

The background of the slide is a photograph of a server room. It features rows of black server racks filled with equipment, illuminated by a strong blue light. Cables are visible running along the top of the racks. The perspective is from within the aisle of the server room, looking down the length of the racks.

Tema 3: Microprocesadores

Fundamentos de hardware

Mario Alfonso Lasso Mesa
CFGS Administración de Sistemas Informáticos en Red
IES Ciudad Jardín

Introducción

- La **CPU** (Unidad Central de Proceso) es el componente central (“cerebro”) del ordenador encargado de llevar a cabo el procesamiento de la información y de regular la actividad de todo el sistema informático. De él depende gran parte de su rendimiento. Su misión principal es decodificar y ejecutar instrucciones de los procesos cargados en la memoria RAM, así como coordinar y controlar el resto de componentes que forman el ordenador y los periféricos. Los componentes típicos de una CPU son:
 - **ALU** (Unidad Aritmético-Lógica): se encarga de realizar las operaciones aritméticas (suma, resta, desplazamientos) y lógicas (AND, OR, inversor, XOR).
 - **UC** (Unidad de Control): se encarga de leer, una tras otra, las instrucciones de máquina almacenadas en la memoria principal, y de generar las señales de control necesarias para que todo el computador funcione y ejecute las instrucciones leídas. También genera con ayuda del reloj las señales para que todos los elementos del sistema trabajen de forma coordinada. El reloj es un circuito formado por un oscilador de cuarzo capaz de generar una señal periódica que marcará el funcionamiento de todos los elementos del sistema.
 - **Registros**: Almacenan información temporal, constituyendo el almacenamiento interno de la CPU.
- Físicamente, el microprocesador es un circuito integrado o chip que contiene los elementos hardware de una o varias CPU como concepto lógico básico (UC+ALU), denominándose como **núcleo** a cada CPU. Los microprocesadores, como las memorias y otros dispositivos, se componen de millones de transistores y otros elementos encapsulados en un circuito integrado. Actualmente, suelen integrar otras unidades funcionales además de la CPU, como memorias caché o un coprocesador.

Introducción

- Los microprocesadores están en muchos dispositivos: ordenadores, juguetes, calculadoras, electrodomésticos, teléfonos móviles, videoconsolas, etc. El término microprocesador como una forma especial de construir la CPU ha perdido sentido, puesto que hoy en día todos los ordenadores usan CPU integradas en un micro.
- Las funciones que realiza un microprocesador son las típicas de una CPU:
 - Almacena temporalmente las instrucciones.
 - Decodifica los códigos de operación de las instrucciones, y genera las señales de control, tanto para los circuitos internos del propio microprocesador como para los circuitos y dispositivos externos a éste.
 - Genera las secuencias de tiempo que sincronizan los intercambios de información entre el microprocesador y su exterior, y que temporizan globalmente al sistema.
 - Almacena temporalmente datos e instrucciones en los registros que contiene.
 - Efectúa las operaciones aritméticas y lógicas (ALU).
- Los microprocesadores actuales además suelen incluir:
 - Procesador de coma flotante (**FPU**, Float Point Unit): Realiza las operaciones de coma flotante (números reales).
 - Unidad de gestión de memoria (**MMU**, Memory Management Unit): Traduce las direcciones lógicas o virtuales de los programas en direcciones físicas o reales, para lo cual hace uso del registro base que el SO asigna a cada proceso. También se encarga del control de la memoria caché.
 - Por lo general dos niveles (L1 y L2) de **memoria caché** ultrarrápida, que evitan tener que acudir a la memoria RAM, reduciendo el tiempo de espera. La memoria caché se puede ampliar externamente con un nivel adicional (L3). Con frecuencia los niveles L1 y L2 están subdivididos en dos memorias, una para instrucciones y otra para datos.

Historia de los microprocesadores

- El microprocesador nació mucho después de que lo hiciera el ordenador, ya que los procesadores de los primeros ordenadores eran enormes unidades de cálculo que componían casi todo el sistema, mientras que un microprocesador integra varios elementos de cómputo en un microespacio o chip.
- Los ordenadores primitivos tenían graves inconvenientes ya que eran lentos, caros, grandes, y además eran poco fiables estropeándose con frecuencia y consumían mucha energía debido a que su principal componente era la válvula de vacío.
- A partir de 1956, con la invención del **transistor** por los Laboratorios Bell (1947-1948), se empiezan a fabricar ordenadores más pequeños, más rápidos y con menor consumo de energía. Los transistores funcionan como interruptores capaces de manejar 0s y 1s. Pueden agruparse formando puertas lógicas capaces de operar con álgebra de bool y lógica binaria. No obstante, aunque supuso una revolución respecto a los viejos ordenadores de tubos de vacío, seguían siendo máquinas pesadas y lentas.
- En 1958 se crea el primer **circuito integrado** o chip (Kilby, Texas Instruments) miniaturizaba 6 transistores interconectados entre sí en una única pieza. No es hasta 1964, con la aparición de los primeros circuitos integrados, cuando se producen ordenadores capaces de procesar varios millones de instrucciones por segundo.
- La aparición del microprocesador marcó el inicio de la 4ª generación de ordenadores (1971 - 1983). Hoy se encapsulan cientos de millones de transistores.



Transistor

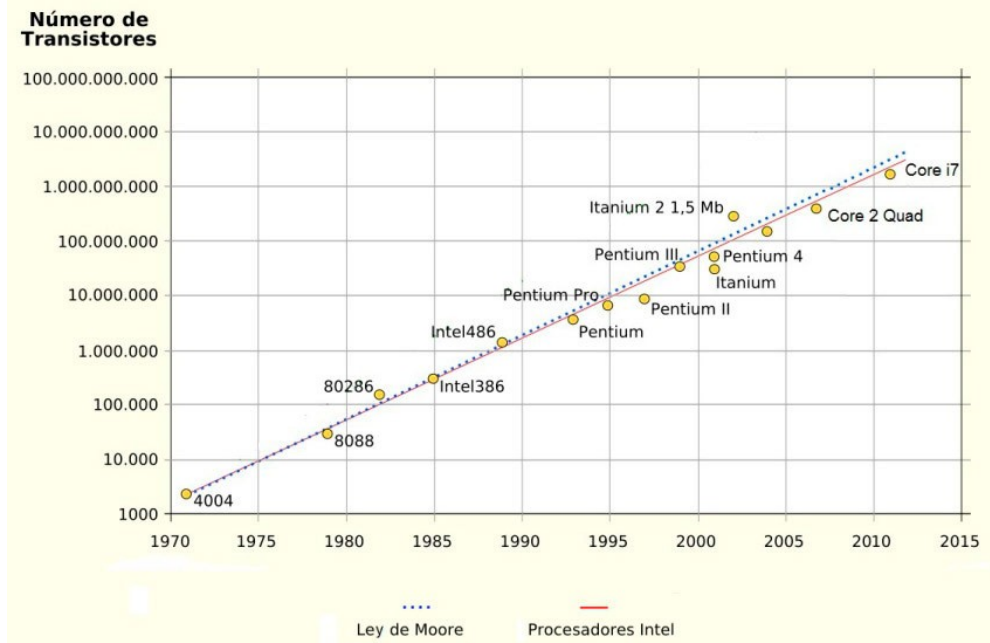
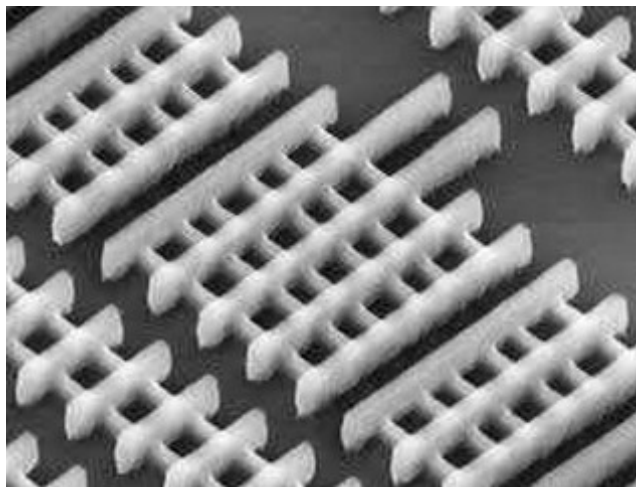
Historia de los microprocesadores

- El microprocesador, tal y como lo conocemos hoy, nació realmente cuando esas máquinas comenzaron a extenderse a los hogares y a los centros de trabajo (**4ª generación de ordenadores**). Uno de los primeros microprocesadores fue el 4004 lanzado por Intel en 1971 y destinado a calculadoras electrónicas. Un año más tarde, en 1972, Intel fabricó el 8008 precursor del **8088**, integrado en 1980 en el **IBM-PC**, el cual contaba con cerca de 10.000 transistores en su interior.
- Intel desde 1971 y otros fabricantes (AMD, Cyrix, Motorola, NEC, VIA, IBM, ARM...) proveen al mercado de microprocesadores, aumentando el número de transistores y mejorando en cada modelo sus prestaciones.
- Según el nivel de integración de transistores, se puede hablar de tecnologías:
 - **SSI** (small-scale integration): hasta 100 componentes por chip.
 - **MSI** (medium-scale integration): de 100 a 3.000 componentes electrónicos por chip.
 - **LSI** (large-scale integration): de 3.000 a 100.000 componentes por chip.
 - **VLSI** (very large-scale integration): de 100.000 a 1.000.000 componentes por chip.
 - **ULSI** (ultra large-scale integration): más de un millón de componentes por chip.
- La escala de integración ha pasado de LSI (Large Scale Integration) que integra múltiples circuitos a ULSI (Ultra LSI) usada actualmente para fabricar microprocesadores. Esta técnica ha reducido el tamaño y ha aumentado el número de transistores integrados en los micros:
 - Intel 8086: 29000t. con escala de 3 micras (10^{-6} m)
 - Intel Core Quad Q9650: 820 millones t. y escala 45nm (10^{-9} m)
 - Intel i7 (2010): 731 millones t. y escala 32nm (10^{-9} m)
 - Intel Xeon Hswell EP (2015): 5500 millones t. escala 22nm (10^{-9} m)
 - 32-core AMD Epyc (2017): 19.200 millones t. escala 14nm (10^{-9} m)

Historia de los microprocesadores

En 1965, **Gordon Moore**, uno de los ingenieros fundadores de Intel, publicó en la revista Electronics que la tecnología avanzaba de tal modo que, cada 18-24 meses, se duplicaba el número de transistores que podían insertarse en un chip. Aplicado a los microprocesadores, significa que la potencia de éstos crece exponencialmente después de cortos espacios de tiempo.

- La velocidad de los microprocesadores también ha ido creciendo sustancialmente a lo largo de los años. Actualmente, se están alcanzando los límites mínimos de integración, lo que está llevando a una exploración de campos como el paralelismo en la ejecución (pipeline) mediante integración de **varios núcleos en un mismo chip**.
- Los últimos transistores pueden llegar a implementarse en litografías de hasta 7nm (AMD y micros en smartphones) y 10nm (Intel). Tienen una estructura 3D (no son planos) y mejoran el consumo de energía, el espacio y el calor generado.



Fabricación de los microprocesadores

- Los microprocesadores y, en general, los circuitos integrados se fabrican en serie, concentrando varios cientos conjuntamente en una oblea de un material semiconductor como el silicio. La **oblea de silicio** que posee los transistores integrados requiere de un revestimiento exterior para evitar impurezas en el aire y para darle consistencia. Esto impide su deterioro (por ejemplo, por oxidación con el aire) y permite el enlace con los conectores externos que lo acloparán a su zócalo o a la placa base.
- Para integrar los transistores en la oblea de silicio se siguen los siguientes pasos:
 - Partimos de lingotes cilíndricos de silicio puro cortados en discos (wafers) de 30 cm.
 - Sobre estos discos se graban los circuitos mediante fotolitografía con luz ultravioleta.
 - El silicio es contaminado con “impurezas” que consiguen crear los transistores.
 - Se superponen capas de aislantes y conductores (cobre) para interconectar los elementos y se realizan otros procesos químicos.
 - Se realizan pruebas y se corta la oblea en dies (cores o núcleos). Este die se introduce en un material cerámico o plástico y se conecta a sus conectores externos.
 - Se prueba y se determina la velocidad máxima de funcionamiento.

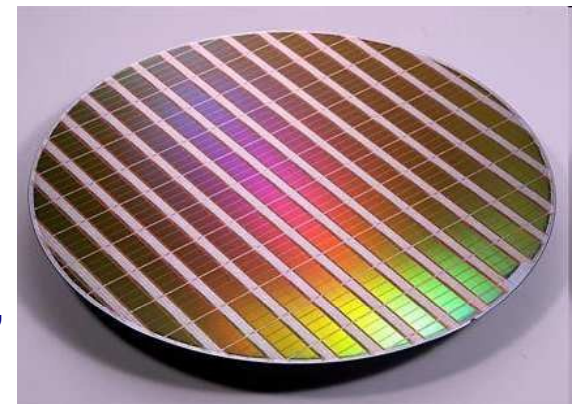
Visionado de vídeos sobre fabricación de microprocesadores:

“The Making of a Chip” (Intel)

“¿Cómo se fabrica un microprocesador?”

Lectura de un artículo sobre fabricación de micros:

“Cómo la ciencia transforma arena en un procesador para tu PC”



Características de los microprocesadores

Velocidad interna (MHz / GHz) o frecuencia a la que trabaja.

- El micro emplea una señal de reloj generada por un oscilador de cuarzo para sincronizar todos los componentes del sistema. El micro toma esta señal y la multiplica para proporcionarla al resto de componentes, puesto que la frecuencia a la que funciona internamente el micro es más alta que a la que funciona la placa base.
- Su frecuencia (ciclos por segundo) medida en Hz es la velocidad de reloj o frecuencia del procesador. Cada instrucción para ejecutarse puede requerir más de un ciclo máquina. Una sola microinstrucción puede consumir varios ciclos de reloj.
 $1\text{GHz} = 1.000\text{MHz} = 1.000.000\text{KHz} = 1.000.000.000\text{Hz} / \text{segundo}$ (Dividimos 1 segundo en mil millones de partes). La inversa de la frecuencia es el periodo de reloj.
- La **velocidad interna** es la frecuencia a la que trabaja el micro internamente para ejecutar instrucciones. Los primeros micros tenían una velocidad interna de casi 5MHz (4,7MHz en el 8080), mientras que hoy en día pueden funcionar a 4GHz.
- La velocidad externa o de bus es la velocidad a la que se comunica el microprocesador con otros dispositivos del sistema (memoria, otros micros, etc) a través de la placa base. Estas frecuencias son más bajas que la interna del micro y pueden estar entre los 800 MHz y los 1333 MHz para el bus FSB (Front Side Bus), los 2,6 GHz para el bus serie Hyper-Transport (AMD) o los 3,2 GHz para QPI-QuickPath Interconnect (Intel).
- En general, a mayor frecuencia mayor será el número de operaciones por segundo y, por tanto, mayor rendimiento tendrá el microprocesador. Sin embargo, actualmente los MHz crecen a ritmo bajo cobrando más importancia otras características: HT, VT, XCores, caché, etc.

Características de los microprocesadores

Velocidad del bus del sistema (MHz): Es la frecuencia de reloj a la que viajan los datos por el bus principal (FSB, QPI o HT). Dado que el micro funciona internamente a una frecuencia y la placa base a otra, se necesita de un multiplicador que ajuste la diferencia de velocidad entre ambos. La **tasa de transferencia** (MB/s) del bus principal se obtiene del siguiente modo: Ancho de bus (bytes) * Frecuencia bus (MHz) * transferencias/ciclo

- Ancho del bus de datos: Mientras más ancho, más datos se mueven entre el procesador y el resto del sistema. Relacionada con el ancho del bus de datos está la longitud de la palabra, es decir, la cantidad máxima de información (instrucciones y datos) que se puede leer o escribir en un solo acceso a la memoria. La mayoría de microprocesadores actuales trabajan con datos de 64 bits.
- Frecuencia del bus del sistema: Todo el sistema usa la misma frecuencia de reloj, aunque cada dispositivo suele acoplarla internamente a sus necesidades (multiplicando o dividiendo). Ejemplo: FSB usa la misma frecuencia base pero es inferior a la interna del micro que la multiplica (x2..x5..)
- Aprovechamiento del bus: Los micros y buses actuales son capaces de realizar varias transferencias en cada ciclo de reloj, así que muestran velocidades efectivas superiores a las físicas. Ej. 2666MHz (333MHz * 8)).
- Ejemplos:
 - Un Pentium D a 3,6 GHz utiliza un bus (FSB) de 800 MHz, el multiplicador será 4,5, ya que $800 \times 4,5$ da 3 600. Estas características aparecen en los manuales de la placa base o del procesador, de la forma siguiente: Pentium D 3,6 GHz (800 × 4,5).
 - ¿Cuánto valdrá el multiplicador para un AMD Athlon a 750 MHz que utiliza un bus de 100 MHz? La respuesta es 7,5: AMD Athlon a 750 MHz (100 × 7,5).

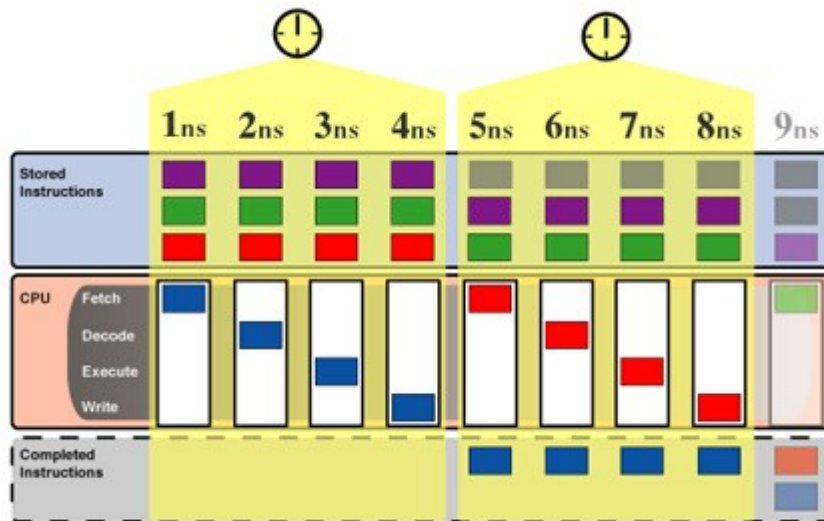
Características de los microprocesadores

Velocidad de ejecución de las instrucciones: Varía en función del número de ciclos de reloj que necesite una instrucción para ejecutarse, así como de la posibilidad de ejecución simultánea de varias instrucciones en un mismo procesador.

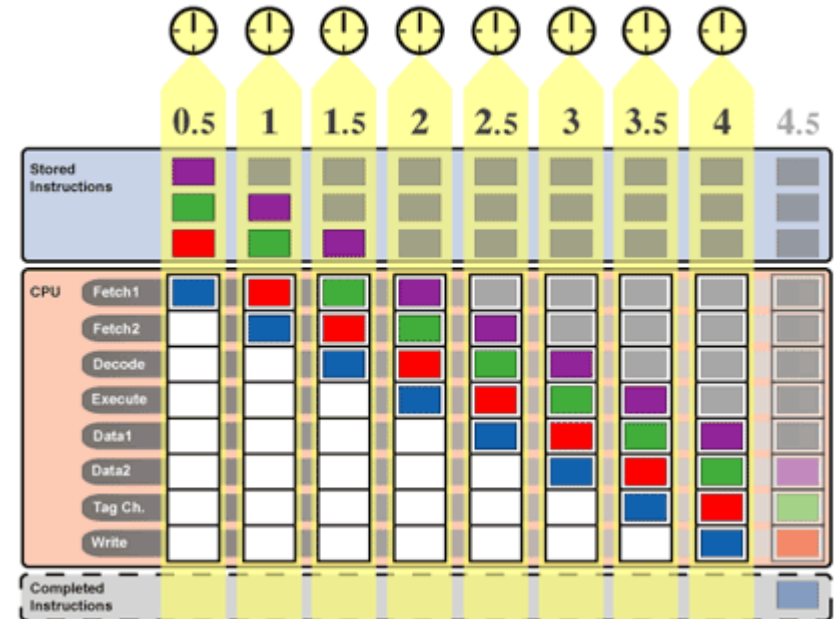
- **MIPS** (millones de instrucciones por segundo): Expresa la velocidad de ejecución de las instrucciones de máquina. Es un parámetro más representativo de la potencia que la frecuencia de reloj. Una instrucción necesita varios ciclos de reloj (búsqueda, decodificación, accesos a operandos, ejecución, etc.). Suponiendo una media de 5 ciclos y un micro a 3GHz = $3.000/5=600$ MIPS. Esta medida está desfasada. Hay aproximaciones mejores como SPECint y SPECfp (operaciones con enteros y coma flotante), pero tampoco son muy acertadas porque los micros usan PipeLines.
- **MFLOPS** (millones de operaciones en punto flotante por segundo): Expresa la potencia de cálculo científico de un ordenador. Dado que las operaciones en punto flotante son las más complejas y largas de ejecutar, la tasa de MFLOPS de un ordenador suele ser menor que su tasa de MIPS. Sin embargo, los ordenadores vectoriales ejecutan más de una operación de punto flotante por instrucción, por lo que permiten obtener una tasa de MFLOPS mayor que su tasa de MIPS.

Características de los microprocesadores

- **Pipelining:** La ejecución de una instrucción se divide en varias fases (31 en Xeon). Los micros tienen unidades independientes que ejecutan cada fase, de modo que cada unidad trabaja concurrentemente en una instrucción. Por tanto, la ALU no deja de ejecutar instrucciones en cada ciclo, lo cual aumenta el rendimiento. El problema aparece cuando una instrucción depende de la anterior. En ese caso es preciso un circuito que prevea lo que hay que ejecutar (Branch Predictor) para evitar tener que parar y volver a cargar instrucciones. Esta técnica se llama ejecución especulativa y procura adivinar el camino a seguir por el programa para evitar tener que vaciar la “tubería” de instrucciones y volver a recargarla, con el objetivo de no parar nunca.



Sin pipeline



Con pipeline

Características de los microprocesadores

Multiproceso

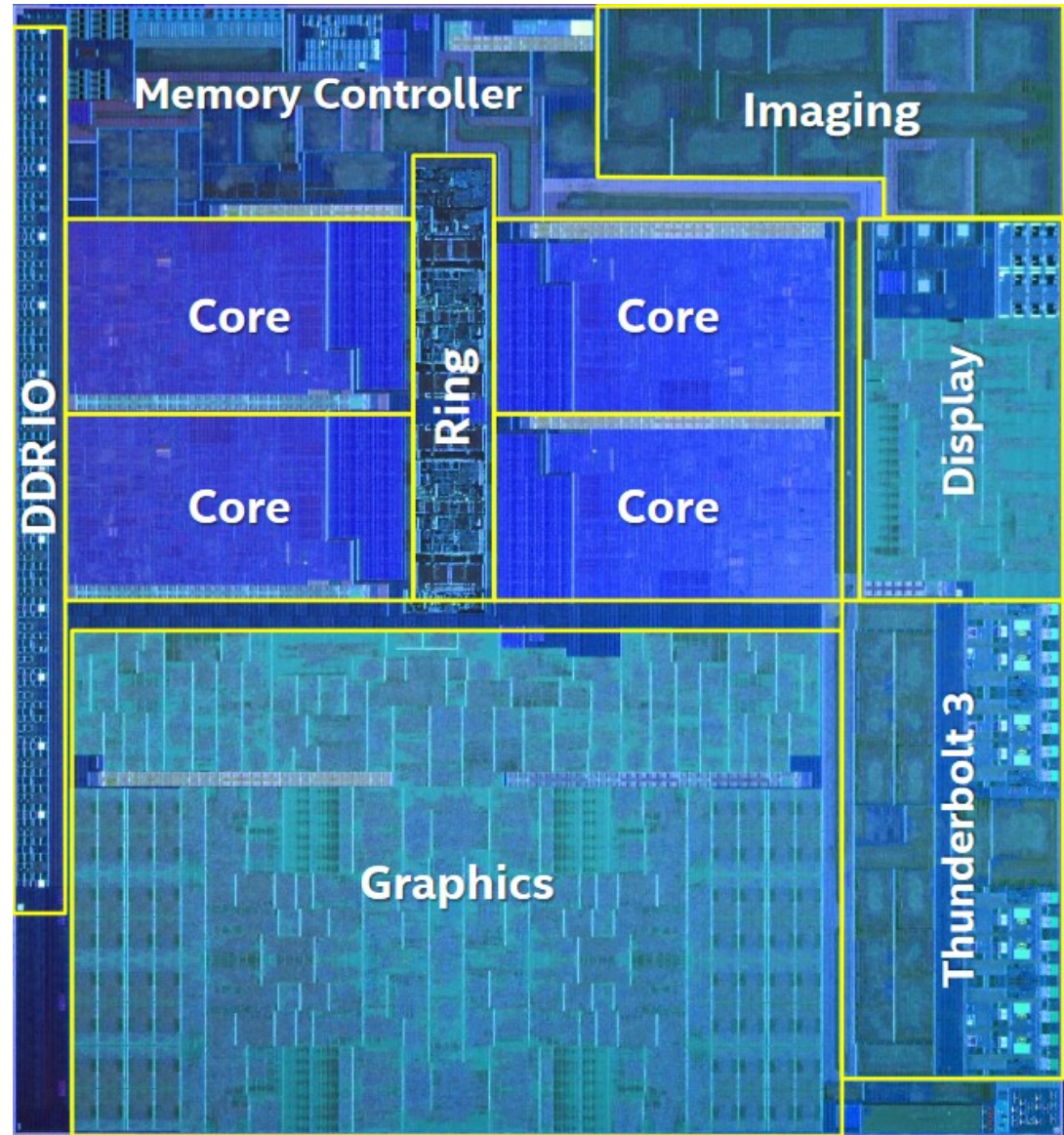
- El multiproceso es la capacidad de un sistema de ejecutar varios procesos de forma concurrente. Los SO multitarea simulan que ejecutan varios procesos a la vez. Pero con una unidad de ejecución sólo hay un proceso en ejecución en un instante dado. Para que el multiproceso sea real es necesario tener varias unidades de ejecución que ejecuten el mismo tipo de tareas (simétrico SMP) o diversas (asimétrico AMP). Existen varias opciones para conseguir este multiproceso:
- Sistemas con varios microprocesadores: La placa dispondrá de varios zócalos y buses multiplexados, por lo que será necesario incrementar los sistemas de refrigeración y alimentación. El SO debe soportar esta funcionalidad.
- Un solo microprocesador que incluye varios núcleos (core): Las nuevas técnicas de fabricación permiten incluir varios núcleos en un mismo encapsulado con un coste mucho menor que con varios micros. Ejecutan instrucciones independientemente y comparten algunas unidades funcionales como la caché y los buses externos. Existen micros con 2, 4, 8, 10...32 núcleos.
 - Mejora el rendimiento frente a micros más rápidos.
 - Mejora el rendimiento durante la multitarea.
 - Aumenta el calor a disipar así que trabajan a velocidades bajas.
 - Necesitan un nivel de transferencia con RAM elevado y han tenido que adaptar los buses serie FSB (Hyper-Transport y QPI).
 - Su rendimiento depende de que el SW esté preparado para aprovechar todas las ventajas de estos productos.

Características de los microprocesadores

Ejemplo: 10th gen 'Ice Lake' CPUs:

Intel Core i7-1065G7

- 4 cores y 8 hilos (HyperThreading) a 1,3 GHz frecuencia base.
- Turbo Boost: 1 core a 3,9 GHz, 2 cores a 3,8 GHz, 4 cores a 2,5 GHz.
- Litografía 10 nm
- Caché 8 MB.
- TDP 15 W. Uso en portátiles y ultrabooks. Configurable a 25 ó 12 W.
- Iris Plus Graphics (Gen 11): 64 Cus a 300 – 1100 MHz. 4K a 120 Hz.
- 18% más IPCs (instrucciones por ciclo de reloj)
- Thunderbolt y Wifi 6 integrados en el chip.
- Controlador de memoria DDR4 (LPDDR4) soporta módulos hasta 3200 MHz. 64 GB máximo.

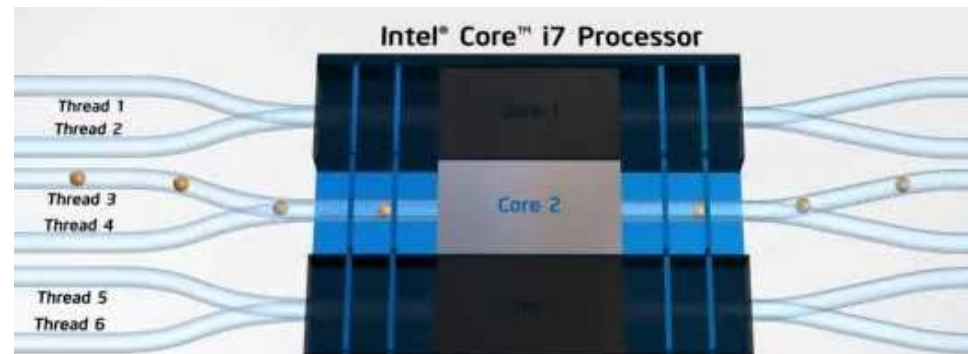
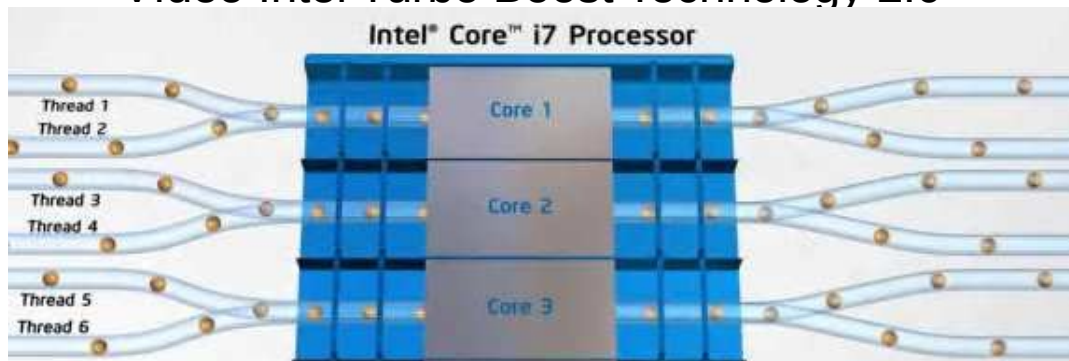


Características de los microprocesadores

Multiproceso

- Hyper-Threading (Intel): Permite ejecutar simultáneamente varios hilos en un mismo core. [Intel Multicore Hyperthreading](#). El micro duplica algunos elementos (Intel dice que sólo aumenta el tamaño un 5%) y se presenta un procesador físico ante el SO como si fuesen 2 procesadores lógicos. Cada unidad puede ejecutar hilos o threads que son partes de un programa que pueden ejecutarse de forma independiente dentro de un único proceso. Se requiere que lo soporten el micro, chipset, BIOS y SO. Además, la aplicación debe estar programada de forma que sea divisible en varios hilos. El incremento de rendimiento real con SW adecuado puede llegar al 20%. Core2 y Quad no lo incluían, mientras que los i5 e i7 sí lo incluyen.
- TurboBoost: Optimización dinámica de las condiciones de funcionamiento de cada núcleo de forma independiente. Esta tecnología permite aumentar la velocidad de reloj interno de la CPU en alguno de los núcleos existentes para poder ejecutar un hilo muy rápidamente. Para mantener al micro en los parámetros de seguridad (calor) es necesario bajar el funcionamiento del resto de los hilos y núcleos.

Vídeo Intel Turbo Boost Technology 2.0



Características de los microprocesadores

Memoria caché

Aunque la memoria principal de tipo DRAM o RAM dinámica es muy rápida, con tiempos de acceso del orden de 5 ns, es de 10 a 20 veces más lenta que los registros del microprocesador, que tienen tiempos de acceso entre 0,25 y 0,5 ns, por lo que éstos se ven frenados cuando tienen que leer o escribir una palabra de memoria.

- Una forma de paliar este problema es utilizar una memoria caché intermedia, de tamaño más pequeño y de velocidades mayores que la memoria RAM, entre los registros del procesador y la memoria principal. La memoria caché suele estar formada por circuitos integrados **SRAM** o RAM estáticas (Static Random Access Memory), que son aproximadamente 5 veces más rápidos que los SDRAM o RAM dinámica síncrona (Synchronous Dynamic Random Access Memory). Aunque son más rápidos, también son más caros y voluminosos, de mayor consumo energético y con una capacidad mucho menor.
- La memoria caché es usada por el sistema de memoria para almacenar la información (instrucciones y datos) que con más probabilidad requerirá el procesador, reduciendo así los accesos más lentos a la memoria principal. Cuando el procesador necesita datos, mira primero en las cachés L1, L2 y L3. Si no lo encuentra en caché, lo busca en la memoria RAM y luego en el disco duro.

Inicialmente la memoria caché se incluía en placa base, aunque desde el 486 se incluye dentro del chip ocupando prácticamente la mitad de su espacio.

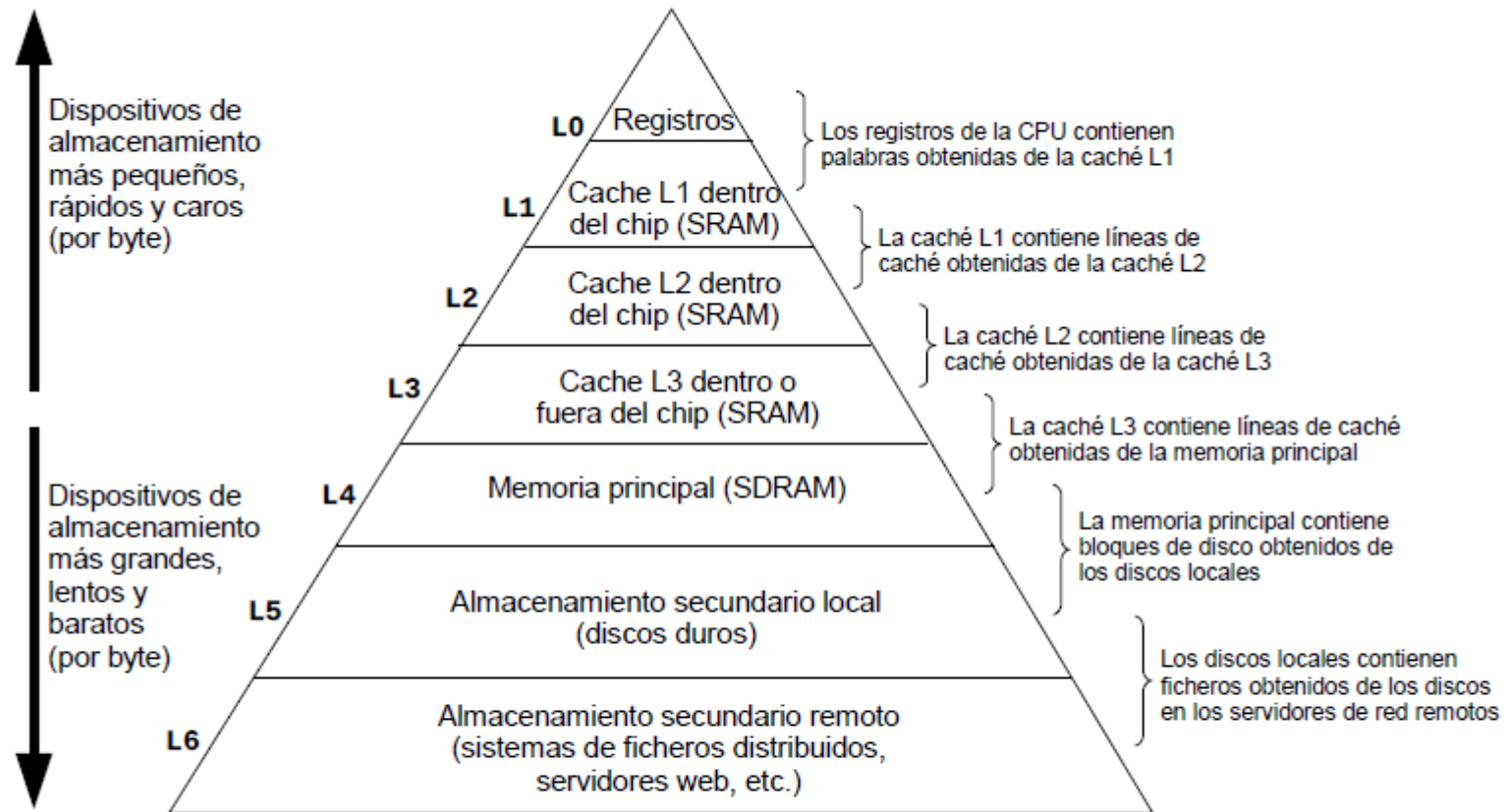
Características de los microprocesadores

Memoria caché

- Se estructura en varios niveles (menor nivel + cerca y + rápido):
 - Caché primaria o nivel L1 (8 – 256 KB): Siempre interna integrada en el micro. Se divide en L1 datos y L1 instrucciones. En el micro, misma velocidad.
 - Caché de niveles L2 (512 KB – 2 MB) y L3 (5 – 20 MB): Conectadas a los núcleos del micro mediante el bus trasero o BackSideBus (BSB) más rápido que el frontal o FSB. En ocasiones se encuentran integradas en el micro dependiendo del diseño. En raras ocasiones fuera (cartuchos de Pentium II o en la placa). Suelen estar compartidas para todos núcleos (intelSmartCache). L2 datos y L2 instrucciones y L3 propósito general de cuestionada eficacia.
- Cuando aparece caché 64 kB + 64 kB, quiere decir 64 kB para instrucciones y 64 kB para datos.
Cuando aparece caché 2 × 4 MB, quiere decir que son 4 MB por núcleo si tiene dos núcleos o 4 MB por pareja de núcleos si tiene cuatro núcleos.
- Si sale completo, es decir, si sale 2 MB y no 4 × 512 kB, entonces es compartido por todos los núcleos, en este caso cuatro.

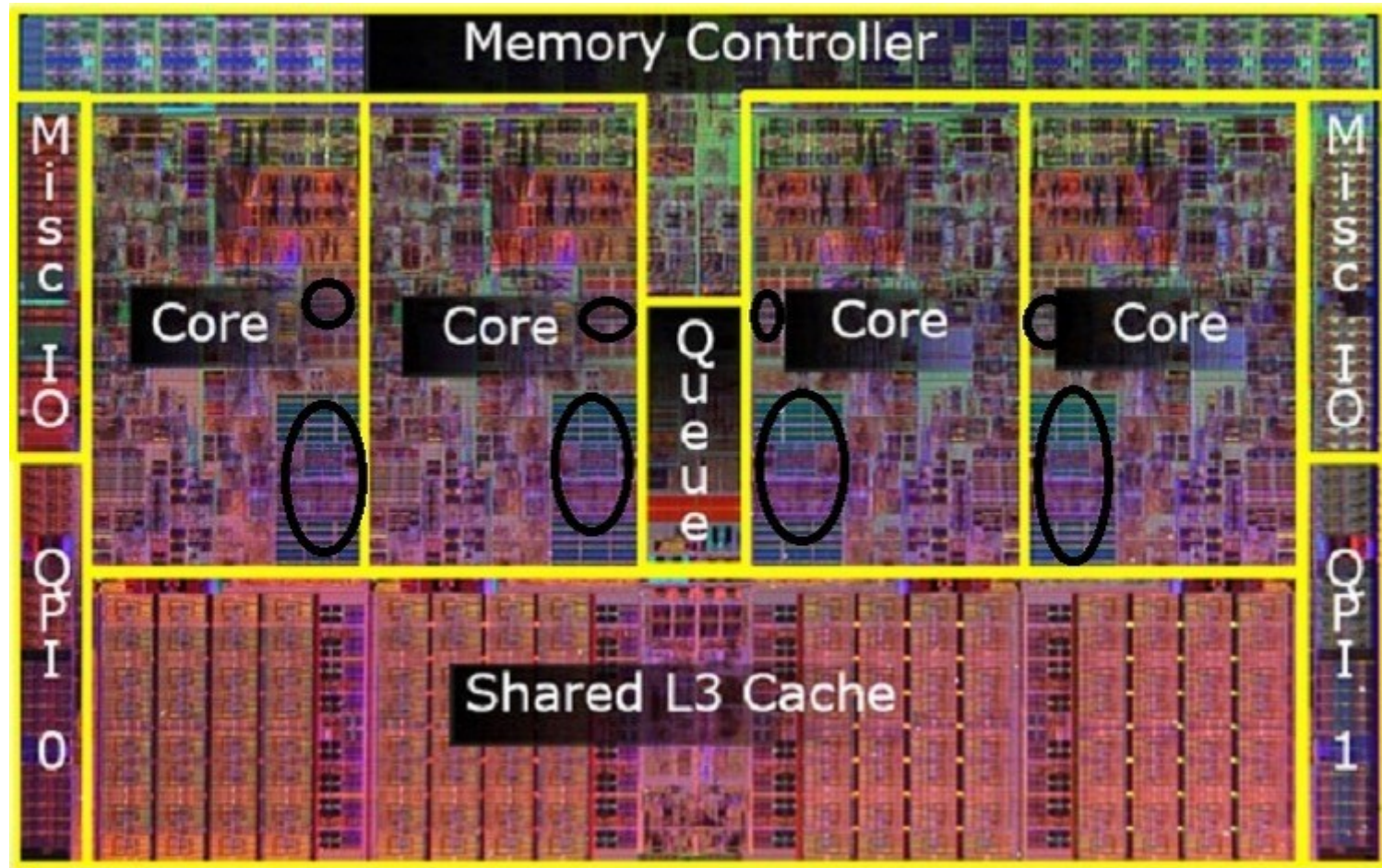


Memoria caché



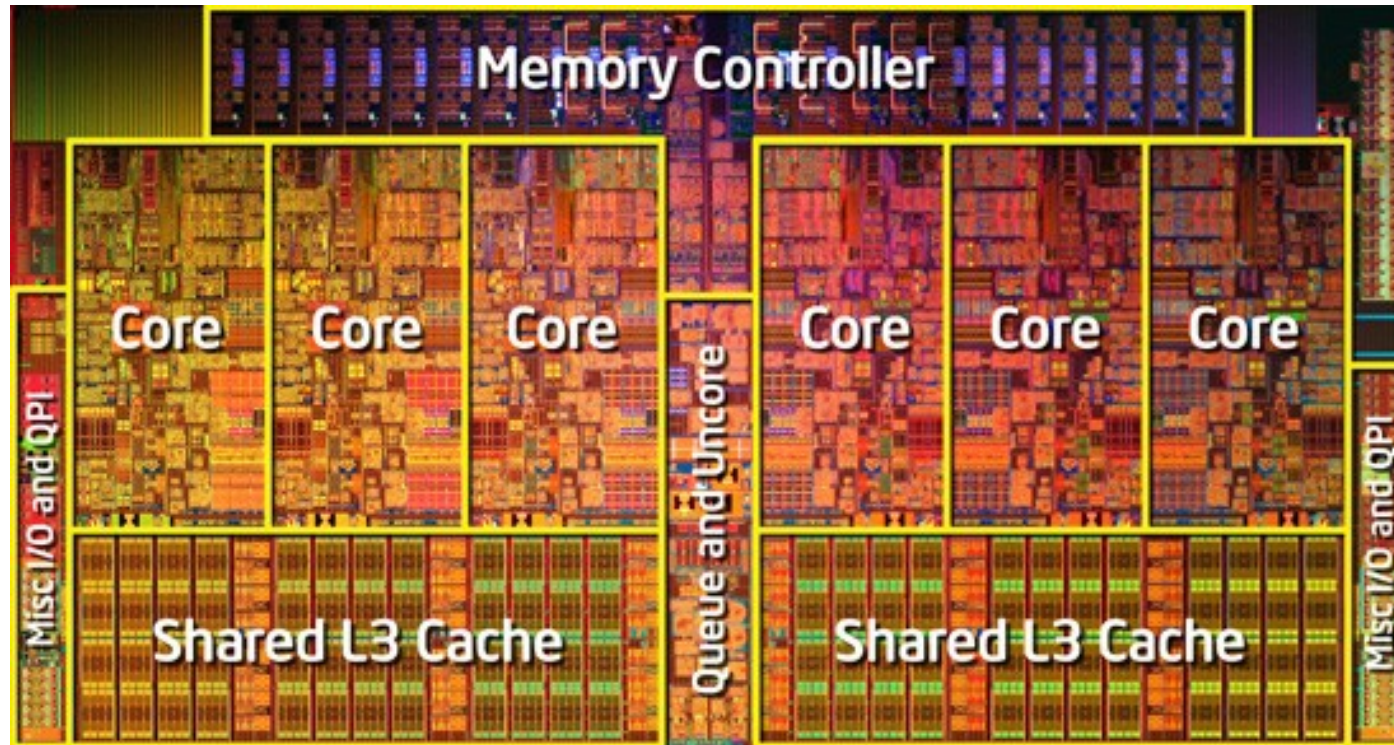
Tecnología	Tiempo de acceso típico	€ por MB
SRAM	1 ns	20 €
SDRAM	5 ns	0,01 €
Disco magnético	8.500.000 ns	0,0001 €

Memoria caché



En esta imagen de un microprocesador quad-core Intel i7-975 Extreme Edition (arquitectura Nehalem) se puede ver que los cuatro núcleos tienen acceso a los 8MB de caché L3 compartida. Los círculos grandes identifican la caché L2, y los pequeños la caché L1, independientes para cada núcleo.

Memoria caché



En el caso del microprocesador Intel Core i7 980X Extreme Edition (arquitectura Gulftown, Q1 2010), se tienen 12 MB de caché L3 compartida entre los 6 cores, lo que supone un 50% más que en el microprocesador Intel i7-975 Extreme Edition (lanzamiento en Q2 2009)

Características de los microprocesadores

Mejora para las aplicaciones

Los procesadores incorporan distintas tecnologías que mejoran las prestaciones de distintas aplicaciones. Algunos ejemplos de Intel.

- Tecnologías de seguridad integrada: Protección contra rootkits, virus, malware, web, identidad, protección datos confidenciales y conexiones remotas.
 - **Bit de seguridad**: controla que no haya un código malicioso que ponga en riesgo la seguridad del equipo por medio de un ataque de desbordamiento.
 - **vPro**: Intel integra funcionalidades dentro del micro que nos permiten arrancar el equipo, realizar actualizaciones y administrarlo de forma remota. También necesita un chipset (Q45) y una tarjeta de red que lo soporte junto con la tecnología Active Management.
- Soporte para virtualización: (VM-x en Intel y VMS en AMD): Permiten al SW de virtualización como VirtualBox, VMWare, emular los componentes de HW mediante máquinas virtuales y ejecutar el sistema operativo sobre el HW virtual. Mejora el rendimiento de las máquinas virtuales, los consumos de memoria y energía y el acceso a los distintos dispositivos de E/S.
- Soporte para el ahorro de energía: Como Intel SpeedStep, Intel EstadosInactivos, Intel MonitorTérmico, smartResponse, Intel dynamic tuning, VMCS Shadowing.
- Soporte para tratamiento multimedia: SSE4.1/4.2, AVX 2.0, DirectX, OpenGL, QuickSync Video y CVT HD (codificación de vídeo).
- Soporte para HW: PCIeexpress, USB 3.1.

Características de los microprocesadores

Tecnologías de fabricación y alimentación

- Tecnología de fabricación o densidad de integración: Indica la separación que hay entre los transistores que forman el micro. Dicha longitud se ha reducido hoy en día a los 10-7nm. Con esto se consigue un menor coste puesto que de un mismo wafer se obtienen más dies. A su vez, disminuye el voltaje necesario y el calor disipado, aunque es más difícil disipar el calor al haber menos superficie. La capacidad de la memoria caché puede ser también mayor al disponer de más espacio en el encapsulado, lo que implica una mayor velocidad al disminuir los accesos a RAM.
- Voltaje: Cuanto menor sea, menor calor genera. Los microprocesadores reciben la electricidad de la placa base. Existen dos voltajes distintos: voltaje externo o voltaje de E/S (menos de 3V), que permite al procesador comunicarse con la placa base, y voltaje interno o voltaje de núcleo, que es menor que el anterior (menos de 1,3 v) y le permite funcionar con una temperatura interna menor.
- TDP: Se mide en vatios (W). El Thermal Design Power representa la máxima cantidad de calor que necesita disipar el sistema de refrigeración sin exceder la máxima temperatura de funcionamiento para la cual está diseñado el chip del micro. El consumo de energía de la CPU está ligado a su frecuencia de funcionamiento y a la actividad interna. Es muy reducido. Por ejemplo, en la 8th generación de Intel Core el TDP va desde 15W hasta 45W. Puede ocurrir que el micro se caliente demasiado y se produzcan serios problemas, como, por ejemplo, reinicios espontáneos del sistema. Para evitar el calentamiento se utilizan disipadores junto con un ventilador. El disipador extrae el calor del micro y el ventilador enfría al disipador. Entre el procesador y el disipador se incluye una pasta térmica para ayudar en la transferencia de calor.

Características de los microprocesadores

Anchura de los buses

- La anchura de los buses coincide con el tamaño de los registros correspondientes (datos y direcciones) en el procesador. Este tamaño viene determinado por el conjunto de instrucciones que el micro puede ejecutar. El formato de las instrucciones implica la longitud necesaria de los registros internos del micro (16, 32, 64, 128), o el ancho de los buses de datos o de direcciones.
- El tamaño del bus de datos determina el dato más grande que es capaz de manejar el micro en una sola operación, así como el ancho de palabra de la memoria principal. Por su parte, el tamaño del bus de direcciones determina la cantidad máxima de memoria que se puede direccionar.
- Las arquitecturas de 32 bits estaban enfocadas a ejecutar aplicaciones de carga pequeña o media, tareas típicas en una pequeña o mediana empresa, con lo que tienen una serie de limitaciones:
 - Números en rango 2^{32} , lo cual puede limitar la representación de resultados en operaciones matemáticas o científicas que requieren de gran precisión.
 - Límite memoria 4 GB (2^{32}). La arquitectura de 32 bits no es capaz de mapear/controlar la asignación sobre más de 4 GB de memoria RAM. Esta limitación puede ser grave para aplicaciones que manejan volúmenes elevados de información como bases de datos en niveles de TB, ya que el traslado continuo de información de un medio (disco duro u óptico) a la memoria RAM puede hacer que una aplicación se ralentice. En cambio, con un bus de direcciones de 64 bits se podrían direccionar 16 exabytes.
- Los primeros procesadores Intel usaban arquitectura x86 que ha evolucionado mucho, desde 286 con registros de 16 bits hasta 386 con registros y direccionamiento de 32 bits, el cual es el modo nativo de NT, XP y Linux 32.
- Actualmente, se han impuesto los procesadores de 64 bits. Las arquitecturas actuales de 64 bits son también compatibles con x86. Sin embargo, no todo el software (sistema operativo o aplicación) está diseñado para explotar los recursos ofrecidos por un procesador de 64 bits. En este caso, su ejecución en eficiencia y velocidad será idéntica a la de utilizar un procesador de 32 bits.

Características de los microprocesadores

Juego de instrucciones

- Todos los microprocesadores disponen de un juego o set de instrucciones entre las que podemos encontrar diferentes tipos como las instrucciones de **transferencia** de información, las **operaciones** aritmético-lógicas y de desplazamientos, las de **control de flujo** (saltos condicionales, bifurcaciones, llamadas y retornos de procedimientos). A mayor número de instrucciones, mayor es la complejidad del diseño del micro.
- Decimos que dos procesadores son compatibles si comprenden las mismas instrucciones. Así, todos los procesadores de la familia del PC son compatibles por lo que pueden ejecutar las mismas instrucciones y, en consecuencia, los mismos programas. A este conjunto de instrucciones que inicialmente utilizaron los PCs se le llamó **x86**.
- Independientemente del PC que tengamos, podemos ejecutar cualquier sistema operativo Windows/Linux y cualquier programa. Sin embargo, los Macintosh de Apple eran incompatibles con los PCs porque hasta 2006 utilizaban otros procesadores que funcionaban con un conjunto de instrucciones distintas. Se trataba de procesadores Motorola y PowerPC.
- El Intel 80386 amplió este conjunto de instrucciones para trabajar con registros de 32 bits (el 8086 era de 16 bits). Es por ello que muchas veces también nos referimos a este conjunto de instrucciones como x86-32 o **IA-32** (Intel Architecture 32-bit) para diferenciarlo del conjunto original x86-16, así como de su posterior adaptación a máquinas de 64 bits (x86-64, x64, EM64T, etc).

Características de los microprocesadores

Juego de instrucciones

- Cada nueva generación de procesadores ha ampliado el conjunto de instrucciones inicial con nuevas instrucciones con dos fines principales:
 - Mejorar la eficiencia en la ejecución de las instrucciones.
 - Permitir realizar nuevas tareas a la CPU. Los ordenadores actuales ejecutan muchos programas que no existían antes. Se suele especificar una CPU mínima para poder ejecutar un programa concreto. Este requisito puede atender a razones de velocidad, pero también puede deberse a que se necesite que el procesador soporte unas instrucciones determinadas que se introdujeron con dicha CPU.
- Algunas de las instrucciones que han ampliado el conjunto x86 son las siguientes:
 - **IA-32** (Intel Architecture 32-bit): Extensión del conjunto x86 para trabajar con procesadores de 32 bits.
 - **MMX** (MultiMedia eXtension): Con la aparición del Pentium MMX en 1997, surgió la tecnología MMX, que incluye soporte para ciertas operaciones matemáticas con enteros de 64 bits de forma más eficiente en aplicaciones ricas en gráficos (vídeo y multimedia).
 - **3DNow!**: Paralelamente, en 1998 la empresa AMD lanzó el procesador K6, cuya especificación 3DNow! mejora la ejecución de aplicaciones 3D, gracias a que permite que la FPU actúe con varios datos simultáneamente a través de un proceso llamado SIMD (Single Instruction, Multiple Data, instrucción única, datos múltiples), donde con una sola instrucción puede llevar a cabo varias operaciones, pudiendo hacer hasta cuatro operaciones en coma flotante por cada ciclo de reloj.

Características de los microprocesadores

Juego de instrucciones

- **SSE** (Streaming SIMD Extensions): extensiones SIMD de flujo de datos, también conocidas como MMX-2. Con la llegada del Pentium III en 1999 se incorporaron al micro 70 nuevas instrucciones, llamadas SSE que amplían la funcionalidad de MMX con operaciones de coma flotante, en lugar de operaciones con números enteros, incluso con registros de 128 bits, y pueden emplearse simultáneamente con la FPU.
- Se han añadido **instrucciones especiales** soportadas en general por Intel y AMD. Estas tecnologías intentan aumentar el rendimiento de las aplicaciones multimedia y en 3D. Lo forman un conjunto de instrucciones incorporadas en el procesador que
- Las instrucciones SSE han evolucionado (SSE2, SSE3, SSE4, SSE5, AVX, CVT16...) dando soporte a juegos, multimedia, criptografía, procesadores de texto, etc. Utilizan la matemática matricial para soportar los algoritmos de compresión y descompresión de gráficos (como JPEG, GIF y MPEG) y presentaciones gráficas en 3D. Algunas de estas instrucciones mejoran el tratamiento del vídeo, o el reconocimiento de voz, mientras que otras aceleran el acceso a la memoria. Intel ha trabajado con fabricantes de aplicaciones y de sistemas operativos, con el fin de establecer **AVX** como un estándar en la industria del software. AVX 2.0 permite realizar operaciones de coma flotante intensivas, hilos, mejora el trabajo multimedia, análisis financiero, etc.
- **X86-64** o **AMD64**: Extensión del conjunto x86 para trabajar en procesadores de 64bits. Fueron creadas por AMD e implementadas en su procesador Opteron en 2003.
- **IA-32e**, **EM64T** o **Intel64**: Nombres que dio Intel a su extensión del conjunto x86 para trabajar en procesadores de 64bits. Hay que distinguirlas del conjunto IA64 que Intel implementó en sus procesadores para servidores Itanium, las cuales son incompatibles con las instrucciones x86.

Características de los microprocesadores

Juego de instrucciones

- Dependiendo del número de instrucciones, podemos distinguir dos arquitecturas: una con un conjunto de instrucciones complejo (CISC) y otra con uno reducido (RISC).
 - **CISC** (Complex Instruction Set Computer): Se utiliza un conjunto extenso de instrucciones complejas. Se caracteriza por la microprogramación que significa que cada instrucción de máquina es interpretada por un microprograma localizado en una memoria en el circuito integrado del microprocesador. Las instrucciones compuestas son decodificadas internamente y ejecutadas con una serie de microinstrucciones almacenadas, para lo cual se requieren varios ciclos de reloj (al menos uno por cada microinstrucción). Con esto se reduce el número de líneas de código ensamblador de los programas. El conjunto original de instrucciones x86 (Intel/AMD) era de tipo CISC.
- → **RISC** (Reduced Instruction Set Computer): Se reduce el número de instrucciones a un conjunto de instrucciones básicas simples, lo que permite especialización y rapidez (Apple, Motorola, IBM, PowerPC). Con un conjunto de instrucciones más simples, la ejecución de programas directamente compilados con microinstrucciones y residentes en memoria externa al circuito integrado resulta más eficiente, gracias a que el tiempo de acceso a las memorias se ha ido decrementando. Los programas son más largos, ya que para ejecutar una tarea se necesitan más instrucciones en RISC que en CISC, pero el hecho de tener actualmente unos mecanismos rápidos de acceso a memoria, buses de alta velocidad y compiladores especializados compensa esta carencia. La estructura del procesador también se simplifica, lo que reduce la superficie del circuito integrado. Los procesadores RISC tienen en general mejores prestaciones (más potentes y rápidos) que los CISC.

Características de los microprocesadores

Juego de instrucciones

- Ventajas de la arquitectura RISC:
 - Las instrucciones se pueden implementar por hardware directamente en la CPU, lo que elimina el microcódigo y la necesidad de decodificar instrucciones complejas.
 - Casi todas las instrucciones pueden ejecutarse dentro de un ciclo de reloj y se pueden ejecutar de forma simultánea (pipeline), de forma que una instrucción comienza a ejecutarse antes de que haya terminado la anterior.
 - La estructura del procesador es más simple, lo que ha permitido reducir la superficie del circuito integrado, de manera que se puede aprovechar el espacio para ubicar unidades funcionales adicionales como una FPU (unidad para el procesamiento aritmético de punto flotante), una MMU (unidad de administración de memoria), registros adicionales, funciones de control de memoria caché, etc.
 - Los ciclos de diseño son más cortos cuando se desarrollan nuevas versiones, lo que posibilita la aplicación de las tecnologías de semiconductores más recientes. Por ello, los procesadores RISC no sólo ofrecen una capacidad de procesamiento mayor, sino que los saltos de capacidad que se producen de generación en generación son mayores que en los CISC.
- Las CPU modernas de Intel y AMD se basan en una combinación de instrucciones CISC y RISC. Estos procesadores traducen las largas instrucciones CISC de la arquitectura x86 a operaciones sencillas de longitud fija que se ejecutan en un núcleo de estilo RISC. El objetivo es obtener las ventajas de ambas tecnologías, manteniendo la compatibilidad con las instrucciones CISC x86 a la vez que se consiguen las prestaciones de ejecución de instrucciones RISC.

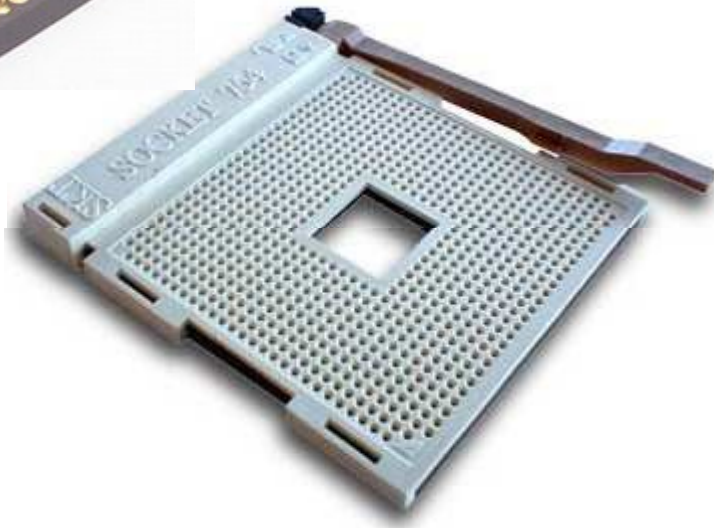
Estructura interna del microprocesador

- Internamente los microprocesadores albergan distintas unidades funcionales. Como se ha visto previamente, los elementos básicos que contienen son la unidad de control (UC), la unidad aritmético-lógica (ALU) y los registros de la UC (registro de instrucción, contador de programa y puntero de pila) y de la ALU (registros de propósito general, de dirección, de datos, acumulador, de condición, etc). Adicionalmente, los micros actuales incluyen otras unidades funcionales integradas:
 - La **memoria caché**: La memoria caché guarda copias de los datos que son usados con mayor frecuencia, de modo que es usada por el procesador para reducir el tiempo necesario en acceder a los datos de la memoria principal. La caché es una memoria de menos capacidad que la principal y más rápida. Todos los procesadores actuales tienen una caché de nivel 1, o L1, y una segunda caché, la caché de nivel 2, o L2, que es más grande que la L1 aunque menos rápida. Los más modernos incluyen también en su interior un tercer nivel llamado L3.
 - **Coprocesador matemático**: Se conoce también como unidad de punto flotante o FPU (Floating Point Unit). Se encarga de manejar las operaciones en punto flotante de alta precisión. Antiguamente, se encontraba en el exterior del micro, en otro chip.
 - **Unidad de gestión de memoria**: Cuando un programa se carga en memoria para ser ejecutado o continuar su ejecución, el sistema operativo, de acuerdo con los espacios libres de memoria, le asigna una dirección base, y transforma direcciones virtuales en direcciones físicas. Estas transformaciones suelen ser efectuarse por circuitos especializados que constituyen la **MMU** (Memory Management Unit).
 - **Controlador de memoria**, de baja latencia y gran ancho de banda, que hace que sea más rápido el acceso a la RAM.

Estructura externa del microprocesador

- El encapsulado es un molde de protección de material plástico o cerámico con contactos eléctricos que comunican el interior del micro con el resto del sistema. El encapsulado se incrusta en un zócalo de la placa principal. Ha evolucionado con el tiempo aumentando el número de patillas y mejorando la disipación de calor. Cabe destacar los siguientes tipos de encapsulados:
 - **DIP**: (Dual In-Line Package): Desfasado. Intel 8080. Es el primer encapsulado empleado en los chips y consiste en una pastilla que dispone de dos líneas paralelas de patillas metálicas.
 - **SEC** (Single Edge Connect): Pentium II y Celeron. En desuso. Aparece con el Pentium II de Intel. Un cartucho de plástico cubre el encapsulado en el que se monta el micro y la caché de nivel 2, y se inserta en una ranura en lugar de en un zócalo.
 - **PGA** (Pin Grid Array): Desde 286 en adelante. Es una matriz de pines. Normalmente de material cerámico aunque hay variantes Plásticas (PPGA) y orgánicas (OGGA). Lleva las patillas situadas en la parte inferior del encapsulado facilitando su montaje, además de permitir la incorporación de un disipador de calor. El zócalo ZIF (Zero Insertion Force) o de fuerza de inserción nula es eléctricamente como PGA, aunque gracias a un sistema mecánico permite introducir el micro sin necesidad de fuerza alguna, con lo que se reduce el riesgo de doblar pines al insertar el chip. Se encuentra en la mayoría de micros AMD e Intel anteriores.
 - **LGA** (Land Grid Array): A diferencia de PGA, no existen los pines en el chip sino contactos de cobre chapados en oro. Los pines están en el zócalo de la placa base. Se pretende así evitar la vulnerabilidad de los pines al manipular el micro para insertarlo en la placa base.

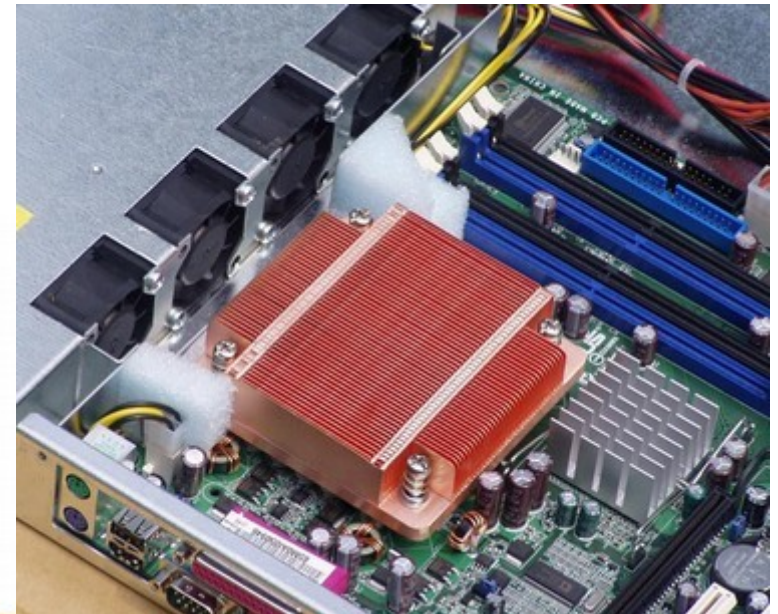
Estructura externa del microprocesador



Estructura externa del microprocesador

Refrigeración: Desde el 486 es imprescindible disipar el calor generado por el micro para que no se produzcan errores en su funcionamiento o su avería. A mayor voltaje y a mayor frecuencia de trabajo, más calor es preciso disipar. Los micros actuales disipan hasta 130W. Existen distintos tipos de refrigeración:

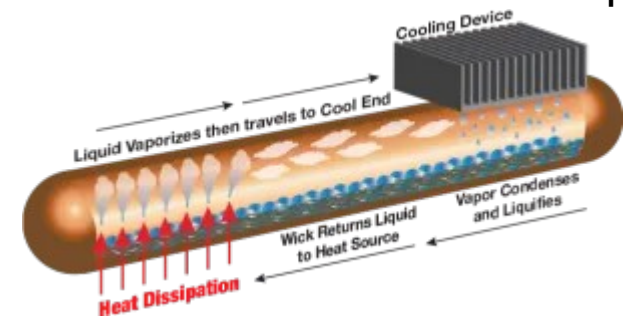
- Disipadores (pasiva por aire): De aluminio o cobre aumentan la superficie de contacto con el aire para maximizar el calor que éste es capaz de retirar. Cuantas más aletas y más delgadas, más calor disipará.
- Ventiladores (activa por aire): Sacan el aire caliente del disipador a la caja.
- IHS: Difusor térmico integrado con FlipChips. es una pequeña chapa metálica o pletina, normalmente de cobre o aluminio, que cubre los procesadores de los ordenadores personales, tiene funciones importantes de refrigeración y protección.



Estructura externa del microprocesador

Refrigeración

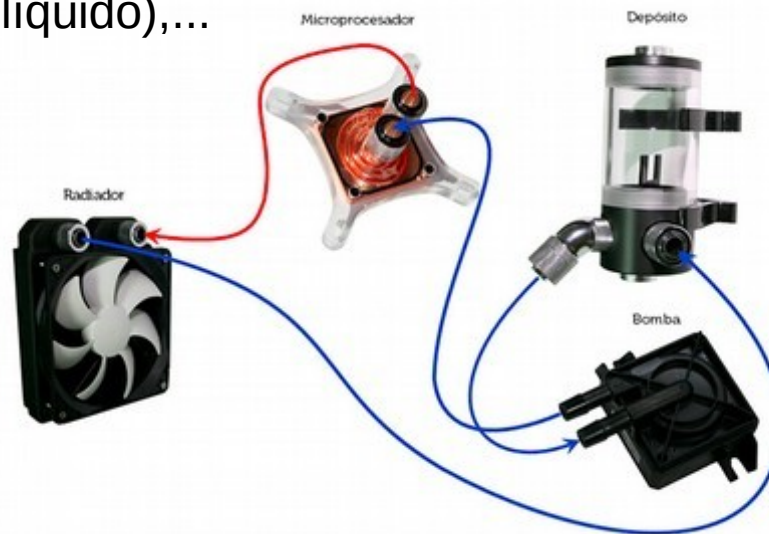
- Sistemas Heatpipe: formado por tubos huecos con líquido refrigerante (metal líquido). Se trata de un circuito cerrado en donde un fluido se calienta en la base de contacto con el micro, se evapora, sube por una tubería hasta el disipador, se condensa y baja como líquido a la base nuevamente. Se utilizan bastante en los diseños de placas actuales.



Estructura externa del microprocesador

Refrigeración

- La **refrigeración líquida** es una técnica de enfriamiento utilizando agua en vez de disipadores de calor y ventiladores. Compuesto por una bomba de agua, radiador, depósito, disipadores y manguitos. El agua circula por un circuito cerrado que atraviesa los distintos componentes del equipo en contacto con el disipador. El agua atraviesa el disipador en contacto directo con la pieza y baja la temperatura de éste con un constante flujo de agua fría proveniente del radiador. Esta fórmula nos permite refrigerar todos los componentes del PC con un único circuito formado por tantos disipadores como piezas queramos refrescar. El agua, y cualquier líquido refrigerante, tiene mayor capacidad térmica que el aire, por lo que los sistemas de refrigeración líquida para PC consiguen mejores resultados a nivel térmico que los disipadores por aire y son más silenciosos que los ventiladores tradicionales.
- Otros: Por inmersión en aceite mineral de conductividad eléctrica muy baja, criogenización (nitrógeno líquido),...

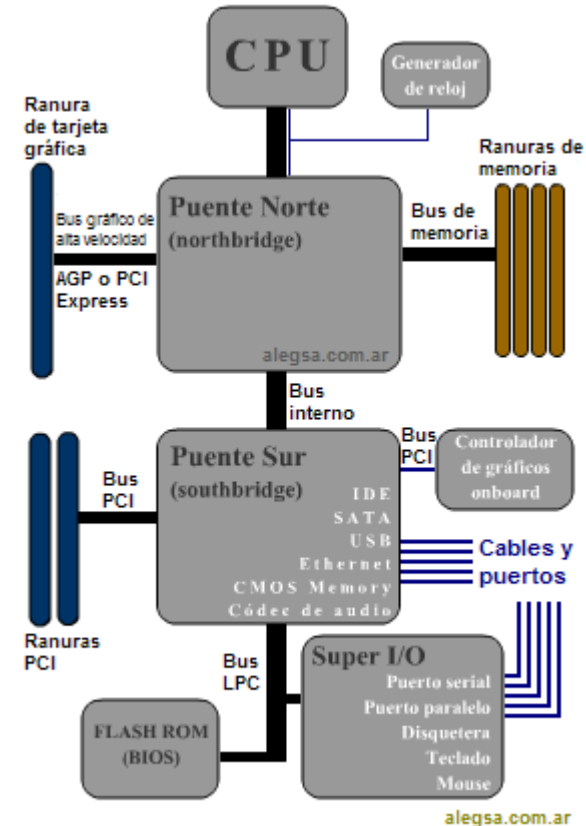
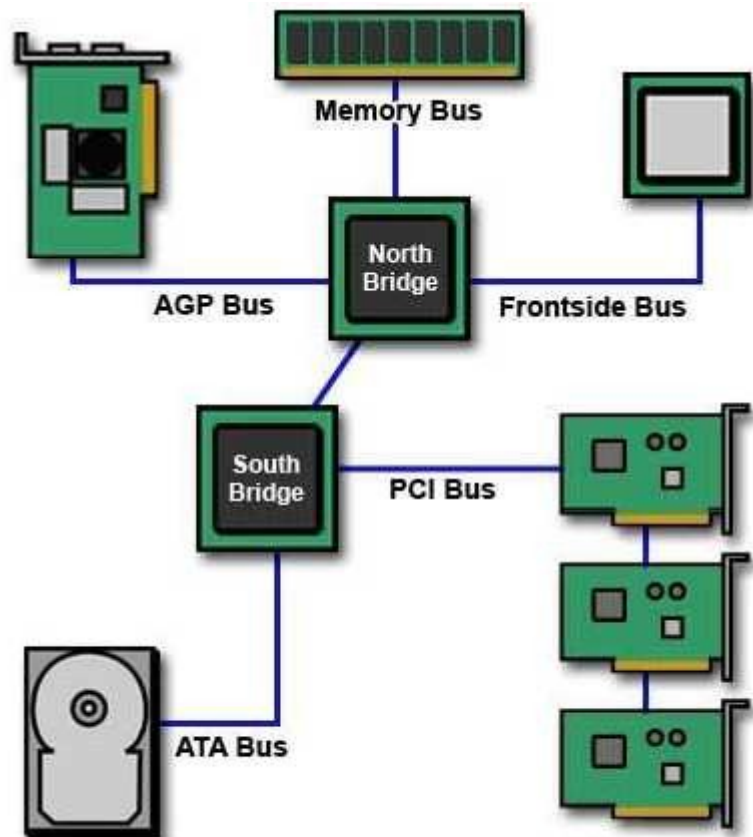


Comunicación con el exterior

- El microprocesador posee un conjunto de elementos metálicos (pines o contactos) que permiten la conexión eléctrica entre el circuito integrado que conforma el micro y los circuitos de la placa base. La conexión a la placa base se hace a través de un socket o zócalo. Entre las conexiones eléctricas están las de alimentación eléctrica de los circuitos dentro del encapsulado, las señales de reloj, señales de datos, direcciones y control. Estas conexiones con el socket del socket son compatibles entre varios microprocesadores, lo que permite distintas configuraciones.
- Todos los procesadores poseen un **bus principal o de sistema** por el cual se comunica el micro con la placa base (chipset), enviando y recibiendo los datos, instrucciones y direcciones desde el resto de dispositivos. Como puente de conexión entre el procesador y el resto del sistema, define mucho del rendimiento del sistema. Su ancho de banda se mide en bytes por segundo (B/s).
- Este bus puede ser implementado de distintas maneras, con el uso de buses seriales o paralelos y con distintos tipos de señales eléctricas. La forma más antigua es el bus paralelo en el cual se definen líneas especializadas en datos, direcciones y para control.
- En la arquitectura tradicional de **Intel**, este bus principal paralelo se llamaba el **FSB** (Front Side Bus o Bus de la parte frontal) y era de tipo paralelo con 64 líneas de datos, 32 de direcciones, además de múltiples líneas de control y frecuencias entre los 133 y los 1333 MHz. El FSB se conectaba con el chip **NorthBridge** o **puente norte** para acceder a memoria principal. El NorthBridge comunicaba entre sí los componentes del bus primario o host bus, que son el micro, la memoria principal y el adaptador de tarjetas de vídeo AGP o PCI-Express, que se integraba en el propio Northbridge. El controlador de memoria se encontraba en el NorthBridge.

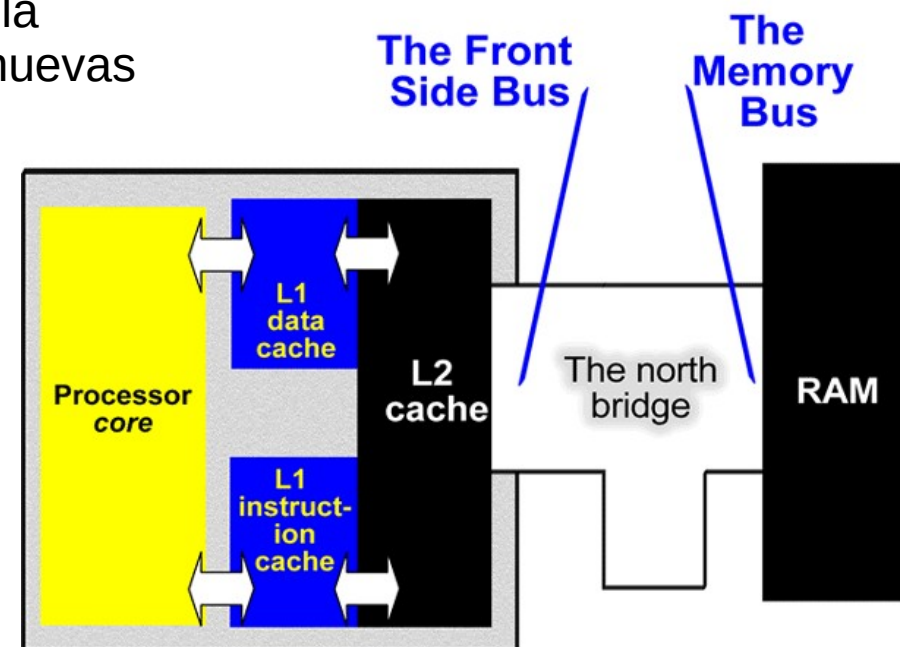
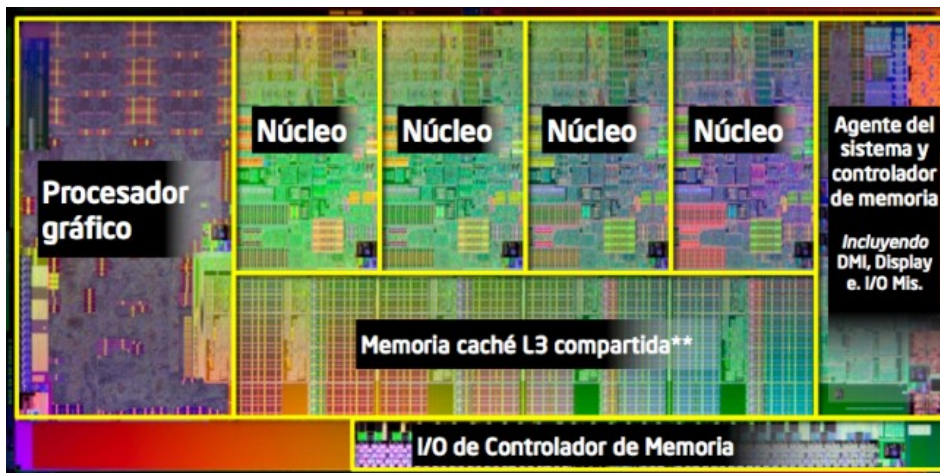
Comunicación con el exterior

El puente norte se conectaba a su vez con el otro circuito integrado o chip con el que formaba el **chipset**, llamado puente sur o South Bridge, que incluía la mayoría de los controladores de los periféricos del sistema: buses ISA, PCI, PCI-Express, USB, IDE, SATA, RAID, Ethernet, Sonido, y DMA que permite a los dispositivos acceder a la memoria sin intervención del micro.



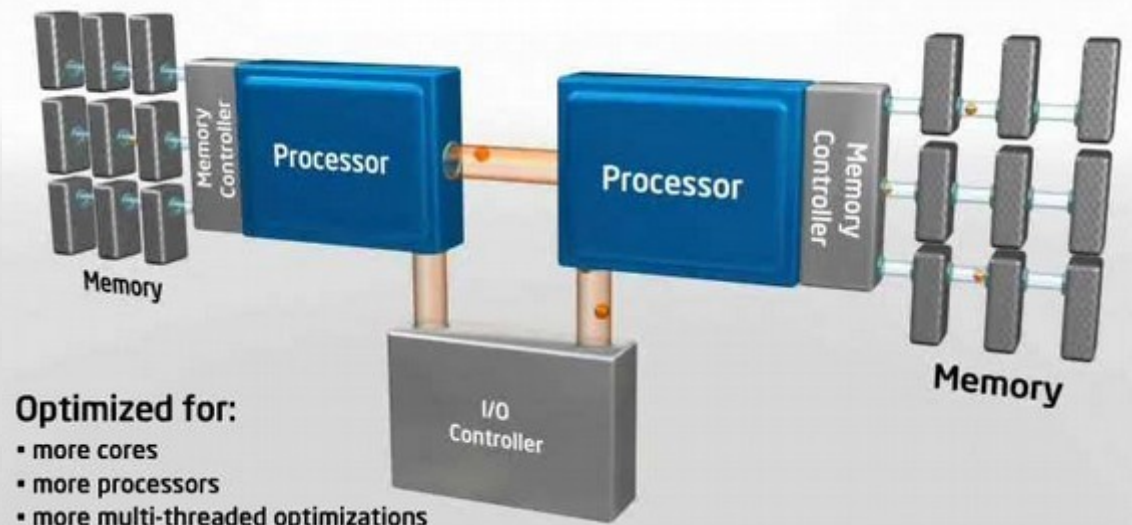
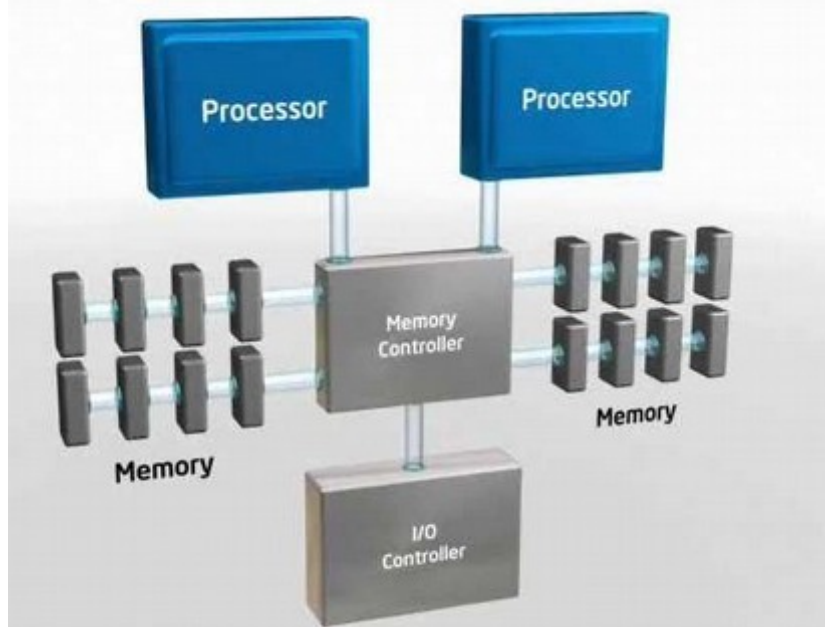
Comunicación con el exterior

- **Bus trasero** (Back Side Bus, **BSB**): Se trataba de un canal de comunicación de 256 bits entre el la caché de nivel 1, el núcleo del procesador y la memoria caché de nivel 2 cuando ésta no estaba integrada en el núcleo.
- Con los nuevos microprocesadores multinúcleo (más rápidos), la conexión FSB resultaba insuficiente, por lo que se rediseñó el chipset (desaparece el puente norte) y algunas funciones (control de memoria RAM, de gráficos) pasaron al micro:
 - Controlador de Memoria Integrado (IMC): Permite el acceso directo del procesador a la memoria principal.
 - Bus de sistema de alta velocidad: Sustituye a la arquitectura de doble bus (FSB+BSB) en las nuevas arquitecturas de Intel (QPI) y AMD (HT).
 - GPU integrada en el microprocesador.



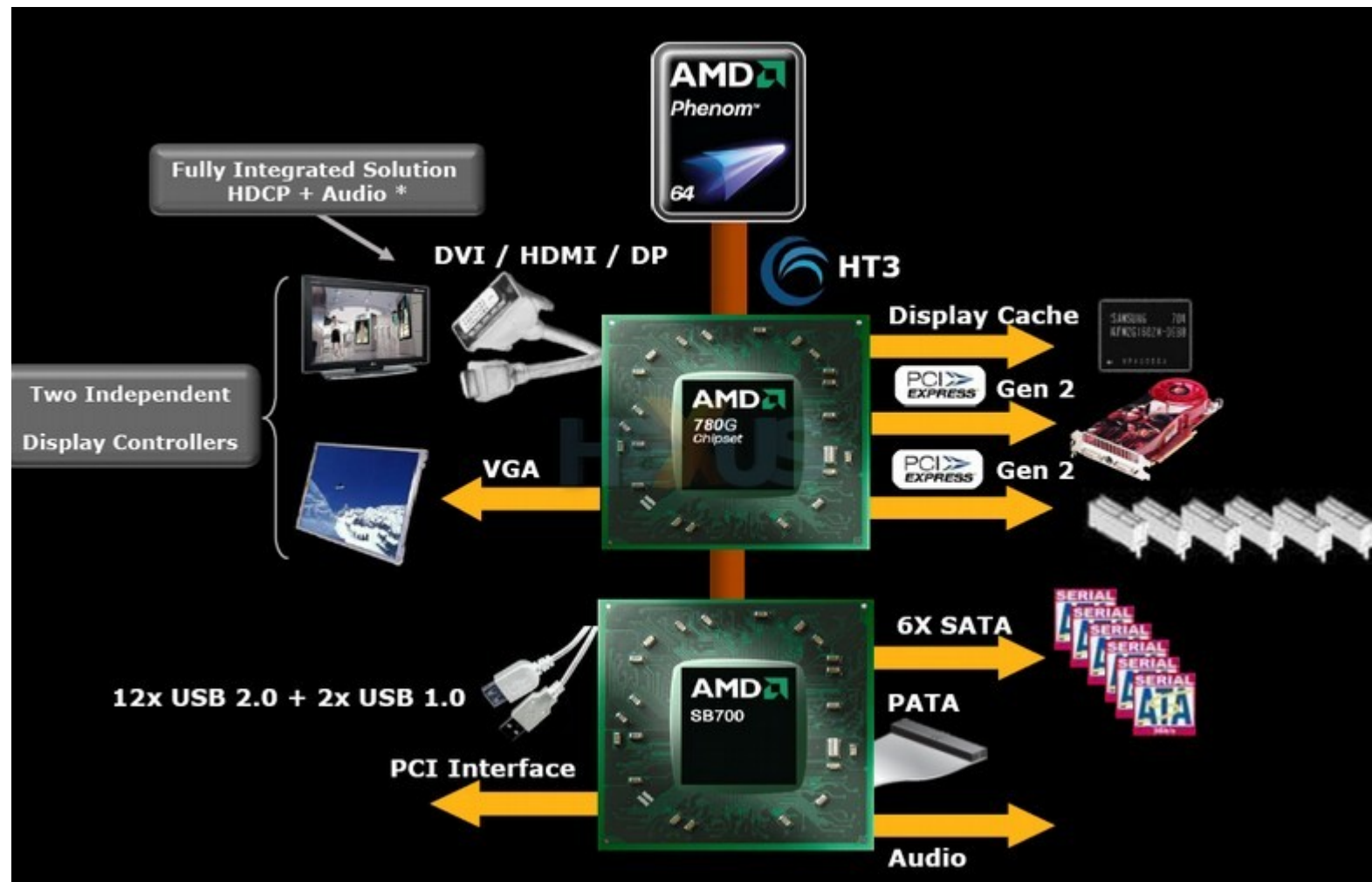
Comunicación con el exterior

- Los fabricantes (AMD, Intel) han mejorado el rendimiento con nuevos buses serie:
 - **Hyper-Transport** (AMD): Maneja los datos en forma de paquetes usando una cantidad menor de líneas de comunicación, permitiendo frecuencias de funcionamiento más altas. Se trata de un bus serie bidireccional 32bits/sentido a 2.6GHz doble aprovechamiento ($32/8 \text{ bytes} * 2 \text{ links} * 3.2 \text{ GHz} * 2 \text{ transf/ciclo} = 51,4 \text{ GB/s}$).
 - **QPI, QuickPath Interconnect** (Intel): Sustituto del FSB y empleado por Intel en sus procesadores actuales Core i. Tiene conexiones bidireccionales 20 bits/sentido a 3.2GHz con doble aprovechamiento ($20/ \text{ bytes} * 2 \text{ links} (1 \text{ por cada sentido}) * 4,8 \text{ GHz} * 2 \text{ transf/ciclo} = 48 \text{ GB/s}$).
 - **DMI**: Utiliza tecnología similar a PCIeexpress con varias líneas. Compatible con DDR4 y DDR3. La versión DMI 3.0 funciona a 8 GB/s ($1 \text{ byte} * 4 \text{ líneas} * 2 \text{ sentidos} * 1 \text{ GHz}$).



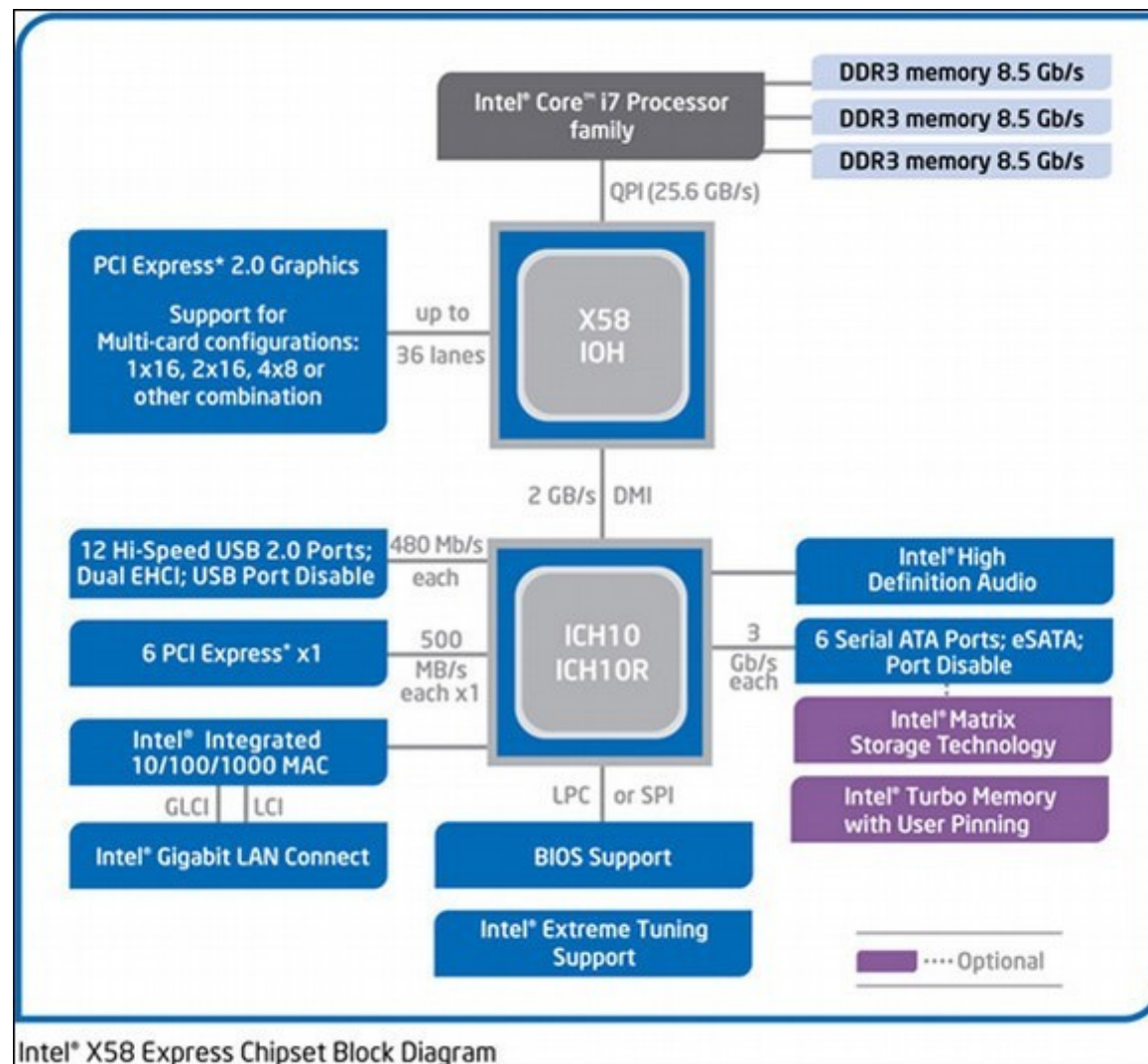
Comunicación con el exterior

- AMD fue el primero en añadir el controlador de memoria MCH al micro (causa de que Athlon dominase). **Hyper-Transport** es un bus serie bidireccional de 32bits/sentido hasta 3.2GHz con doble aprovechamiento, ya que envía y/o recibe datos en flancos de subida y de bajada en cada ciclo de reloj.



Comunicación con el exterior

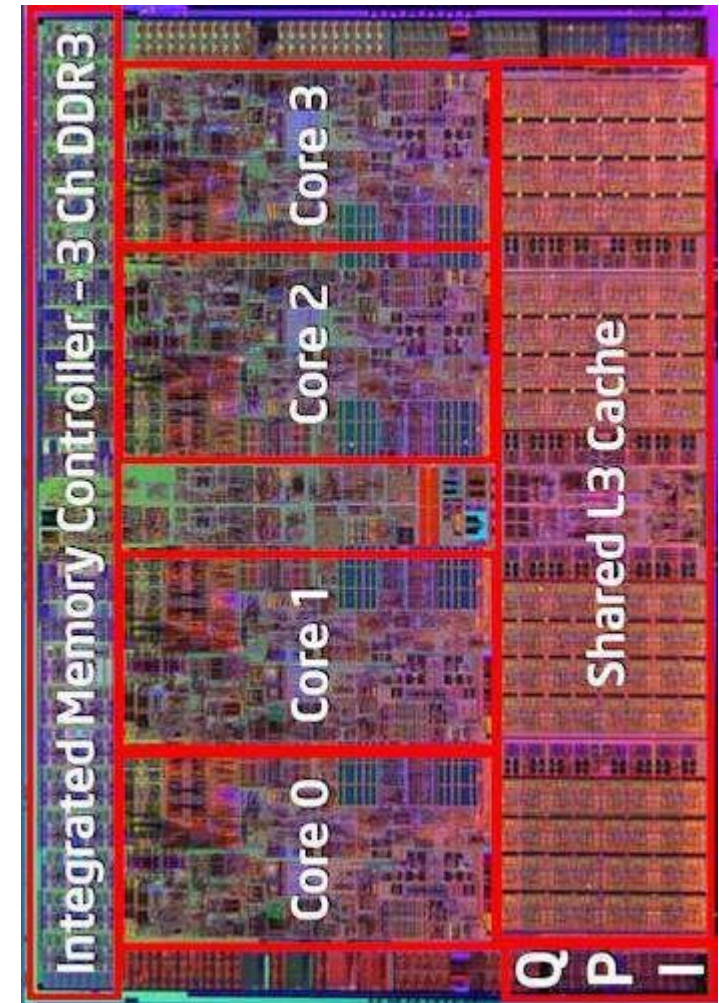
QPI-QuickPath Interconnect (Intel): Desarrollado para competir con AMD. QPI une el Micro con un IO hub para conectarse con el chipset y con la gráfica PCIe. El canal DMI conecta el micro con el chipset. Bus bidireccional 20 bits/sentido hasta 4.8GHz doble aprovechamiento como Hyper-Transport, llegando a 48 GB/s (Antes 16b y 3.2GHz = 25.6GB/s)



Microprocesadores Intel Core

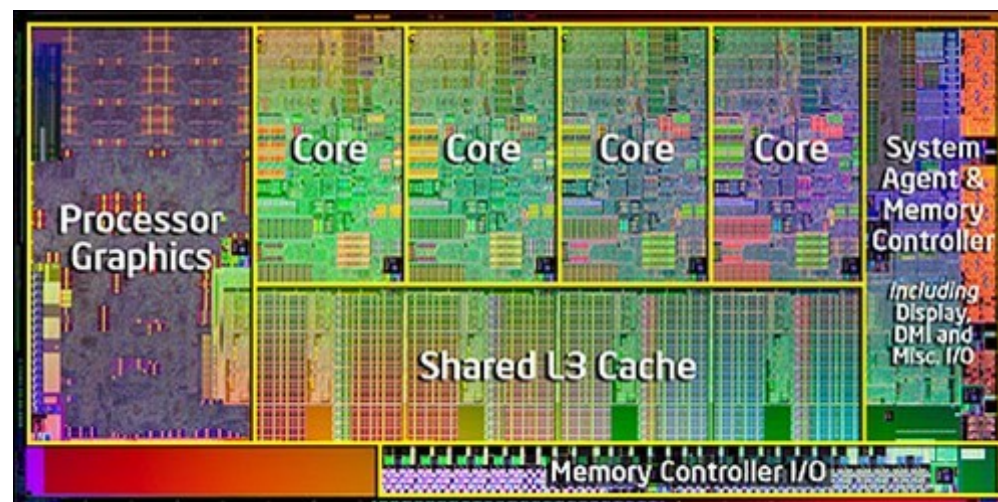
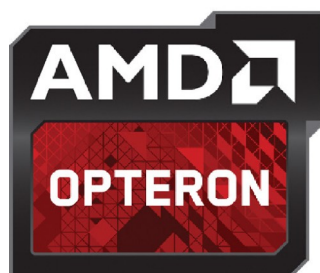
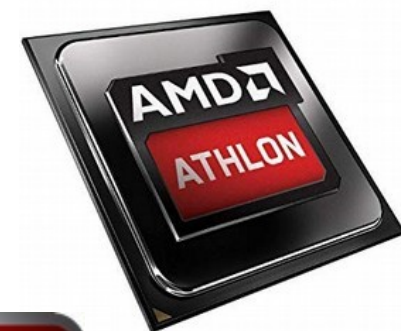
Intel cuenta con las siguientes familias de micros:

- Equipos móviles: Atom
- IoT (Internet de las cosas): Quark (1 core, 1 hilo, 0 KB caché, 32 MHz, TDP 0.025W)
- Servidores: Xeon, Itanium (obsoleto), i7. (Intel Xeon Phi)
- Desktop baja gama: Pentium y Celeron.
- Desktop: Intel Core 8th generación:
 - Core i3: 2-4cores, 3.8GHz, 4MB caché, TDP 35W. Soporte DDR4. Versión para portátiles a 2.7Ghz con 28W.
 - Core i5: 4-6cores, 3.5GHz, 9MB caché, TDP 35W. Soporte DDR4. Versión para portátiles a 3.1Ghz con 15W.
 - Core i7: Ediciones para portátil y desktop 6 cores. 2,2GHz, 9MB caché L3, TDP 45W. Versión para portátil a 1.9Ghz con 15W.
- Intel tiene otros dispositivos inferiores como Celeron y Pentium tanto en versión portátil como desktop.
Más detalles en Catálogo de productos de Intel.



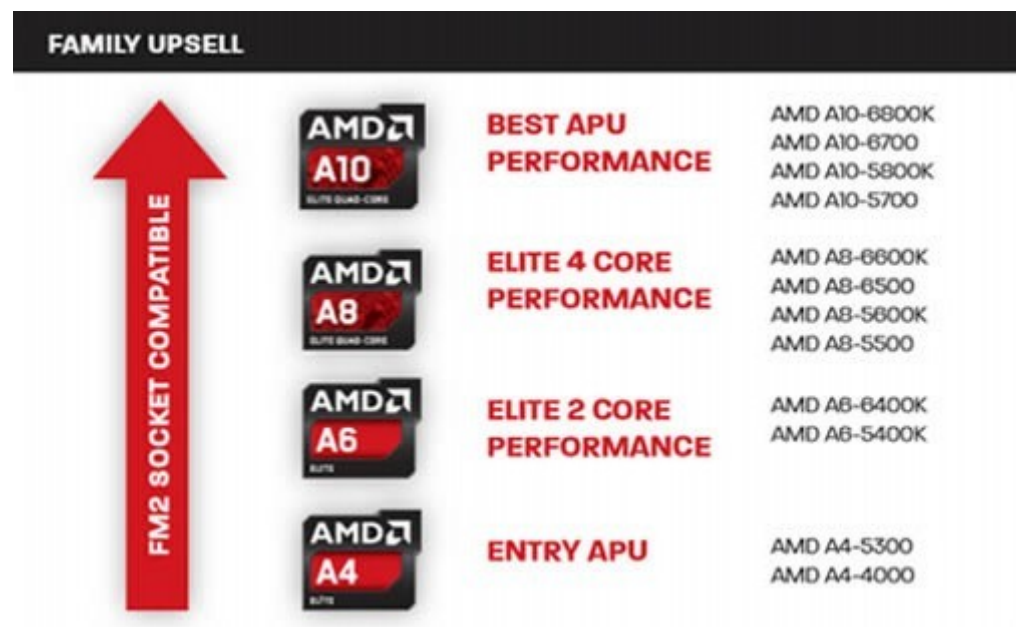
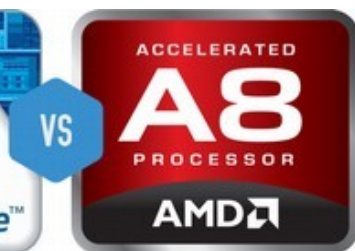
Microprocesadores AMD actuales

- AMD Desktop:
 - AMD Ryzen: 6 núcleos hasta 3.6GHZ, 65W, 12nm.
 - AMD FX (No incluye gráfica 8 núcleos).
 - AMD Athlon x4 (4 núcleos)
 - APUS: Integran dentro del mismo chip la unidad de procesamiento (CPU) y la unidad de procesamiento de gráficos (GPU)
 - APU AMD Series A (A4, A6, A8, A10 (4CPU + 8GPU))
 - APU AMD Athlon (4 núcleos)
 - APU Sempron
- AMD Laptop: APU AMD Serie A Portátiles
- Embebidos:
 - AMD R-series
 - AMD G-series
- Servidores: AMD Opteron



Microprocesadores para portátiles

- Inicialmente se usaba el mismo micro pero al aumentar prestaciones aumenta el consumo y el calor disipado. Para alargar la duración de la batería se realizan diseños específicos:
 - Tecnología **Centrino**: Esta tecnología acreditaba que el sistema incluía tarjeta de red inalámbrica y micro intel con tecnología portátil, específica para estos equipos.
 - **Turion 64**: Fue la tecnología rival de Centrino de AMD. Actualmente cuenta con procesadores A-Series.
- Intel y AMD cuentan con procesadores en todas sus categorías para portátiles (Celeron M, AMD Ryzen Mobile, Intel Core m3, m5, m7). La principal diferencia está en el menor consumo de energía, llegando hasta un TDP de 4.5W



Microprocesadores para móviles

- **Intel Atom:** cuenta con 3 familias de procesadores Atom C, Atom E y Atom X(3,5,7) para tabletas, smartphones, coches inteligentes, etc. 64 bits, 2.8GHz y 2MB de caché.
- **ARM** (Advanced RISC Machine) es una arquitectura de 32 y 64 bits dominante en el mercado de dispositivos móviles. Basados en la arquitectura RISC, en 2014 sacaron sus primeros SoC de 64 bits: ARMv8 (ARM Cortex-53 y ARM Cortex-57). Estos SoC integran dos núcleos de forma que el primero está pensado para optimizar el consumo y el segundo para optimizar rendimiento. Es licenciable, con lo que otros fabricantes (Qualcom, Apple, Nvidia, Samsung,...) pueden usar núcleos de ARM para fabricar procesadores con varios núcleos y con velocidades de hasta 2GHz. MacOSX y algunas versiones de Windows son compatibles con ARM. AMD está comenzando a trabajar en arquitecturas ARM desarrollando procesadores embebidos (AMD R-Series “Heirofalcon” SOC).

Un SoC (System on a chip) incluye en un único chip los siguientes elementos vitales para el funcionamiento del sistema: procesador o CPU, unidad gráfica o GPU, controlador de memoria principal o RAM, chip DSP, memoria RAM y memoria NAND Flash para almacenamiento, módulos de conexión inalámbrica.

Arquitectura	Familia
ARMv1	ARM1
ARMv2	ARM2, ARM3
ARMv3	ARM6, ARM7
ARMv4	StrongARM, ARM7TDMI
ARMv5	ARM7EJ, ARM9E,XScale
ARMv6	ARM11, ARM Cortex-M
ARMv7	ARM Cortex-A, ARM Cortex-R
ARMv8	ARM Cortex-A50

A photograph of a server room with blue ambient lighting. Several server racks are visible, some with glass doors open, revealing internal components. Cables are organized on overhead trays.

¿Preguntas?

Mario Alfonso Lasso Mesa
mlasso83@iesciudadjardin.com