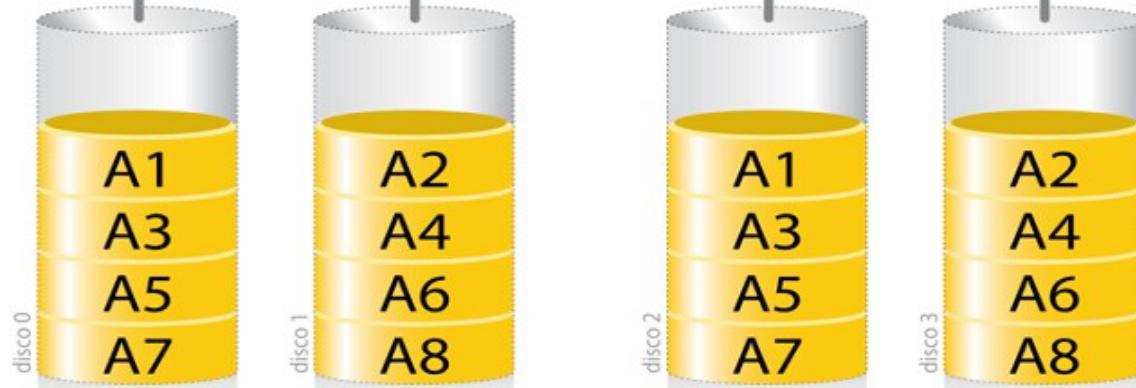


Ilustración 184: RAID 01

7. MONITORES Y TARJETAS GRÁFICAS

7.1 TARJETAS GRÁFICAS

7.1.1. ¿QUÉ ES UNA TARJETA GRÁFICA?

La tarjeta gráfica, también denominada adaptador de vídeo, es uno de los componentes más básicos e importantes del PC, ya que es el elemento que va a permitir al usuario visualizar toda la información con la que se trabaja, ya se trate de información de entrada o de salida.

Las primeras tarjetas gráficas, en combinación con los correspondientes monitores, eran monocromas y con una baja resolución. Al crecer la cantidad y calidad de datos a representar no fue suficiente con una pantalla convencional en blanco y negro y hubo que recurrir al uso del color para poder mostrar con más detalles los resultados.

El encargado de llevar estos datos al usuario a través de la pantalla era el microprocesador del sistema lo que llevaba a perder un tiempo más que considerable en esta tediosa tarea. La solución que descargaría del trabajo al procesador apareció comercialmente en los 80's con la aparición de las tarjetas gráficas tal y como las conocemos actualmente. El cometido de éstas era llevar a la pantalla el resultado de las operaciones, que eran realizadas por el procesador.

La tarjeta gráfica o tarjeta de vídeo de nuestro PC juega un papel muy significativo en las prestaciones que vamos a obtener del mismo, influyendo, entre otros, en los siguientes aspectos:

- Prestaciones. La tarjeta gráfica es uno de los componentes que más impacto tiene en las prestaciones del sistema. Por ejemplo, muchos juegos y aplicaciones gráficas dependen de una elevada tasa de transferencia de información gráfica; en otras palabras, el número de veces por segundo que es refrescada la pantalla con nueva información gráfica. Esto

influye a la hora de crear efectos de animación y es un factor determinante a la hora de elegir un determinado modelo de tarjeta gráfica.

- Soporte para el software. La gran mayoría de los programas actuales, especialmente los juegos y las aplicaciones gráficas 3D, necesitan de unos requerimientos mínimos en lo que a la tarjeta gráfica se refiere. Muchos de ellos simplemente no funcionan si no se cuenta con una tarjeta gráfica con las características adecuadas.
- Comodidad y ergonomía. Una buena tarjeta gráfica en conjunción con un monitor adecuado producirá unas imágenes más nítidas, de mayor calidad y estabilidad, lo que ayudará a evitar, entre otras cosas, el cansancio visual del usuario.

7.1.2. LOS PRINCIPIOS BÁSICOS DE UNA TARJETA GRÁFICA

Para obtener una imagen en la pantalla de un ordenador, algún componente interno debe decidir en cada momento de qué color será cada uno de los pixels o puntos que forman dicha imagen y crear una señal analógica que represente en pantalla este mapa de memoria.

La tarjeta gráfica construye el mapa de pixels de la imagen con la información de cada uno de estos pixels. Una vez creada, envía esta imagen a la memoria RAM de la tarjeta gráfica, la denominada memoria de vídeo.

7.1.3. CONCEPTOS BÁSICOS

7.1.3.1 LOS PIXELS Y LA RESOLUCIÓN

Cualquier imagen mostrada en pantalla está formada por la unión de miles o incluso millones de puntos de color. Estos puntos se denominan técnicamente **pixels**, término formado por la unión de dos palabras inglesas: **Picture Element (Elemento Gráfico)**. Un pixel es la mínima unidad de información gráfica que puede ser controlada de forma individual. Cada pixel tiene un color y una intensidad (brillo) propias, diferentes de las del resto de pixels que forman la imagen. Al número de pixels que puede ser mostrado en pantalla en un momento dado se le denomina **resolución**. Generalmente se expresa con un par de números. Así, una resolución de 1920 x 1080 nos viene a indicar que en nuestra pantalla se están mostrando 1920 pixels en horizontal y 1080 en vertical. Mientras mayor sea la resolución, mayor número de pixels serán mostrados en pantalla de manera simultánea y por tanto mayor calidad tendrá la imagen en general. Generalmente, existe un determinado número de resoluciones estandarizadas, que dependerán de la tarjeta gráfica, y sobre todo del monitor que se esté usando que será el que finalmente deberá de soportar dichas resoluciones.

7.1.3.2 LA RELACIÓN DE ASPECTO

La relación de aspecto (aspect ratio) es la proporción existente entre el número de pixels en la coordenada X horizontal y los de la coordenada Y vertical.

En la tabla siguiente se recogen algunas de las resoluciones más habituales, junto con el número total de pixels que permiten en pantalla y su relación de aspecto:

Resolución	N.º de pixeles	Relación de aspecto
1024 x 768	786.432	4:3

Resolución	N.º de pixeles	Relación de aspecto
1280 × 1024	1.310.720	5:4
1280 × 720	921.600	16:9
1280 × 768	983.040	5:3
1920 × 1200	2.304.000	16:10
1920 × 1080	2.073.600	16:9
3840 × 2160	8.294.400	16:9

Tabla 7.1 Algunas de las resoluciones más habituales

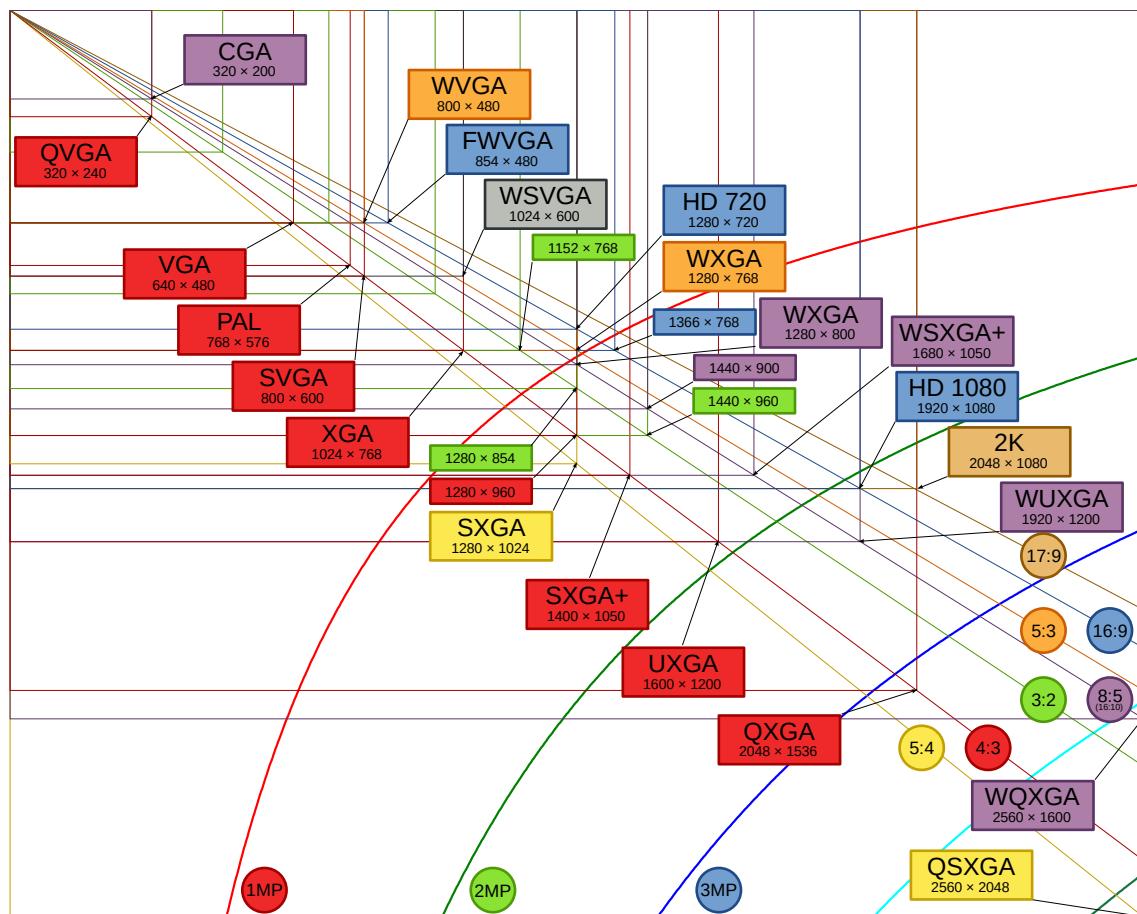


Ilustración 185: Comparativa de diferentes resoluciones existentes.

7.1.3.3 LA PROFUNDIDAD DEL COLOR (CALIDAD DEL COLOR)

Cualquier tarjeta gráfica actual permite diferentes resoluciones y diferentes profundidades de color. La resolución, como hemos visto en el apartado anterior, viene a ser el número de pixels máximo en horizontal y vertical que pueden ser representados simultáneamente en la pantalla. **La profundidad de color sería el máximo número de colores representables de manera simultánea en pantalla**, todo ello en relación directa al tamaño de memoria de vídeo de que disponga la tarjeta.

Cada píxel de los que aparecen en pantalla es el resultado de la combinación de tres colores básicos: rojo, verde y azul, de manera similar a cómo se muestran las imágenes en un televisor.

Cuando la intensidad de los tres colores básicos es nula, el color resultante es el negro y cuando los tres colores alcanzan su máxima intensidad, obtenemos el blanco. Entre el blanco y el negro existe una enorme gama de colores. La profundidad de color necesita una cantidad de memoria determinada para almacenar la imagen.

Mientras mayor sea la profundidad de color, mayor será la cantidad de memoria necesaria para almacenar la imagen. Las profundidades de color típicas son las siguientes:

Profundidad de color	N.º de colores	Denominación
8 bits	256	Escala de grises

Profundidad de color	N.º de colores	Denominación
16 bits	65.536	High Color
24 bits	16.777.216	True Color
32 bits	16.777.216 + 256 para transparencia	

Tabla 7.2. Profundidad de color

Con una paleta de colores de 8 bits tienes 256 colores diferentes. En este caso podemos obtener una variedad de 256 colores en diferentes escalas de grises.

Con la paleta de colores de 16 bits, para cada pixel podemos representar 65536 colores diferentes

Con la paleta de colores de 24 bits (*True Color*), para cada pixel podemos representar mas 16 Millones de colores diferentes. Se habla de *color verdadero* debido a que la policromía se acerca a lo que el ojo humano puede encontrar en el mundo real, y a que dicho ojo humano se torna incapaz de diferenciar entre un tono y otro.

Con la paleta de colores de 32 bits, para cada pixel podemos representar mas 16 Millones de colores diferentes además de 8 bits más para transparencias.

7.1.3.4 LA FRECUENCIA DE REFRESCO Y EL PARPADEO DE LA PANTALLA

La tasa o frecuencia de refresco es una unidad de frecuencia, y como tal, se mide en hercios. La frecuencia de refresco es el número de veces que el sistema gráfico refresca o renueva la información mostrada en pantalla.

Las frecuencias de refresco suelen estar claramente determinadas. Algunas de las habituales son 56, 60, 65, 70, 72, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 110 y 120 Hz, aunque estas frecuencias dependerán del modo gráfico, resolución y monitor que se esté usando. No todas las resoluciones soportan todas las frecuencias, sino que cada resolución determinada generalmente tiene un rango de frecuencias soportadas.

Por tanto, dependiendo de la resolución y la tasa de refresco establecida en la configuración de tu gráfica, podemos calcular el ancho de banda que tiene que generar la gráfica para ser mostrada en el monitor. Evidentemente, este ancho de banda será calculada por segundos

$$\text{Ancho de Banda} = \text{Resolución (nº de pixeles)} \times \text{Profundidad} \times \text{Tasa de refresco}$$

Imaginemos que tenemos una resolución de 1920x1080 píxeles, con una profundidad de color de 32 bits y una tasa de refresco de 100 MHZ. ¿Cuál sería el ancho de banda?

$$\text{Número de pixeles} = 1920 \times 1080 = 2073600$$

$$\text{Tamaño imagen de pantalla} = 2.073.600 \text{ px} \times 32 \text{ bits (tamaño de cada pixel)}$$

$$\text{Tamaño imagen de pantalla} = 2.073.600 \text{ px} \times 4 \text{ B} = 8.294.400 \text{ B}$$

Si usamos:

ISO/IEC 80000-13

Tamaño imagen = 7,91 MiB

Ancho banda = 7,91 MiB × 100 Hz

Ancho banda = 7,91 MiB × 100 ° 1/seg

Ancho banda = 791 MiB/s

Sistema métrico Internacional

Tamaño imagen = 8,2944 MB

Ancho banda = 8,2944 MB × 100 Hz

Ancho banda = 8,2944 MB × 100 ° 1/seg

Ancho banda = 829,44 MB/s

7.1.4. LOS COMPONENTES DE UNA TARJETA GRÁFICA

7.1.4.1 GPU: EL PROCESADOR GRÁFICO

Éste es el verdadero corazón de la tarjeta gráfica y el elemento que más ha evolucionado, pasando de un procesador relativamente lento que dejaba la mayor parte de la gestión gráfica al microprocesador del PC, hasta conseguir integrar hoy en día todas las funciones de la tarjeta gráfica en un solo chip o tarjeta de expansión.

La GPU es un procesador (como la CPU) dedicado al procesamiento de gráficos; su razón de ser es aligerar la carga de trabajo del procesador central y, por ello, está optimizada para el cálculo en coma flotante, predominante en las funciones 3D. La mayor parte de la información ofrecida en la especificación de una tarjeta gráfica se refiere a las características de la GPU, pues constituye la parte más importante de la tarjeta gráfica, así como la principal determinante del rendimiento

7.1.4.2 SHADERS, CUDA Y STREAM

Son los encargados de la rasterización de texturas, son una evolución de los antiguos shaders (sombreadores de pixeles), que eran programas de sombreado, normalmente ejecutado en la unidad de procesamiento gráfico que es permitían realizar efectos gráficos con mayor precisión. Estos, anteriormente actuaban de forma independiente.

Rasterización de texturas

Los gráficos de PC en tiempo real han utilizado durante mucho tiempo una técnica llamada "rasterización" para mostrar objetos tridimensionales en una pantalla bidimensional. Es una técnica rápida y los resultados se han vuelto muy buenos a lo largo de los últimos años, aunque no es tan bueno como lo que puede hacer el trazado de rayos.

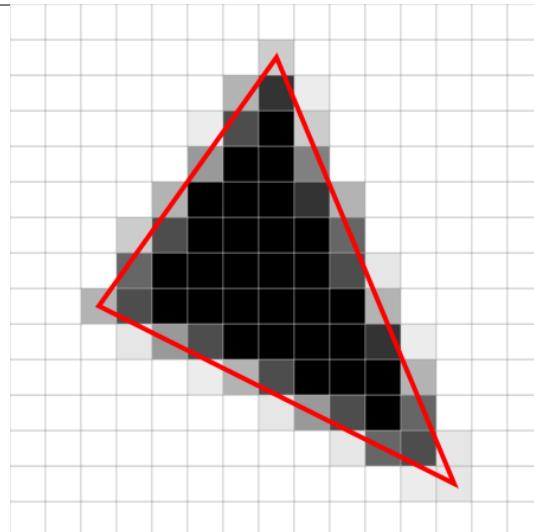


Ilustración 186: Rasterización

Con la técnica de la rasterización, los objetos que ves en la pantalla se crean a partir de una malla de triángulos virtuales, o polígonos, los cuales crean modelos tridimensionales de objetos. En esta malla virtual, las esquinas de cada triángulo, conocidas como vértices, se cruzan con los vértices de otros triángulos de diferentes tamaños y formas. Debido a esto, se asocia mucha información con cada vértice, incluida su posición en el espacio, así como información sobre el color, la textura y su "normal", que se utiliza para determinar la forma en que se enfrenta la superficie de un objeto.

Los ordenadores convierten luego los triángulos de los modelos 3D en píxeles, o puntos en una pantalla 2D. A cada píxel se le puede asignar un valor de color inicial a partir de los datos almacenados en los vértices del triángulo. El procesamiento de píxeles adicional o "sombreado", que incluye cambiar el color del píxel en función de cómo las luces en la escena golpean el píxel, y la aplicación de una o más texturas al píxel, se combinan para generar el color final aplicado a un píxel.

Ahora, las nuevas tarjetas gráficas, incorporaron **USA (Unified Shader Architecture)**, es decir, un tipo de arquitectura en el que **todas las unidades para shaders son capaces de realizar cualquier tipo de instrucción que se les asigne**.

Los shaders, en el caso de **NVIDIA** reciben el nombre de **núcleos CUDA** y en el caso de **AMD** son procesadores **STREAM**.

La **gran ventaja** que presentan los núcleos CUDA/STREAM sobre las arquitecturas anteriores es la **posibilidad de parallelizar las instrucciones de los shaders**, consiguiendo imágenes mucho más realistas con bastante menos trabajo, por parte del sistema, por ciclo de reloj. Este tipo de instrucciones tan paralelizables, permiten que los **núcleos CUDA/STREAM se puedan emplear**, no solo en el entorno profesional de los gráficos, sino también dentro de **operaciones de computación mucho más avanzadas**. Por ello, llevan ya tiempo empleándose en máquinas de tipo Deep Learning para Inteligencia Artificial, donde es muy importante procesar millones de datos por ciclo de reloj, para la obtención de resultados en tiempo real (o el menor tiempo posible, dependiendo de la tarea asignada, obviamente).

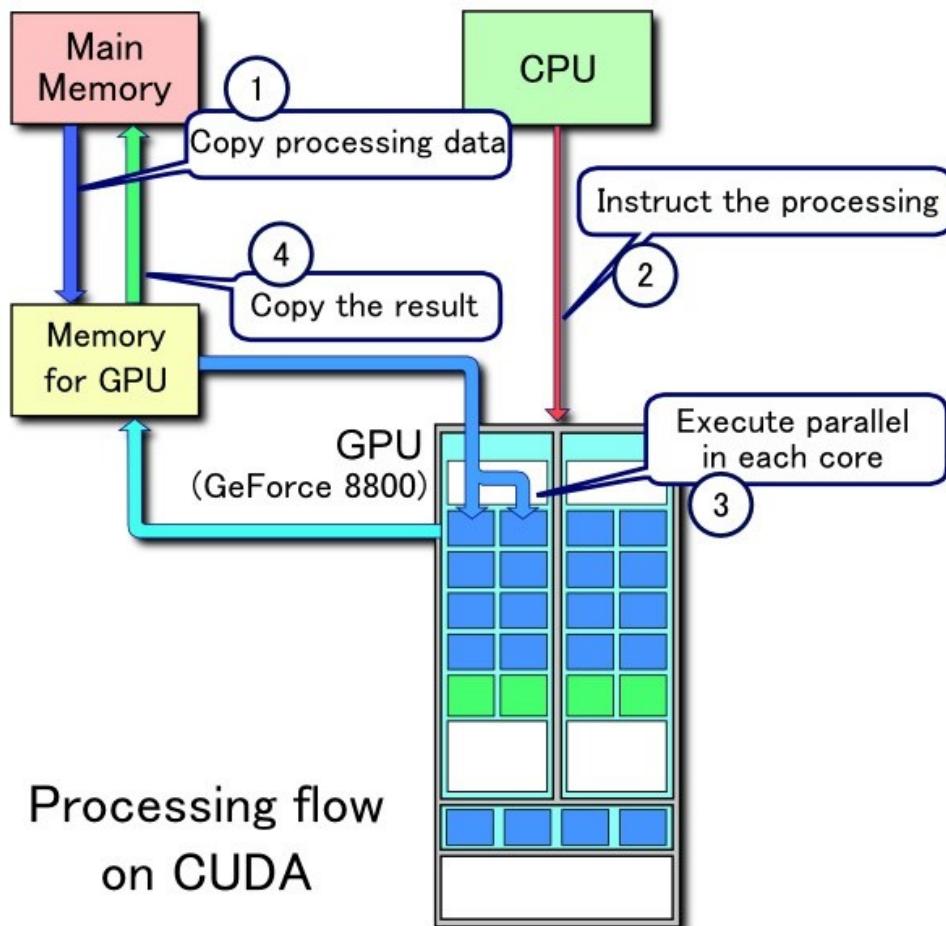


Ilustración 187: Arquitectura de gráfica CUDA

Algo a tener en cuenta con este tipo de núcleos es que, una mayor cantidad de ellos solo equivale a un mayor rendimiento de la tarjeta gráfica entre arquitecturas similares. Es decir, si una gráfica de núcleo Kepler tiene 200 núcleos, no por ello va a ser más rápida que una gráfica, con núcleo Pascal, que tenga esos mismos 200 núcleos. Tampoco hay correlación real entre este tipo de núcleos y los que emplea AMD en sus tarjetas gráficas.

7.1.4.3 MEMORIA DE VIDEO

La memoria gráfica de acceso aleatorio (GRAM) son chips de memoria que almacenan y transportan información entre sí, no son determinantes en el rendimiento máximo de la tarjeta gráfica, pero unas especificaciones reducidas pueden limitar la potencia de la GPU.

Existen memorias gráficas de dos grandes tipos:

- **Dedicada:** cuando la tarjeta gráfica o la GPU dispone exclusivamente para sí esas memorias, esta manera es la más eficiente y la que mejores resultados da.
- **Compartida:** cuando se utiliza memoria en detrimento de la memoria de acceso aleatorio (RAM)

Las características de memoria gráfica de una tarjeta gráfica son:

- **Capacidad:** la capacidad de la memoria determina el número máximo de datos y texturas procesadas, una capacidad insuficiente se traduce en un retardo a espera de que se vacíen

esos datos. Sin embargo es un valor muy sobrevalorado como estrategia recurrente de mercado, para engañar al consumidor, tratando de hacer creer que el rendimiento de una tarjeta gráfica se mide por la capacidad de su memoria. Es una métrica importante en resoluciones grandes (superiores a 1440p) y monitores múltiples ya que cada imagen toma mucho más espacio en la VRAM.

- **Interfaz de memoria:** también denominado bus de datos, es la multiplicación resultante del ancho de bits de cada chip por su número de unidades. Es una característica importante y determinante, junto a la frecuencia de la memoria, la cantidad de datos que puede transferir en un instante o tiempo determinado, denominado ancho de banda. Se mide en bits.
- **Frecuencia de memoria:** es la frecuencia a la que las memorias pueden transportar los datos procesados, por lo que es complemento a la interfaz de memoria para determinar el ancho de banda total de datos en un tiempo determinado. . La frecuencia de las memorias se mide en **hercios** (su frecuencia efectiva) y se van diseñando tecnologías con más frecuencias, se destacan las adjuntas en la siguiente tabla:
- **Ancho de banda:** es la tasa de datos que pueden transportarse en una unidad de tiempo. Un ancho de banda insuficiente se traduce en un importante limitador de potencia de la GPU. Habitualmente se mide en **GB/s**.

$$AB(GB/s) = \frac{Bus\,(bits) \times Frecuencia\,(GHz)}{8}$$

Por ejemplo, tenemos una tarjeta gráfica con 256 bits de interfaz de memoria y 4200 MHz de frecuencia efectiva y necesitamos hallar su ancho de banda:

$$AB(GB/s) = \frac{256 \times 4,2}{8} = 134,4\,GB/s$$

Por último, no debemos olvidar una parte importante de la memoria de un adaptador de vídeo, que es el **z-buffer**. Encargado de gestionar las coordenadas de profundidad de las imágenes en los gráficos 3D, es decir, es el espacio de memoria donde se gestiona la profundidad en los gráficos.

7.1.4.4 RAMDAC

El RAMDAC (Random Access Memory Digital to Analog Converter, Conversor Analógico Digital a Memoria de Acceso Aleatorio) es la parte de la tarjeta gráfica que convierte los datos almacenados en la memoria gráfica en señal analógica necesaria para representar la imagen en el monitor.

Según el número de bits que maneje a la vez y la velocidad con que lo haga, el conversor será capaz de dar soporte a diferentes velocidades de refresco del monitor (se recomienda trabajar a partir de 75 Hz, y nunca inferior a 60). Dada la creciente popularidad de los monitores de señal digital, el RAMDAC está quedando obsoleto, puesto que no es necesaria la conversión analógica si bien es cierto que muchos conservan conexión VGA por compatibilidad

7.1.5. TIPOS DE MEMORIAS DE VIDEO (VRAM)

7.1.5.1 GDDR5

GDDR5 (SGRAM Double Data Rate Type 5) es una memoria de video de acceso aleatorio con la misma base tecnológica que DDR3_SDRAM y usa 8n prefetch para alcanzar los más altos anchos de banda, este tipo de tecnología puede ser configurada para operar en modos x32 y x16. Es capaz de ofrecer **hasta 8 Gbps de ancho de banda**.

Ha sido por muchos años el sinónimo del estándar de VRAM por casi una década, y su capacidad y velocidad la logra al sacrificar gran espacio dentro en la tarjeta base y un alto consumo de energía.

GDDR5 SGRAM cumple con los estándares establecidos en la especificación GDDR5 por el [JEDEC](#), que es un organismo independiente de normalización y organización comercial de ingeniería de semiconductores.

7.1.5.2 GDDR5X

GDDR5X (SGRAM Double Data Rate Type 5X) es una versión más moderna y nueva de la GDDR5, la cual en muchos sentidos posee las mismas características y ventajas como de velocidad, pero adicionalmente posee un tercer nivel de velocidad aún mayor con el doble de la velocidad de datos de alta velocidad GDDR5. Es capaz de ofrecer **entre 11 y 12 Gbps de ancho de banda**.

7.1.5.3 GDDR6

Estos nuevos módulos de VRAM poseen el doble de ancho de banda que las GDDR5. Ofrecerá hasta 16 Gbps de ancho de banda con hasta 16 Ghz de velocidad efectiva.

7.1.5.4 HBM

HBM es un nuevo tipo de memoria de CPU/GPU (“RAM”) **que apila verticalmente los chips de memoria**, como los pisos de un rascacielos. Al hacerlo, reduce el tránsito de tu información. Esas torres se conectan con la CPU o GPU a través de una interconexión ultra rápida denominada “interposer.” Varias capas de HBM se enchufan en el interposer a lo largo de una CPU o GPU, y ese módulo ensamblado se conecta con un tablero de circuitos.

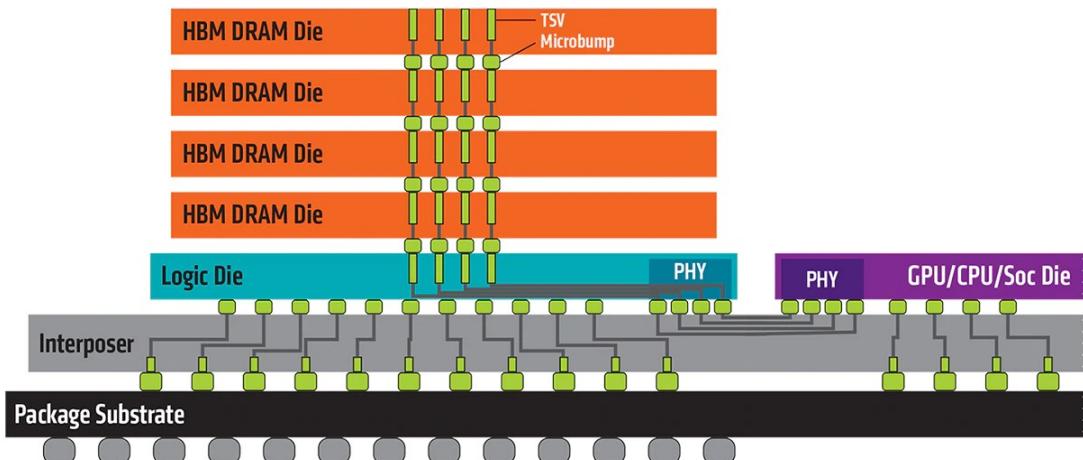


Ilustración 188: Arquitectura de VRAM HBM

1. Eficiencia energética

GDDR5 ha sido de gran utilidad para la industria en los últimos siete años, y muchos gigabytes de esta tecnología de memoria se utilizan en virtualmente cada tarjeta de gráficos de alto rendimiento hasta la fecha.

Pero como los chips de gráficos crecen más rápido, su apetito por una entrega rápida de la información (“ancho de banda”) continúa aumentando. La capacidad de GDDR5 de cumplir con estas demandas de ancho de banda comienza a ser insuficiente a medida que la tecnología alcanza los límites de su especificación. Cada gigabyte adicional por segundo de ancho de banda comienza a consumir demasiada potencia para ser una decisión correcta, eficiente o rentable para los diseñadores o consumidores. Llevado a su conclusión lógica, GDDR5 podría comenzar fácilmente a detener el continuo crecimiento en el rendimiento de los chips de gráficos. HBM reinicia el conteo de eficiencia energética de la memoria, ofreciendo >3 veces el ancho de banda por vatio que GDDR5.

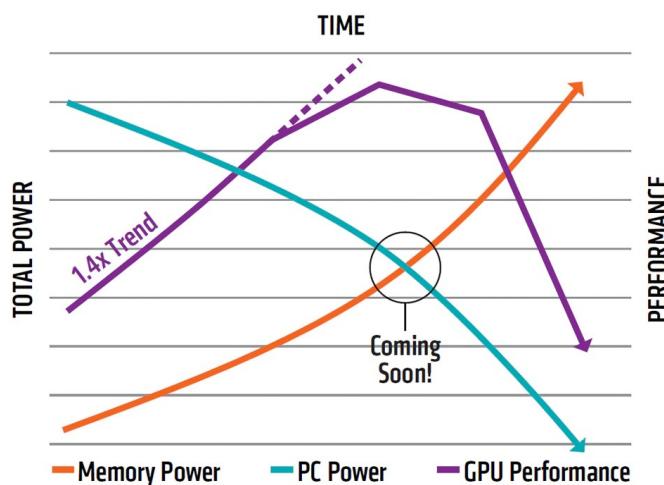


Ilustración 189: Tendencia VRAM entre energía y rendimiento

2. Tamaño más pequeño

Aunque estas capas de HBM no se integran físicamente con la CPU o GPU, también se conectan de forma tan cercana y rápida a través del interposer que las características del HBM casi no se pueden distinguir de una RAM integrada en el chip.

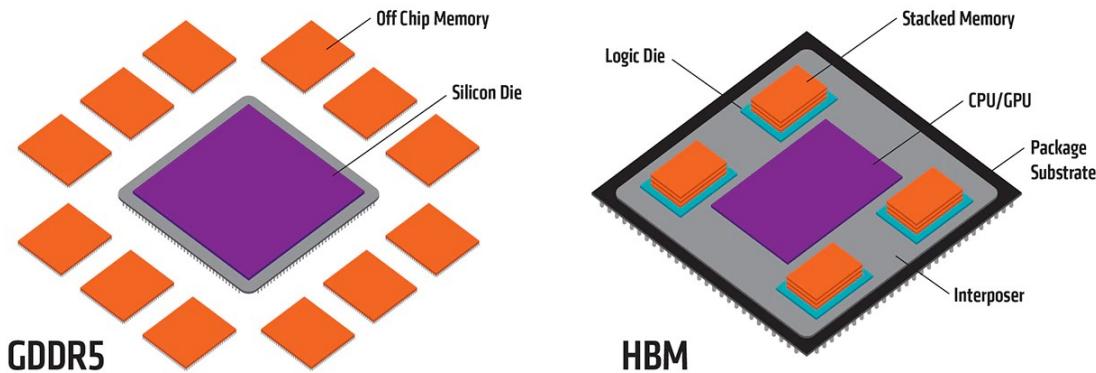


Ilustración 190: Diferencia de tamaño entre GDDR5 y HBM

Además del rendimiento y la eficiencia energética, HBM es también revolucionario en su capacidad de ahorrar espacio en un producto. Como los jugadores esperan PC cada vez más pequeñas y más potentes, la eliminación de los voluminosos chips de GDDR5 en favor de HBM puede permitir dispositivos con emocionantes y nuevos factores de forma con mayor rendimiento en un menor tamaño. ¡En comparación con GDDR5, HBM puede alojar la misma cantidad de memoria con 94 % menos de espacio!

3. Especificaciones técnicas

Como resultado de las mejoras anteriores, nos encontramos que las VRAM HBM tienen la capacidad de leer bits por ciclo de reloj es de 4096 bits en memorias de 16 capas de HBM, por los 512 de la GDDR. Esto quiere decir que necesita ocho veces menos velocidad de reloj para conseguir el mismo ancho de banda.

Esta tecnología tiene un **ancho de banda teórico de 128-256 GB/s**

7.1.5.5 HBM2

La última actualización del estándar de la memoria HBM incrementa el ancho de banda disponible para cada pin de conexión de esta memoria hasta los 2,4 Gbps, y permite crear pilas de hasta 12 capas de chips de memoria, cada una de las cuales tendría una capacidad de 16 Gb. Esto sumado a las actuales pilas que soporta el estándar actual de 2, 4 y 8 pilas. El hecho que las nuevas pilas de chips tengan una altura de 12 chips significa que cada una de ellas tendrá una capacidad total de 24 GB.



Ilustración 191: Oblea de una memoria HBM2

El ancho de banda se seguirá entregando a través de un bus de 1024 bits, pero ahora llegará hasta los 307 GB/s, superior a los actuales 256 GB/s que es capaz de entregar la anterior versión de memoria HBM 2 inicial en las tarjetas gráficas actuales que la emplean. Cada una de las pilas tiene acceso a 8 canales de memoria.

Este nuevo estándar de JEDEC para la memoria HBM significa que las tarjetas gráficas (que es donde más se emplea este tipo de memoria) que la empleen, podrán ver incrementada la cantidad de memoria VRAM con las que se fabrican.

7.1.5.6 GDDR6 VS HBM/HBM2

Como contrapartida, este tipo de memorias tiene unos costes de fabricación más elevado y complicado. Por eso nos podemos encontrar que alguno ensambladores opten por dos versiones de Tarjetas gráficas distintas, unas con HBM/HBM2 y otras por GDDR6.

7.1.6. SISTEMAS MULTIGRÁFICA

Dentro del mundo del PC, y especialmente en el mundo gaming o cualquier otra finalidad donde se necesite mucho paralelismo a nivel de instrucción de cálculos pequeños (criptomonedas, auditorías de Wifis, etc), existe la posibilidad de utilizar varias tarjetas gráficas de forma paralela.

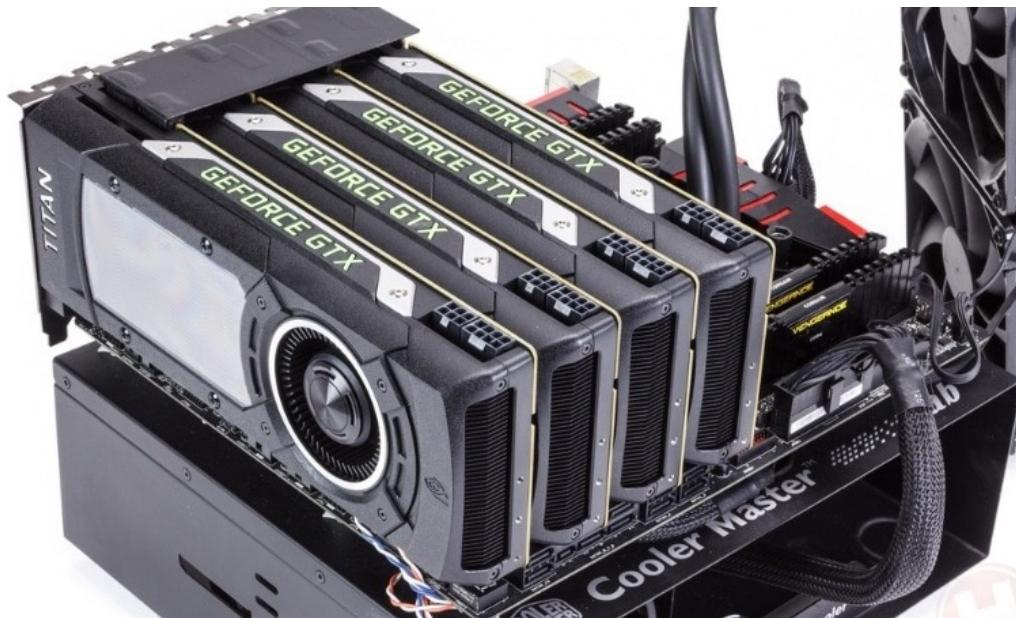


Ilustración 192: Nvidia SLI

Para estos casos, las 2 grandes ensambladoras de tarjetas gráficas del mercado, Amd y Nvidia, ofrecen su propias solución: **AMD Crossfire y NVIDIA SLI**.



Ilustración 193: AMD Crossfire

7.2 MONITORES

El monitor es el periférico que nos permite visualizar toda la información que es generada por la tarjeta gráfica. Uno de los factores en los que reside la importancia de un monitor es su calidad de cara al uso continuo del PC, lo que puede convertir a éste en una herramienta cómoda de usar durante largos periodos de tiempo o algo totalmente incómodo que nos canse la vista y nos produzca dolor de cabeza.

7.2.1. TIPOS DE MONITORES

7.2.1.1 CRT

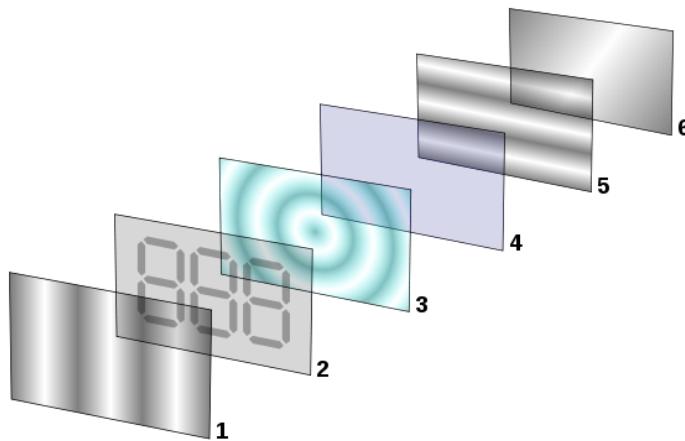
El tubo de rayos catódicos fue desarrollado por Ferdinand Braun, un científico alemán, en el año 1897, aunque no sería usado por vez primera hasta 1940, con el nacimiento de la televisión.

El tubo de imagen, o tubo de rayos catódicos (CRT), es una especie de botella de cristal cerrada al vacío, con tres cañones de electrones, una máscara o rejilla y una pantalla de vidrio, recubierta en su parte interna por una película de fósforo que se ilumina al recibir el impacto de los electrones. La pantalla de fósforo está formada por una espesa matriz de puntos que a su vez se componen de tres burbujas de color verde, rojo y azul. Cuando se activa la señal de vídeo, los cañones disparan un flujo de electrones, cada cañón a la burbuja de su color correspondiente, obteniéndose así la luz del color deseado con una mayor o menor intensidad. La mezcla de todos estos pequeños puntos de color genera la imagen total que vemos en nuestro monitor. A este fenómeno se le suele denominar mezcla aditiva del color. La distancia entre las burbujas, de color es tan pequeña que el ojo humano no puede apreciarla, y en realidad cada grupo de tres burbujas se aprecia como un solo punto.

7.2.1.2 LCD

Las siglas LCD significan ("Liquid Cristal Display") o pantalla de cristal líquido. Es una pantalla plana desarrollada por Pierre-Gilles de Gennes, basada en el uso de una sustancia líquida atrapada entre 2 placas de vidrio, haciendo que, al aplicar una corriente eléctrica a una zona específica, esta se vuelva opaca y contraste con la iluminación CCFL trasera. Este principio es aplicado, pero con ciertas modificaciones (ya que se utilizan 3 colores básicos para generar la gama de colores), lo cual permite la visualización de imágenes procedentes del ordenador, por medio del puerto de video hasta los circuitos de la pantalla LCD.

Estructura de una pantalla LCD



1. Film de filtro vertical para polarizar la luz que entra.
2. Sustrato de vidrio con electrodos de Óxido de Indio ITO. Las formas de los electrodos determinan las formas negras que aparecen cuando la pantalla se enciende y apaga. Los cantos verticales de la superficie son suaves.

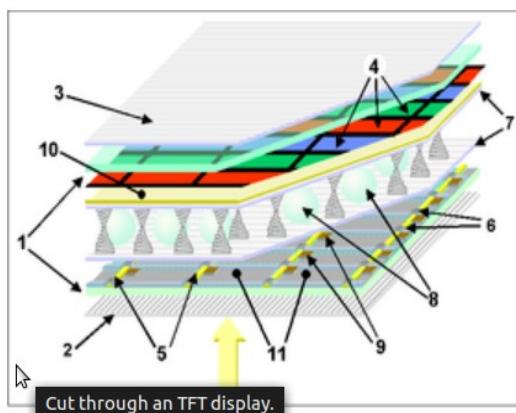
3. Cristales líquidos Twisted Nematic (TN).
4. Sustrato de vidrio con film electrodo común (ITO) con los cantos horizontales para alinearse con el filtro horizontal.
5. Film de filtro horizontal para bloquear/permitir el paso de luz.
6. Superficie reflectante para devolver la luz al espectador. En un LCD retroiluminado, esta capa es reemplazada por una fuente luminosa.

7.2.1.3 PANTALLA DE PLASMA

Una pantalla de plasma (de sus siglas en inglés Plasma Display Panel) es un dispositivo de pantalla plana habitualmente usada en televisores de gran formato como (de 42 a 80 pulgadas). Consta de muchas celdas diminutas situadas entre dos paneles de cristal que contienen una mezcla de gases nobles (neón, argón y xenón). El gas en las celdas se convierte eléctricamente en plasma, el cual provoca que una sustancia fosforescente (que no es fósforo) emita luz. En la actualidad este tipo de pantallas ya no se fabrican.

7.2.1.4 TFT LCD

TFT-LCD (Thin Film Transistor-Liquid Crystal Display, Pantalla de cristal líquido de transistores de película fina) es una variante de pantalla de cristal líquido (LCD) que **usa tecnología de transistor de película delgada (TFT)** para mejorar su calidad . Las LCD de TFT son un tipo de LCD de **matriz activa**.



- 1. Placas de vidrio
- 2 y 3. Polarizadores horizontal y vertical
- 4. Máscara de color RGB
- 5 y 6. Línea de comando horizontal y vertical
- 7. Resistente capa de polímero
- 8. Separadores
- 9. Thin film transistors
- 10. Electrodo frontal
- 11. Electrodos traseros

Ilustración 195: Thin-film transistor (TFT) o transistor de películas finas

Esta compuesto por millones de dichos transistores, a los cuales se les aplica una determinada tensión para que generen un color (basado en RGB), y así formar la imagen en la pantalla.

En la actualidad existen tres tipos de paneles de **matriz activa**. *TN, IPS y VA*. Vamos a ver las características de cada uno de ellos.

1. TFT TN (Twisted Nematic)

Este tipo de panel es el primero que llegó al mercado de consumo en grandes cantidades, aunque ya estábamos previamente familiarizados con ellos dado que son los que se emplean desde hace mucho tiempo en muchos componentes electrónicos de consumo, como calculadoras.

Estos paneles funcionan realizando una realineación de las moléculas de cristal líquido entre dos electrodos, permitiendo que la luz pase o deje de hacerlo en función de su estado.

La fabricación de este tipo de paneles **es muy barata**, lo que hace que se encuentren presentes en la mayoría de paneles pertenecientes a la gama de entrada, aunque también en muchos modelos de la gama alta destinados al gaming. Esto es así porque su característica más importante (después del reducido precio) es la **rapidez que presentan en la velocidad del cambio de estado**, siendo bastante superior a la que tienen sus contrincantes (es normal que este tipo de paneles tengan un tiempo de respuesta de 1 ms).

Por desgracia, esa es la única característica positiva que tienen estos paneles, porque el resto no lo son tanto. Por principio, todos estos paneles tienen unos **malos ángulos de visión**, tanto en la vertical como en la horizontal (aunque más en la vertical, donde los colores pueden llegar a invertirse con ángulos extremos). Por tanto, esto nos fuerza a permanecer constantemente con el monitor justo delante de nuestros ojos y a la altura correcta.

2. TFT VA (Vertical Alignment)

Este segundo tipo de panel siempre ha estado en segundo plano, dado que **inicialmente** se empleaba especialmente para **monitores de diseño gráfico** (*cuando los paneles IPS no eran la norma, obviamente, por ser todavía demasiado caros*). Sin embargo, la popularización de los paneles IPS los acabó dejando un poco en el olvido, dado que les **cuesta bastante más cambiar de estado a los píxeles** (originalmente, no era raro ver tiempos de respuesta de 12 ms en este tipo de paneles).

A pesar del alto tiempo de respuesta inicial de ellos, este tipo de paneles se están volviendo a poner otra vez de moda entre los usuarios porque **permiten altas tasas de refresco vertical** (los famosos *144 Hz* están disponibles para muchos de estos modelos) y de la **muy superior relación de contraste estático frente a los paneles IPS y TN**, aparte de conseguir un mejor brillo de pantalla, lo que los hace candidatos **perfectos para ser empleados en monitores que posean HDR como característica**.

Todo lo anterior hace que los paneles VA estén **más orientados al diseño gráfico y al entretenimiento** en forma de películas, aunque los **últimos modelos** que están saliendo al mercado con **altas tasas de refresco** los están convirtiendo también en una buena apuesta para el **gaming**. También lo es que muchos monitores de gran tamaño y alta resolución (por encima de la tradicional Full HD) estén optando por equipar esos paneles en su interior.

3. TFT IPS (In-Plane Switching)

Este tipo de panel es, probablemente, el **modelo de panel más utilizado** hoy en día, dado que posee todas las características de los paneles VA pero su **tiempo de respuesta es bastante inferior al que presentan ese tipo de paneles** (es normal ver modelos con un tiempo de respuesta de 4 ms). En general, este tipo de paneles **son los que mejor representan los colores de los tres tipos**, al igual que **presentan la menor variación en los colores representados en función del ángulo de visión** desde el que se ve la pantalla.

Curiosamente, los paneles IPS salieron al mercado para corregir los problemas de calidad de imagen que tenían los paneles TN pero, dado que eran muy caros de fabricar, no se comenzaron a popularizar hasta bastantes años después de la invención de esta tecnología.

A pesar de sus ventajas más que obvias, los paneles IPS también presentan ciertas desventajas por su diseño, entre las que hay que destacar que sus **ratos de contraste no son especialmente altos** (lo normal son 1000:1) y muchas veces presentan problemas de **fugas de luz** en los bordes de la pantalla.

Los paneles IPS se suelen destinar, generalmente, a ser empleados con aplicaciones de diseño gráfico o para gaming no competitivo, cuando lo que le importa al usuario es más disfrutar de las imágenes que ve en la pantalla que la rapidez o precisión de las mismas.

7.2.1.5 PANTALLAS LED

Una Pantalla de LED es un dispositivo electrónico compuesto por diodos emisores de luz o LEDs, derivada de las siglas inglesas LED (Light Emitting Diode).

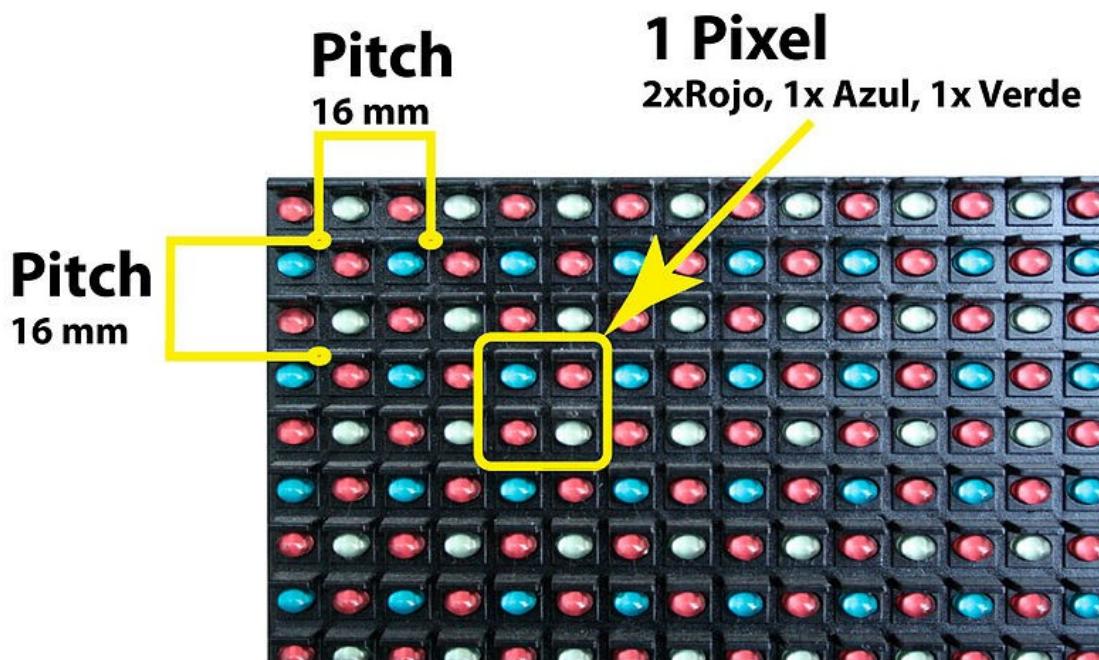


Ilustración 196: Esquema de una Pantalla LED con un pitch (distancia entre píxeles) de 16 mm

La pantalla electrónica de LEDs se compone de píxeles mediante módulos o paneles de LEDs (diodos emisores de luz). Estos pueden ser: *monocromáticos* (un solo color de LEDs), *bicolor* (dos tipos de colores de LEDs) o *policromáticos*. Estos últimos se conforman a su vez con LEDs RGB (Rojo, Verde y Azul, los colores primarios de la paleta de colores de monitores, pantallas o proyectores). Dichos LEDs son los que forman píxeles.

1. OLED

Un diodo orgánico de emisión de luz u OLED (Organic Light Emitting Diode) es un tipo de diodo que se basa en una capa electroluminiscente formada por una película de componentes orgánicos que reaccionan a una determinada estimulación eléctrica, generando y emitiendo luz por sí mismos.

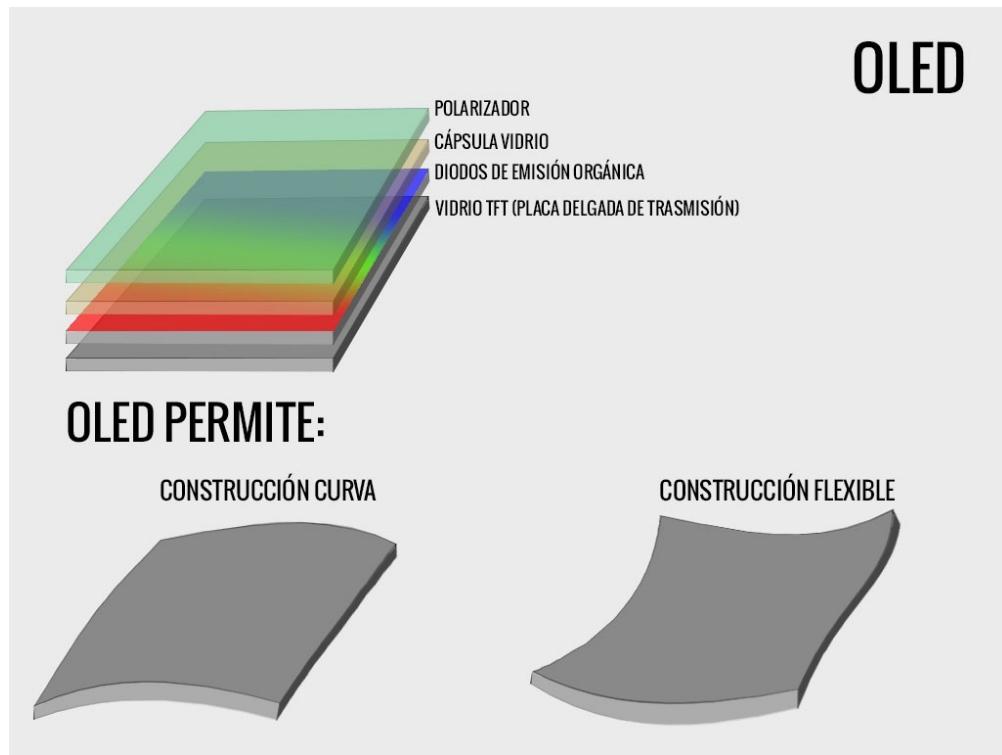


Ilustración 197: Ventajas de OLED respecto a LCD

OLED permite **reducir el grosor** de las pantallas, a la vez que permite un **construcción curva y flexible**.

2. AMOLED

AMOLED (Active Matrix Organic Light Emitting diode - matriz activa de diodos orgánicos emisores de luz), es una tecnología de fabricación de pantallas basada en OLED. Tiene una importancia al alza debido a su utilización en dispositivos móviles.

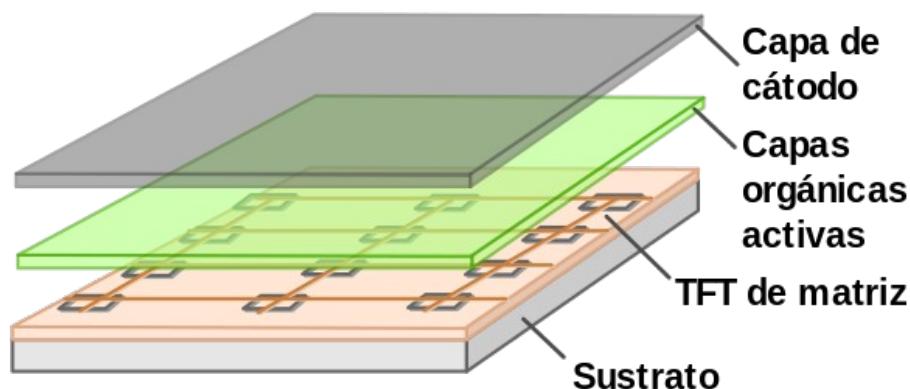


Ilustración 198: Representación de cómo se construye una pantalla AMOLED

Un dispositivo AMOLED consiste en **un conjunto de píxeles OLED que se depositan o integran en una serie de transistores de película fina (TFT)** para formar una matriz de píxeles, que se iluminan cuando han sido activados eléctricamente, controlados por los interruptores que regulan el flujo de corriente que se dirige a cada uno de los píxeles. El TFT continuamente regula la corriente que fluye por cada uno de los píxeles, para así caracterizar el píxel con el nivel de brillo que mostrará.

7.3 PULGADAS Y RELACIÓN DE ASPECTO

Una pulgada es una unidad de medida antropométrica; esto es, relacionada con el cuerpo humano. Equivale al ancho de la primera falange del pulgar y fue muy empleada en muchos países del mundo.

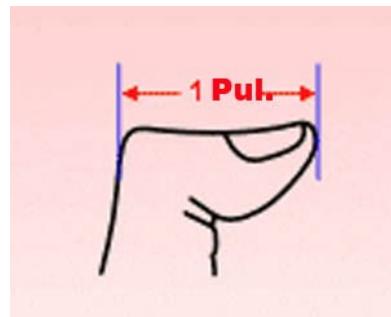


Ilustración 199: 1 Pulgada

Como estarás pensando, esta medida podía variar entre personas y, sobre todo, entre países. De hecho, cada país fijaba la medición de su pulgada en función de la falange del rey. Por ejemplo, la pulgada en Castilla media 23,22 milímetros, y la pulgada inglesa es de 25,4 milímetros. La introducción del Sistema Métrico Decimal en el siglo XIX hizo caer en desuso esta medida.

Actualmente la pulgada está fijada en 25,4 milímetros, y se emplea para la medición de televisores, monitores, teléfonos... ¡y cañerías!

Ahora bien, ¿cómo se miden las pulgadas en los monitores y televisores? Estos se **miden por pulgadas**, y para medirla empleamos la **diagonal** del dispositivo, desde la esquina inferior hasta la esquina superior opuesta.

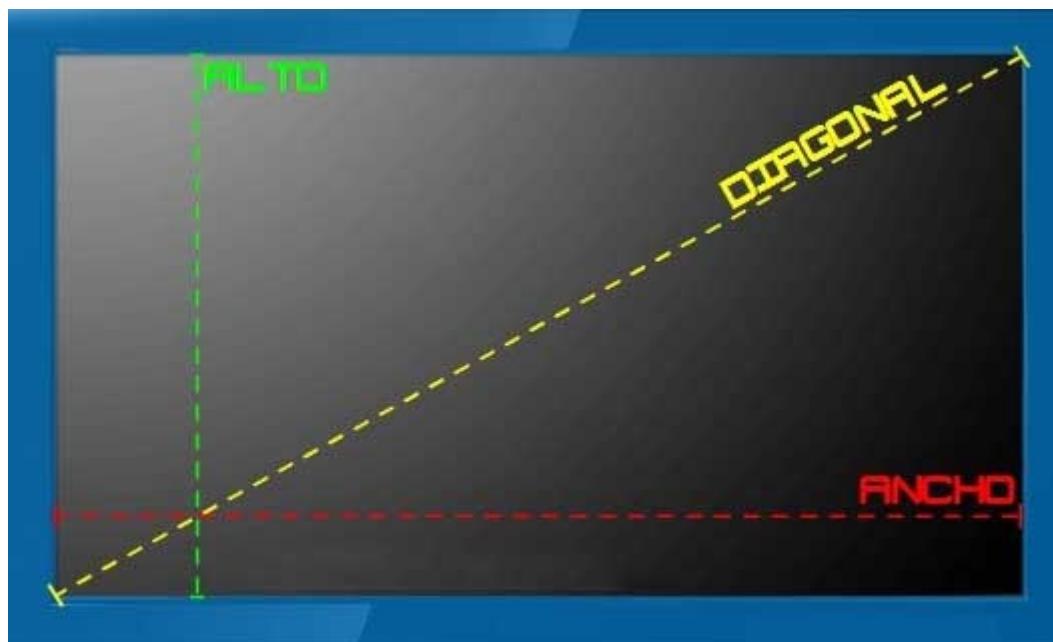


Ilustración 200: Relación entre diagonal, alto y ancho.

Aquí es donde entra en juego otro parámetro, que es la **relación de aspecto**. Dependiendo de la relación de aspecto del monitor/televisor, distinta será la medida de alto y ancho, ya me la medida de las pulgadas (en diagonal), no tendrá la misma relación con la altura y la anchura en un dispositivo con

relación de aspecto 16:9 a una con 4:3. Hay [calculadoras online](#) que te hacen los cálculos de manera rápida, pero si deseas hacerlo tu mismo, observa el siguiente ejemplo:

Ejemplo

Imaginemos que tenemos un dispositivo de 32 pulgadas. ¿Cuál sería su medida en cm de la diagonal?

$$Cm(\text{diagonal}) = \text{pulgadas} \times 2,54 \text{ cm (1 pulgada)}$$

$$\text{Diagonal} = 32 \times 2,54 \text{ cm} = 81,28 \text{ cm}$$

¿Cuál sería el alto y ancho si el dispositivo tiene una relación de aspecto de 16:9? Usando el teorema de pitágoras

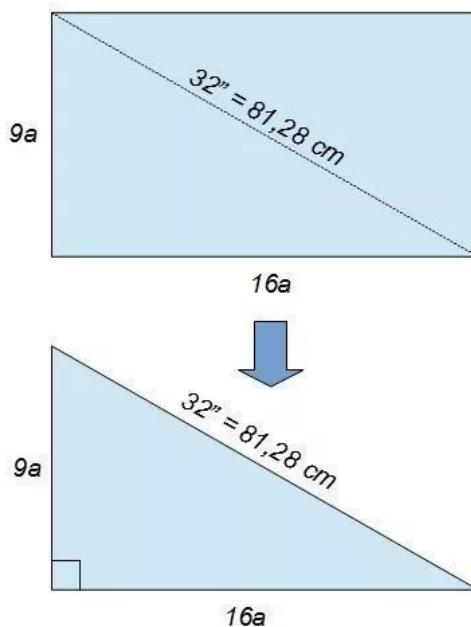


Ilustración 201: Teorema de pitágoras para el cálculo de alto y ancho en monitores

$$\begin{aligned}
 (9a)^2 + (16a)^2 &= (81,28)^2 \\
 81 \cdot (a)^2 + 256 \cdot (a)^2 &= 6640,44 \\
 337(a)^2 &= 6640,44 \\
 (a)^2 &= \frac{6640,44}{337} = 19,6 \\
 a &= \pm \sqrt{19,6} = 4,43
 \end{aligned}$$

Por tanto, para calcular el ancho, sería

$$\text{ancho} = 16 \times 4,43 = 70,88 \approx 71 \text{ cm}$$

$$\text{alto} = 9 \times 4,43 = 39,87 \approx 40 \text{ cm}$$

¿Qué ocurriría si son las mismas pulgadas pero con una relación de aspecto es de 4:3?

$$\begin{aligned}(3a)^2 + (4a)^2 &= (81,28)^2 \\ 9 \cdot (a)^2 + 16 \cdot (a)^2 &= 6640,44 \\ 25(a)^2 &= 6640,44 \\ (a)^2 &= \frac{6640,44}{25} = 264,18 \\ a &= \pm \sqrt{264,18} = 16,25\end{aligned}$$

Por tanto, para calcular el ancho, sería

$$\text{ancho} = 4 \times 16,25 \approx 65 \text{ cm}$$

$$\text{alto} = 3 \times 16,25 \approx 48,75 \text{ cm}$$

Como podéis observar, a la hora de las pulgadas en un dispositivo (monitor/ televisión , pantalla móvil/tablet, etc), también hay que tener la relación de aspecto de la misma.