



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA

El procesador

Apellidos, Nombre	Rebollo Pedruelo, Miguel (mrebollo@dsic.upv.es)
Departamento	Sistemas Informáticos y Computación
Centro	Facultad de Administración y Dirección de Empresas



1. Resumen

El procesador es el “cerebro” del ordenador. Es el componente encargado de la ejecución de las instrucciones de los programas. Todos los ordenadores tienen al menos un procesador.

El procesador está formado por un conjunto de registros que almacenen datos, una unidad aritmético-lógica que realiza operaciones con ellos y una unidad de control que se encarga de coordinar a todos los componentes. Un reloj interno determina la velocidad de trabajo de estos elementos internos.

Existen varios fabricantes de procesadores y no todos son compatibles entre sí. Cada procesador implementa un conjunto de instrucciones diferentes, lo que puede hacer que el código que se construye para un procesador no funcione en otro.

La potencia de los procesadores se suele medir a partir de su “velocidad”, pero hay otros factores que hoyo en día son incluso más relevantes de cara al rendimiento final del procesador, por lo que ya no tiene sentido fijarnos sólo en esta característica.

En los últimos años, la tecnología ha sufrido un gran cambio al permitir integrar varios núcleos de procesamiento dentro del mismo procesador. A esta tecnología se la conoce en general como tecnología de núcleos múltiples y permiten ejecutar en paralelo dos programas simultáneamente, incrementando así el rendimiento del procesador.

2. Objetivos

Cuando se hayan asimilado los contenidos de este documento, el alumno debe poder

- Describir la función de los componentes básicos de un procesador.
- Explicar cómo se ejecutan las instrucciones de un programa dentro de la CPU.
- Determinar su rendimiento a partir de sus características básicas.
- Identificar los términos que hacen referencia al procesador en un anuncio de ordenadores.
- Identificar las marcas y modelos de procesador más habitual en distintos tipos de ordenares personales.
- Evaluar cuál es el procesador más adecuado en función de las necesidades de cómputo.

3. Introducción

La **Unidad Central de Proceso** o CPU (*Central Processing Unit*) es el componente encargado de interpretar las instrucciones de los programas y procesar los datos. También se le conoce como procesador o microprocesador. Es un componente fundamental en un ordenador y ha estado presente desde sus inicios. Pero no es hasta la década de los 70 cuando se fabrican los primeros procesadores a partir de circuitos integrados.



4. Funcionamiento del procesador

El procesador no es de una sola pieza. Está formado por una serie de componentes cada uno de los cuales tiene una función concreta. El procesador trabaja de forma conjunta con la memoria RAM, que es la que almacena las instrucciones y los datos de todos los programas que se están ejecutando en el ordenador en un momento dado.

4.1. Componentes de un procesador

Un procesador está formado por una serie de componentes que trabajan de forma coordinada para ejecutar las instrucciones que forman los programas. Estos componentes son los siguientes:

- **Unidad de interface con el bus:** es quien recibe las instrucciones y los datos directamente de la **memoria RAM** a través del **bus del sistema** (o *front side bus* -FSB-).
- **Unidad de decodificación:** se encarga de decodificar la instrucción para determinar a qué instrucción corresponde la secuencia de bits que acaba de leer y saber de esta forma qué tiene que hacer el procesador con los datos leídos.
- **Unidad aritmético-lógica (ALU):** en ocasiones las instrucciones requieren de la realización de algún cálculo. Este es el componente básico encargado de realizar operaciones matemáticas (aritméticas y lógicas) con los datos.
- **Registros:** almacenan temporalmente los datos de la instrucción que está ejecutando en ese momento la unidad aritmético-lógica. El tamaño de estos registros se mide en bits y determina el tamaño máximo de los datos que puede manipular en una sola operación. Piensa que son unas casillas que se rellenan con unos y ceros. Si tenemos más cifras que casillas, tendremos que hacer la operación en 2 ó más veces porque no nos caben todos los datos.
En los procesadores actuales estos registros son de 32 o de 64 bits. Por esto decimos que un procesador es de **64 bits**. Fíjate que, al doblar el tamaño de los registros necesitaremos la mitad de accesos en el caso de que las instrucciones no quepan en los registros, con lo que el ordenador podría llegar a ser el doble de rápido.
- **Reloj interno:** todos los componentes anteriormente descritos trabajan de forma sincronizada por impulsos. El reloj es el encargado de proporcionar los pulsos para que todos los elementos se sincronicen.
- **Unidad de control (UC):** es la unidad que coordina el funcionamiento de todas las anteriores, indicando de quién es el turno de operar en cada instante.

A continuación se describe el proceso de ejecución de una instrucción empleando estos componentes.

4.2. Ejecución de una instrucción

El proceso de ejecución de una instrucción es el siguiente (ver Figura 1):

1. la unidad de interface con el bus lee la siguiente instrucción del programa y los datos asociados, que le llegan a través del FSB.
2. la unidad de decodificación traduce la instrucción y se la pasa a la unidad de control para que decida qué hacer con ella

3. si la instrucción necesita ejecutar alguna operación matemática, se la pasa a la ALU
4. la ALU realiza la operación y deja el resultado en un registro
5. la unidad de control le pasa el resultado de la operación a la unidad de interfaz con el bus y le da la orden de guardarla en la memoria
6. la unidad de interfaz con el bus escribe en la memoria RAM el resultado de la ejecución de la instrucción a través del FSB

Este comportamiento se ejecuta de forma continua en un bucle hasta que se alcanza el final del programa.

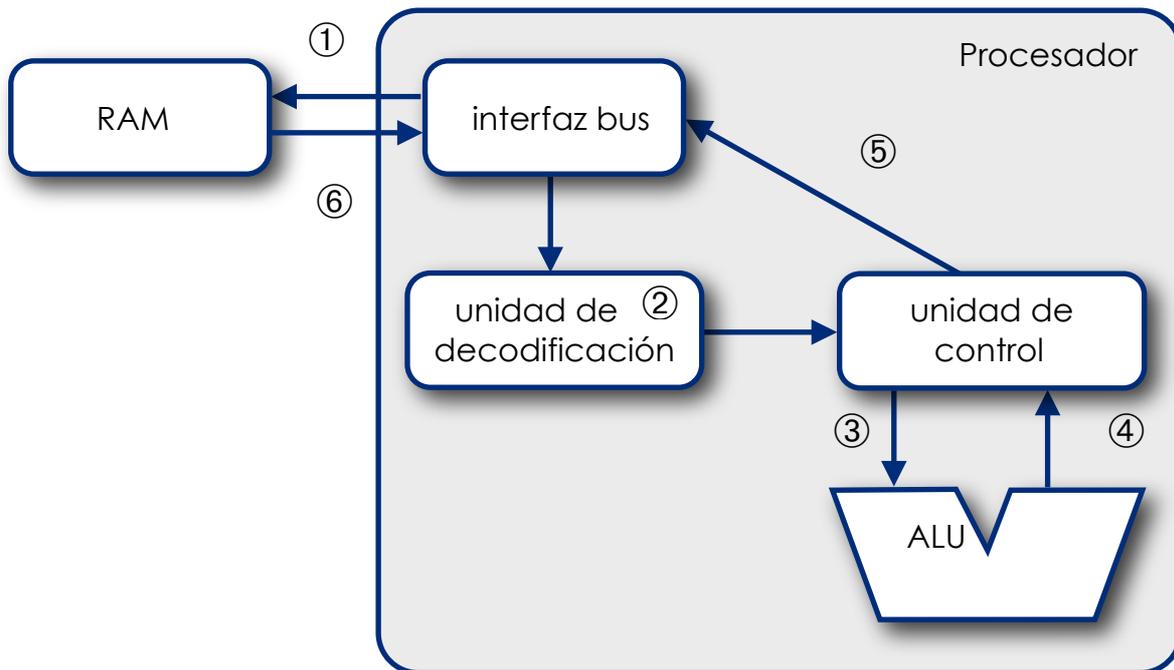


Figura 1. Pasos en la ejecución de una instrucción dentro del procesador

5. Caracterización

La visión de los componentes del procesador es una visión interna. Como usuarios de un ordenador, es necesario para saber cómo funciona y su relación con el resto de componentes del ordenador, especialmente la memoria RAM y el bus del sistema. Pero habitualmente el procesador se ve como una caja negra que procesa instrucciones, sin que necesitemos conocer más detalles.

Cuando analizamos un procesador, las características en las que nos fijamos son las siguientes.



5.1. Arquitectura

La arquitectura de un procesador hace referencia a su diseño interno. Básicamente podemos encontrar dos familias de arquitecturas: RISC y CISC.

Las **arquitecturas RISC** (*reduced instruction set computer*) se basan, como su propio nombre indica, en un conjunto de instrucciones reducido y simple, pero eso no quiere decir que estos procesadores sean poco potentes. Todo lo contrario: la simplicidad de su diseño favorece que las instrucciones se ejecuten rápidamente, aunque sea necesario ejecutar varias de ellas para tener el mismo resultado que con una sola instrucción más compleja. Es la base de los procesadores que suelen incorporar los grandes sistemas como los *mainframes* debido a las posibilidades de paralelismo y de multi-tarea real que ofrece su diseño. Los procesadores ARM, incorporados en multitud de plataformas móviles y de videojuegos emplean también esta arquitectura.

Por otra parte, las arquitecturas CISC (*complex instruction set computer*) usan una aproximación distinta. Disponen de un juego de instrucciones complejo y muy elaborado, incluyendo hasta instrucciones especiales para la gestión de datos multimedia. Son las arquitecturas en las que se basan los procesadores para los ordenadores personales, como los de Intel o AMD.

5.2. Rendimiento

Existen muchos factores que afectan al funcionamiento del procesador y su rendimiento global dependerá de varios factores simultáneamente. Por eso es complicado decidir en algunas ocasiones cuál es el procesador más adecuado para satisfacer unas necesidades concretas.

A continuación se exponen las características más relevantes.

Frecuencia

Cuando nos referimos a la potencia de un procesador normalmente tendemos a dar una medida en **gigahertzios** (GHz). Pero ¿qué significa realmente que un ordenador funcione a 1,8 GHz? La respuesta la tenemos en uno de los componentes internos: el reloj.

Pero antes, hagamos un poco de memoria. Los hertzios no son una medida de velocidad,¹ sino de **frecuencia**. El Hertzio (o hercio, o hertz) es una medida que equivale a un **ciclo por segundo**. Es decir, dado un evento que se repite en el tiempo, si ocurre con una frecuencia de 1 vez por segundo tiene una frecuencia de 1 hertzio.² Si aplicamos los prefijos del sistema internacional para indicar los múltiplos, tenemos que una frecuencia de 1 kilohertzio (kHz) indica algo que realiza 1.000 ciclos por segundo, 1 MHz 1.000.000 de veces por segundo y 1 GHz 1.000.000.000 ciclos por segundo. Así, un procesador que funcione a 1,8 GHz quiere decir que su **reloj** interno oscila 1.800.000.000 de veces por segundo. Y como las operaciones dentro del procesador se sincronizan con los tics del reloj, la velocidad máxima del ordenador vendrá marcada por el ritmo de oscilación del reloj interno

¹ la velocidad se mide en m/s o en variaciones de estas magnitudes como km/h

² un autobús de la EMT que pasa cada 20 minutos tendría una frecuencia de $1/(20*60) = 0,0008$ hertzios



La implicación que esto tiene en la **velocidad** del procesador es inmediata. Supongamos que tenemos un procesador que sólo necesitara un ciclo para completarlas. Si funciona a 1,8 GHz quiere decir que es capaz de ejecutar $1,8 \times 10^9$ instrucciones por segundo (casi 2 billones). Si aumentamos la frecuencia del reloj al doble (3,6 GHz) resulta que, en un segundo, ahora el ordenador es capaz de ejecutar $3,6 \times 10^9$ instrucciones por segundo. El resultado es un ordenador el doble de rápido.



Actividad: ¿cuál es la frecuencia del procesador que estás usando ahora?

Arquitectura y tamaño de los registros

Sin embargo, no se pueden comparar dos procesadores atendiendo únicamente a su velocidad. Hay otros factores que se deben tener en cuenta, como el tipo de arquitectura o el tamaño de los registros internos del procesador (ser de 32 o de 64 bits, como se ha comentado en la sección 4.1).

Tecnología de núcleo múltiple

Pero incluso aunque estemos comparando procesadores de las mismas arquitecturas y tamaño de registro, hay otra característica que se ha convertido en algo importante en los últimos años y ha hecho que se detenga la carrera de los megahertzios: la capacidad de **multi-procesamiento**.

Habitualmente, en un ordenador no estamos ejecutando un programa únicamente: solemos tener abiertas entre 3 y 5 aplicaciones como mínimo y tenemos la sensación de que todas ellas se están ejecutando a la vez. Pero esto no es así. Si sólo hay un procesador, se van intercalando un limitado número de instrucciones de cada uno de los programas por turnos. El cambio es tan rápido que ni nos damos cuenta de que se produce.

En el año 2006 Intel introdujo una gran revolución: incluir en el mismo procesador dos **núcleos** de procesamiento. Esto prácticamente duplica la potencia del ordenador, al poder ejecutar dos programas en paralelo real. En estos últimos años, todos los ordenadores de sobremesa y muchos portátiles ya incorporan esta tecnología. Se han llegado a fabricar procesadores que incorporan hasta 80 núcleos de procesamiento en un sólo microchip. Y ya se pueden encontrar máquinas con 6 núcleos para usos profesionales.

Un procesador con dos núcleos permite ejecutar en paralelo dos instrucciones a la vez de programas distintos. Si en un momento estamos ejecutando un programa muy exigente (por ejemplo, estamos jugando o convirtiendo una película a otro formato), el procesador está ocupado casi al 100% y eso repercute en una desatención de las demás tareas y un aumento de la lentitud del sistema. Si tenemos dos núcleos, puede dedicarse uno de ellos a esa tarea más "pesada" y queda otro núcleo libre para seguir usando el ordenador normalmente con el resto de aplicaciones.

Hyperthreading

Podemos considerarlo el precedente de los núcleos múltiples. Muchos programas complejos están divididos en **hilos de ejecución** independientes que atienden a tareas que tienen poca vinculación unas con otras dentro del mismo programa. A esta tec-

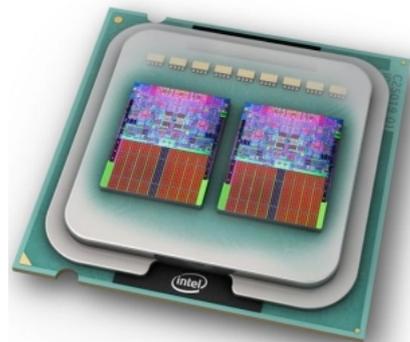


Figura 2. Esquema de un procesador de 4 núcleos (quad core)

nología se le conoce como **multi-hilo** (*multithreading*). Por ejemplo, la mayoría de los navegadores web que incorporan pestañas, cada pestaña es un hilo de ejecución diferente.

Intel desarrolló una tecnología que permitía acelerar la ejecución de dos hilos de un mismo programa en un sólo procesador, permitiendo cierto grado de paralelismo. La implementación concreta de la ejecución de varios hilos en el mismo procesador se llama **hyperthreading** en Intel (ver Figura 3). Esta característica se eliminó de los primeros procesadores de doble núcleo. Sin embargo, se ha vuelto a añadir a los procesadores de gama media y alta.



Actividad: Busca información acerca de los procesadores actuales de Intel e indica cuáles tienen *hyperthreading* y cuales no ¿para qué tipo de tareas es cada uno de ellos?

Velocidad del bus del sistema

Aunque no es una característica propia del procesador, es una consecuencia directa de la propia arquitectura de Von Neumann. Al almacenar las instrucciones y los datos en la memoria RAM, el procesador debe estar accediendo continuamente a ésta para leer y escribir. El rendimiento del procesador está limitado a la tasa de transferencia de datos y a la cantidad de información que podemos tener almacenada en la memoria. A este efecto se le conoce como **Embotellamiento de Von Neumann**.

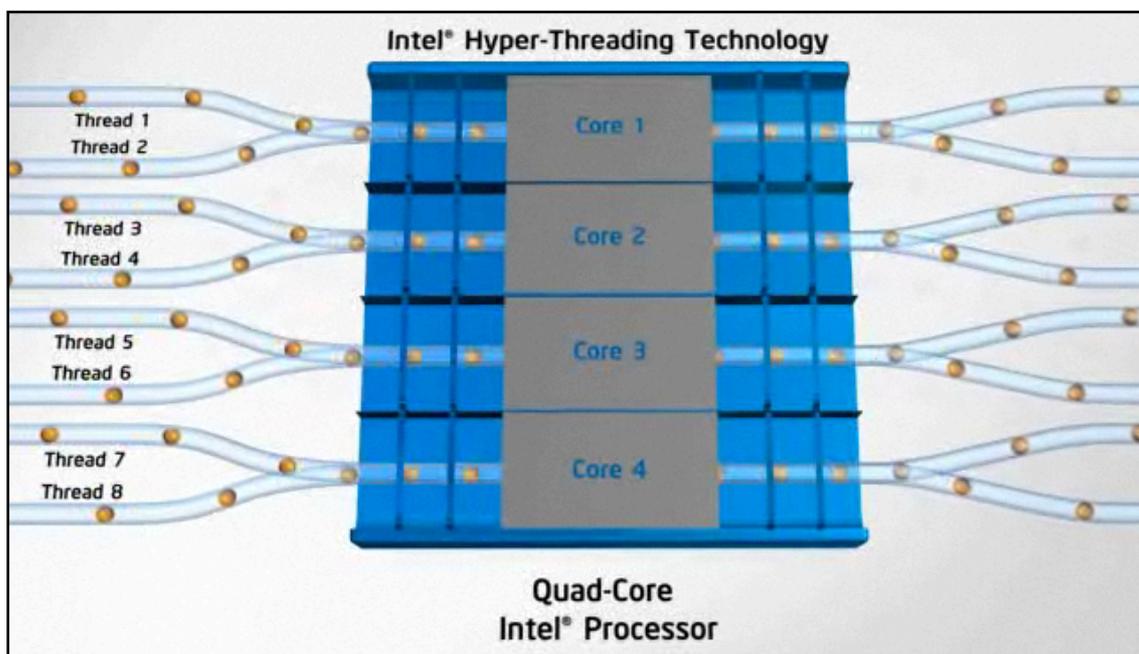


Figura 2. Hyperthreading en un procesador de cuatro núcleos. Observa cómo a cada núcleo le llegan instrucciones (las bolitas amarillas) procedentes de dos hilos de ejecución distintos. El resultado es que pueden llegarse a ejecutar hasta 8 procesos en paralelo. Es el modo de funcionamiento de Intel Core i7



El efecto que tiene sobre el rendimiento global es claro: la velocidad total será la del más lento de sus componentes. En el caso del procesador, el conducto por el que le llega la información de la memoria RAM (datos e instrucciones) es el bus del sistema o también FSB.

La velocidad del FSB no se da como una tasa de transferencia de de datos (hablaríamos de bits por segundo), sino como una medida de frecuencia, igual que el procesador. Como hablamos de ciclos por segundo, la frecuencia del FSB nos está indicando cuántas operaciones de lectura/escritura puede realizar por segundo. Hoy en día podemos encontrar velocidades que van desde los 600 MHz hasta los 1.044 Mhz

De ahí que, a no ser que hablemos de aplicaciones intensivas de cálculo, el cambiar el procesador por otro más potente suele tener poco impacto en el rendimiento global.



Actividad: Localiza el anuncio de un ordenador en el que se describan sus componentes. Identifica los términos relacionados con el procesador y rellena los siguiente datos:

marca:

modelo:

velocidad:

núm. núcleos:

velocidad del FSB:

¿tiene *hyperthreading*?

¿qué uso le darías a ese ordenador?

5.1. Equivalencias entre procesadores

De todos los fabricantes de procesadores Intel y AMD son los fabricantes de procesadores más conocidos por usarse casi de forma exclusiva en los ordenadores personales.

Cada uno de ellos dispone de una amplia gama de procesadores, cada uno de los cuales está destinado a un tipo de ordenador distinto (ver Tabla 1).

Respecto a los ordenadores de sobremesa, suele haber algunos procesadores para equipos de gama baja: usuarios que no necesitan mucha potencia porque su uso del ordenador va a ser simple: procesamiento de textos, navegación básica (webs, correo, uso de redes sociales...) y reproducción de elementos multimedia. Si se desea realizar tareas más complejas es necesario acudir a los procesadores para los equipos de gama media y alta. La diferencia entre estos últimos está en el tipo de aplicaciones que se van a ejecutar. Por ejemplo, los juegos son una de las aplicaciones más exigentes que tenemos hoy en día.

Otro grupo son los procesadores diseñador para la computación móvil. para los portátiles se suelen emplear los mismos procesadores de los equipos de escritorio, adaptados para un menor consumo y también un menor calentamiento.³ El extremo son los procesadores para *netbooks*, donde los procesadores ofrecen un consumo mínimo

³ Piensa que en un portátil no hay hueco ni espacios para los ventiladores que usan los ordenadores de escritorio para disipar todo el calor que genera el procesador.

pero a cambio de reducir también mucho las prestaciones. Estos equipos están pensados como un segundo ordenador, para usarlo de forma puntual en desplazamientos.

Por último, existe un grupo de procesadores de alto rendimiento para equipos de gama muy alta, normalmente servidores y estaciones de trabajo.

Tipo de equipo	Intel		AMD	
gama baja	Celeron		Sempron	
escritorio	Core2Duo, i3, i5		Athlon	
	Core2Quad, i5, i7		Phenom	
portátil	Centrino, i3, i5		Turion	
netbook	Atom			
servidor	Xeon		Opteron	
	Itanium (RISC)			

Tabla 1. Comparativa de procesadores por fabricantes



Actividad: localiza al menos 3 fabricantes de procesadores además de Intel y AMD. Indica el uso principal de esos procesadores.

6. Cierre

El procesador es el cerebro del ordenador. el componente encargado de ejecutar las instrucciones de los programas. De forma resumida, el procesador lee una instrucción, carga los datos en los registros, la ALU realiza las operaciones y se devuelve el resultado a la memoria antes de continuar con la siguiente instrucción.

El rendimiento de los procesadores depende de muchos factores. Típicamente se habla de la velocidad medida en megahertzios (realmente es una medida de frecuencia), pero también afecta el tipo de arquitectura (RISC o CISC), el tamaño de los registros (32 ó 64 bits), el número de núcleos de procesamiento y tener soporte para ejecución multi-hilo. Además, hay otros factores externos a la CPU que también afectan a su



rendimiento, como la velocidad del FSB, que limita la tasa de transferencia de datos con la memoria.

Existen en el mercado varios tipos de procesadores destinados a distintos tipos de plataformas de computación: equipos de altas prestaciones (como servidores y estaciones de trabajo), ordenadores de escritorio, portátiles y *netbooks*. Y aunque Intel y AMD son los más conocidos, no son los únicos.

7. Bibliografía

BEEKMAN, George: *Introducción a la Informática*.- Ed. Pearson, Madrid, 2005