

Microprocesadores

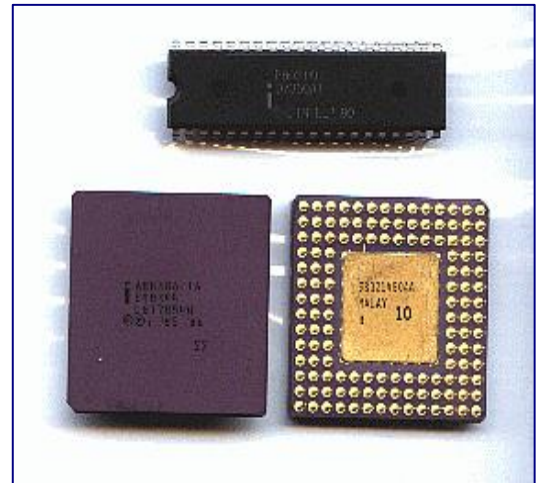
Contenido

Introducción	2
Arquitectura interna	3
Características generales de los microprocesadores	4
Frecuencia del reloj	4
El IPC	5
Arquitectura de 32 y 64 bits	6
Juego de instrucciones	7
La memoria <i>Caché</i>	8
La alimentación	10
Tecnología de fabricación	10
Tecnología de virtualización Intel® (VT-x) - AMD (AMD-V)	11
Microprocesadores de varios núcleos	12
Diagrama de bloques de las CPU actuales	13
Sistemas de buses	15
Bus de datos y bus de direcciones	15
Tecnologías	16
Vectores de Interrupción y Direcciones de Entrada/Salida	20
Microprocesadores ARM	21
Otras características y definiciones interesantes relativas a los microprocesadores	21
Difusor térmico integrado	22
Antes del IHS	22
Inclusión del IHS	23
TCASE	23
Recomendaciones de uso	23
El TDP	23
Cómo calcular el TDP	24
Para qué sirve y cómo se utiliza	24
Un ejemplo más técnico	24
Conocer las características de un procesador	25
Evolución de los microprocesadores	27
¿Intel o AMD?	29
Diferencias entre núcleo e hilos de ejecución (SMT o HyperThreading) en CPU	31
Enlaces interesantes	32

Introducción

En realidad "procesador" es un término relativamente moderno. Se refiere a lo que en los grandes ordenadores de antaño se conocía como Unidad Central de Proceso UCP (CPU "Central Processin Unit" en la literatura inglesa). Comenzó siendo del tamaño de un armario, posteriormente se redujo al de una gran caja, después se construyó en una placa de unas 15 x 15 pulgadas. Finalmente se construyó en un solo circuito integrado encapsulado en un "chip" que se inserta en un zócalo de la placa-base.

En los primeros tiempos de la informática personal, que podemos suponer se inicia con la introducción del PC ("Personal Computer") por IBM a mediados de 1981, el mercado de microprocesadores para el PC estaba copado por Intel, que arrancando con el 8088, un modesto procesador de 16 bits a 4.77 MHz de velocidad de reloj, fue sufriendo sucesivas mejoras; principalmente en lo que respecta a la velocidad (que en el 2001 ha alcanzado más de 1 GHz. y en 2018 más de 4 GHz. para equipos comerciales); capacidad de procesamiento en paralelo; capacidad de los registros; cache interna y facilidades hardware para multiprogramación.



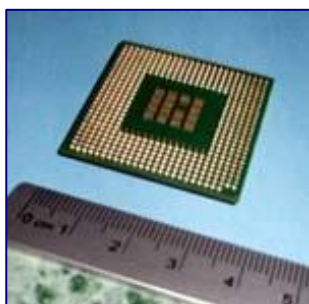
Sendas vistas, superior e inferior, de un procesador Intel 80386 de 16 MHz junto con el primitivo 8088.

Dirige y controla todos los componentes, se encarga de llevar a cabo las operaciones matemáticas y lógicas en un corto periodo de tiempo y además decodifica y ejecuta las instrucciones de los programas cargados en la memoria RAM.

En el interior de este componente electrónico existen millones de [transistores](#) integrados formando un único circuito denominado [die](#).

Puede tener varios tamaños, dependiendo del tipo de máquina donde se va a colocar: ordenadores, electrodomésticos, teléfonos móviles, consolas de videojuegos, PDA, etcétera.

En los ordenadores antiguos, allá por la década de 1980, el procesador venía soldado y no podía cambiarse por otro más moderno; en la actualidad la conexión con la placa puede ser de tipo **socket** o de tipo **slot**, pero siempre cumpliendo que se trate de un conector de tipo ZIF (*Zero Input Force*).



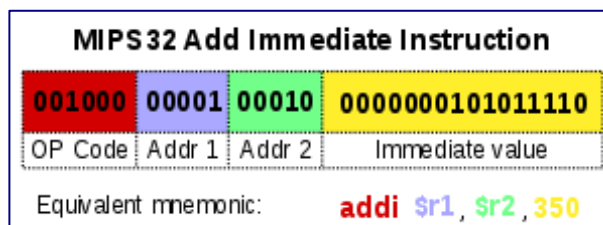
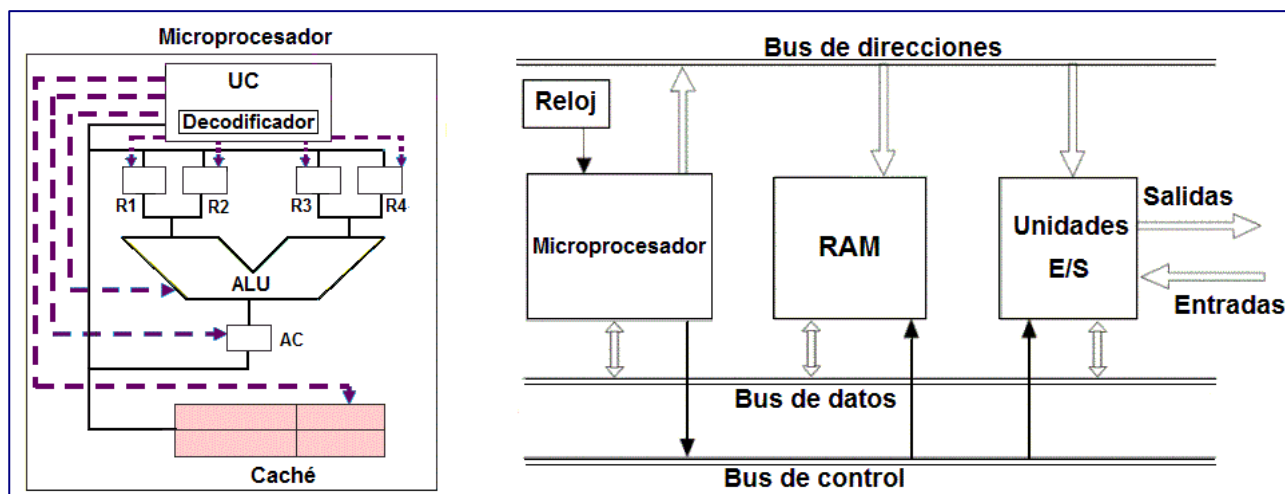
Socket



Slot

Arquitectura interna

Desde el punto de vista lógico, singular y funcional, el microprocesador está compuesto básicamente por: varios [registros](#), una [unidad de control](#), una [unidad aritmético lógica](#), y dependiendo del procesador, puede contener una unidad de coma flotante (FPU).



Instrucción en lenguaje máquina

El microprocesador ejecuta instrucciones almacenadas como números binarios organizados secuencialmente en [la memoria principal](#). La ejecución de las instrucciones se puede realizar en varias fases:

- Lectura de la instrucción desde la memoria principal.
- Envío de la instrucción al decodificador.
- Decodificación de la instrucción, es decir, determinar qué instrucción es y por tanto qué se debe hacer.
- Lectura de operandos (si los hay).
- Ejecución, lanzamiento de las señales que llevan a cabo el procesamiento.
- Escritura de los resultados en la memoria principal o en los registros.

Cada una de estas fases se realiza en uno o [varios ciclos de CPU](#), dependiendo de la estructura del procesador. La duración de estos ciclos viene determinada por la [frecuencia de reloj](#). El microprocesador se conecta a un circuito [PLL](#), normalmente basado en un [cristal de cuarzo](#) capaz de generar pulsos a un ritmo constante, de modo que genera varios ciclos (o pulsos) en un segundo. Este reloj, en la actualidad, genera miles de [megahercios](#).

Características generales de los microprocesadores

En general, un microprocesador está caracterizado por las siguientes características, aunque existen muchas más.

Frecuencia del reloj

Marca su ritmo de funcionamiento. Este dato viene dado en MHz o en GHz. Mientras más alta sea la frecuencia del microprocesador, mayor será la cantidad de operaciones por segundo que podrá realizar el ordenador.

Este es sin duda uno de los factores más valorados por los usuarios. Su influencia en el rendimiento de un microprocesador así lo exige, sin embargo, es necesario valorarlo en su justa medida. La productividad de un «micro» no depende exclusivamente de la frecuencia de reloj a la que es capaz de trabajar aunque, como hemos dicho, es una característica muy importante. Este dato indica la velocidad con que la información se mueve en el interior del procesador, de unas unidades funcionales a otras, determinada por una señal de reloj que marca los «latidos» del PC.

Si trasladamos esta afirmación a un caso real, podemos llegar a la conclusión de que el núcleo de un microprocesador que trabaja a 2 GHz opera a un ritmo de 2.000 millones de ciclos de reloj por segundo. En esta afirmación debe hacerse notar la presencia de la palabra núcleo, ya que revela que nos movemos en el ámbito concreto del interior de un procesador. La frecuencia de reloj de la que estamos hablando indica la velocidad a la que trabaja este componente, no el PC. Esto significa que es el microprocesador el único elemento que desarrolla ese ritmo de trabajo, pero no el resto de componentes del equipo. Tan sólo la memoria caché encapsulada en su interior trabaja a esa misma velocidad, algo comprensible dado que forma parte del propio procesador.

Así, todos los micros modernos tienen dos velocidades:

- **Velocidad interna:** es la velocidad a la que funciona el micro internamente; por ejemplo, 550 MHz, 1 000 MHz, 2 GHz el 3,20 GHz.
- **Velocidad externa o del bus de sistema:** también llamada velocidad FSB (*Front Side Bus*, **Bus Frontal**), es la velocidad a la que el micro se comunica con el **punto norte** del **Chipset** de la placa base; por ejemplo, 533 MHz, 800 Mhz, 1.333 MHz el 1.600 MHz. Como es lógico, la velocidad con la que la información fluye a través de este bus está determinada por una señal de reloj. No obstante, esta frecuencia no tiene por qué coincidir con la que determina la velocidad de trabajo del microprocesador. Hace unos años sí era así, sin embargo en la actualidad la frecuencia de reloj a la que trabaja el núcleo del «micro» es mucho mayor que la del FSB, por lo que es necesario utilizar un multiplicador de frecuencia que incremente ostensiblemente el valor de esta última. La importancia del bus del sistema en el rendimiento de un microprocesador es vital, ya que de no ser un canal suficientemente «ancho» podría ocasionar un cuello de botella capaz de reducir la productividad del mismo.

Dado que la placa base funciona a una velocidad y el micro a otra, este último dispone de un multiplicador que indica la diferencia de velocidad entre la velocidad FSB y el propio micro. Por ejemplo:

Un Pentium D a 3,6 GHz utiliza un bus (FSB) de 800 MHz, el multiplicador será 4,5, ya que $800 \times 4,5 = 3.600$. Estas características las podemos encontrar en los manuales de la placa base o del procesador, de la forma siguiente: Pentium D 3,6 GHz (800 x 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 x 7,5).

Actividad. Busca en Internet las características del procesador Intel Core 2 Extreme QX9775 de 3.2 Ghz, busca su velocidad FSB y calcula su multiplicador.

El IPC

Hasta este momento hemos hablado acerca de dos de los parámetros más importantes a la hora de valorar el rendimiento de un microprocesador. No obstante, la frecuencia de reloj, sea la que determina el ritmo de trabajo del núcleo del procesador o la que hace lo propio con el bus del sistema, no lo es todo.

Una característica que debe ser considerada especialmente es el IPC (Instructions Per Clock Cycle) o número de instrucciones ejecutadas por ciclo de reloj. De esta forma, es posible cuantificar la productividad del microprocesador a partir de la siguiente ecuación: $IPC \times MHz$ (frecuencia de reloj). Esta fórmula revela la gran importancia de ambos factores, por lo que es preciso tenerlos muy en cuenta de forma conjunta a la hora de decantarse por una solución u otra.

Pipelines o líneas de ejecución

Indica la capacidad de procesar varias instrucciones en paralelo.

La ejecución de cada instrucción ensamblador no se realiza en un solo ciclo de reloj. Cada instrucción puede contener varias microinstrucciones, de forma que en general el rendimiento del procesador no equivale a una instrucción en cada ciclo. Una forma de aumentar la eficiencia es procesar varias instrucciones en paralelo, de forma que, en la medida de lo posible, varias instrucciones se encuentran en diversas fases de ejecución simultánea de su microcódigo. Utilizando un número conveniente de estas vías de ejecución paralela se consiguen rendimientos que actualmente han excedido la relación 1:1, de forma que la arquitectura **súper escalar** del Pentium Pro proporciona rendimientos del orden de tres instrucciones por ciclo de reloj.

El término "**súper escalar**" significa que existen vías de procesamiento paralelo en el procesador. Por ejemplo, se dice que el Pentium Pro utiliza una arquitectura súper escalar de tres vías, lo que supone que su rendimiento equivale tres instrucciones por cada ciclo de reloj. Esta arquitectura también se conoce como "Pipeline", y ha sido comparada con la cadena de montaje de automóviles, en las que en la misma cadena existen unidades (aquí serían instrucciones) con diverso grado de terminación. El resultado es un mayor número de unidades terminadas que si se esperase a terminar completamente un automóvil antes de iniciar la construcción del siguiente.

El primero en implementar esta arquitectura en el PC fue el 80386 de Intel, que incluye seis de estas vías de ejecución:

1. La unidad de interfaz del bus ("Bus Interface Unit") accede a memoria y a otros dispositivos de E/S.
2. La unidad de precarga de instrucciones ("Code Prefetch Unit") recibe objetos desde la unidad de bus y la sitúa en una cola de 16 bytes.
3. La unidad de decodificación de instrucciones ("Instruction Decode Unit") decodifica el código objeto recibido en la unidad de precarga y lo traduce a microcódigo.
4. La unidad de ejecución ("Execution Unit") ejecuta las instrucciones del microcódigo.

5. La unidad de segmento ("Segment Unit") traduce direcciones lógicas en direcciones absolutas, y realiza comprobaciones de protección.
6. La unidad de paginación ("Paging Unit") traduce las direcciones absolutas en direcciones físicas; realiza comprobaciones de protección de página, y dispone de una cache con información de las 32 últimas páginas accedidas.

En el mercado actual la situación está dividida, ya que hoy por hoy Intel ostenta los microprocesadores más rápidos, debido a que comercializa un microprocesador capaz de trabajar a 3,06 GHz. Sin embargo, AMD puede presumir de equipar en sus Athlon XP una eficaz arquitectura capaz de llevar a cabo 9 operaciones por ciclo de reloj frente a las 6 que realizan los «micros» de su principal competidor.

Arquitectura de 32 y 64 bits

Cuando se habla de arquitecturas de 32, 64 o 128 bits se hace referencia al ancho de los registros con los que trabaja la ALU, al ancho de los buses de datos y de direcciones. La arquitectura de los ordenadores de 64 bits tiene integrados registros que son de 64 bits, que permite soportar datos de 64 bits.

Los microprocesadores de 64 bits han existido en los superordenadores desde 1960; en 2003 empezaron a ser introducidos masivamente en los ordenadores personales (previamente de 32 bits) con las arquitecturas x86-64 y los procesadores PowerPC G5.

La PlayStation 2 tiene una arquitectura de 128 bits; su poder de procesamiento se debe al manejo de registros de 128 bits.

Las arquitecturas de 32 bits estaban enfocadas para 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} .** Este límite implica que toda operación realizada se encuentra limitada a números en un rango de 2^{32} . (puede representar números desde 0 hasta 4.294.967.295); en caso de que una operación dé como resultado un número superior o inferior a este rango, ocurre lo que es conocido como un overflow o underflow, respectivamente.

Al utilizar un procesador de 64 bits, este rango dinámico se hace 2^{64} (puede representar números desde 0 hasta 18.446.744.073.709.551.615), lo cual se incrementa notablemente comparado con un procesador de 32 bits. Para aplicaciones matemáticas y científicas que requieren de gran precisión, el uso de esta tecnología puede ser imprescindible.

- **Límite memoria 4 Gb.** La arquitectura de 32 bits se encuentra en la incapacidad 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 tera-byte, ya que el traslado continuo de información de un medio (disco duro u óptico) puede hacer que una aplicación se torne sumamente lenta, a menos que esta radique directamente en memoria RAM.

Actualmente, los procesadores de 64 bits se imponen; sin embargo, no todo el software (sea sistema operativo o aplicación) está diseñado para explotar los recursos ofrecidos por un procesador de 64 bits; su ejecución en eficiencia y velocidad será idéntica a la de utilizar un procesador de 32 bits.

Juego de instrucciones

Los microprocesadores trabajan con un [lenguaje de bajo nivel](#) o **lenguaje máquina**. Cada microprocesador o familia de microprocesadores, posee su propio lenguaje máquina que determina las capacidades propias de cada familia. El programador, para construir los programas, utiliza un [lenguaje de alto nivel](#) que después "traducirá", mediante un traductor o compilador, al lenguaje máquina que si entiende el microprocesador.

Así, hablando del **juego de instrucciones** hay, en general, dos tipos microprocesadores:

- **Microprocesadores tipo CISC (*Complex Instruction Set Computer*)**, como su nombre indica tienen implementadas muchas instrucciones (pueden llegar a mil). Como características más interesantes tenemos:
 - Unidad de Control (UC) Microprogramada: Cada instrucción se divide en microinstrucciones *hardware*.
 - Las instrucciones máquina no tienen un tamaño fijo.
 - Pequeño número de registros.
- **Microprocesadores tipo RISC (*Reduced Instruction Set Computer*)**, en este caso el número de instrucciones es pequeño pero se intenta que se ejecuten lo más rápido posible. Los famosos PowerPC que montó Apple hasta el año 2007 eran de este tipo. Sus características más interesantes son:
 - UC Cableada: Cada instrucción se ejecuta por *Hardware*.
 - Número de instrucciones reducido.
 - Todas las instrucciones tienen la misma longitud.
 - Gran número de registros (> 32).

Instrucciones especiales

Estas tecnologías intentan aumentar el rendimiento de las aplicaciones multimedia y en 3D. Lo forman un conjunto de instrucciones incorporadas en el procesador que utilizan la matemática matricial para soportar los algoritmos de compresión y descompresión de gráficos (como JPEG, GIF y MPEG) y presentaciones gráficas en 3D.

Con la aparición del Pentium MMX, surge la tecnología MMX (MultiMedia eXtension). Paralelamente, la empresa AMD saca el K6, con su especificación 3DNow!.

MMX 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. Así se reduce considerablemente el número de instrucciones que se deben ejecutar en determinadas aplicaciones, sobre todo aquellas orientadas al apartado multimedia.

Con la llegada del Pentium III en 1998 se incorporaron al micro 70 nuevas instrucciones, llamadas SSE (Streaming SIMD Extensions, Extensiones SIMD de flujo de datos), también conocidas como MMX-2. Sus ventajas son:

- Las instrucciones SSE permiten efectuar cálculos matemáticos con números con coma flotante, al contrario que las MMX, que sólo los realizan con números enteros.
- Las instrucciones SSE pueden emplearse simultáneamente con la FPU o con instrucciones MMX.

Algunas de estas 70 nuevas instrucciones optimizan el rendimiento en apartados multimedia, como la reproducción de vídeo MPEG-2 o el reconocimiento de voz, mientras que otras aceleran el acceso a la memoria.

El Pentium IV añade las instrucciones SSE2 (Streaming SIMD Extensions 2), 144 nuevas instrucciones, algunas de ellas capaces de manejar cálculos de doble precisión de bits en coma flotante. La idea es reducir el número de operaciones necesarias realizar las tareas.

La extensión SSE3 fue introducida con el núcleo del Pentium 4 5xx, llamado Prescott, brindando nuevas instrucciones matemáticas y manejo de procesos (threads). En los procesadores AMD se incorporó en el núcleo llamado Venice.

SSSE3 (Supplemental SSE3) es una mejora menor de esta extensión, fue presentada en los procesadores Intel Core 2 Duo y Xeon. Fueron agregadas 32 nuevas instrucciones con el fin de mejorar la velocidad de ejecución.

SSE4 es una mejora importante del conjunto de instrucciones SSE. Intel ha trabajado con fabricantes de aplicaciones y de sistemas operativos, con el fin de establecer esta extensión como un estándar en la industria del software. Fue presentada en 2007. Los nuevos procesadores Intel Wolfdale de 45 nm ya disponen de estas instrucciones.

La memoria *Caché*

Aunque el funcionamiento de este subsistema de memoria es algo más complejo que las características que hemos analizado hasta este momento, es posible comprenderlo sin excesiva dificultad.

Empezaremos recordando que uno de los caminos seguidos con más frecuencia por la información es el que enlaza el subsistema de memoria principal con el procesador. Como es lógico, durante la ejecución de un programa el flujo de datos entre estos dos componentes es continuo. Para que un procesador pueda ejecutar una instrucción, ésta debe ser cargada en memoria y posteriormente enviada a este último. Este ir y venir de información se manifiesta en un movimiento constante a través de los buses de datos, direcciones y control.

Cada vez que se desea leer o escribir algo en la memoria principal, es necesario esperar un cierto tiempo a que ésta lleve a cabo la tarea pedida. Por este motivo, ¿y si existiese una memoria más pequeña pero muchísimo más rápida que llevase a cabo este trabajo a una velocidad mucho mayor que la memoria principal?

Esta es la memoria caché, una memoria especial de alta velocidad de tipo *SRAM*.

Ahora ya estamos en condiciones de afirmar que se trata de una pequeña memoria muy rápida situada entre el procesador y la memoria principal, de forma que la información es transferida de esta última a la caché, y posteriormente al microprocesador. Cuando éste necesita un dato, se lo pide a la caché, que es mucho más rápida que la memoria principal y, por lo tanto, se lo proporcionará en un lapso de tiempo menor. Si la información solicitada no está en la memoria caché, el procesador deberá esperar a que esta última se actualice con nuevos datos procedentes de la memoria principal, una situación habitual conocida como fallo de caché.

La existencia de varios niveles de esta última memoria significa que entre la principal y el procesador puede haber físicamente varias memorias caché, siendo tanto más rápidas y pequeñas cuanto más «cerca» estén de la CPU. Los procesadores Athlon XP y Pentium 4 incorporan dos niveles de caché

conocidos como L1 y L2 integrados en el encapsulado del propio «micro». Tan sólo las CPU destinadas a gobernar servidores y estaciones de trabajo utilizan un nivel adicional de caché. Al menos por el momento.

Así, tenemos varias clases de memoria *caché*:

- *Caché* de Nivel **L1** o *Caché* Principal.
- *Caché* de Nivel **L2** o *Caché* Secundaria.
- *Caché* de Nivel **L3** o *Caché* Terciaria.

También se puede hacer otra división de la caché:

- **Interna:** Incorporada en el interior del procesador (hoy en día es toda de este tipo).
- **Externa:** Fuera del microprocesador. Se colocaba en un *slot* específico de la placa base.

Los ordenadores más modernos incluyen también en su interior el tercer nivel o L3. Veamos un ejemplo:

El AMD PHENOM 9600 QUADCORE tiene tres niveles de caché:

- L1 512 kb,
- L2 4 x 512 kb,
- L3 2 Mb;

o sea, un total de 4,5 Mb de caché.

Si lo comparamos con el INTEL CORE 2 QUAD Q6600, este tiene solo dos niveles:

- L1 64kb + 64kb,
- L2 Caché 2 x 4 Mb;

o sea, un total de 8,128 Mb de caché.

Notas:

- Cuando aparece caché 64 kb + 64 kb, quiere decir 64 kb para instrucciones y 64 kb para datos.
- Cuando aparece caché 2 x 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 x 512 kb, entonces es compartido por todos los núcleos, en este caso cuatro.

Cuando el microprocesador necesita datos, mira primero en las cachés L1 , L2 y L3. Si allí no encuentra lo que quiere, mira en la memoria RAM y luego en el disco duro.

- [La memoria Caché en la Wikipedia](#)

La alimentación

Los microprocesadores reciben la electricidad de la placa base. Existen dos voltajes distintos:

Voltaje externo o voltaje de E/S: permite al procesador comunicarse con la placa base, suele ser de 3,3 voltios.

Voltaje interno o voltaje de núcleo: es menor que el anterior (2,4 voltios, 1,8 voltios) y le permite funcionar con una temperatura interna menor.

Además de estos voltajes, en la actualidad se utiliza el Thermal Design Power (TDP) (algunas veces denominado Thermal Design Point) para representar la máxima cantidad de calor que necesita disipar el sistema de refrigeración de un ordenador. Por ejemplo, una CPU de un ordenador portátil puede estar designado para 20 W TDP, lo cual significa que puede disipar (por diversas vías: disipador, ventilador...) 20 W de calor sin exceder la máxima temperatura de funcionamiento para la cual está diseñado el chip.

El consumo de energía de la CPU está ligado a su velocidad de proceso y a la actividad interna. Puede ocurrir que se caliente demasiado y se produzcan serios problemas como, por ejemplo, el reinicio espontáneo del sistema. Para evitar el calentamiento se utilizan disipadores de calor que suelen incluir un ventilador. El disipador extrae el calor de la CPU y el ventilador enfría al disipador. Normalmente se coloca entre el procesador y el disipador una pasta térmica para ayudar en la transferencia de calor. El disipador se conecta a la placa base mediante un conector CPU-FAN, para que controle su velocidad y funcionamiento.

En los ordenadores más antiguos era necesario configurar los voltajes del microprocesador en la placa base mediante algunos puentes. Actualmente, los voltajes se ajustan de forma automática.

Tecnología de fabricación

Este es otro factor de gran importancia al que en ocasiones no se presta toda la atención que merece.

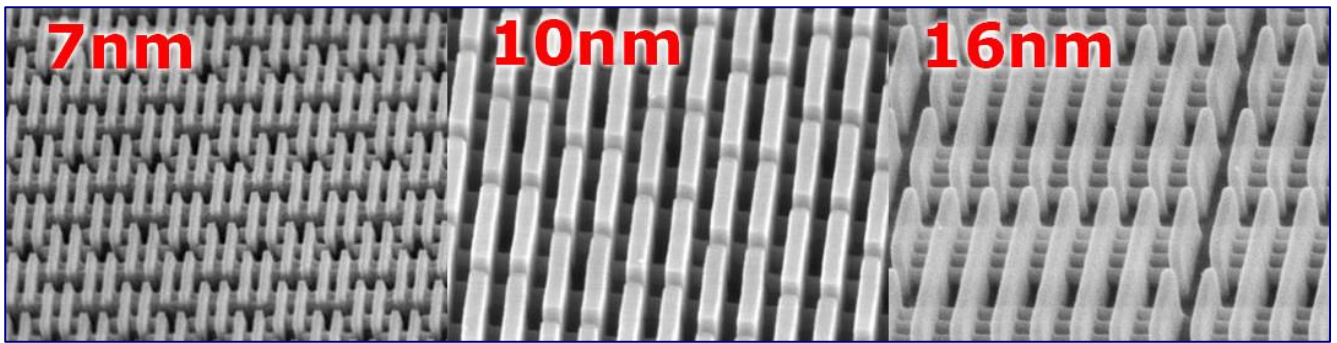
La tecnología de fabricación de un microprocesador, también conocida como frecuencia de integración, indica la distancia existente entre cada uno de los transistores que forman parte de un «micro».

Como es lógico, cuanto menor sea este factor mayor será el número de transistores que es posible integrar en una CPU sin que el tamaño de su núcleo se vea incrementado.

Los microprocesadores para equipos de sobremesa más avanzados en la actualidad se construyen empleando tecnología de fabricación de 0,13 micras, para lo que normalmente se recurre a la utilización de interconexiones de cobre altamente eficientes.

Haciendo uso de esta técnica en detrimento de la que se asienta sobre las 0,18 micras es posible, como mencionamos anteriormente, integrar más transistores sin incrementar el tamaño de la CPU, lo que se traduce, por ejemplo, en un incremento de la cantidad de memoria caché integrada en la pastilla del chip y, en ocasiones, representa incluso una reducción significativa del tamaño del propio microprocesador.

Como ejemplo cabe citar que los últimos Pentium 4 albergan en su interior la nada despreciable cantidad de 55 millones de transistores, aunque la palma se la lleva el procesador gráfico ATI Radeon 9700, una pequeña bestia que incorpora en su interior 110 millones de transistores a pesar de utilizar la tecnología de integración de 0,15 micras.

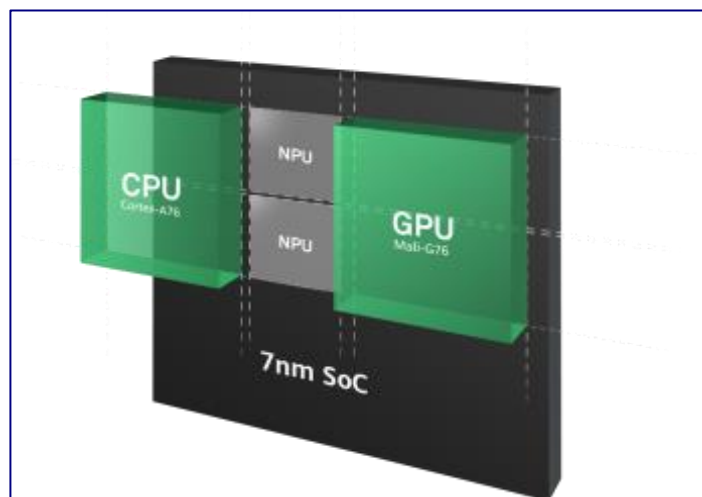


Se aprecia cómo caben más transistores en un mismo espacio cuando el tamaño se reduce.

El tamaño de los transistores y la distancia entre ellos es un elemento diferenciador asociado a la bonanza de un procesador. A menor tamaño de los transistores que forman parte de un procesador, mejores propiedades. Teniendo en cuenta que un procesador (o SoC en el caso de los procesadores para smartphones) tiene miles de millones de transistores, una reducción de tamaño pequeña en cada uno de ellos se traduce en enormes ganancias totales.

Una reducción de 3nm permite que el consumo de los transistores sea menor y que se puedan usar velocidades de reloj mayores. Hay una relación directa entre lo que consume un procesador y la temperatura de funcionamiento. Un procesador es como una bombilla: el consumo se mide en vatios. A más vatios, más temperatura.

Así, las tecnologías de fabricación actuales (2018) permiten fabricar circuitos integrados, lo que se llama SoC (Sistema en un Chip), en los que encontramos todos los componentes necesarios (o casi todos) para que el dispositivo funcione: CPU, gráficos, memoria, procesador de imagen para las cámaras, comunicaciones o el acelerador para IA (NPU, neural processing unit). Es como tener un ordenador entero dentro de un chip.



Referencias

- [Kirin 980: todo lo que esconde el primer procesador de 7nm y con NPU dual](#)

Tecnología de virtualización Intel® (VT-x) - AMD (AMD-V)

La tecnología de virtualización permite que una plataforma de hardware funcione como varias plataformas "virtuales". Ofrece mejor capacidad de administración limitando el tiempo de inactividad y manteniendo la productividad a través del aislamiento de las actividades de cómputo en particiones separadas.

Microprocesadores de varios núcleos

En el 2.002-2.003 la frecuencia de trabajo de los microprocesadores llegó al límite teórico de la electrónica que son unos 4GHz. Esto motivó que los fabricantes de microprocesadores buscaran nuevas maneras de seguir incrementando su potencia.

A lo largo de 2005 se comienzan a popularizar los procesadores de doble núcleo en los ordenadores personales. Parece que, una vez agotadas las posibilidades de procesamiento de instrucciones en paralelo en un solo procesador ("**multi-threading**"), los pasos se orientan hacia los procesadores de doble núcleo, en realidad dos procesadores en un mismo chip, cada uno con su propia cache, con lo que el multiproceso cobra un significado real en las máquinas que los montan ("**Hyper-threading**"). Los equipos personales, incluso portátiles tienen ahora capacidades de proceso que hasta hace poco estaban restringidas a servidores de gama alta con dos procesadores. Por ejemplo, máquinas Intel con dos procesadores Xeon.

Nota: no confundir una máquina con dos o más procesadores independientes (multiprocesador) con un procesador de doble núcleo. En general, una máquina con dos procesadores es más rápida que una de doble núcleo, pero en ambos casos, para sacar provecho de sus posibilidades, es necesario que el Sistema Operativo sea capaz de reconocer el "hyper-threading", y que el software de aplicación también sea capaz de usar procesos multi-hebra SMT ("Simultaneous Multi-threading Technology"). En caso contrario, será detectado y utilizado un solo núcleo.



En este año (2005) los equipos personales de gama alta montan procesadores de doble núcleo. Por ejemplo:

Intel Pentium D. Este simplemente es dos Pentium 4s en un mismo chip, cada uno con su memoria cache y compartiendo el mismo FSB.

Athlon Dual Cores. AMD se introduce en el dual core con su Athlon 64 X2. Los X2 son, en realidad, dos cores separados que comparten sus cachés L1, en contraposición con el Pentium D.

En noviembre de 2006 Intel presenta en Ginebra, Suiza, su primer procesador con cuatro núcleos ("quad-core") en un mismo chip. La prensa especializada destaca que su capacidad multiplica por miles de millones la del primero que salió al mercado en 1971. El nuevo procesador contiene 2.000 Millones de transistores frente a 2.300 del primero y su frecuencia de reloj es de 2.66 GHz, frente a los 740 KHz del anterior. Además presentan la ventaja de consumir un 50% menos que la serie precedente. También señalan que, en vista del éxito alcanzado por los de doble núcleo, sus planes incluyen estar fabricando procesadores de 80 núcleos en un plazo de 5 años.

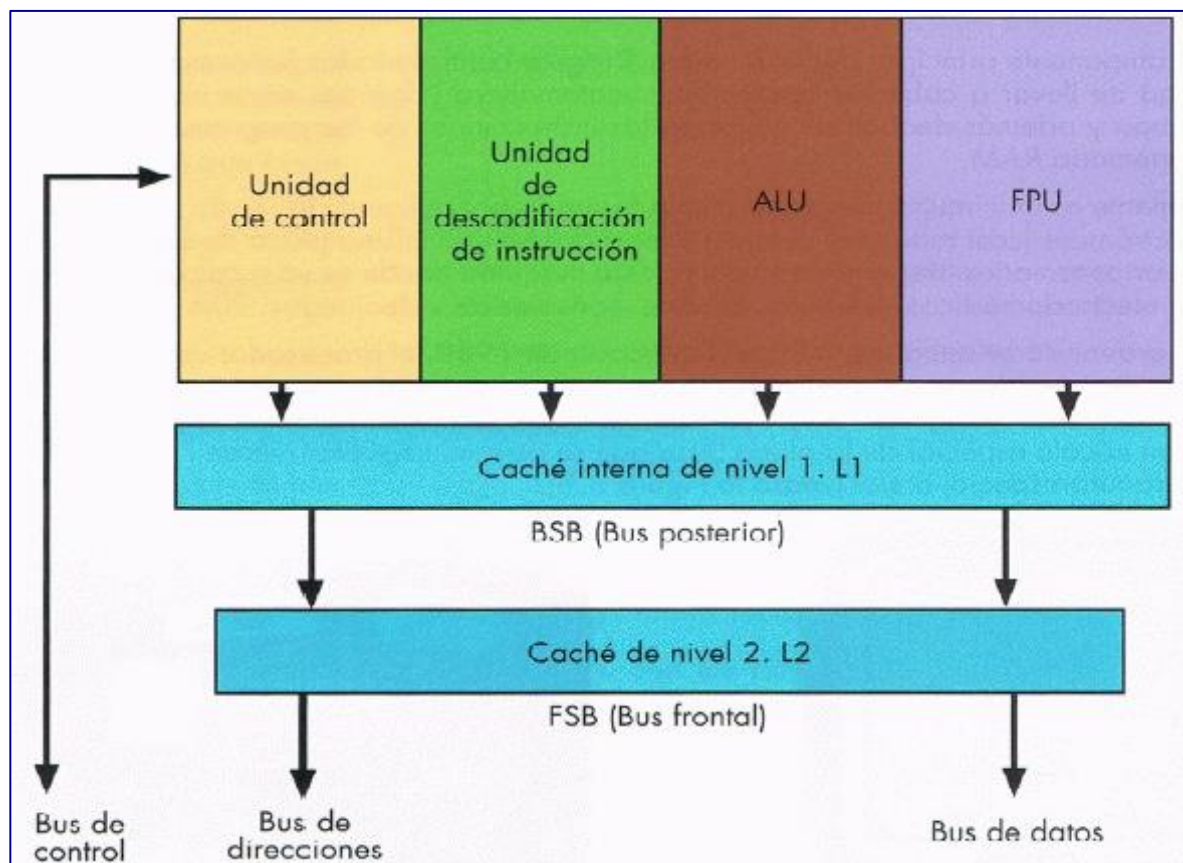


Como **multiprocesamiento** se entiende un *procesamiento simultáneo* con dos o más procesadores en un computador, o dos o más computadores que están trabajando juntos. Cuando se utilizan dos o más computadores, se unen con un canal de alta velocidad y comparten la carga de trabajo general entre

ellos. En el caso de que uno falle el otro se haría cargo. Aunque los computadores se construyen con diversas características que se superponen como, por ejemplo, ejecutar instrucciones mientras se introducen y sacan datos, el multiprocesamiento se refiere específicamente a la ejecución de instrucciones de forma simultánea.

Diagrama de bloques de las CPU actuales

Los primeros micros constaban de los componentes básicos (la unidad de control, la unidad aritmética y los registros). Cada vez aparecía un modelo nuevo en el mercado, este incorporaba alguna funcionalidad va que le hacía más rápido y potente.



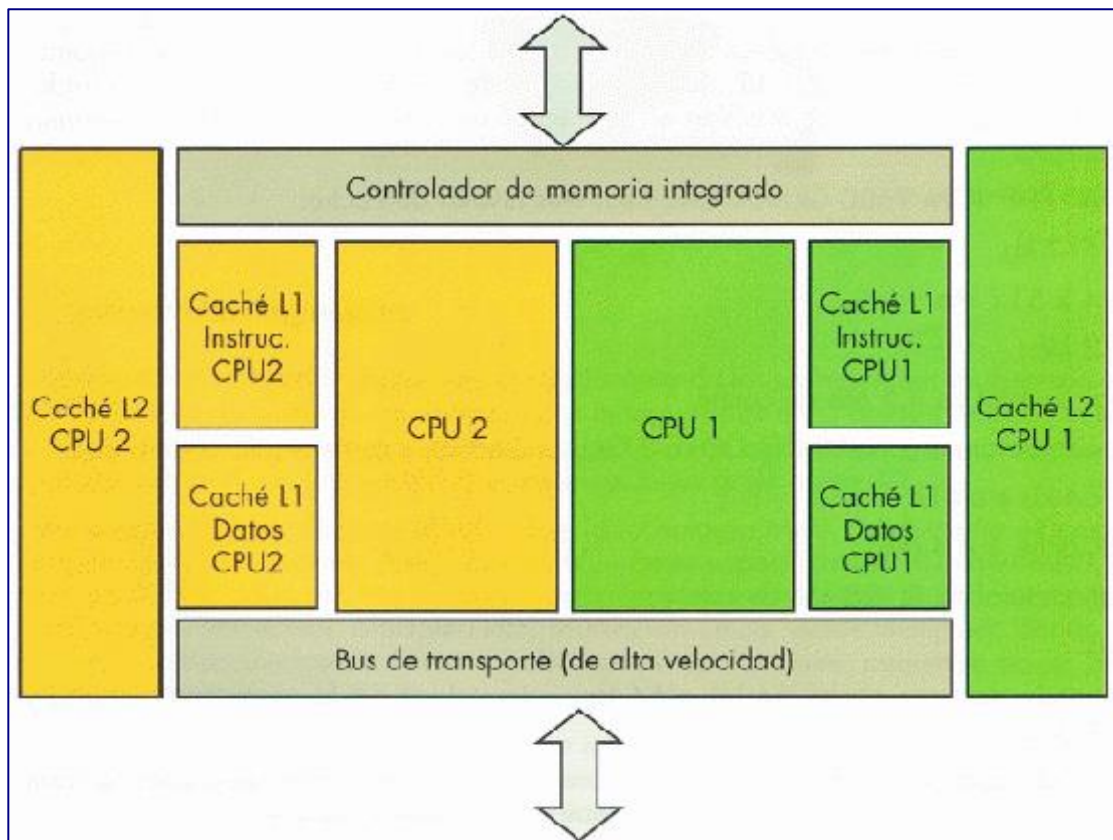
Las operaciones de punto flotante involucran aritmética con números fraccionarios, operaciones matemáticas trigonométricas y logarítmicas. Antes de la FPU, la UAL realizaba las operaciones en punto flotante, pero era muy lenta, y lo que la FPU hace en un ciclo de reloj la ALU lo hacía en cien.

Actualmente se trabaja con **arquitecturas de doble núcleo**. No hay que confundir un procesador de doble núcleo con un sistema multiprocesador); en el primero, los recursos son compartidos y los núcleos residen en el mismo procesador; en el segundo hay dos procesadores diferentes con sus propios recursos.

Las nuevas prestaciones que aporta la tecnología de doble núcleo permitirán ejecutar aplicaciones multimedia y de seguridad con un desempeño excepcional, se podrán ejecutar varias aplicaciones simultáneamente, como videojuegos o pesados programas de números, a la vez que se descarga música o se activa un programa de antivirus o se crea contenido digital, como edición de imágenes, vídeo o mezclas de audio.

El procesador de doble núcleo es un microchip con dos núcleos diferentes en una sola base, cada uno con su propia caché. Con ella se consigue mejorar el rendimiento del sistema eliminando los cuellos de botella que se podrían llegar a producir en las arquitecturas tradicionales; es como si se tuvieran dos

cerebros que pudieran trabajar de manera simultánea, tanto en el mismo trabajo como en tareas completamente diferentes, sin que el rendimiento de uno se vea afectado por el rendimiento del otro. Con ello se consigue elevar la velocidad de ejecución de las aplicaciones informáticas, sin que por ello la temperatura del equipo informático se eleve en demasiado, moderando así el consumo energético.



En el procesador de doble núcleo se añaden los siguientes elementos, comparándolo con el diagrama de bloques de la arquitectura Von Neumann:

- **Unidad de punto flotante, FPU** (Floating Point Unit). Se conoce con varios nombres: coprocesador matemático, unidad de procesamiento numérico (NPU) y el procesador de datos numérico (NDP). Es la encargada de manejar todas las operaciones en punto flotante.
- **La cache del procesador, de nivel 1 y de nivel 2.** La memoria cache es usada por el procesador para reducir el tiempo necesario en acceder a los datos de la memoria principal. La cache es una «minimemoria» más rápida, que guarda copias de los datos que son usados con mayor frecuencia.
- **Bus Frontal, FSB** (Front Side Bus). Bus que conecta el procesador con la placa base. Es la interfaz entre la cache de nivel 2 del procesador y la placa base. El ancho de este bus es de 64 bits.
- **Bus posterior, BSB** (Back Side Bus). Es la interfaz entre la cache de nivel 1, el núcleo del procesador y la cache de nivel 2. El ancho de este bus es de 256 bits.

La tecnología de doble núcleo, además de contener dos procesadores con sus caches L1 y L2, incorpora:

- Un controlador de memoria DDR integrado, de baja latencia y gran ancho de banda, que hace que sea más rápido el acceso a la RAM.

- Un bus de transporte con mayor ancho de banda para lograr unas comunicaciones de E/S de alta velocidad.

Hay que tener en cuenta que un ordenador con un micro a 2 GHz no es el doble de rápido que otro con un micro a 1 GHz, ya que se deben tener en cuenta otros factores, como la capacidad de los buses de la placa y la influencia de los demás componentes.

Sistemas de buses

Bus de datos y bus de direcciones

- **Bus de datos.** [Bus](#) bidireccional por donde circulan los datos desde el microprocesador a la memoria y al revés. El ancho de este bus depende del microprocesador y en los microprocesadores actuales tiene 64 o 128 bits.
- **Bus de direcciones.** Es un bus unidireccional, totalmente independiente del bus de datos, que establece la dirección de memoria del dato que se va a leer o escribir por el bus de datos. El ancho de este bus, hoy en día, puede ser de 32 bits, pudiendo así direccionar un máximo de 2^{32}B = 4 GiB, o de 64 bits (con arquitectura de [64-bits](#)) pasando a direccionar hasta 2^{64}B = 16 Exbibytes (aunque este valor está aún limitado).

Los microprocesadores actuales no utilizan los 64 bits del bus de direcciones. Por ejemplo, el AMD Phenom II utiliza un bus de direcciones de 48 bits, así puede direccionar, como mucho, 256 TebiBytes.

Tecnologías

Podemos distinguir las siguientes tecnologías de buses que interconectan el microprocesador con la memoria RAM y el resto de los elementos del PC:

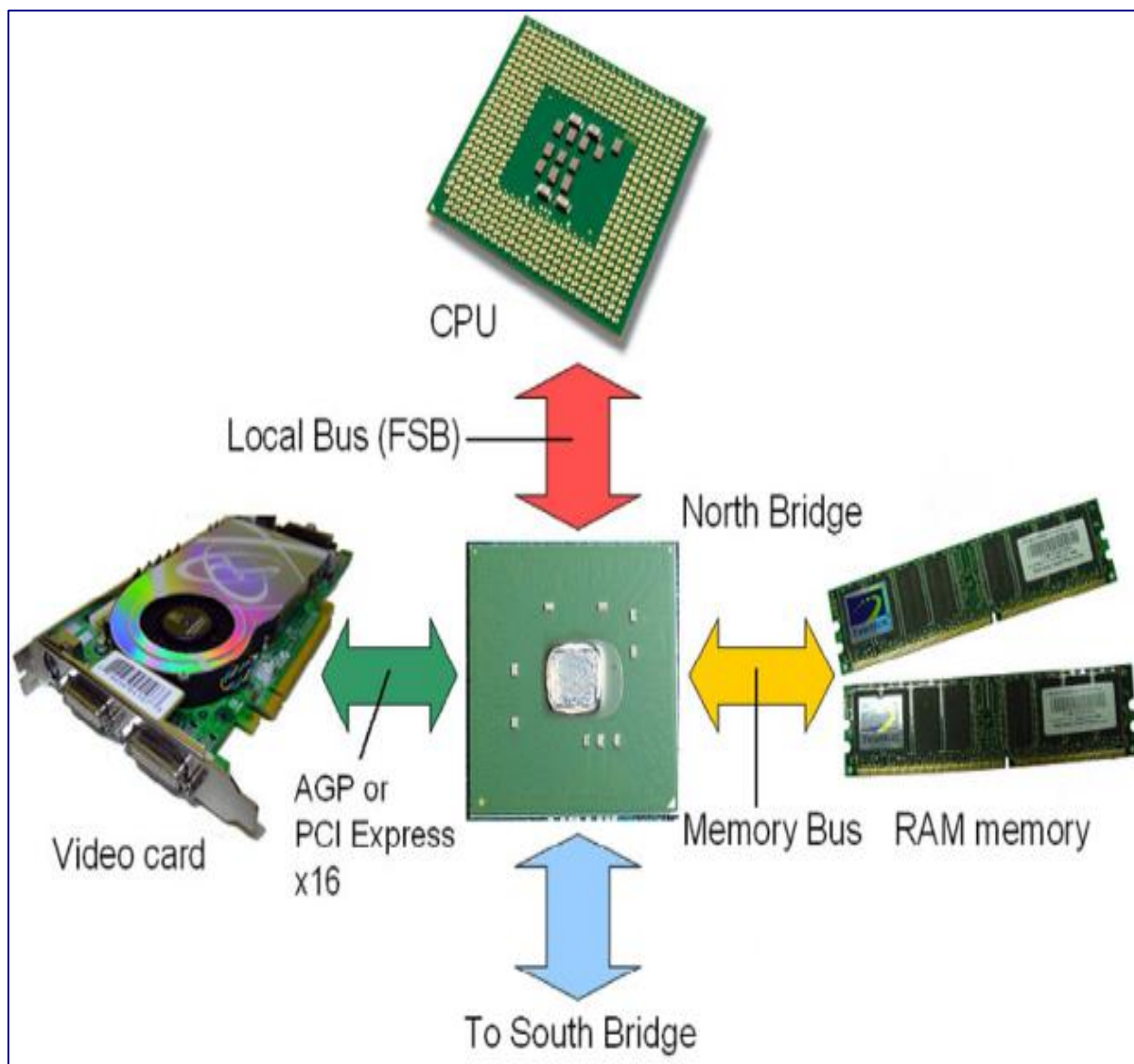
- **FSB (*Front Side Bus*).**

Es el bus que interconecta el microprocesador con el Puente Norte de la placa base.

En el manual de las placas base siempre nos dan como FSB la velocidad de transporte de datos entre el microprocesador y el Puente Norte. Para calcularla en MB/s hay que multiplicar el dato del FSB en Megahertzios (MHz) al que esté configurado el microprocesador en la placa base conectada, por el ancho del bus de datos (64 bits = 8 Bytes).

Muchas veces no se indica la velocidad del FSB en MHz sino en MT/s (MegaTransferencia por segundo = las veces que hace un envío por segundo, siendo este, tal y como vimos antes, de 8 Bytes). Este valor apareció con la tecnología DDR que aprovecha el flanco de subida y de bajada de los pulsos para enviar datos, por lo que el valor MT/s viene siendo el doble del FSB en MHz.

En la siguiente imagen vemos, de forma esquemática, su funcionamiento:



- **HyperTransport de AMD.**

El bus HyperTransport, también conocido como *Lightning Data Transport* (LDT), fue añadido con la arquitectura AMD64.

Los procesadores AMD actuales tienen dos buses externos. El primero comunica el procesador con la memoria RAM y es llamado, simplemente, "Bus de memoria". El otro es usado en la comunicación entre el procesador y los otros componentes del PC a través del chipset de la placa base.

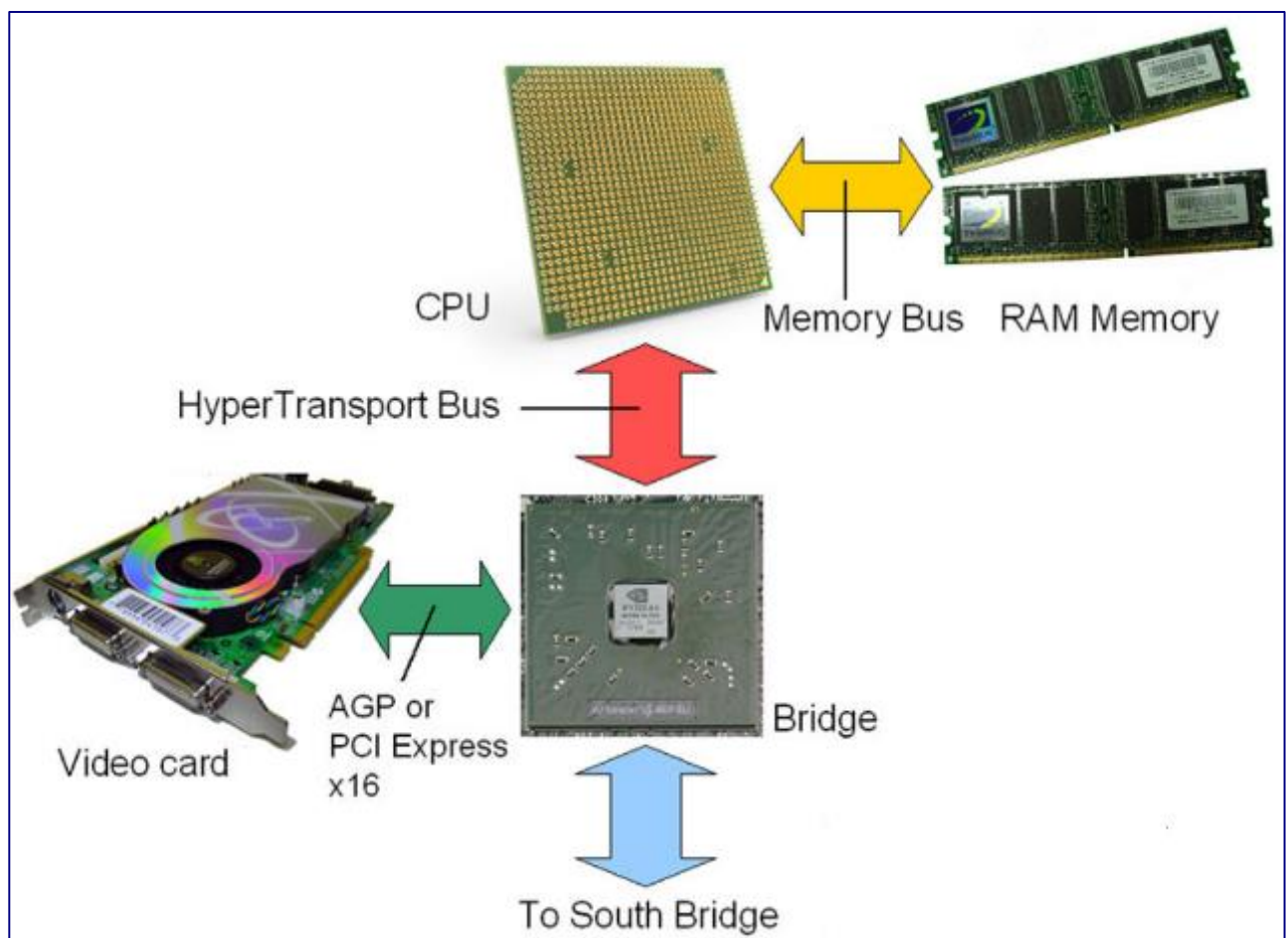
Otra de las ventajas de HyperTransport es que proporciona enlaces separados para las operaciones de entrada y salida, permitiendo a la CPU transmitir y recibir datos al mismo tiempo.

Su velocidad de transferencia máxima, utilizando líneas de 32 bits, tiene, por cada uno de sus buses, un total de $2.6 \text{ GHz} * (32 \text{ bits} / 8) = 20.8 \text{ GB/s}$.

Versiones más modernas:

- HyperTransport 3.0: Dos buses de líneas de 32 bits a 2,6 GHz, así, la tasa de transferencia = $2.6 \text{ GHz} * (32 \text{ bits} / 8) = 20.8 \text{ GB/s}$.
- HyperTransport 3.1: Dos buses de líneas de 32 bits a 3,2 GHz, así, la tasa transferencia = $25,6 \text{ GB/s}$

En la siguiente imagen vemos, de forma esquemática, su funcionamiento:



Enlace interesante donde se explica el funcionamiento de [HyperTransport](#).

- **QuickPath de Intel (QPI).**

Como vimos, desde los inicios de Intel, los microprocesadores utilizaban el bus externo FSB que une el microprocesador con el chipset.

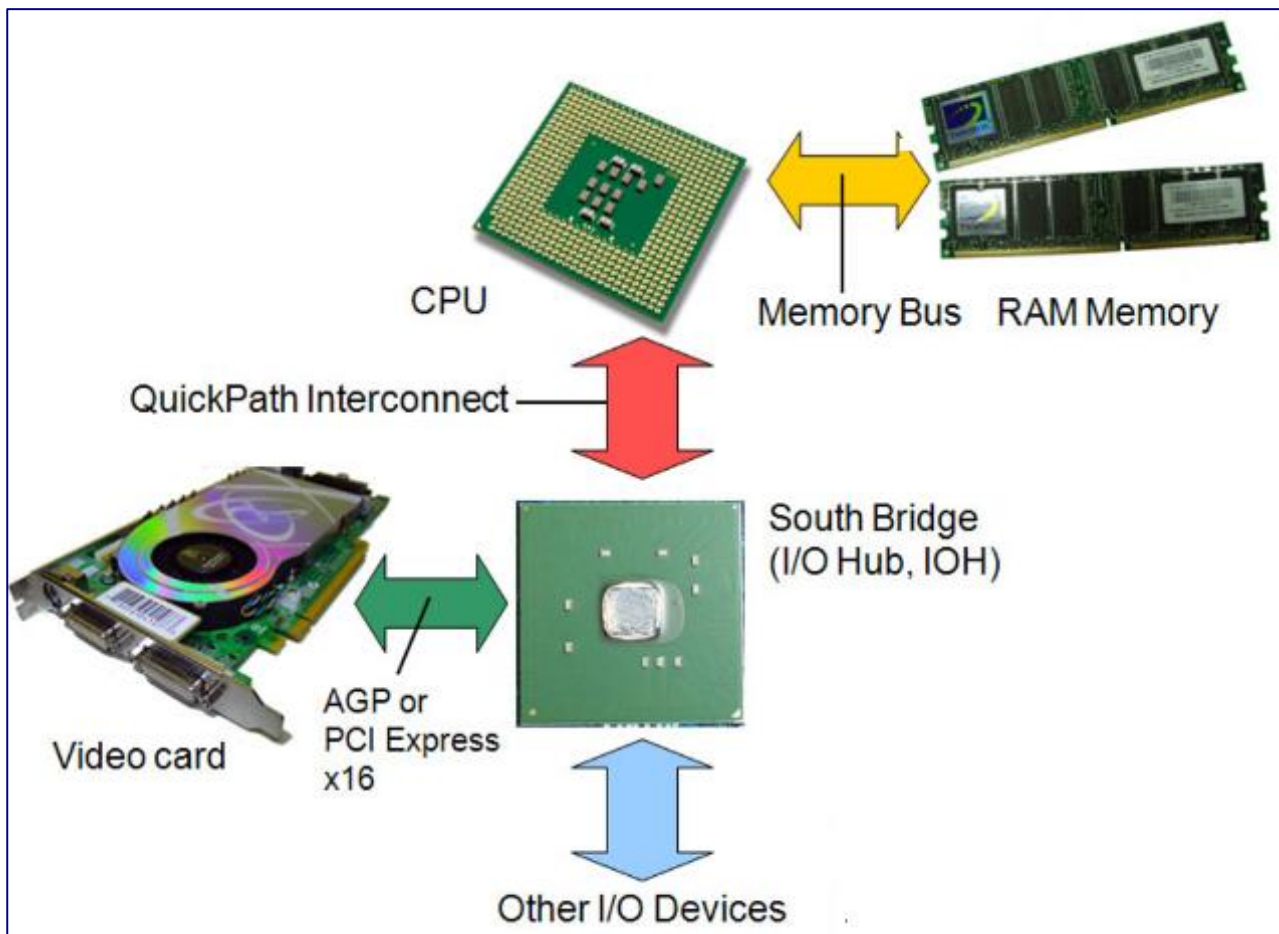
Hoy en día, los microprocesadores de Intel llevan en su interior un controlador de memoria y, así, tienen ahora dos buses externos:

- El bus de memoria para conectar el micro a la memoria RAM.
- El bus de entrada/salida que conectan el microprocesador con el resto de los dispositivos a través del chipset de la placa. Este bus es el llamado QuickPatch (QPI).

La filosofía es exactamente igual a la de AMD con su **HyperTransport**.

Los procesadores actuales operan con conexiones de 16 bits, con la velocidad de reloj determinada por el chipset o por ellos mismos (el componente más lento); por ejemplo, o Core i7 920 e 940 funcionan con conexiones de 9,6 GB/s en cada dirección, y el Core i7 965XE llega a 12,8 GB/s en cada dirección (recuerda que el QPI ofrece dos enlaces punto a punto, uno en cada dirección).

En la siguiente imagen vemos, de forma esquemática, su funcionamiento:



Enlace interesante donde se explica el funcionamiento de QuickPath.

Observaciones

La **arquitectura de conexión directa** aumenta el rendimiento y la eficacia general del sistema mediante la eliminación de los embotellamientos tradicionales relacionados con las arquitecturas de bus frontal heredadas.

Los buses frontales limitan y interrumpen el flujo de datos. Un flujo de datos más lento implica mayor latencia, que se traduce en un rendimiento del sistema más lento. La interrupción del flujo de datos implica una escalabilidad limitada del sistema.

La arquitectura de conexión directa permite eliminar los buses frontales. En su lugar, el núcleo del procesador se conecta directamente a la memoria, al subsistema de E/S y a cualquier otro procesador de la configuración mediante las conexiones HyperTransport™ o QuickPath de gran ancho de banda. El controlador de la memoria se localiza en la placa del procesador, en lugar de la placa base, como en el caso de la arquitectura de bus frontal. Esto reduce en mayor medida la latencia y aumenta el rendimiento.

La arquitectura de conexión directa está disponible con los procesadores AMD64, incluidos los procesadores AMD Opteron™ y AMD Athlon™ 64, además de con la tecnología móvil AMD Turion™ 64 y en los procesadores de Intel. Entre las características exclusivas de la arquitectura de conexión directa, se incluye:

Controlador de memoria integrado. Los procesadores AMD64, con arquitectura de conexión directa, poseen un controlador de memoria integrado en placa, lo que optimiza el rendimiento de la memoria y el ancho de banda por CPU y disminuye la latencia relacionada con las arquitecturas de bus frontal. El ancho de banda de memoria de AMD aumenta a medida que los procesadores se añaden a la configuración, a diferencia del caso de los diseños heredados en los que el incremento es escaso debido a que el acceso a la memoria principal está limitado por los chips Northbridge externos.

Tecnología HyperTransport™ y QuickPath. Estas tecnologías utilizan un enlace de comunicación entre puntos, de alta velocidad, bidireccional y de baja latencia, que permite una interconexión de ancho de banda escalable entre núcleos, subsistemas de E/S, bancos de memoria y otros chipsets.

Vectores de Interrupción y Direcciones de Entrada/Salida

- Una **Petición de Interrupción** o **Interrupción Hardware** ([IRQ](#) - *Interrupt ReQuest*) es una señal recibida por el procesador, que le indica que debe parar el curso de ejecución actual y pasar a ejecutar código específico para tratar esta situación.
- **Direcciones de Entrada/Salida** ([E/S](#)), son direcciones de memoria determinadas que utilizan los dispositivos para intercambiar información con el procesador.

Dirección E/S	Periférico Habitual
1F0-1F8	Controlador de disco
2F8-2FF	Segundo puerto serie
278-27F	Segundo puerto paralelo
378-37F	Primer puerto paralelo
3B0-3DF	VGA, SVGA

Cada dispositivo (o grupo de dispositivos) tienen asignado una IRQ y una dirección de E/S. Un avance muy importante en este sentido fue la aparición de Sistemas Operativos y Dispositivos **Plug&Play**, que es la tecnología que permite a un dispositivo ser conectado a un ordenador sin tener que configurar jumpers ni proporcionar parámetros a sus controladores.

Como ejemplo, podemos ver la configuración de IRQs y Direcciones de E/S para el sistema operativo Windows XP.

IRQ	Periférico
0	Reloj del Sistema
1	Teclado
2	Disponible
3	COM2
4	COM1
5	LPT2
6	Floppy
7	LPT1
8	Reloj
9	Disponible
10	Disponible
11	Disponible o SCSI
12	Disponible
13	Coprocesador Matemático
14	Controlador IDE
15	Segundo controlador IDE

Microprocesadores ARM

Los Microprocesadores ARM (*Advanced RISC Machines*) son una familia de microprocesadores RISC diseñados por la empresa **Acorn Computers** y desarrollados por **Advanced RISC Machines Ltd.**, una empresa derivada de la anterior.

El diseño de la familia ARM comenzó en 1983 para desarrollar un procesador avanzado, pero con una arquitectura similar a la del MOS 6502 que los ingenieros conocían bien.

El equipo acabó el diseño preliminar en 1985, y lo llamaron ARM1, pero la primera versión utilizada comercialmente se bautizó como ARM2 y se lanzó en 1986.

El ARM2 es, probablemente, el procesador de 32 bits útil más simple del mundo, ya que posee sólo 30.000 transistores y, gracias a esto, su consumo de energía es muy bajo pero ofrece un rendimiento mejor que un 286. Su sucesor, el ARM3, incluye una pequeña memoria *cache* de 4 KB, lo que mejora los accesos a memoria repetitivos.

A finales de los 80 Apple comenzó a trabajar con **Acorn** en nuevas versiones del núcleo ARM. Este trabajo derivó en el ARM6, presentado en 1991. Apple utilizó el ARM 610 (basado en el ARM6), como procesador básico para su innovadora PDA, o **Apple Newton**.

El diseño del ARM se convirtió en uno de los más usados del mundo, desde discos duros, PDAs y móviles (iPhone, Motorola Z6, Palm Pre,...), consolas (Nintendo DS) y muchos otros. Hoy en día, cerca del 75% de los procesadores de 32 bits poseen este chip en su núcleo.

Enlaces de interés:

- www.arm.com
- [ARM en Wikipedia](#)

Otras características y definiciones interesantes relativas a los microprocesadores

- **Hyper-Threading.** Es una tecnología de Intel que consiste en usar varios procesadores lógicos dentro de un único procesador físico. El resultado es una mejora en el uso del procesador, ya que al simular dos procesadores puede aprovechar mejor los recursos del procesador y por lo tanto una mejora en la velocidad de las aplicaciones. Según Intel la mejora que se obtiene activando el [Hyper-Threading](#) es aproximadamente de un 30 por ciento.
- **Overclocking.** Literalmente significa forzar el reloj, es decir, forzar la frecuencia de reloj de la CPU. Esta práctica pretende alcanzar una velocidad mayor por encima de las especificaciones del fabricante aunque esto pueda suponer una pérdida de estabilidad. Para hacer [overclocking](#) es preciso tener el microprocesador bien refrigerado, pues este aumento de velocidad produce un mayor gasto energético y, por lo tanto, una mayor producción de calor que puede hacer inestable, e incluso destruir, el micro.
- **Intel Turbo Boost.** La tecnología Intel Turbo Boost 2.0 se activa cuando el Sistema Operativo solicita la máxima potencia del Microprocesador. La idea es que, cuando el procesador funciona por debajo de sus límites máximos y la carga de trabajo del usuario exige mayor desempeño, la frecuencia del procesador aumentará de forma dinámica hasta alcanzar su límite superior.
- [Información sobre la Tecnología Intel Turbo Boost 2.0.](#)

- **PIO (Entrada/Salida programada - *Programed Input/Output*).** Cuando se pasan datos entre un dispositivo y la memoria principal tienen que ser pasados por el microprocesador. Esto hace que el sistema vaya más lento.
- **DMA (Acceso Directo a Memoria - *Direct Memory Access*).** Cuando se trabaja en modo [DMA](#) el paso de los datos no es procesado por el micro sino por un procesador específico llamado "controlador DMA".

Difusor térmico integrado

El IHS, como se observa en la foto, protege y ayuda a refrigerar la superficie del procesador

Un **Difusor térmico integrado** o **IHS** (del inglés *Integrated Heat Spreader*) es una pequeña chapa metálica o pletina que cubre los procesadores de los ordenadores personales, tiene funciones importantes de refrigeración y protección. Normalmente está compuesta de cobre o aluminio.



Un modelo de procesador sin IHS

Antes del IHS

En procesadores relativamente antiguos no se hacía uso del IHS, como se puede observar en procesadores como el **Pentium III** (Katmai y Coppermine) o el **AMD Athlon XP** por lo que, tanto el propio "chip" como una serie de resistencias repartidas sobre el PCB del procesador, estaban en contacto directo con la superficie del disipador.

Esto requería que el operario encargado de montar el equipo tuviese que ser habilidoso, para esparcir la pasta térmica o fácilmente se podría quemar el procesador al entrar en contacto las resistencias entre sí o con cualquier otro elemento, ya que muchas pastas térmicas son conductoras eléctricas además de térmicas.

Inclusión del IHS

AMD fue el primero en utilizar este sistema, integrándolo en los **AMD K6** y posteriormente Intel lo adoptó, a partir de sus **Pentium III** (Tualatin) y se popularizó en los **Pentium IV**.

Las ventajas de la utilización de IHS fueron varias: además de evitar que el operario pudiese estropear el procesador, mejoró la refrigeración general, reduciendo unos grados su temperatura de trabajo con un mismo sistema de refrigeración, y por último puede evitar golpes fortuitos al "chip".

TCASE

La temperatura de la carcasa es la temperatura máxima que permite el Disipador de calor integrado (IHS) del procesador.

Recomendaciones de uso

El IHS trajo muchas ventajas a la protección y refrigeración de un procesador, sin embargo, no por ello se puede obviar el seguir unas cuidadosas instrucciones o reglas:

- No se debe montar un procesador con adhesivos sobre un IHS (lamentablemente, es un hecho común en el mercado).
- Es conveniente aplicar la cantidad justa y necesaria de pasta térmica: (de otra manera, se podría producir un cortocircuito y la pérdida del equipo informático sería inevitable). En caso de no aplicarla correctamente, se perjudica la refrigeración. Es ideal aplicar sólo una línea en diagonal sin que alcance el borde de las esquinas de la CPU, GPU, chipset, etc.
- Otro aspecto a considerar es la calidad de la pasta térmica. Existen diversas pastas: algunas sólo dejan restos de grasa sobre el procesador y presentan dificultades para ser sustituidas; otras no gestionan bien la inducción y pueden provocar altas temperaturas en el procesador, resultando de ello errores de funcionamiento (el sistema se suspende temporalmente hasta que vuelve a alcanzar su temperatura correcta). Hay pastas térmicas con componentes metálicos (plata por ejemplo) que son las que mejor conducen el calor pero existe riesgo de cortocircuito si estos componentes entraran en contacto con los de la placa base o el procesador. También las hay con base cerámica que aunque no tienen un rendimiento tan óptimo como las de base metálica, no conducen la electricidad y se evitan cortocircuitos.

El TDP

Es un error muy común el mezclar los términos TDP (para que nos entendamos, vatios térmicos) y el consumo (vatios eléctricos). En éste artículo vamos a explicaros qué es exactamente el TDP al que se refieren los fabricantes en sus procesadores, cómo calcularlo, cómo utilizarlo, y por qué es muy importante.

El TDP (que literalmente significa Thermal Design Power, potencia de diseño térmico) es estrictamente la medida de salida térmica de un ASIC (o en otras palabras el calor térmico que genera el procesador), que define la solución térmica necesaria para lograr su rendimiento nominal.

Nota: Un circuito Integrado para aplicaciones específicas (o **ASIC**, por sus siglas en inglés) es un circuito integrado hecho a la medida para un uso en particular, en vez de ser concebido para propósitos de uso general. Se usan para una función específica. Por ejemplo, un chip diseñado únicamente para ser usado en un teléfono móvil es un ASIC. Por otro lado, los circuitos integrados de la serie 7400 son circuitos lógicos (combinacionales o secuenciales) que se pueden utilizar para una multiplicidad de aplicaciones. En un lugar intermedio entre los ASIC y los productos de

propósito general están los productos estándar para aplicaciones específicas, o ASSP por sus siglas en inglés.

Cómo calcular el TDP

La fórmula para calcular el TDP es la siguiente:

$$\text{TDP (Vatios)} = (t_{\text{Case}}^{\circ\text{C}} - t_{\text{Ambient}}^{\circ\text{C}}) / (\text{HSF } \Theta_{\text{ca}})$$

- $t_{\text{Case}}^{\circ\text{C}}$: Temperatura máxima para la unión entre el IHS y el die del procesador para alcanzar el rendimiento nominal.
- $t_{\text{Ambient}}^{\circ\text{C}}$: Temperatura máxima del ambiente en la entrada del ventilador del disipador para alcanzar el rendimiento nominal.
- $\text{HSF-}\Theta_{\text{ca}}$ ($^{\circ}\text{C}/\text{W}$): El valor mínimo de temperatura por vatio en el disipador para lograr el rendimiento nominal.

Con éstos datos en la mano, vamos a poner un ejemplo con el nuevo procesador AMD Ryzen 7 1700, cuyo TDP es de 65 vatios.

$$(72.3 - 42) / 0.4972 = 64.96\text{W TDP}$$

- $t_{\text{Case}}^{\circ\text{C}}$: 72,3°C de temperatura óptima, establecido por AMD.
- $t_{\text{Ambient}}^{\circ\text{C}}$: 42°C, también establecido por AMD.
- $\text{HSF-}\Theta_{\text{ca}}$ ($^{\circ}\text{C}/\text{W}$): 0.4972 Θ_{ca} . Ésta es una especificación de AMD para el rendimiento térmico del disipador, de manera que el procesador pueda funcionar a pleno rendimiento. Por ejemplo, el disipador AMD Wraith cumple con ésta Θ_{ca} , y la mayoría de disipadores que se venden aparte en el mercado la superan con creces.

Para qué sirve y cómo se utiliza

Ya sabemos qué es el TDP, y que no debemos confundirlo con el consumo eléctrico de un procesador. Ahora, siguiendo con el ejemplo del procesador Ryzen 7 1700 de AMD, tenemos que si los algoritmos inteligentes que gobiernan la tecnología Precision Boost y XFR detectan que las condiciones de temperatura están dentro de los valores buenos, el procesador convertirá el margen que tengan en rendimiento bruto.

En otras palabras -y esto funciona de igual manera en Intel- si la temperatura del procesador lo permite, éste funcionará a pleno rendimiento, mientras que si el valor se sale por exceso de los márgenes, el procesador reducirá de manera inteligente su rendimiento para disminuir el TDP y volver a los valores aceptables. Esto el usuario lo puede notar en que el rendimiento de su equipo baja notablemente cuando la temperatura es elevada, y por eso insistimos tanto en que es esencial el instalar un buen disipador para el procesador en nuestros equipos.

Un ejemplo más técnico

Vamos ahora a un escenario un poco más técnico, para los que os gustan éstas cosas. Supongamos un escenario con todos los núcleos e hilos a pleno rendimiento y que la temperatura lo permite; con lo que os acabamos de explicar, sabemos que el procesador funciona a todo lo que puede dar.

Según el white paper (documentación técnica) del procesador de nuestro ejemplo, el Ryzen 7 1700, el límite eléctrico de consumo de éste son 90 vatios (a diferencia de los 65W térmicos, ¿veis la diferencia?) (Nota: el límite de consumo eléctrico en el socket AM4 es mayor, llega a 128 vatios). La conductividad

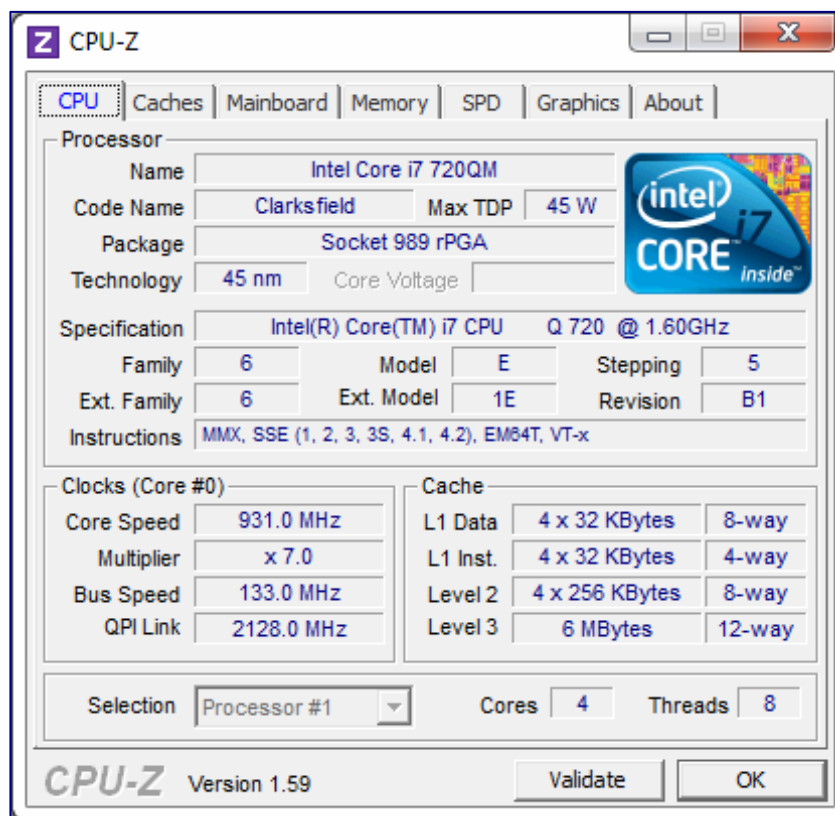
térmica del die del procesador, su IHS, HSF y la soldadura permiten al procesador amortizar las implicaciones tCase de los valores de consumo pico a lo largo del tiempo, o en otras palabras, permiten al procesador incrementar su rendimiento mientras que se mantenga en los valores definidos por la fórmula del TDP que vimos al principio. Precision Boost y/o XFR se encargarán de nivelar el rendimiento con los valores de 72.3 tCase°C o los 90 vatios de consumo eléctrico (lo que suceda antes).

Seguramente, ahora que sabéis cómo calcular correctamente el TDP y para qué sirve en realidad tendréis mucho más en cuenta las soluciones térmicas (disipadores) que hay en el mercado, y no os conformaréis con las que suelen venir de serie con los procesadores (aunque las nuevas de AMD están mucho mejor que las antiguas, siguen siendo bastante “justitas”). Recordad que una baja temperatura en el procesador reduce de manera efectiva el TDP, dándole más margen al procesador para, en el caso de AMD, aprovechar Precision Boost y XFR.

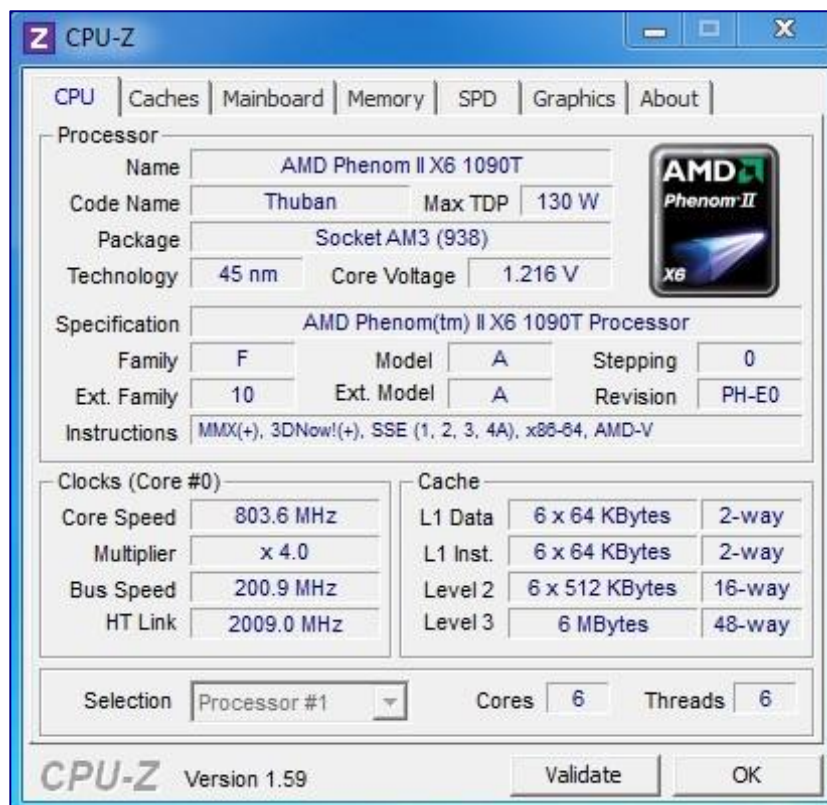
Conocer las características de un procesador

Si quieres conocer exactamente qué tipo de microprocesador tiene un equipo puedes utilizar la utilidad CPU-Z que puedes descargar de la web www.cpuid.com.

La utilidad CPU-Z nos dará todas las propiedades del procesador instalado en el equipo.



CPU-Z ejecutado en un portátil con un Intel Core i7.



CPU-Z ejecutado en un AMD Phenom II x6.

Para ver las características del Microprocesador desde un equipo Linux por línea de comandos:

```
$ cat /proc/cpuinfo
...
```

Y en Windows:

```
PS> Get-WmiObject -Class Win32_Processor
...
```

Evolución de los microprocesadores

Ano	<u>INTEL</u>	<u>AMD</u>	Outros
1971	Intel 4004		
1972	Intel 8008		
1978	Intel 8086		<u>Motorola</u> MC68000
1979	Intel 8088		
1982	Intel 80286		Motorola MC68020
1985	Intel 80386	AMD80386	Motorola MC68020
1989	Intel 80486	AMD80486	Motorola MC68040
1993	Intel Pentium		Motorola MC68060 MIPS R10000
1995	Intel Pentium Pro	AMD K5	
1996		AMD K6	
1997	Intel Pentium II	AMD K6 II	PowerPC6 (versiones G3 e G4) (<u>IBM</u>) MIPS R120007
1998	Intel Pentium II Xeon		
1999	Intel Pentium III	AMD K6-III AMD Athlon (K7)	
2000	Intel Pentium 4 Intel Itanium 2 Intel Pentium III Xeon	AMD Athlon XP AMD Duron	PowerPC G4 MIPS R14000 ARM946E-S
2001	Intel Itanium Intel Xeon		ARM7TDMI-S
2002	Intel Itanium 2		
2003	Intel Pentium 4 Extreme Edition Intel Pentium M	AMD Opteron	

2004	Pentium 4 Prescott	AMD Geode AMD Sempron	
2005	Intel Pentium D Intel Extreme Edition con Hyper Threading Intel Celeron D	AMD Athlon 64 AMD Athlon X2 AMD Athlon FX AMD Turion 64	
2006	Intel Core Duo		
2007	Intel Core Duo Intel Core2 Duo Intel Core Quad	AMD Athlon 64 D-Core	
2008	CORE2 DUO E6850 3.0 GHZ SK775 QUAD 6600 2.4 GHZ SK775	AM2 ATHLON 64 LE1620 2.4GHZ PHENOM QUAD CORE HD9600 2.3 GHZ	VIA C7 2.0 GHz ARM1176JZ(F)-S 420MHz (iPhone)
2009	CORE2QUAD Q9550 2.83GB CORE i5 750 2.66 GHZ SK1156 8MB CORE I7 920 8M S.1366	PHENOM II 945 QUAD CORE 3.0GHZ 95W PHENOM II X4 955 3.2GHZ 6MB L3 125W	VIA Nano L2100 1.8GHz 65nm 500mW
2010	Core i3/i5 (1156, 32nm y 45nm) Core i7 (1366)	Sempron Athlon II Phenom II	P.A. Semi Apple A4 1GHz
2011	Dual Core G620 2.60GHz 1155 Core i7 2600K 1155 Core i3 550 1156	AM3+ FX-8120 3.10 GHz AM3 ATHLON II X2 270 ATHLON II X4 640 3.0GHz	iPhone 4S: A5 doble nucleo 1 Ghz Samsung Galaxy S II: Exynos 4210

2012	Intel Dual Core G860 3.00GHz 1155	AMD FX-4170 4.2GHz AM3+	
	Intel Core i3 3.3 GHz 1155	AMD Phenom II X4 3.4GHz AM3	iPhone 5: A6 doble nucleo 1.02 Ghz
	Intel Core i5 3.00 GHz 1155	AMD A8 X4 3870K 3.0GHz	Samsung Exynos 4 Quad a 1,4 GHz
	Intel Core i7 3.6 GHz LGA2011	FM1 GPU ATI HD6550D	

¿Intel o AMD?

Hablar de procesadores es, sobre todo, hablar de Intel y de AMD, ya que son las empresas que han soportado el peso del desarrollo de estos, ya sea colaborando ambas empresas, ya en su fase de desarrollos independientes.

El primer microprocesador comercial fue el Intel 4004, presentado en 1971, para facilitar el diseño de una calculadora. Este procesador tenía 2250 transistores y trabajaba a 0,1 MHz y con un ancho de banda de 4 bits.

Cada nueva generación de procesadores incorpora no sólo algunas mejoras con respecto a la velocidad de procesado, sino también saltos técnicos que hacen referencia a la eficacia de procesado, velocidad, nuevas tecnologías, transmisión de datos, mejoras de diseño, etcétera.

No obstante, es necesario recordar que fabricantes tan conocidos como Zilog, Harris, Siemens, Hitachi, NEC, IBM, Cyrix, Texas Instruments, Chips & Technologies, Nexgen, IIT, Motorola, Apple, Hewlett-Packard, DEC el Renaissance Microsystems también han desarrollado microprocesadores, que en algunos casos han superado en prestaciones a los de Intel el AMD.

Con frecuencia podemos oír comentarios del estilo de AMD (o Intel) es el mejor el mejor que el otro. Sin embargo, este tipo de comentarios es erróneo. No podemos afirmar que uno u otro sea mejor sin más. Cada tipo de microprocesador es un mundo y cada uno tiene una serie de características y propiedades que lo hacen mejor o peor que otros modelos. Es precisamente ese afán de superación el que ha hecho progresar tanto y rápido la tecnología.

Modelos de procesadores para equipos de sobremesa.

Los fabricantes de procesadores desarrollan sus productos en función del tipo de ordenador sobre el cual se van a montar, destacando entre sus líneas de trabajo los procesadores siguientes:

Intel Core Duo, con dos núcleos de ejecución.

Intel Core 2 Duo (letra E y L en su número de procesador). Los Core 2 Duo se diferencian de los Core Duo, entre otras cosas, en que los de los núcleos pueden acceder a la caché al mismo tiempo; en cambio, los Core Duo acceden a ella un núcleo por vez. El hecho de que los dos núcleos puedan acceder a la caché al mismo tiempo hace al micro más rápido.

Intel Core 2 Quad e Intel Quad Core (letra Q). Son dos procesadores Core 2 Duo encapsulados en un mismo zócalo, formando cuatro núcleos.

Intel Core 2 Extreme, de cuádruple núcleo (letra X), con una nueva versión basada en la vanguardista tecnología de 45 nm, que utiliza un sistema de circuitos infundido por hafnio, con un rendimiento y una eficiencia energética mayores. En los Quad Extreme con la letra QX podemos hablar de una auténtica CPU de cuatro núcleos que aprovecha todas las ventajas de la tecnología Core2.

AMD Athlon 64 x2, microprocesador de 64 bits multinúcleo. Diseñado actualmente para el socket AM2 (en 90 nm y 65 nm SOI¹), con un bus HyperTransport HT de 2000 MHz y soporte de memoria DDR2 y conjunto de instrucciones SSE3. Cada núcleo cuenta con una unidad de caché independiente, y tiene entre 154 a 233,2 millones de transistores, dependiendo del tamaño de la caché.

AMD Phenom es el nombre dado por AMD a la primera generación de procesadores de tres y cuatro núcleos, con una velocidad entre 1,8 y 2,6 GHz y con una caché L3 de 2048.

Los procesadores, además de su nombre comercial, Phenom, Athlon, Opteron, Xeon, etc., tienen un nombre clave por el que se les conocía durante su fabricación, como Prescott, Venice, Conroe, Yonah, Merom, Penryn, Puma, etcétera.

¹**Silicon on insulator** (SOI). Es una tecnología de fabricación microelectrónica.

Modelos de procesadores para portátiles.

Son procesadores que buscan bajo consumo energético y generar menos calor, con tecnologías específicas para dar mayor autonomía y recursos a los equipos portátiles:

Intel Centrino Core 2 Duo (letra T en su número de procesador).

Intel Centrino 2 Core 2 Duo incorpora un bus de sistema más rápido (de hasta 1 066 MHz), mayores velocidades de reloj y unas tecnologías de microarquitectura mejorada, lo que permite maximizar el rendimiento y el ahorro energético. Tiene compatibilidad con memorias DDR3 y en la pequeña disminución en el consumo energética llegando hasta los 25 W TDP en algunos modelos (muy cercanos a los procesadores ULV, Ultra-Low Voltage).

AMD Turion 64. Se presenta en de las series; ML, con un consumo máximo de 35 W, y MT, con un consumo de 25 W.

AMD Turion x2 Ultra. Con una arquitectura de conexión directa para mejorar el rendimiento y eliminar las demoras que se producen cuando varios componentes compiten por el acceso al bus del procesador.

Modelos de procesadores para servidores.

Son procesadores que ofrecen escalabilidad, potencia y rendimiento mejorados para robustos entornos de procesamiento múltiple:

Intel Xeon, con modelos que disponen de cache L3, pero que su característica más importante es que están diseñados para formar sistemas multiprocesadores con hasta 18 CPU en la misma placa base. Se suelen utilizar en el mundo del cine, la animación, en grandes servidores y para supercomputación.

AMD Opteron, con diseño Quad-Core con la arquitectura de conexión directa, que ofrece mejor rendimiento, una virtualización optimizada, más potencia y un coste menor.

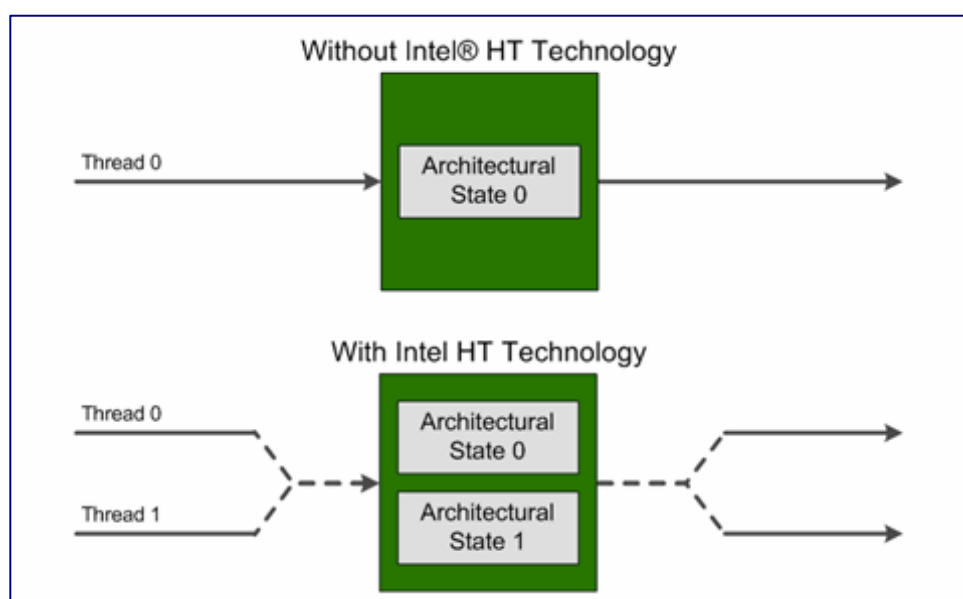
Se estima que para 2010-2011 tendrán integrados hasta 80 núcleos en un microprocesador (los llamados procesadores multicore). Su reloj ira a una velocidad de 10 GHz (10000 MHz), contendrá mil millones de transistores y será capaz de procesar cerca de cien mil millones de instrucciones por segundo.

Diferencias entre núcleo e hilos de ejecución (SMT o HyperThreading) en CPU

Núcleos, cores, threads, sockets, núcleo lógico y núcleo virtual son términos relacionados con los procesadores que muchos usuarios no acaban de comprender. Por ello hemos elaborado este post para tratar de explicarlo de una forma sencilla y entendible para todos los usuarios.

En primer lugar, tenemos que pensar en la época de los Pentium en la que los procesadores estaban formados por un único núcleo o core, el procesador se instala en una ranura especial de la placa base que le sirve para comunicarse con el resto de los componentes, esta ranura es el socket o zócalo. Normalmente las placas base solo tienen un socket pero algunos modelos orientados al sector empresarial presentan varios sockets con lo que se pueden montar varios procesadores. En cuanto al núcleo, este es la parte del procesador en la que se realizan todos los cálculos, digamos que es el cerebro que hace que nuestro ordenador funcione. Cada uno de los núcleos puede manejar un hilo o thread de datos.

Con el paso de los años apreció la tecnología HyperThreading de Intel que consiste en duplicar algunos elementos dentro del procesador como los registros o las memorias caché de primer nivel, esto permite al núcleo del procesador poder manejar dos tareas a la vez (2 hilos o threads) y da lugar a la aparición de los núcleos lógicos. Algo que mejora el rendimiento de forma importante ya que, si un proceso necesita quedar a la espera de una operación o algún dato, otro proceso puede seguir haciendo uso del procesador sin que este se quede parado, un procesador parado significa pérdida de rendimiento por lo que hay que evitar que pase.



Esta tecnología HyperThreading “engaña” al sistema operativo al hacerle creer que existen dos núcleos cuando en realidad solo existe uno, el que existe de verdad es el núcleo físico y el que aparece fruto de HyperThreading es el virtual. El núcleo virtual tiene mucha menos capacidad de procesamiento que el núcleo físico por lo que el rendimiento no es equivalente a tener dos núcleos físicos ni mucho menos, pero proporciona un buen extra.

El siguiente paso en la evolución de los procesadores era dar el salto a la aparición de los procesadores con dos núcleos físicos, esto fue posible gracias a la miniaturización de todos los elementos que hay dentro del procesador, es decir que se hacen más pequeños y por tanto podemos meter muchos más en el

mismo espacio. En esencia un procesador de dos núcleos es como tener dos procesadores trabajando juntos, pero con una comunicación entre ellos mucho más rápida y eficiente, lo que hace que el rendimiento sea muy superior a los sistemas con dos sockets y dos procesadores.

A diferencia del HyperThreading, en los procesadores de dos núcleos cada uno de ellos tiene todos los elementos necesarios para poder realizar todo tipo de tareas por lo que un procesador de dos núcleos es muy superior en rendimiento a un procesador de un núcleo con HyperThreading. El siguiente paso fue lograr procesadores de más núcleos, algo posible a una miniaturización de sus componentes cada vez más grande. Hoy en día existen procesadores con hasta 18 núcleos físicos.

Además, podemos combinar el uso de varios núcleos con la tecnología HyperThreading por lo que podemos lograr procesadores con un número enorme de núcleos lógicos, así un procesador de 18 núcleos físicos con HyperThreading tiene un total de 36 núcleos lógicos (18 núcleos físicos + 18 núcleos virtuales).

Lectura recomendada: [guía de los mejores procesadores del mercado](#).

Enlaces interesantes

- [Artículo sobre procesadores en Xataka](#)