

F.H.

Unidad 3

Componentes internos de un ordenador CPU



Unión Europea

Fondo Social Europeo

El FSE invierte en tu futuro



- Índice

- Placa base
- Procesador
- Zócalo
- Chipset
- Memoria
- Ranuras de expansión
- Conectores
- BIOS / UEFI

Procesador



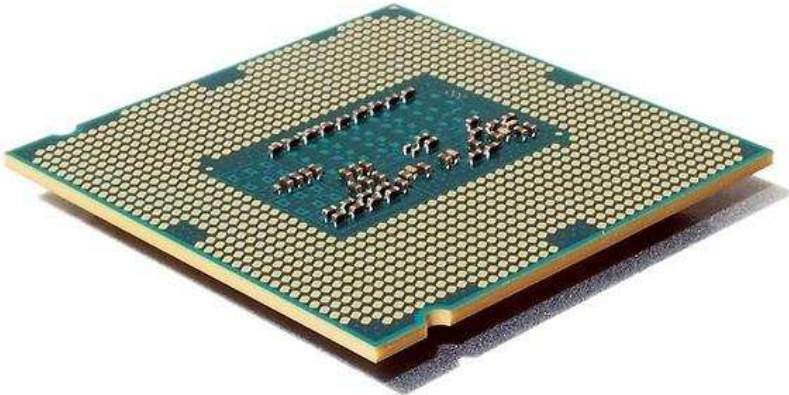
- *Procesador, microprocesador, CPU,...*
- Se trata del circuito integrado central más complejo de un sistema informático
 - “El cerebro del ordenador”
- Componente principal de ordenador que **controla y dirige** al resto
 - **Decodifica y ejecuta** las instrucciones de los programas cargados en memoria RAM
 - Realiza **operaciones** matemáticas y lógicas



Procesador



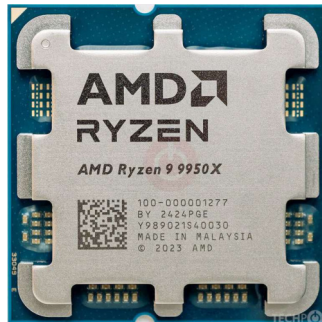
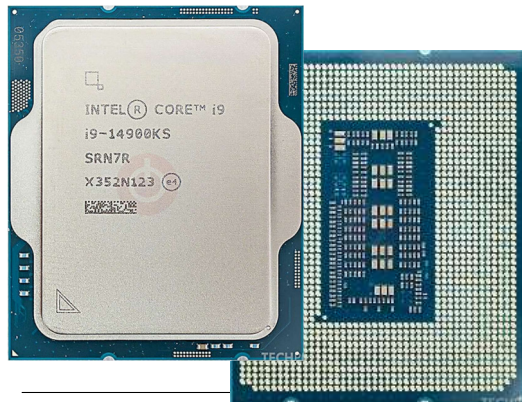
- Físicamente:
 - **Circuito integrado** formado por millones de **transistores** integrados en una misma placa de silicio



Procesador



- En la década de los 80 el procesador venía **soldado a la placa** y no podía cambiarse
- En la actualidad tienen forma de cuadrado o rectángulo y se conectan a un **zócalo** (*socket*)

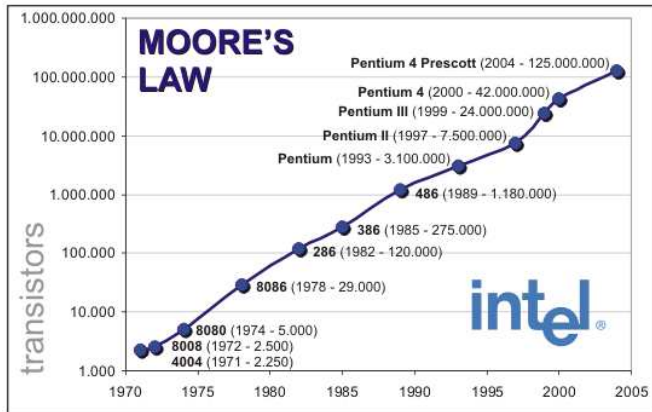


Procesador



En 1965, Gordon Moore (cofundador de Intel) estableció la llamada “**Ley de Moore**”:

“El número de transistores que incorporan los microprocesadores se duplicará cada 18 meses”





- Primeros microprocesadores
 - Muy fieles a la arquitectura de Von Neumann
 - UC + ALU + registros
- En los procesadores actuales existen algunos **elementos adicionales** que son fruto de la gran evolución en el diseño de los microprocesadores
 - Unidad de punto flotante (**FPU**)
 - Memoria Caché
 - Registros especiales (multimedia, ...)
 - ...



- Frecuencia de reloj
 - En la UC
 - La **frecuencia** del reloj -> número de ciclos en un segundo
 - **Hertzios** (Hz), con todos sus multiplicadores
 - kHz
 - MHz
 - GHz
 - ...





- Memoria caché
 - Tamaño **reducido**
 - Más **rápida** que la **RAM**
 - Más **lenta** que los registros internos de la **CPU**
 - Guarda una **copia** de los datos utilizados con mayor frecuencia
 - Distintos niveles:
 - Nivel 1 (L1)
 - Nivel 2 (L2)
 - Nivel 3 (L3)
 - Cada nivel es más grande que el anterior, pero más lento



- Memoria caché
 - Nivel 1 (L1)
 - La más pequeña*, rápida y costosa
 - Dentro de los circuitos del propio procesador
 - Funciona a la misma velocidad que la CPU
 - Dos partes:
 - Caché de datos (*L1 DC*)
 - Caché de instrucciones (*L1 IC*)

**Tamaño de referencia: ~80KB*



- Memoria caché

- Nivel 1 (L1)

- Nivel 2 (L2)

- Más lenta que la de nivel 1, pero más grande*
 - En un principio, iba fuera del procesador, en la placa base
 - Posteriormente pasó a estar integrada en el procesador
 - Los datos que se solicitan desde la memoria caché L2 se copian en la caché L1

**Tamaño de referencia:*

Sistemas con únicamente L1 y L2: ~8MB

Sistemas con L1, L2 y L3: ~2MB



- Memoria caché

- Nivel 1 (L1)

- Nivel 2 (L2)

- Nivel 3 (L3)

- En los procesadores más modernos
 - Como la L2, está integrada en el procesador
 - Más lenta que la de nivel 2, pero mucho más grande*
 - Se agiliza el acceso a datos e instrucciones que no fueron localizadas en L1 ó L2
 - Si no se encuentra el dato en ninguna de las 3, entonces se accederá a buscarlo en la memoria RAM

**Tamaño de referencia: ~30MB*



Ejemplos de procesadores comerciales:

- **Intel Core Ultra 9 285K**
 - L1: 192 kB (por núcleo)
 - L2: 2 MB (por núcleo)
 - L3: 36 MB

- **AMD Ryzen 9 9950X**
 - L1: 80 kB (por núcleo)
 - L2: 1 MB (por núcleo)
 - L3: 64 MB

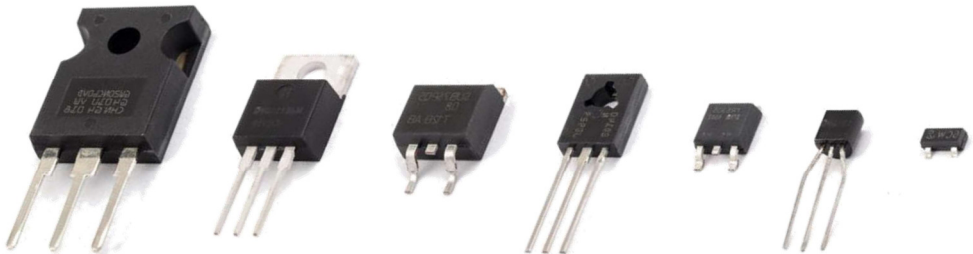


- Memoria caché
 - Existen algunos modelos de procesadores con caché de Nivel 4 (L4)
 - Al igual que en los otros niveles, integrada en la CPU
 - Se destina básicamente a mejorar el rendimiento de los chips gráficos integrados en CPU y mejorar tiempos de arranque del sistema

**Tamaño de referencia: ~256MB*



- Fotolitografía
 - **Tecnología de fabricación** utilizada en la producción de un microprocesador
 - Condiciona -> **separación** entre los transistores
 - Con el tiempo -> **disminuyendo** -> **miniaturización**





- Proceso de fabricación
 - Hemos evolucionado de procesadores con escala de integración de 3 micras (μm) hasta 3 nanómetros (nm)

$$3 \mu\text{m} = 3.000 \text{ nm}$$

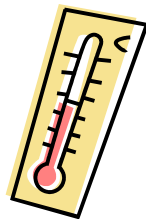




- Proceso de fabricación
 - **Influye directamente** en **velocidad**, **temperatura** y **potencia**
 - A menor tamaño...
 - Menor **calor** generado -> más velocidades sin correr el riesgo de fundirlo
 - Mayores **velocidades**
 - Menor **consumo energético** -> menor voltaje
 - En la misma área -> **más transistores**
 - Más funcionalidades
 - Mayores tamaños de caché



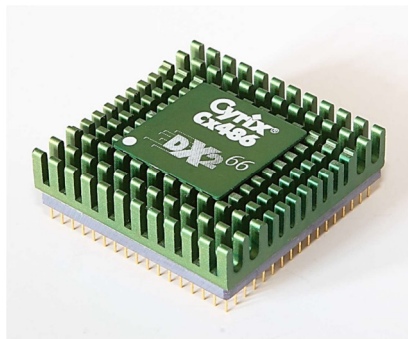
- Disipación del calor
 - CPUs **se calientan** cuando están trabajando
 - **Altas** temperaturas -> **rendimiento** descende
A menor temperatura, mejor trabajará una CPU
 - Si CPU se calienta demasiado ->
reinicios espontáneos o incluso la **avería**,
llegando a **quemarla**





- Disipación del calor
 - Los procesadores **antiguos** se enfriaban mediante el flujo de aire que se producía dentro de la caja creado por el ventilador incorporado en la **fuentes de alimentación** y por el **ventilador** que solía incluir la caja
 - A partir de la época de los procesadores i486, los ordenadores precisan **disipadores** y **ventiladores** en la CPU para evacuar el gran calor que generan

Primeros disipadores



Primeros
disipadores
+
ventilador

El ventilador refrigera al
disipador



Disipadores + ventiladores
más avanzados



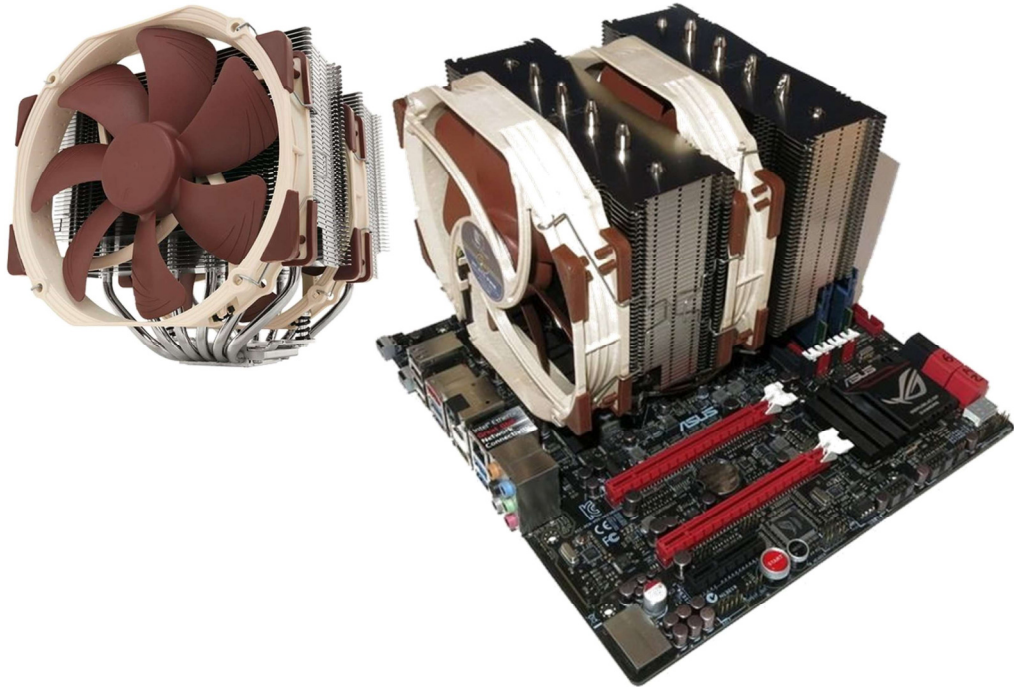
Disipadores + ventiladores
con regulador de velocidad



Desde el panel frontal de la caja podemos
regular la velocidad del ventilador

Disipadores + ventiladores
más avanzados





Kits de refrigeración líquida

Un circuito cerrado de agua traslada el calor de la CPU hacia un radiador



¡Cuidado con la corrosión galvánica!



- Corrosión galvánica
 - Un metal se corroe cuando:
 1. En contacto eléctrico con otro metal
 2. Ambos inmersos en un medio húmedo
 - Deterioro de los componentes a corto/medio plazo
 - Peligroso:
 - Kits de refrigeración líquida compuestos por cobre (bloque) y aluminio (radiador)



- TDP
 - *Termal Design Power* (potencia de diseño térmico)
 - **Cantidad máxima de calor** de la CPU en un escenario de **uso intenso**
 - Se expresa en vatios (**W**)
 - **NO** mide el consumo, pero está relacionado
 - Ayuda a elegir la **refrigeración** adecuada a instalar



- Arquitecturas de 32 y 64 bits
 - Cuando hablamos de arquitecturas de 32 y 64 bits se suele hacer referencia a
 - El ancho de los **registros** con los que trabaja la CPU
 - El ancho de los **buses de datos**
 - El ancho de los **buses de direcciones**
 - Una CPU pura de 64 bits debe tener los 3 anchos de 64 bits



- Arquitecturas de 32 y 64 bits

- Limitaciones de arquitecturas de 32 bits:

- Números en el rango 2^{32}
 - Resultado fuera de este valor -> overflow o underflow
- Límite de memoria 4 GB

x32, x86, i386, i686

- Actualidad -> CPUs de 64 bits

- Números en el rango 2^{64}
- Límite de memoria 16 EB

x64, amd64



- Arquitecturas de 32 y 64 bits

🌀 Ojo: **no** todo el software está diseñado para explotar los recursos de un procesador de 64 bits

- Sistema Operativo
- Aplicación

🌀 Si tenemos una CPU de 64 bits, pero ejecutamos sobre un Sistema Operativo de 32 bits o una aplicación compilada para 32 bits, su ejecución en eficiencia y velocidad será idéntica a la de la misma CPU de 32 bits



Archivos de programa



Archivos de programa (x86)



- A día de hoy, los principales fabricantes de microprocesadores para ordenadores cliente de propósito general son **Intel** y **AMD**



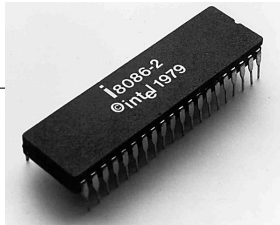
- Estudiaremos la evolución de **Intel**
- Veremos los últimos modelos de **AMD**

Procesador - Evolución

- Intel **8086** y **8088**

- 1978
- 4.77MHz
- 20K transistores (3 μ m)
- Bus de direcciones de 20 bits
- Diferencia entre ellos:
 - i8088 tiene un bus de datos de 8bits
 - i8086 tiene uno de 16bits

- Fueron los iniciadores de la arquitectura **x86**
- No tenían **FPU**, pero se les podía añadir aparte (se trataba del **i8087**)





- Intel **286**

- 1982
 - 6MHz – 25MHz
 - 134K transistores (1,5 μ m)
 - Bus de direcciones de 24 bits
 - Bus de datos de 16 bits
-
- Fue el más utilizado en los ordenadores PC a mediados de los 80
 - Rendimiento **más del doble** que el i8086



Procesador - Evolución

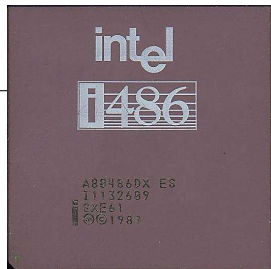
- Intel **386**

- 1985
- 12MHz – 40MHz
- 275K transistores (1,5 μ m - 1 μ m)
- Bus de direcciones de 32 bits
- Bus de datos de 16 bits (**386SX**) o 32 bits (**386DX**)
- Ha sido muy utilizado debido a su alta fiabilidad en aplicaciones espaciales (Telescopio Hubble), sistemas telefónicos, industria,...



Procesador - Evolución

- Intel **486**
 - 1989
 - 16MHz – 100MHz
 - 1M transistores (1 μ m - 600nm)
 - Bus de datos y direcciones de 32bits
- Algunos i486 de gama baja son más lentos que los i386 más rápidos



Procesador - Evolución

- Intel **486**

- Diversas versiones:

- i486 DX

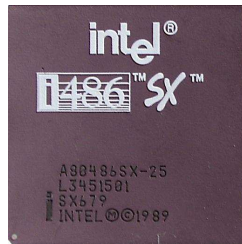
- Incorpora **coprocesador matemático (FPU)**



Microprocesador suplementario a la CPU para operaciones de aritmética en coma flotante, procesamiento gráfico, procesamiento de señales, criptografía,...

- i486 SX

- Versión recortada del DX
 - **Elimina** el coprocesador matemático
 - Solían ser los DX defectuosos, o DX con coprocesador capado de fábrica
 - Ofrecían al mercado CPUs más asequibles





- Intel **486**

- Hasta esta época todo funcionaba a una **única velocidad**

- Los i286 a 16MHz → CPU = 16MHz, Bus = 16MHz
- Los i386 a 20MHz → CPU = 20MHz, Bus = 20MHz
- ...

☞ Cuando hablamos de “Bus”
nos referimos al **FSB**
(conector CPU-Northbridge)

- Con el i486, Intel se encontró con que podía ir **aumentando fácilmente** la velocidad de trabajo de sus CPUs
- Los i486 a 25MHz → CPU = 25MHz, Bus = 25MHz
- Los i486 a 33MHz → CPU = 33MHz, Bus = 33MHz



- Intel **486**

- En este punto comenzaron los **problemas**
 - Hacer trabajar a la **CPU** a 33MHz era fácil...
 - ...pero que el resto del sistema estuviera a la altura, no lo era tanto



- Aquí se empezaron a **separar** las velocidades de la **CPU** con las velocidades de **bus**
 - ...y así sigue hoy en día

☞ Hoy, una CPU moderna de 5GHz ...
¡No trabaja con un bus de 5GHz!



Procesador - Evolución



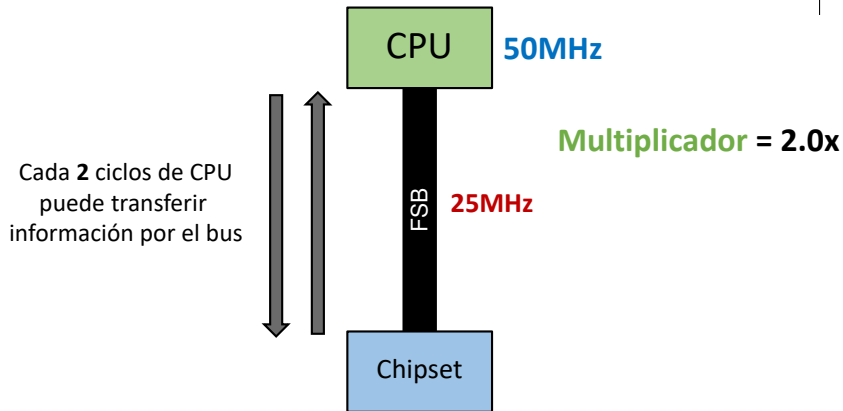
- Intel **486**

- El i486 DX2 a 50MHz funcionaba
 - CPU a 50MHz
 - ...pero a 25MHz cuando se comunicaba con el resto del sistema, o lo que es lo mismo: esa era la velocidad del bus
- A partir de aquí se introduce el concepto de **multiplicador**
- i486 DX2 a 50MHz
 - CPU = 50MHz
 - Bus = 25MHz

} Multiplicador = 2.0x



- Intel **486**





- Intel **486**

- Más tarde aparecieron dos modelos más avanzados:

- i486 DX2 a 66MHz
- i486 DX4 a 100MHz

🔍 Realmente se trabaja a
66,6666...MHz
y a 33,3333... MHz

- i486 DX2 a 66MHz

- CPU = 66MHz
 - Bus = 33MHz
- } Multiplicador = 2.0x

- i486 DX4 a 100MHz

- CPU = 100MHz
 - Bus = 33MHz
- } Multiplicador = 3.0x





- Intel **486**

✎ ¿Cuál de los siguientes modelos sería mejor?

- Modelo A

- CPU = 100MHz
- Bus = 25MHz

} Multiplicador = 4.0x

- Modelo B

- CPU = 100MHz
- Bus = 33MHz

} Multiplicador = 3.0x

Solución:

El modelo B,
porque puede transferir
datos por el bus cada 3 ciclos
de CPU,
mientras que el modelo A
sólo puede transferir datos
por el bus cada 4 ciclos de
CPU
(tiene que esperar un ciclo
más que el modelo B para
poder enviar los datos por el
bus)



- Intel **486**

✎ ¿Cuál de los siguientes modelos sería mejor?

Recuerda:

Aumentar el multiplicador implica **aumentar el cuello de botella** entre la CPU y el resto del sistema

Por tanto, a igual velocidad de CPU, el mejor será el que **mayor velocidad de bus** tenga (o el que **menor multiplicador** disponga)

Procesador - Evolución

- Intel **Pentium**

- 1993
- 60MHz – 300MHz
- 3M transistores (800nm - 250nm)
- Bus de direcciones de 32 bits
- Bus de datos de 64 bits





- Intel **Pentium**

- Con **mucho esfuerzo**, Intel consiguió pasar de los 33MHz de su bus para los **i486** a unas velocidades de **60MHz** y **66MHz** para los nuevos **Pentium**

- Pentium a 60MHz

- CPU = 60MHz
 - Bus = 60MHz
- } Multiplicador = 1.0x

- Pentium a 66MHz

- CPU = 66MHz
 - Bus = 66MHz
- } Multiplicador = 1.0x



- Intel **Pentium**

- Poco tiempo después, Intel volvió a cambiar la **tecnología de su fabricación**, disminuyendo el tamaño

- Soluciona problemas de calentamiento de los primeros Pentium
- Aparecen 3 modelos nuevos con multiplicador 1.5x

- Pentium a **75MHz**

- **Bus** = **50MHz**

- Pentium a **90MHz**

- **Bus** = **60MHz**

- Pentium a **100MHz**

- **Bus** = **66MHz**

Multiplicador = 1.5x



● Intel **Pentium**

- Inmediatamente aparecieron los Pentium a **120MHz** y **133MHz**, con buses de **60MHz** y **66MHz**
 - Esto significó el abandono del bus de **50MHz**

- Pentium a **100MHz**
 - **Bus** = **66MHz**
- } Multiplicador = 1.5x

- Pentium a **120MHz**
 - **Bus** = **60MHz**
 - Pentium a **133MHz**
 - **Bus** = **66MHz**
- } Multiplicador = 2.0x

Poco después, Intel abandonó también el bus de 60MHz porque vio que no salía a cuenta.

De hecho, el Pentium 100 era a veces más rápido que el Pentium 120



- Intel **Pentium**

- Así, el resto de la gama **Pentium** se quedó con el bus de **66MHz**

- Fueron subiendo imparablemente la velocidad de la CPU, pasando por:

- 166 MHz (2.5x)

- 200 MHz (3.0x)

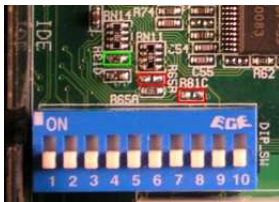
- 233 MHz (3.5x)

Bus = 66MHz

Procesador - Evolución

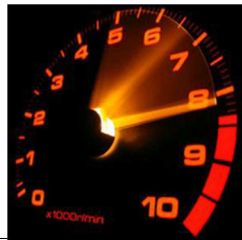
En esta época, al montar las CPUs sobre las placas, **se debía indicar** casi todo lo necesario para hacerlas funcionar:

- Voltaje interno
- Velocidad del bus
- Multiplicador
- ...



Nada impedía coger un Pentium 100 MHz y cambiar el multiplicador de su bus de 66MHz de 1.5x a 2.0x para tener un Pentium 133MHz

- El que funcionara o no era cuestión de la **calidad de la fabricación** de aquella remesa en concreto





- 🔗 Por supuesto, la gente no tardó en empezar a hacer pruebas con las configuraciones y pronto se descubrió que la mayoría de CPUs podían funcionar un poco más rápido, e incluso algunos bastante más allá de su velocidad de fábrica
- ✏️ Esta técnica para conseguir velocidades mayores gratuitamente se le conoce como **overclocking (OC)**
- Puede suponer una **pérdida de estabilidad** o **acortar la vida útil** del componente
 - El **límite físico** viene impuesto por la propia **tecnología de fabricación**

Procesador - Evolución

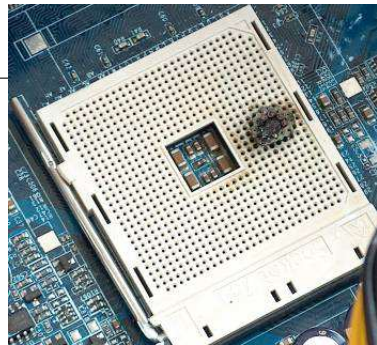


👉 Pese a lo atractivo de la idea de aumentar el multiplicador del bus de nuestro ordenador, esto no es muy recomendable si no tenemos algo de experiencia, ya que la CPU, al trabajar a más frecuencia, **se calentará mucho más** y corremos el riesgo de que se pueda quemar

👉 Además, realizar overclocking puede **eliminar la garantía** que tengamos del procesador



Procesador - Evolución



Ivens Huertas

Procesador - Evolución

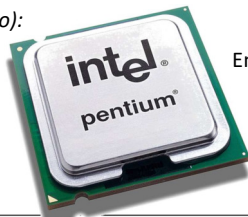


Los procesadores están fabricados en serie y, por tanto,
no son siempre iguales

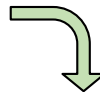
Cuando un procesador se termina de fabricar, es sometido a diversas **pruebas de velocidad** para comprobar cuáles soporta

- Una vez se averigua su velocidad máxima, normalmente se vende con una **velocidad algo inferior** para tener un **margen de error**

Ejemplo (ficticio):



En fábrica: probado a 195MHz con éxito



No se arriesgan a venderlo como Pentium 200MHz
Comercializado como **Pentium 166MHz**



- Por aquella época, se consiguió un **i486** “overclockeado” que funcionaba a **166MHz**
 - Aun así, su rendimiento era inferior al de un **Pentium 100**

No todo es la frecuencia a la que se puede hacer funcionar la CPU

- Como se ha comentado, **NO** se puede ir aumentando la velocidad del procesador **indefinidamente**, sino que existe un **límite físico** conocido
 - Dijimos que ese límite viene impuesto por la propia **tecnología de fabricación**

Pentium = 250nm → Límite teórico = ~300MHz

Procesador - Evolución



- Intel **Pentium**

- En 1996 aparecieron los Pentium **MMX**
- Revisión del Pentium clásico, con el doble de caché L1, por lo que era más rápido
- 4,5M de transistores





- Intel **Pentium**

- Los Pentium MMX incluyen:
 - Nuevas instrucciones **MMX**
 - Optimizadas para apps multimedia
 - Registros especiales **MMX**
 - Para hacer uso de estas instrucciones
- Estas mejoras suponen un **aumento del rendimiento**
 - **60%** en aplicaciones multimedia
 - Entre un **10%** y un **20%** en otras aplicaciones generales





- Intel **Pentium II**

- 1997
- 233MHz – 450MHz
- 7,5M de transistores (350nm – 180nm)
- Bus de direcciones de 32 bits
- Bus de datos de 64 bits

- Basado en la tecnología **Pentium Pro** (dedicado a servidores) y añadiendo instrucciones **MMX**
- La novedad fue el encapsulado en forma de **cartucho**



Procesador - Evolución



- Intel **Pentium II**



Vista cenital



Otro modelo de encapsulado





- Intel **Pentium II**

- El Pentium II siguió con el bus a **66MHz**

- Estos fueron sus primeros modelos:

- 233 MHz (3.5x)

- 266 MHz (4.0x)

- 300 MHz (4.5x)

- 333 MHz (5.0x)

Bus = 66MHz



- Intel **Pentium II**

- Con un multiplicador de 5.0x, la cosa empezaba a ser un poco excesiva
- Intel consiguió aumentar el bus hasta los **100 MHz**, **con mucho esfuerzo**

Recuerda: aumentar la velocidad del bus no es tan fácil como hacerlo de la velocidad interna de la CPU

- La latencia de comunicación con el resto del sistema, especialmente con la memoria, se redujo



- Intel **Pentium II**

- Con este nuevo bus de **100 MHz**, aparecieron estos modelos:

- 350 MHz (3.5x)
 - 400 MHz (4.0x)
 - 450 MHz (4.5x)
- } **Bus** = 100MHz



- Intel **Pentium II**

- En esta época, Intel estaba ya bastante harta de tener que luchar contra los **remarcadores** de procesadores
 - Estas personas utilizaban el **overclocking** y el **margen de error** de Intel anteriormente comentados para vender ordenadores con CPUs como si fueran de **frecuencias superiores**
 - Simplemente adherían una pegatina encima de la CPU, o llegando incluso a extremos de sofisticación increíble serigrafiado y reimpresiones propias



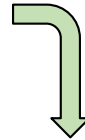
Procesador - Evolución



- Intel **Pentium II**



Pentium II 350
CPU = 350MHz
Bus = 100MHz
Multiplicador = 3.5x



Pentium II 350
CPU = 400MHz (OC)
Bus = 100MHz
Multiplicador = 4.0x (OC)



- Intel **Pentium II**
 - La solución adoptada por Intel a este problema fue **bloquear** el multiplicador de la CPU





- **Relojes y multiplicadores**

- Como es sabido, para conseguir un reloj muy preciso a un precio aceptable se utiliza un **crystal de cuarzo**
 - Fiable
 - Preciso
 - Barato
- Ahora bien, ningún diseñador de un microprocesador pondrá un **enorme** (comparativamente hablando) cristal de cuarzo en medio del núcleo de una CPU
- Sin embargo, podemos crear un buen reloj con algo de lo que disponemos en abundancia en el microprocesador: **transistores**





- Relojes y multiplicadores

- Sin embargo, un reloj de transistores tiene algunos **problemas inviables**:

1. Son **sensibles al calor**

- Los procesadores se calientan bastante

2. Un oscilador de transistores tiene una **frecuencia fija**

- No se puede variar sin variar el diseño y disposición de los transistores
- Pero habíamos dicho que, hasta que no fabricamos una CPU, **no podemos saber a qué velocidad logrará funcionar**

En resumen: **NO** podemos poner un reloj de transistores



- **Relojes y multiplicadores**
 - Vistos estos problemas, la mejor solución pasa por colocar el reloj **fuera de la CPU**, en la placa base
 - Eso permite poder incluir un **buen reloj de cuarzo**, muy fiables, precisos y a los que no les afecta la temperatura
 - Con el reloj en la placa base, dándonos la velocidad del bus, necesitamos que el procesador pueda funcionar **más rápido** que éste
 - Aquí es donde aparecen los **multiplicadores**



- Relojes y multiplicadores

- Ahora bien, el **multiplicador** que actúa en la placa base **puede funcionar con cualquier valor** (para poder ser utilizado por distintas CPU del mercado)

Pentium II 350



Pentium II 400



Pentium II 450



Bus = 100MHz

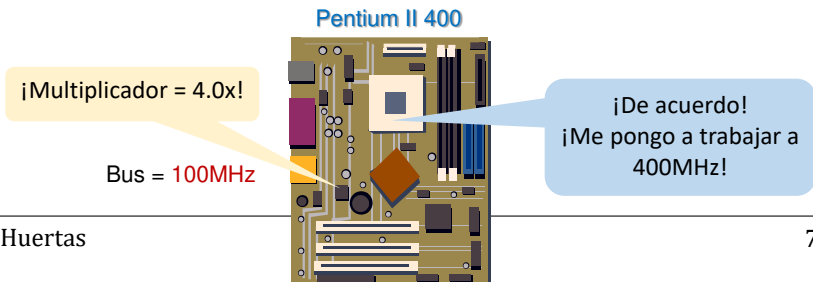
Multiplicador = 3.5x, 4.0x ó 4.5x



● Relojes y multiplicadores

Entonces, ¿cómo sabe el procesador a qué velocidad debe funcionar? (qué multiplicador debe usar)

- El usuario lo configura (en el BIOS)
 - Por ejemplo: Pentium II 400, colocamos multiplicador a **4.0x**
- Durante el arranque del sistema, la placa base se lo comunica a la CPU
 - La CPU trabajará a **100MHz x 4.0 = 400MHz**

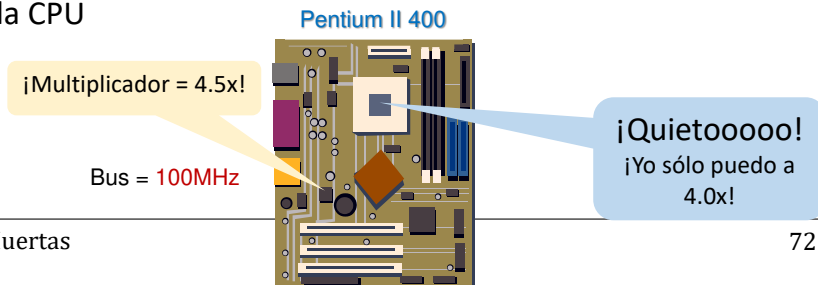




● Relojes y multiplicadores

🧐 Pero, ¿cómo hizo Intel para controlar que, para una CPU dada, usemos sólo una determinada configuración (la del fabricante)?

- Colocando a la CPU un **circuito** que está **observando** las entradas de la misma durante la **inicialización** del sistema
- Si detecta un factor erróneo, **no deja arrancar a la CPU**
- De esta forma se consigue **bloquear el multiplicador** a la CPU

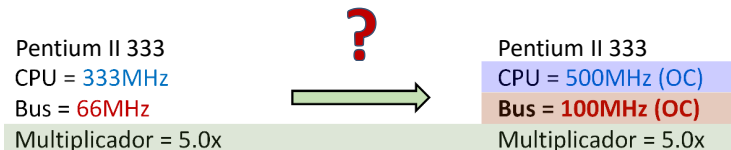




- Relojes y multiplicadores

- Como hemos dicho, se bloquea el **multiplicador**, pero **no** se bloquea la **velocidad de bus**

🔗 *Entonces, ¿cuál es el problema? ¿Por qué los remarcadores no cogen un Pentium II a 333 MHz con bus de 66 MHz y multiplicador de 5.0x y le suben el bus a 100 MHz, sin tocar el multiplicador?*





- Relojes y multiplicadores

- En ese caso pasaría que el multiplicador 5.0x, el cual está bloqueado, haría funcionar la CPU a 500 MHz
 - Hemos dicho que Intel trabaja con un buen margen...
¡Pero hasta cierto límite!

Pentium II 333
CPU = 333MHz
Bus = 66MHz
Multiplicador = 5.0x



Pentium II 333
CPU = 500MHz (OC)
Bus = 100MHz (OC)
Multiplicador = 5.0x



- Relojes y multiplicadores

☞ *Bueno, bueno... ¡Pero no hace falta subir la velocidad del bus tanto! ¡Bruto!*

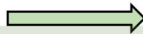
Podría subirse, por ejemplo, de 66 a 75MHz

Pentium II 333

CPU = 333MHz

Bus = 66MHz

Multiplicador = 5.0x



Pentium II 333

CPU = 375MHz (OC)

Bus = 75MHz (OC)

Multiplicador = 5.0x

☞ *Así bien, ¿no? No se sube excesivamente la velocidad de la CPU como para sobrepasar los límites*



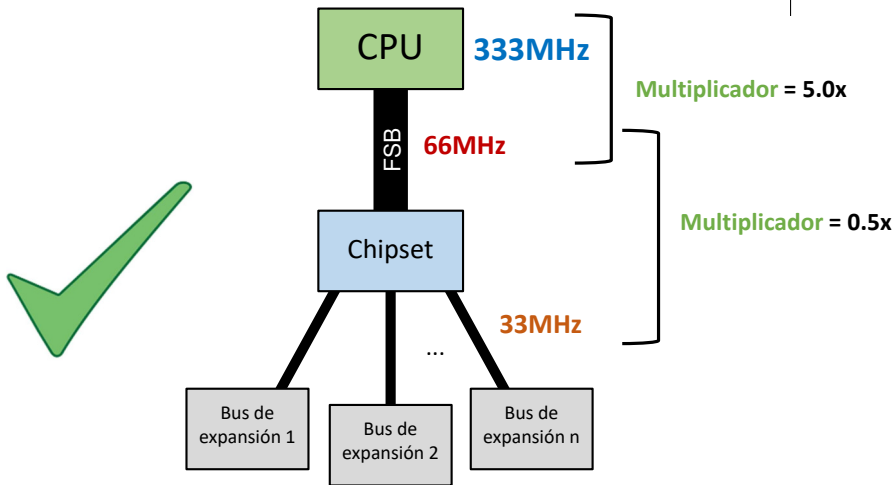
- Relojes y multiplicadores

- **Tampoco es posible**
- El chipset, además de sincronizarse con la CPU, debe sincronizarse **con las tarjetas de expansión**, y estas funcionaban entonces a 33MHz (*jinamovible!*)
 - Sólo se pueden sincronizar **fracciones de la velocidad del reloj**
 - *Ejemplos:*
 - 1.0x, 1.5x, 2.0x, 2.5x, 3.0x, 3.5x,...
 - 0.5x ($1/2$), 0.33x ($1/3$), 0.25x ($1/4$),...
- **NO** se permiten multiplicadores no fraccionarios:
 - *Ejemplos:*
 - 0.78x, 0.44x, 1.21x,...

Con estos multiplicadores, los componentes NO pueden ir “al compás”

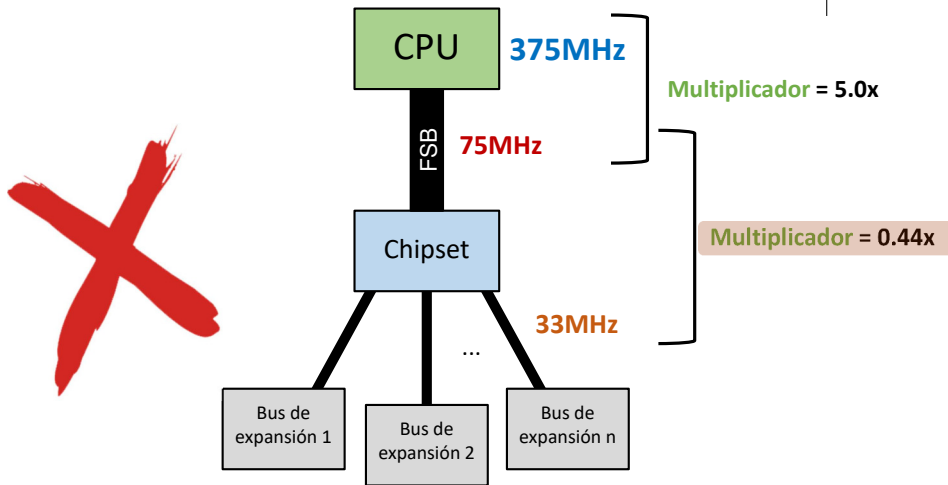


- Relojes y multiplicadores





- Relojes y multiplicadores



Procesador - Evolución



- Intel **Pentium II**

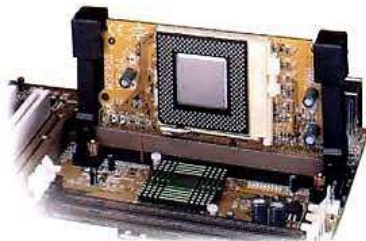
- *Retomamos el punto donde nos habíamos quedado*
- En esta época, **AMD**  con sus procesadores **K6** y **K6-2**, los cuales ofrecían:
 - **Rendimiento** similar al Pentium II
 - **Precio** mucho más bajo
- **Intel** perdió bastante mercado y tuvo que actuar



Procesador - Evolución

- Intel **Pentium II**

- En 1998, se presentó la gama Celeron
- Ésta era una gama de bajo coste, **versión económica** de los Pentium II
- Diferencia con la versión estándar
 - Menor memoria caché L2
 - Funcionalidades avanzadas desactivadas
 - Menor precio





- Intel **Pentium III**

- 1999
- 450MHz – 1.4GHz
- 9,5M de transistores (250nm – 130nm)
- Bus de direcciones de 32 bits
- Bus de datos de 64 bits
- Se introducen las instrucciones **SSE**
 - Gráficos 3D
 - Audio y vídeo
- También existió una versión **Celeron**





- Intel **Pentium III**

- Las primeras versiones utilizaron el encapsulado en forma de cartucho
- Posteriormente, se volvió de nuevo al formato tradicional





- Intel **Pentium 4**

- 2000
- 1.30GHz – 3.80GHz
- 42M - 188M de transistores (180nm – 65nm)
- Bus de direcciones de 32 bits y **64 bits**
- Bus de datos de **64 bits**
- Uno de sus modelos más exitosos
- Se introducen las instrucciones **SSE2**
 - Más dedicado a multimedia: imagen, audio, vídeo,...
- Soporte a memoria **Dual Channel**
- También existió una versión **Celeron**



- Intel **Pentium 4**

- Basado en la tecnología **NetBurst** (se abandona la del **Pentium Pro**)
 - Sacrifica el rendimiento de cada ciclo de reloj...
 - ... a cambio de poder subir mucho el número de ciclos de reloj por segundo
- Este cambio supuso una decepción inicial, ya que los primeros **Pentium 4** no superaban a los **Pentium III** más potentes





- Intel **Pentium 4**

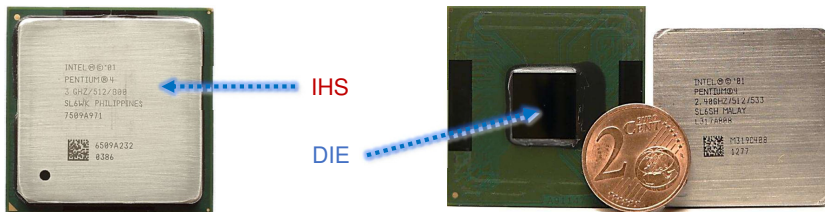
- Otro avance a destacar fue la introducción de la técnica de **HyperThreading (HT)**, aplicada a algunos de los modelos de Pentium 4
 - Permite a programas preparados para ejecutar múltiples hilos procesarlos **en paralelo** dentro del mismo procesador
 - Una misma tarea dividida en 2 hilos
 - *Por ejemplo: comprimir un fichero*
 - El sistema operativo ve 2 procesadores lógicos
 - Resultado: aumento de hasta un **30% el rendimiento** del procesador





- Intel **Pentium 4**

- Los Pentium 4 incorporan un **difusor térmico integrado (IHS)**
 - Protege el circuito integrado central de la CPU (**DIE**) al montar y desmontar los sistemas de refrigeración

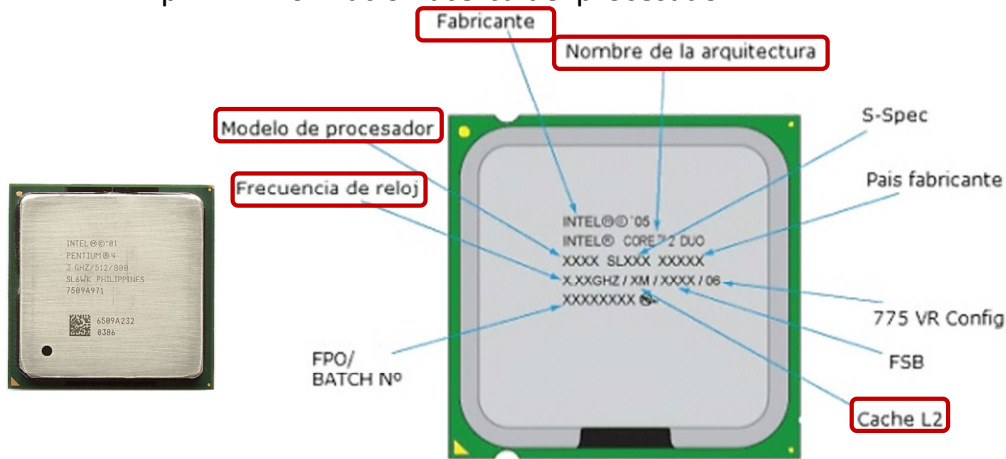


Procesador - Evolución



- **Intel Pentium 4**

- Como hemos podido ver, sobre el **IHS** se suele imprimir información acerca del procesador



Procesador - Evolución

- Intel **Pentium 4**

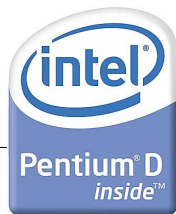
- 2003
- **Extreme Edition (EE)** -> destinado al público *gamer*
- 2MB extra de **caché de L3**
- Tecnología para virtualización **Intel VT**
- Precio mucho mayor que sus hermanos “estándar”



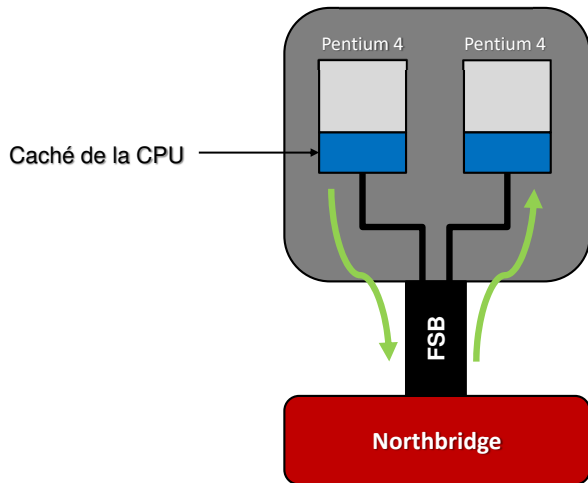
Procesador - Evolución

- Intel **Pentium D**

- 2005
- 2.66GHz – 3.73GHz
- 230M - 376M de transistores (90nm – 65nm)
- Bus de datos y direcciones de 64 bits
- Consiste básicamente en **2 núcleos** de Pentium 4 bajo el mismo encapsulado
 - Ambos núcleos se comunican entre sí a través del **FSB**
 - No comparten la memoria caché
- Existe una versión **Extreme Edition**
- No disponen de **HT** (excepto la versión **EE**)



Pentium D



Caché NO compartida
Comunicación a través del FSB

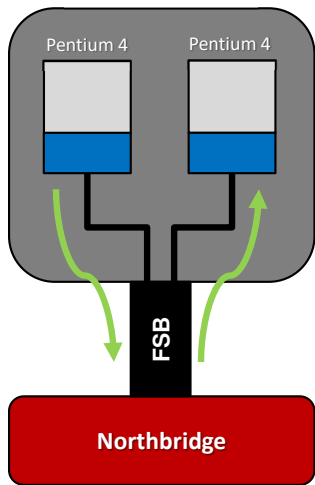
Procesador - Evolución

- Intel **Pentium Dual-Core**

- 2006
- 1.30GHz – 3.33GHz
- 167M - 228M de transistores (65nm – 45nm)
- Bus de datos y direcciones de 64 bits
- Procesadores de **doble núcleo**, sin **HT**
- Basado en la tecnología **Core** (se abandona la de NetBurst iniciada con el Pentium 4)
 - Pensada para que varios núcleos se “entiendan”
 - *Filosofía: mejor 2 núcleos a 1GHz que sólo uno a 2GHz*
 - Ya no prima la velocidad de reloj
 - **Menor consumo** energético

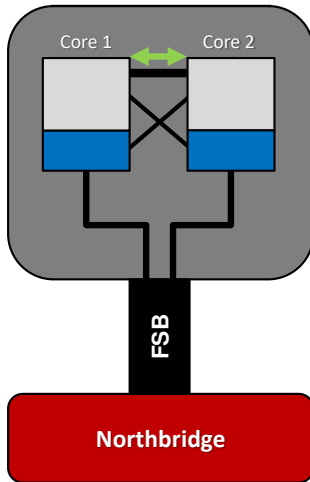


Pentium D

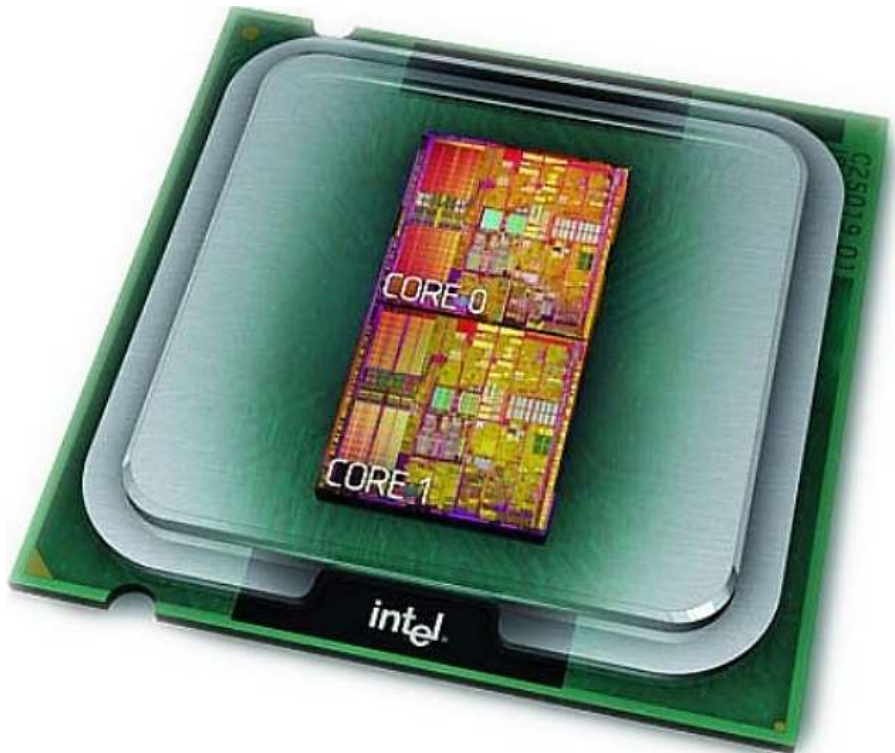


Caché NO compartida
Comunicación a través del FSB

Pentium Dual-Core



Caché compartida
Comunicación directa





- Intel **Pentium Dual-Core**

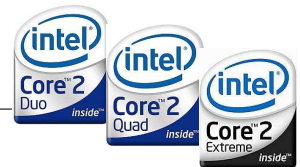
- Diferencias con Pentium D

Pentium D	Pentium Dual-Core
Arquitectura NetBurst	Arquitectura Core
Caché L2 no compartida	Caché L2 compartida
Gran consumo (95-130W)	Bajo consumo (65W)
Rendimiento superior de Dual-Core	

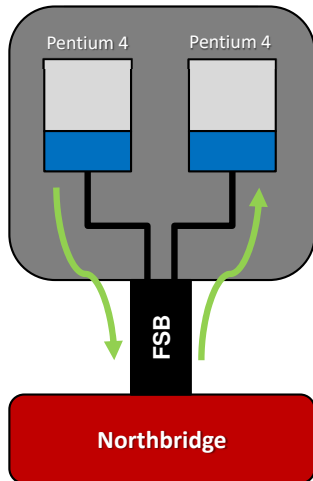
Procesador - Evolución

- Intel **Core 2**

- 2006
- 1.06GHz – 3.33GHz
- 167M - 820M de transistores (65nm – 45nm)
- Relegaron a la familia **Pentium** a la gama media-baja
 - Con los **Dual-Core** sólo 1 núcleo podía acceder a la caché al mismo tiempo
 - Con los **Core 2**, pueden acceder todos al mismo tiempo
- Se introducen las instrucciones **SSSE3**
 - Actualización menor de las **SSE3**
- Bajo consumo y alto rendimiento

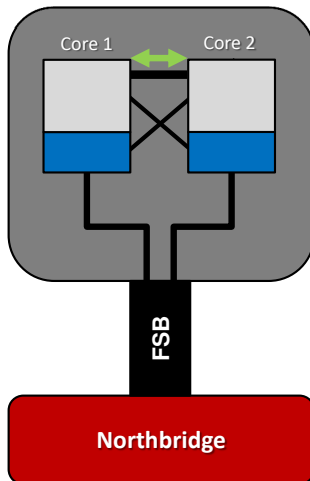


Pentium D



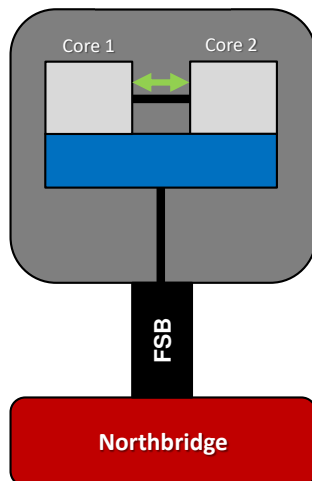
Comunicación a través del FSB
Caché NO compartida

Pentium Dual-Core



Comunicación directa
Caché compartida

Core 2



Comunicación directa
Caché compartida
(al mismo tiempo)



- Intel **Core 2**

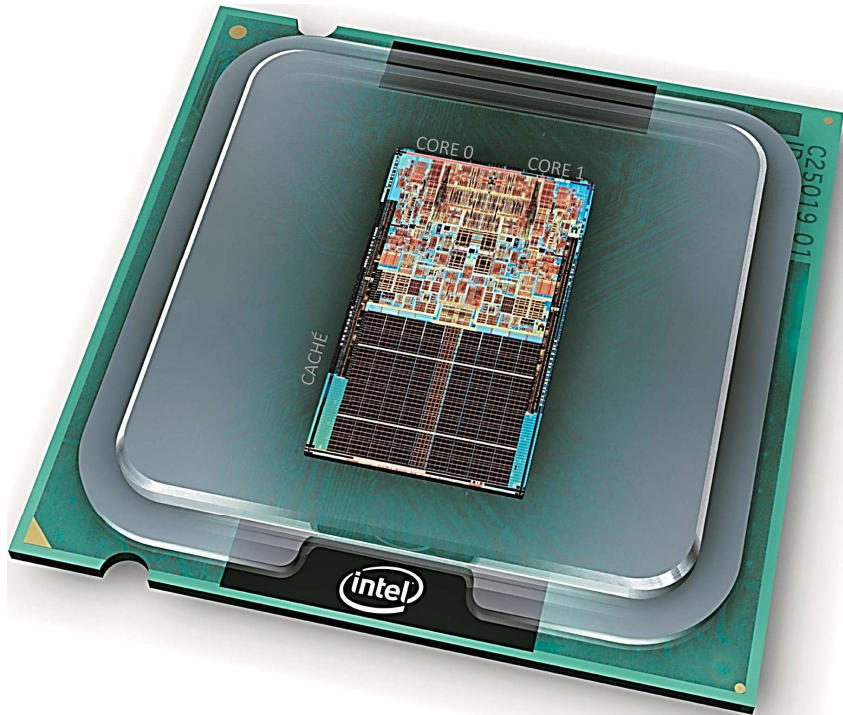
- Se consolida al tecnología **SpeedStep**
 - Permite al sistema operativo cambiar la velocidad de la CPU según sus necesidades
 - **Máxima potencia** -> el reloj se sitúa en su valor máximo permitido
 - **Potencia media** -> el reloj se sitúa en valores medios
 - CPU en **reposo** -> el reloj disminuye para minimizar el consumo y producir menos calor
 - Activar/desactivar desde el BIOS
 - También podemos encontrarlo con el nombre **EIST** (*Enhanced Intel SpeedStep Technology*)



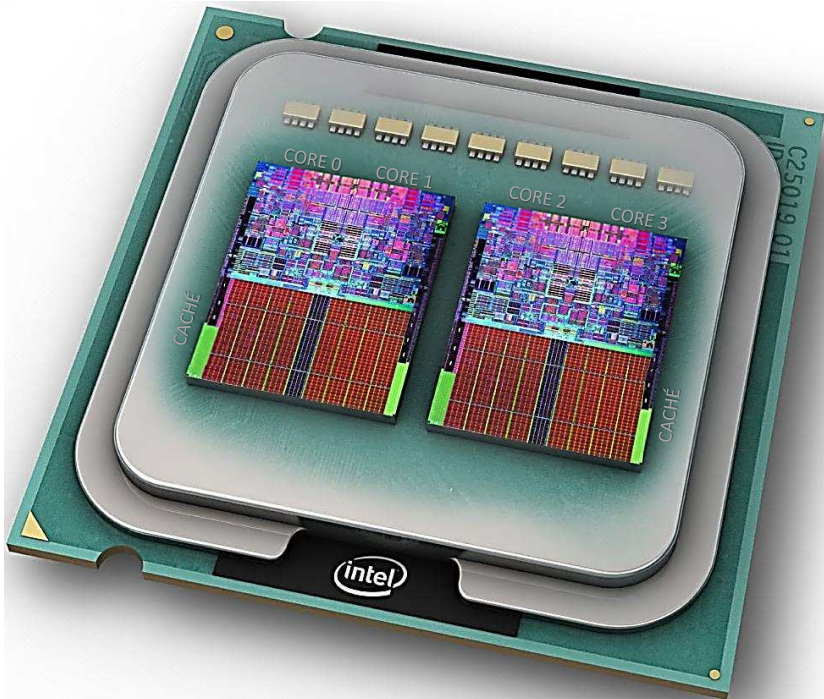
- Intel **Core 2**

- La familia Core 2, ninguno con HT
 - Core 2 Duo [2 núcleos]
 - Core 2 Quad [4 núcleos]
 - Core 2 Extreme [2 y 4 núcleos]





Intel Core 2 Duo

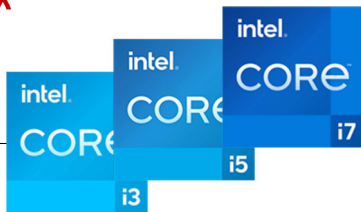


Intel Core 2 Quad

Procesador - Evolución

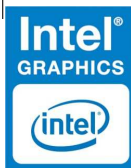
- Intel **Core**

- 2008
- 1.06GHz – 6,2GHz
- 32M – +9G de transistores (45nm – 3nm)
- Versiones estándar -> 2, 4, 6,... hasta 16 núcleos
- Versiones “Extreme” -> 6, 8, 10, 12,... hasta 24 núcleos
- Reaparece el **HT** en algunos modelos
- Cuentan con caché de **L3** (y algunos incluso con **L4**)
- Incorporan instrucciones **SSE4.2** y **AVX**
 - Mejorar rendimiento en aplicaciones específicas



- **Intel Core**

- Algunas versiones incluyen integrada una **GPU** (CPU para gráficos) denominada **Intel HD Graphics** o **Intel UHD Graphics**
 - Anteriormente, cuando Intel integraba GPUs, lo hacía en el Northbridge
- En versiones más modernas y potentes, existe un modelo llamado **Intel Iris Pro Graphics**, más potente que el anterior
- A medida que van apareciendo nuevas versiones de los Core, estas GPU van mejorando y aumentando su rendimiento





- Intel **Core**

- El aporte más grande de esta arquitectura de CPUs fue el traslado del **controlador de memoria y de la tarjeta gráfica** dentro de la propia CPU
 - Se evita tener que pasar por el chipset para acceder a la **memoria RAM**
 - Ahora pasaremos a tener una **conexión punto a punto** con la memoria y la tarjeta gráfica (camino directo)
 - Resultado: gran aumento del ancho de banda



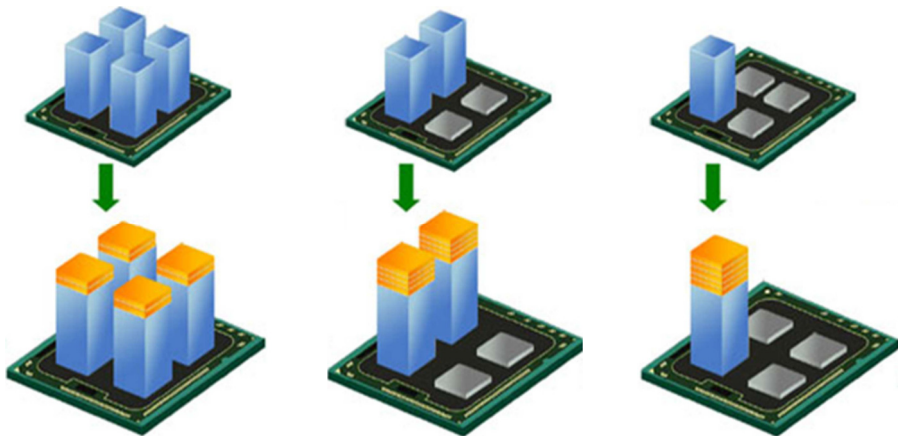
- **Intel Core**

- También se incorpora la tecnología **Turbo Boost**
 - **Overclocking interno** de la propia CPU
 - El límite viene impuesto por el procesador, teniendo en cuenta las temperaturas y el número de cores activos
 - Suelen ser incrementos de frecuencias de unos 100MHz (**Turbo Steps**)

 Por ejemplo, una CPU de 4 cores a 2.50GHz:

Cores activos	Turbo Steps	Frecuencia max
4	7	$2.500 + (7 \times 100) = 3.200 \text{ MHz}$
2	9	$2.500 + (9 \times 100) = 3.400 \text{ MHz}$
1	10	$2.500 + (10 \times 100) = 3.500 \text{ MHz}$

Intel Turbo Boost





- **Intel Core**

- La familia Core está compuesta por:

- **Core i3**

- Gama media

- **Core i5**

- Gama media-alta

- **Core i7**

- Gama alta





- **Intel Core**

- ...Pero también existe una gama de entrada:

- **Celeron G**

- Gama baja
- Versión muy recortada de un Core i3
 - Sin HT, sin Turbo Boost, sin VT
 - Sólo 2 MB de caché L3
 - GPU de menor potencia



- **Pentium G / Gold**

- Gama media-baja
- Similar a un Core i3, pero recortado
 - Sin HT
 - GPU de menor potencia





- **Intel Core**

- En 2017 aparecieron los nuevos **Core i9**
 - Gama más alta de la familia
 - Versiones más extremas del procesador





- Intel **Core**

- Cada año aparecen nuevas generaciones de procesadores
- Cada generación:
 - Mayor rendimiento
 - Menor consumo
 - Nombre clave



Intel Core

- 1ª generación: Nehalem (45 - 32nm)
- 2ª generación: Sandy Bridge (32nm)
- 3ª generación: Ivy Bridge (22nm)
- 4ª generación: Haswell (22nm)
- 5ª generación: Broadwell (14nm)
- 6ª generación: Skylake (14nm)
- 7ª generación: Kaby Lake (14nm)
- 8ª generación: Coffee Lake (14nm)
- 9ª generación: Coffee Lake *Refresh* (14nm)
- 10ª generación: Comet Lake (14nm)
- 11ª generación: Rocket Lake (14nm)
- 12ª generación: Alder Lake (10nm)
- 13ª generación: Raptor Lake (10nm)
- 14ª generación: Raptor Lake *Refresh* (10nm)



- Intel **Core**

- La nomenclatura de los Intel Core es muy sencilla:

Intel Core **i7-14700**

i7 -> familia del procesador

14 -> 14ª generación
(la única excepción son los de 1ª generación, que no aparece un 1)

700 -> modelo en cuestión
(en algunas CPU modernas de portátil, sólo 2 dígitos)

Procesador - Evolución



- Intel **Core**

- Sufijos del modelo (no siempre lo llevan):

CPUs de escritorio	Sufijo	Significado
	K	CPUs con multiplicador desbloqueado
	X / XE	Versiones Extreme
	F	Versión sin GPU integrada
	S	CPUs edición especial

Ejemplos:

i3-4350

i5-2500

i7-920

i7-4960X

i7-11700K

i7-13700KF

i9-9960X

i9-10990XE

i9-14900KS



- Intel **Core**

- Sufijos del modelo (no siempre lo llevan):

CPUs para portátil	Sufijo	Significado
	Y	CPUs de muy bajo consumo
	U	CPUs de bajo consumo
	P	CPUs de consumo intermedio
	H / HX	CPUs de alto rendimiento
	G / G7	CPU con gráficos independientes GPU que no está dentro de la CPU, pero sí está encapsulada junto a la CPU

Ejemplos:

i3-4030Y

i3-6100U

i5-5350H

i7-940

i7-8809G

i7-10810U

i7-1195G7

i9-13980HX



- **Intel Core**

- **Tecnología híbrida** de núcleos

- Aparición en la 12ª generación (2021)
- Núcleos de **alto rendimiento** (**P-cores**, *Performance cores*)
- Núcleos de **bajo consumo** (**E-cores**, *Efficient cores*)
- Filosofía de “núcleos más básicos para tareas más básicas”

P-core	P-core	P-core	P-core	E-core	E-core
				E-core	E-core
P-core	P-core	P-core	P-core	E-core	E-core
				E-core	E-core



- Intel **Core**
 - **Tecnología híbrida** de núcleos

Modelo de CPU	Núcleos
i5-11600K	6
i7-11700K	8
i9-11900K	8



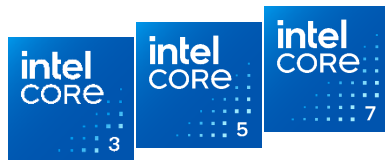
Modelo de CPU	Núcleos
i5-12600K	10 (6 P-cores + 4 E-cores)
i7-12700K	12 (8 P-cores + 4 E-cores)
i9-12900K	16 (8 P-cores + 8 E-cores)



- **Intel Core**

- **Nueva nomenclatura en Intel Core**

- Se elimina la letra “i” del nombre
- Se mantienen las gamas 3, 5, 7 y 9
- Ejemplos:
 - Intel Core 3
 - Intel Core 5
 - Intel Core 7
 - Intel Core 9



Ya se comenzó a aplicar para sus CPU de portátil de la 14ª generación



- **Intel Core**

- **Nueva submarca Core Ultra**

- Destinadas a las últimas arquitecturas lanzadas, bajo un halo de procesadores “premium”
- Núcleos P + E + **LPE (Low Power Efficiency cores)**
- Ejemplos:
 - **Intel Core 7** sería un modelo más económico, con una arquitectura “refrescada” de la generación anterior
 - **Intel Core Ultra 7** sería un modelo premium, con una nueva arquitectura

Intel Core de la **serie 1** siguen utilizando la arquitectura *Raptor Lake* (de la generación anterior, la 14ª)

Intel Core Ultra de la **serie 1** utilizan la nueva arquitectura *Meteor Lake* (la que correspondería a la 15ª generación)



- **Intel Core**

- Reinicio de las generaciones de **Intel Core**

- Ha comenzado por la primera **serie**, la serie 1

- Ejemplos:

- Intel Core 3 **100HL**
- Intel Core 5 **130UL**
- Intel Core 7 **160HL**

- Intel Core Ultra 3 **105UL**
- Intel Core Ultra 5 **130UL**
- Intel Core Ultra 7 **160HL**
- Intel Core Ultra 9 **185H**

Los dos siguientes números a la serie, son números referentes al SKU en concreto



Procesador - Evolución

- Intel **Core**

- Serie 200

- 2024
- Rediseño total, fotolitografía de **3 nm**
- Rebajan frecuencias
- Consiguen **más rendimiento** y mucho **menor consumo**
- Desaparece el **HT**
- Hasta 24 núcleos



Modelo	Configuración núcleos
Core Ultra 9 285K	8P + 16E
Core Ultra 7 265K	8P + 12E
Core Ultra 5 245K	6P + 8E

¿Y qué ocurre con **AMD**?



- Desde hacía más de una década que **AMD** iba por detrás de **Intel**, hasta que en febrero de 2017 dieron un golpe sobre la mesa con sus procesadores **Ryzen**
- Muy **alto rendimiento** y **precios ajustados**

• Gama media • Ryzen 3	}	4, 6, 8 núcleos
• Gama media-alta • Ryzen 5		
• Gama alta • Ryzen 7		
• Gama extrema • Ryzen 9	}	8, 12, 16 núcleos
• Gama profesional • Ryzen Threadripper		
	}	8, 12, 14, 16, 24, 32, 48, 64, 96 núcleos

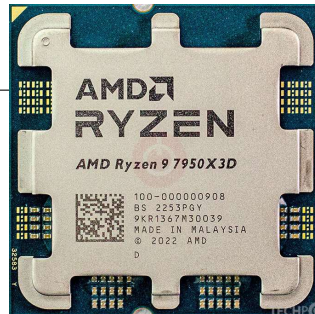


AMD Ryzen

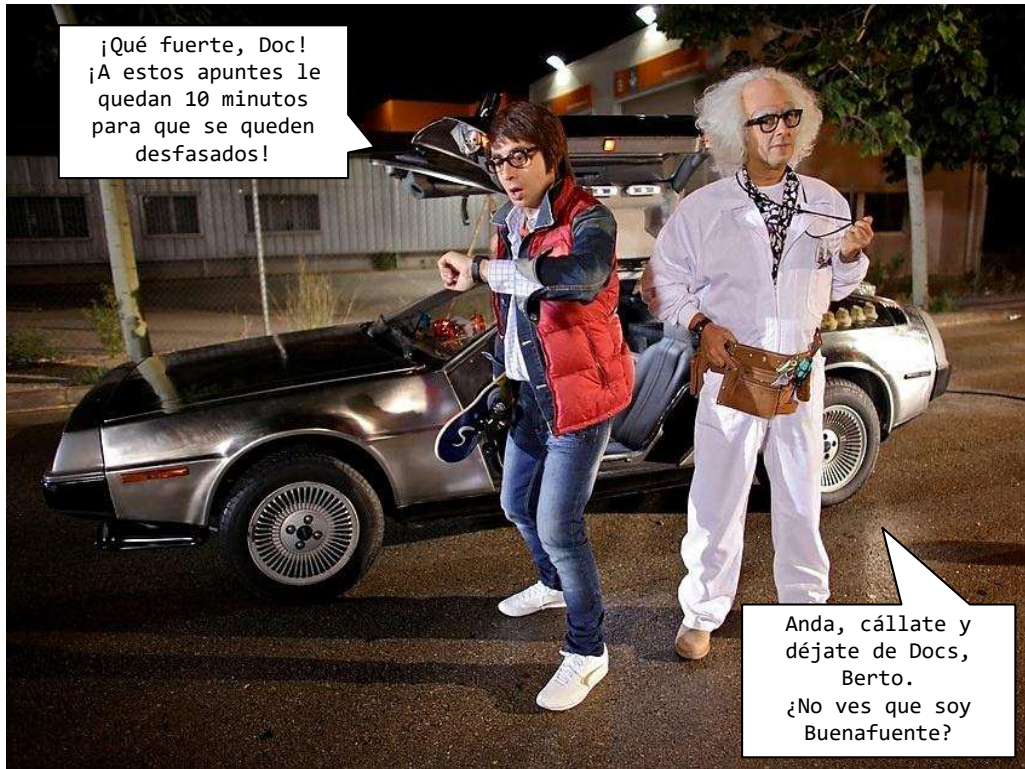
- Serie 1000 (14nm)
- Serie 2000 (12nm)
- Serie 3000 (7nm)
- Serie 4000 (7nm) - *Portátil*
- Serie 5000 (7nm)
- Serie 6000 (6nm) - *Portátil*
- Serie 7000 (5nm)
- Serie 8000 (4nm) - *Portátil*
- Serie 9000 (4nm)

Evolución

- **AMD Ryzen**
 - Tecnología **3D V-caché**
 - Algunas versiones la incorporan
 - Gran capacidad de memoria caché apilada (llegando hasta 128 MB)
 - Mejoras de rendimiento de hasta un 15% en juegos
 - Ideal para *gamers*



¡Qué fuerte, Doc!
¡A estos apuntes le
quedan 10 minutos
para que se queden
desfasados!



Anda, cállate y
déjate de Docs,
Berto.
¿No ves que soy
BuenaFuente?



- Benchmarking

- En algunas Webs, como la de **PassMark**, podemos ver los resultados de las puntuaciones de **rendimiento** de prácticamente todas las CPU del mercado
 - Nos puede ser muy útil para ayudarnos a decantarnos entre distintas CPU a la hora de su compra

PassMark es una empresa independiente dedicada a crear bancos de prueba (*benchmarks*) para productos informáticos

<https://www.cpubenchmark.net>





● Benchmarking

Intel Pentium 4 2.66GHz		157
Intel Pentium 4 2.20GHz		157
Intel Pentium III Mobile 1200MHz		156
Intel Atom Z520 @ 1.33GHz		156
Intel Pentium M 1000MHz		156
Intel Celeron M 440 @ 1.86GHz		155
Intel Pentium M 1200MHz		155
Intel Pentium 4 3.83GHz		154
AMD Athlon 64 2000+		154
Mobile Intel Celeron 2.40GHz		154
Intel Atom N435 @ 1.33GHz		153
Intel Xeon 2.00GHz		152
Intel Pentium 4 2.26GHz		151
Intel Pentium 4 2.93GHz		150
VIA C7-D 1800MHz		150
Intel Celeron M 1.00GHz		149
Intel Celeron 2.30GHz		148

Algunos benchmarks para situarnos

Pentium 4 EE @ 3,73GHz → 385 puntos

Pentium D 960 → 740 puntos

Dual Core E2220 → 840 puntos

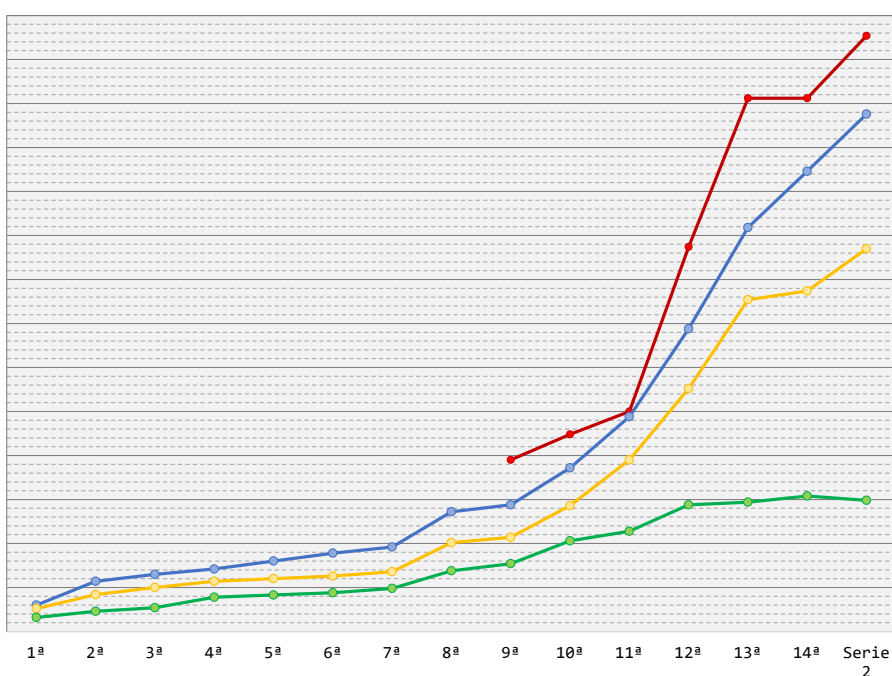
Dual Core E6800 → 1.160 puntos

Core 2 Duo E8600 → 1.370 puntos

Core 2 Quad Q9400 → 2.100 puntos

Puntos de benchmark Passmark

Core i9 / Core Ultra 9 Core i7 / Core Ultra 7 Core i5 / Core Ultra 5 Core i3 / Core 3



Generación



Algunos benchmarks (y precios aproximados) para situarnos



Celeron G6900	4.500p	65€
---------------	--------	-----

Pentium Gold 8505	9.200p	100€
-------------------	--------	------

Core 3 201E	14.900p	140€
-------------	---------	------

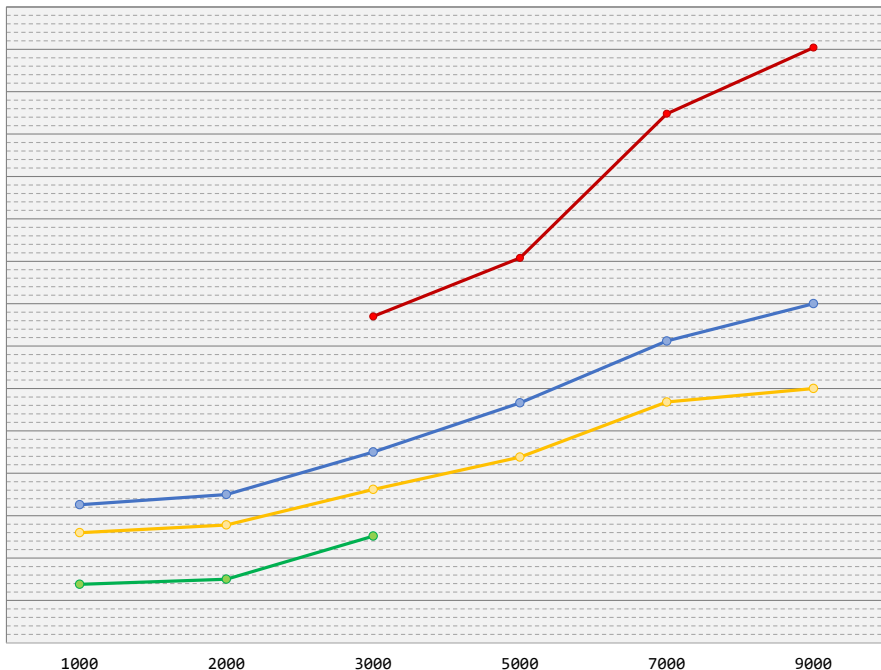
Core Ultra 5 245K	43.500p	240€
-------------------	---------	------

Core Ultra 7 265K	58.800p	315€
-------------------	---------	------

Core Ultra 9 285K	67.700p	610€
-------------------	---------	------

Puntos de benchmark Passmark

Ryzen 9 Ryzen 7 Ryzen 5 Ryzen 3



AMD
RYZEN

Serie

Algunos benchmarks (y precios aproximados) para situarnos

intel

Core 3 201E 14.900p 140€

Core Ultra 5 245K 43.500p 240€

Core Ultra 7 265K 58.800p 315€

Core Ultra 9 285K 67.700p 610€

AMD

Ryzen 3 3300X 12.600p

Ryzen 5 9600X 30.000p 210€

Ryzen 7 9800X3D 40.000p 495€

Ryzen 9 9950X3D 70.200p 700€

Ryzen Threadripper PRO 9995WX

175.700p

5.200€



- ¿Futuro?

- **NPU**

- *Neural Processing Unit*
- Unidad de **procesamiento neuronal** con funciones específicas de **IA**
- Agiliza procesos de reconocimiento de voz, traducción de textos, clasificación de imágenes, aplicación de filtros a imágenes, etc.

- **TOPs**

- *Tera Operations Per Second*
- Unidad de medida para cuantificar el **rendimiento** de un sistema de computación dirigido por la **IA**

