

El interior del PC

El PC se ha convertido, sin duda, en la máquina más polivalente de cuantas se fabrican, ya que sus usos y aplicaciones son prácticamente ilimitados tanto en el trabajo y la educación como en el ocio, por lo que es imprescindible obtener de él el



máximo rendimiento en cada una de estas áreas. Vamos a asomarnos al interior de este maravilloso instrumento para descubrir poco a poco los misterios que esconde en su interior.

El primer procesador

El primer procesador para el IBM PC fue el Intel 8086, que trabajaba a una frecuencia de 4 MHz. Los actuales procesadores de esta firma ya han superado la barrera de los 3 GHz (3.000 MHz). No sólo el procesador ha dado un salto de prestaciones espectacular, pues el resto de componentes (la memoria, el disco duro, el BIOS, etc.) también han progresado de forma extraordinaria.

A la izquierda. Es difícil pensar en alguna actividad humana en la que no esté presente el PC, casi todo lo que nos rodea tiene alguna relación con el ordenador. Definitivamente, estamos en la era de la comunicación y el ordenador es el centro.

En 1981 IBM lanzó al mercado el IBM PC, el primer ordenador personal. La compañía estadounidense encargó a un grupo de doce expertos el desarrollo de una máquina «que toda la gente deseara tener». Hoy, más de veinte años después, hay más de 500 millones de ordenadores en todo el mundo.

Las siglas PC, que corresponden a *Personal Computer* (ordenador personal) son desde el 12 de agosto de aquel 1981 un estándar informático que goza de plena vigencia. Gracias a su arquitectura abierta, el PC evoluciona tecnológicamente a un ritmo vertiginoso que parece no tener fin.

Actualmente, a causa de la indiscutible supremacía de los ordenadores personales en la mayor parte de las actividades relacionadas con la informática, cuando se habla de ordenadores, el PC es el referente habitual. El ordenador personal o PC también se conoce como ordenador compatible o clónico.

Arquitectura abierta

El éxito del PC radica, principalmente, en su arquitectura abierta. La principal aportación del primero de los ordenadores personales de IBM fue su construcción modular. Esto significa que el ordenador estaba formado por un conjunto de componentes electrónicos conectados entre sí de forma que se facilitaban tanto el mantenimiento como la posterior ampliación del hardware. En el interior de una

caja metálica, que cumplía a un tiempo las funciones de armazón y de estructura, se colocaban la fuente de alimentación, los dispositivos de almacenamiento y una placa base con el circuito impreso principal sobre el que se conectaban los componentes esenciales del PC: el procesador, la memoria y las tarjetas de ampliación.

Otro tipo de ordenadores de uso personal, como los Mac de Apple, son máquinas de menor difusión, que, básicamente, satisfacen las necesidades de algunos sectores profesionales muy especializados, como los del diseño y la autoedición.

Un buen número de compañías, que han sido protagonistas destacadas en el sector de las nuevas tecnologías, como Compaq, Hewlett Packard, Bull o Tandon, desarrollaron sus ordenadores personales siguiendo los estándares que marcó IBM; es decir, la misma arquitectura e igual concepto. El resultado fueron los primeros ordenadores compatibles IBM PC. Con el tiempo, los fabricantes de estos compatibles vieron llegar al mercado otro tipo de ordenadores personales, los PC clónicos. A diferencia de los PC compatibles, también conocidos como «ordenadores de marca», los clónicos eran ordenadores montados por pequeñas empresas



Arriba. El aumento de la capacidad de los discos duros ha sido espectacular: los primeros PC carecían de ellos, las primeras unidades permitían almacenar «sólo» unas pocas decenas de MB, en la actualidad el disco más pequeño que podemos adquirir tiene una capacidad de varias decenas de GB.



Arriba. Los procesadores de última generación, como el Athlon 64 de AMD, permiten realizar millones de operaciones por segundo.

que se encargaban de seleccionar y comprar los componentes por separado para ensamblar después los ordenadores que vendían a un precio inferior al de los compatibles.

Aunque los ordenadores actuales mantienen en gran parte la estructura del modelo inicial de IBM, ese concepto original se ha mejorado paulatinamente, en especial gracias a las nuevas prestaciones que son capaces de ofrecer todos esos componentes y a la asimilación de nuevos estándares y tecnologías, inimaginables hace veinte años, como las conexiones USB e inalámbricas o la aceleración 3D.

Cómo funciona

Un PC, como cualquier otro sistema informático, es algo más que un conjunto de circuitos electrónicos ensamblados entre sí en el interior de una caja. La diferencia, respecto de cualquier otro aparato electrónico, es su gran capacidad para almacenar y procesar ingentes cantidades de información.

Aunque el PC se arranca pulsando un botón, de forma tan simple como cuando se enciende un televisor, su estructura interna no es un simple circuito eléctrico por el que llega la corriente que permite a todos sus componentes encenderse y empezar a funcionar. Cada uno de los componen-

tes de un ordenador tiene asignadas una serie de tareas y requiere del resto de los componentes para cumplir su cometido, que no es otro que procesar la información que recibe.

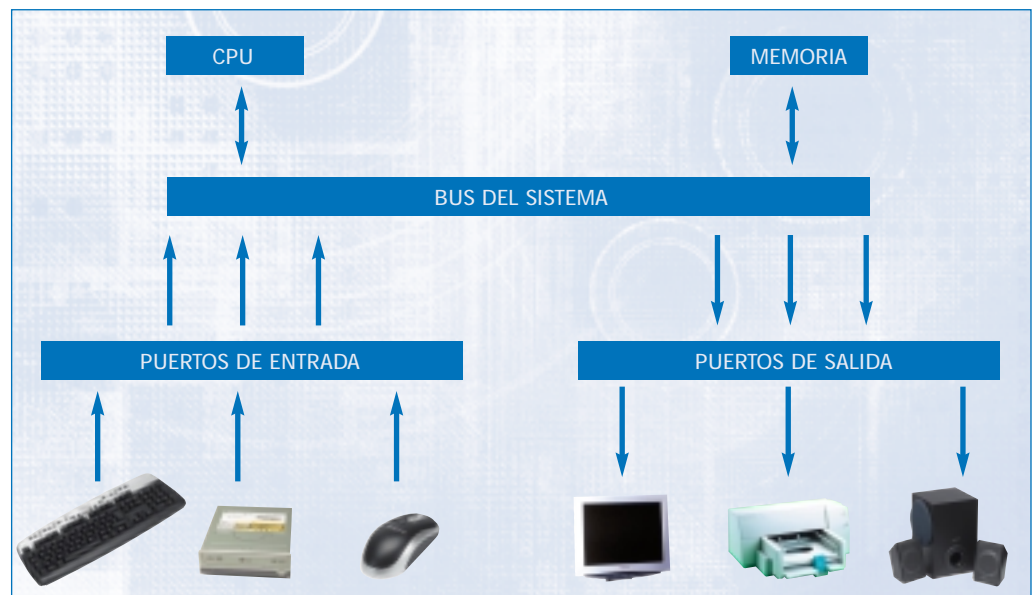
Básicamente, el funcionamiento de un ordenador se divide en cuatro grupos de tareas. El procesador recibe y procesa una serie de datos; la memoria almacena la información, tanto la que aún esta por procesar como la que ya ha sido procesada; los puertos de entrada reciben la información para procesarla o almacenarla y los puertos de salida la «sacan» del ordenador después de su procesamiento. Para que esta estructura funcione, todos los elementos que componen un ordenador deben comunicarse entre sí, de manera que la información pueda circular entre los distintos grupos de tareas. De esta comunicación interna se encarga el *bus* del sistema que interconecta los componentes básicos del PC.

Esta breve explicación puede ayudar a comprender la teoría del funcionamiento; pero ¿qué sucede en la práctica?

Cuando el PC está funcionando, el microprocesador es el encargado de gestionar la información que circula por el ordenador y de controlar gran parte de las tareas restantes llevadas a cabo por los otros componentes. Debido a la importancia de su trabajo, al microprocesador se le suele comparar con el cerebro de un ser humano aunque, como éste, no podría gobernar las funciones de todo el conjunto sin el apoyo del resto de los órganos.

El funcionamiento del PC consiste en la ejecución de programas, que no son más que una serie →

El bus del sistema está formado por varios buses subsidiarios que interconectan los principales componentes. La información se transmite de un componente a otro empleando todo el entramado de buses gestionados por el chipset de la placa base.



→ de instrucciones que recibe el procesador. Obviamente, estas instrucciones no salen de la nada, sino que le son facilitadas por la memoria. La intercomunicación entre la memoria y el microprocesador se efectúa a través de *buses* de datos, que podrían definirse como una red de autopistas y carreteras que enlazan los distintos componentes del PC para transportar la información entre ellos de forma rápida y ordenada.

Físicamente, tanto el procesador como la memoria se conectan a la placa base, un circuito impreso de grandes dimensiones sobre el que se monta el PC. La placa base recibe la energía eléctrica que necesita para activar todos los componentes conectados a ella: el BIOS, las memorias, el microprocesador, etc., e integra los circuitos que los interconectan, que constituyen el *bus* del sistema.

Unidades de medida, buses y canales

Antes de proseguir profundizando en la estructura del PC, es necesario conocer las unidades de medida que nos permitirán conocer la capacidad de almacenamiento y transferencia de cada componente.

La unidad mínima de información en informática es el bit. Un bit es un elemento que sólo es capaz de contener un dígito binario y, por tanto, sólo permite almacenar un 1 o un 0. Los bits, a su vez, se pueden agrupar en bytes, que son conjuntos de 8 bits que permiten almacenar un valor decimal comprendido entre 0 y 255 y que, por tanto, permiten contener un carácter alfanumérico (letras y números).

A partir de estas dos unidades básicas de medida, se pueden obtener múltiplos mediante la incorporación de prefijos del sistema métrico decimal, como «kilo», «mega» o «giga». Para pasar de un prefijo al inmediatamente superior es necesario multiplicar por 1.024 (2^{10}).

Es importante señalar que, cuando hablamos de comunicaciones en serie (los datos se envían uno tras otro secuencialmente), como una conexión USB, utilizamos como unidad de medida el bit

o un múltiplo de éste, mientras que cuando hablamos de comunicaciones en paralelo (como una conexión PCI) o de unidades de almacenamiento, se usa el byte o uno de sus múltiplos.

Así, los discos duros se miden en GB (gigabytes) y la velocidad de las líneas ADSL en Mb (megabits) o en kb (kilobits). Es necesario recordar que el bit se identifica con una «b» minúscula, mientras que el byte lo hace con una «B» mayúscula.

En las comunicaciones en serie también hay que tener en cuenta que hacemos referencia a un canal que dispone de un solo «carril» y, por tanto, por él sólo puede «pasar» un único bit a la vez. Por el contrario, las comunicaciones en paralelo disponen de varias líneas de datos que permiten que pueda circular más de un bit al mismo tiempo. En función de la «anchura» del *bus*, el número de «carriles» será mayor o menor; así, decimos que un *bus* es de 8 bits, 16 bits, 32 bits, etc. El hercio (Hz) es una unidad de frecuencia e identifica la cantidad de veces por segundo que se realiza una acción determinada; por tanto, identifica una mayor o menor velocidad.

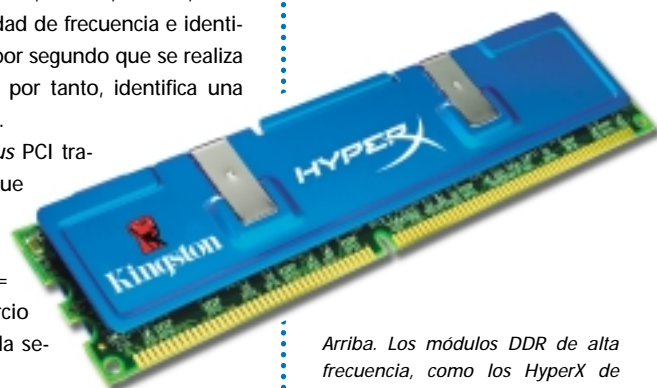
Así, si decimos que el *bus* PCI trabaja a 33 MHz, significa que en un segundo puede enviar datos 33.000.000 de veces (1 megahercio = 1.000.000 hercios; 1 hercio = 1 ciclo de reloj por cada segundo).

En este supuesto, hay que tener en cuenta que el *bus* PCI es un *bus* paralelo de 32 bits y que, por tanto, envía siempre bloques de 32 bits, ya que dispone de una línea de datos de esta anchura.

Así, el *bus* PCI será capaz de enviar en un segundo 33.000.000 veces 32 bits, o lo que es lo mismo, $33.000.000 \times 32 = 1.056.000.000$ bits.

Dado que es un *bus* paralelo, lo correcto es expresarlo en bytes (no en bits), por lo que dividiremos el resultado por 8 y nos dará 132.000.000 bytes por segundo, o lo que es lo mismo, 132 MB/seg.

Abajo. El bus USB permite conectar al PC todo tipo de dispositivos externos: impresora, escáner, cámara, etc. Cada cable USB está formado, a su vez, por 4 cables, dos de ellos permiten la alimentación del dispositivo conectado y los otros dos cables son los encargados de transmitir los datos.



Arriba. Los módulos DDR de alta frecuencia, como los HyperX de Kingston, están provistos de disipador de calor.

A la izquierda. Principales unidades de medida de la información.

1 byte	8 bits	
1 kilobyte (kB)	1.024 bytes	
1 megabyte (MB)	1.048.576 bytes	1.024 kilobytes
1 gigabyte (GB)	1.073.741.824 bytes	1.048.576 megabytes
1 terabyte (TB)	1.099.511.627.776 bytes	1.073.741.824 gigabytes
1 petabyte (PB)	1.125.899.906.842.624 bytes	1.099.511.627.776 terabytes

A la derecha. Tabla de capacidad de transferencia de algunos buses del PC.

Bus	Frecuencia	Tamaño de datos	Capacidad de transferencia
PCI	33 MHz	32 bits	132 MB/s
AGP x1	66 MHz	32 bits	264 MB/s
AGP x4	66 MHz x 4	32 bits	1.056 MB/s
AGP x8	66 MHz x 8	32 bits	2.112 MB/s
Memoria SDRAM 133	133 MHz	32 bits	532 MB/s
Memoria SDRAM 266 DDR	133 MHz x 2	32 bits	1.064 MB/s
Memoria 400 DDR	200 MHz x 2	64 bits	3.200 MB/s
Memoria 800 (dual Channel 400 DDR)	200 MHz x 2 x 2	64 bits	6.400 MB/s

Un poco de matemáticas

La capacidad de transferencia de los *buses* se calcula multiplicando la frecuencia del *bus* (megaciclos / segundo) por el tamaño de datos (bits / ciclo, que equivale a la cantidad de bits que puede transferir a la vez) por el factor de conversión (1 byte / 8 bits). Así, para el bus de memoria DDR a 266 MHz, se aplicaría el siguiente cálculo:

$$266 \frac{\text{Megaciclos}}{\text{segundo}} \times 32 \frac{\text{bits}}{\text{ciclo}} \times \frac{1 \text{ byte}}{8 \text{ bits}} =$$

$$= 1064 \frac{\text{Megabytes}}{\text{segundo}}$$

Esquema básico de un PC

El procesador y la memoria están unidos por un *bus* de muy alta velocidad, ya que junto con la tarjeta gráfica forman un conjunto que necesita mantener un trasiego de datos muy elevado para garantizar las prestaciones del equipo en todo momento. La gestión de las comunicaciones de estas líneas de alta velocidad está a cargo del chip principal incluido en el *chipset*, denominado *Northbridge* («puente norte»).

Por su parte, elementos como el disco duro, el lector de DVD o los dispositivos USB 2.0, con menores requerimientos en cuanto a velocidad, se conforman con estar en un segundo grupo, «más lento», controlado por

el *Southbridge* («puente sur»), otro de los chips que conforman el *chipset* y el segundo en orden de importancia. Por supuesto, ambos puentes también están comunicados entre sí.

El puerto que comunica al sistema con la tarjeta gráfica se denomina AGP (*Advanced Graphics Port*) y se le llama «puerto», en lugar de *bus*, porque comunica únicamente dos puntos, concretamente la tarjeta gráfica con el *chipset*, en lo que se conoce como «conexión punto a punto». El puerto AGP utiliza un enlace a 66 MHz, pero con una tasa de transferencia aumentada gracias a la técnica de introducir varios datos en cada ciclo de reloj, lo que se denomina x2, x4 y x8, y que le permite trabajar como si realmente utilizara un enlace a 528 MHz, es decir, ocho veces mayor.

La memoria RAM más utilizada actualmente es la DDR (*Double Data Rate*), que se ha popularizado gracias a su bajo precio y altas prestaciones. Por supuesto, no todas las memorias DDR son iguales y es posible encontrar frecuencias que van desde los 266 hasta los 533 MHz, lo que se conoce como PC2100 y PC4300; sin embargo, es difícil conseguir velocidades mayores, por lo que para aumentar la tasa de transferencia con el resto del sistema se ha optado por duplicar el número de canales, lo que en inglés se denomina «*dual channel*». Así, y a pesar de las limitaciones comentadas, si con un único canal y memoria DDR-400 conseguimos anchos de banda de 3,2 GB/seg, con dos canales conseguiremos duplicar esa cifra.

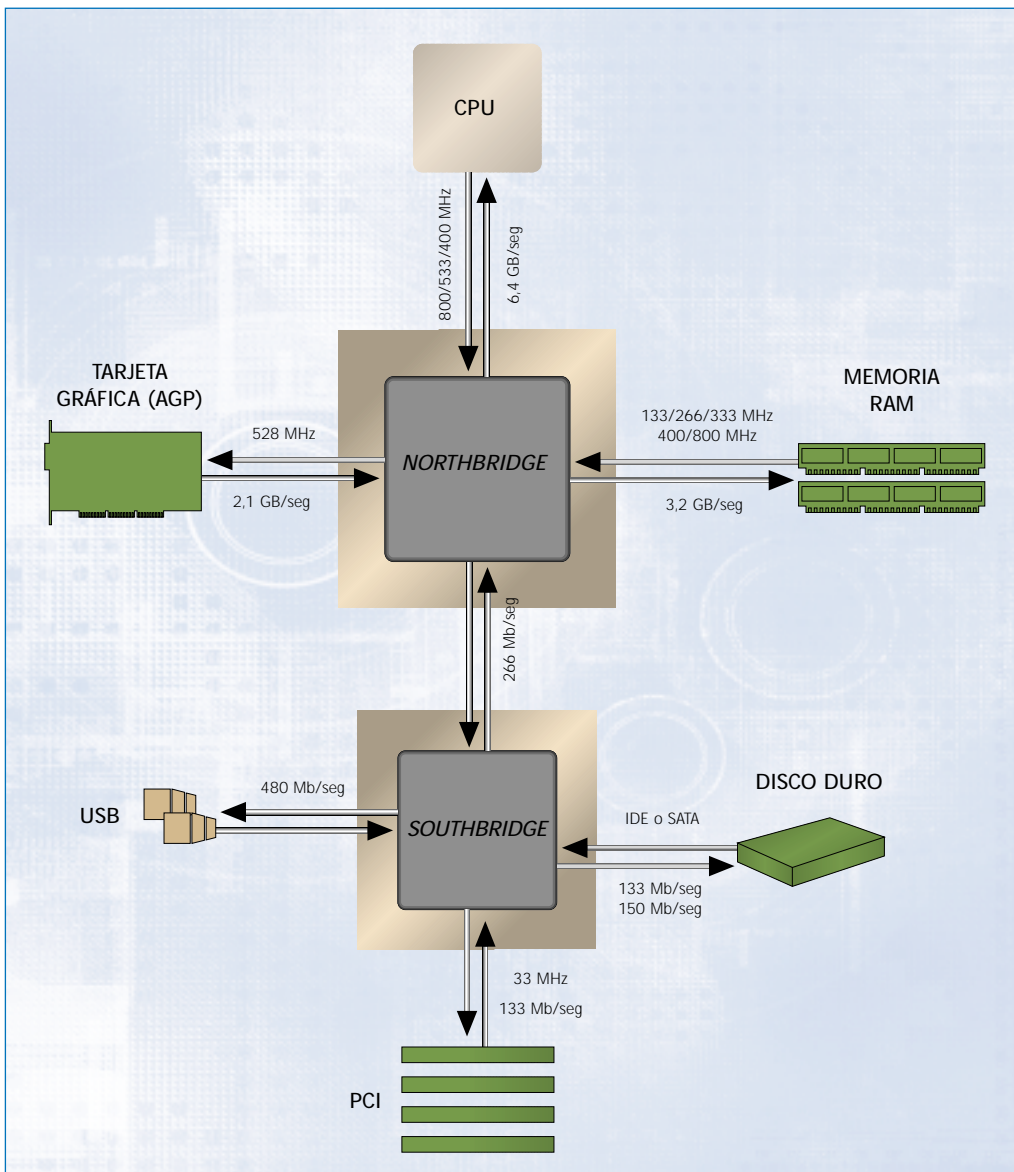
El *bus* PCI es uno de los más útiles y veteranos.

Trabaja a una frecuencia máxima de 33 MHz y, gracias a sus ranuras de expansión, permite ampliar fácilmente el sistema mediante el añadido de tarjetas adicionales. Actualmente está en fase de renovación y a la espera de que la nueva revisión PCI Express se popularice.

Otro de los *buses* importantes que encontramos en cualquier sistema es el de conexión con el →

A la derecha. La gran exigencia de capacidades gráficas de las aplicaciones obligó a desarrollar un bus local de altas prestaciones, denominado AGP y dedicado en exclusiva a la conexión de las tarjetas gráficas.





Como puede verse en el gráfico adjunto, el Northbridge es el chip principal del chipset, encargado de comunicar a gran velocidad la memoria con el procesador y el puerto gráfico AGP. Por su parte, el Southbridge, que depende del Northbridge, se encarga de gestionar los buses de datos de menor capacidad, como el PCI, el IDE o el Serial ATA.

Abajo. Detalle del chip generador de reloj de la placa base. Este circuito integrado es el encargado de sintetizar las diversas frecuencias que necesitan los diferentes buses del PC.

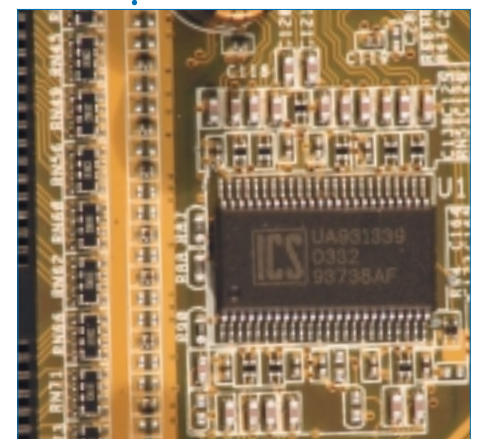
→ disco duro, las unidades ópticas y otras unidades de almacenamiento masivo. Los buses más frecuentes son los basados en el estándar ATA, tanto Serial ATA (SATA) como IDE (también conocido como Paralel ATA o PATA). Lo habitual es encontrar dos puertos de cada uno de ellos. El estándar SATA más normal es SATA-150, con una tasa de transferencia de 150 MB/seg; en cuanto al estándar IDE, lo habitual es ATA-100 o ATA-133 a 100 y 133 MB/seg, respectivamente.

La mayoría de periféricos o componentes externos del PC se comunican con él a través del bus USB, al que, teóricamente, podemos conectar hasta 127 elementos a cada una de las salidas. En la versión actual del estándar USB, la 2.0, la velocidad de co-

nexión del bus puede llegar hasta los 480 Mb/seg (recordemos que es un canal serie y que se mide en bits). Esto representa unos 60 MB/seg.

Frecuencias y multiplicadores

Como ya hemos visto, los diferentes buses que intervienen en el sistema trabajan a distintas velocidades para adaptarse a las necesidades de cada uno de los componentes. Sin embargo, la comunicación entre ellas debe estar sincronizada, tarea en la que intervienen los multiplicadores.





Arriba. Al encender el PC, el BIOS detecta el procesador y chequea la memoria RAM del sistema; además, nos indicará la forma de acceder al Setup.

En cualquier sistema digital, y el PC no es una excepción, es necesario que haya un «reloj» que marque el «ritmo» al que fluyen los datos dentro del sistema. Esto se consigue con un oscilador, que genera una frecuencia determinada. Esta frecuencia podrá ser alterada por multiplicadores y divisores para adaptarla a cada punto del circuito. La frecuencia del reloj interno del PC se indica en ciclos por segundo.

Uno de los casos más claros es el del procesador o CPU (*Central Processor Unit* o Unidad Central de Proceso), porque internamente puede llegar a trabajar a frecuencias que llegan hasta los 3,40 GHz, en el caso de los Pentium 4, y a 2,20, en los Athlon XP.

En el caso concreto del Pentium 4 a 3,40 GHz, y partiendo del *bus* del sistema que utilizan estos procesadores, de 200 MHz «reales», veremos cómo necesitamos un multiplicador de x17 para generar la frecuencia real de trabajo.

En el resto de *buses* la situación es muy parecida. Por ejemplo, en el caso del bus PCI, comprobamos que, partiendo de la misma frecuencia del *bus* del sistema de 200 MHz, necesitaremos un divisor de 6, aproximadamente.

Cómo arranca el PC

Al pulsar el botón de arranque del ordenador, la fuente de alimentación empieza a proporcionar electricidad a todos los componentes del sistema. Lo primero que notaremos es que los ventiladores, tanto el de la propia fuente de alimentación como todos los que estén repartidos por el interior del sistema, se ponen en funcionamiento. Las unidades de almacenamiento también reciben la alimentación y se percibe el sonido del motor del disco duro. Durante este periodo, la fuente de alimentación es capaz de realizar una autocomprobación de sus voltajes y niveles de corriente, y cuando los valores son aceptables, manda a la placa base la señal *Power Good*, lo que provoca que el procesador empiece a operar. La primera labor que realiza el procesador es limpiar todos los registros internos para po-

der recibir las primeras instrucciones. Sin embargo, y debido a que en este momento la memoria RAM todavía no contiene código que ejecutar, el procesador en primera instancia lee y ejecuta las instrucciones que se encuentran en un pequeño chip situado en la placa base y que contiene el BIOS (*Basic Input Output System*).

Este código está de forma permanente a disposición del sistema debido a que se almacena en un tipo de memoria «no volátil», normalmente de tipo Flash.

El código de programa almacenado en el BIOS, al ejecutarse, busca en el sistema adaptadores que también incluyan su propio BIOS, como la tarjeta gráfica o la mayoría de tarjetas SCSI, y procede a ejecutar las instrucciones contenidas en ellas.

Otro de los cometidos del BIOS es la realización de una serie de comprobaciones de los principales elementos del sistema, como la presencia y operatividad de la tarjeta gráfica, la memoria RAM o el procesador. Este proceso se conoce como POST (*Power On Self Test*).

Otra función importante de este proceso es leer el contenido de la memoria CMOS, que es donde se encuentran los valores de configuración del BIOS y en donde se almacenan aspectos tan importantes como el orden de arranque de las unidades de almacenamiento del que dependerá, por ejemplo, si el sistema arrancará desde el CD-ROM o desde el disco duro. La información de la CMOS se conserva gracias a una pequeña pila que habitualmente se encuentra integrada en la propia placa base.

Con esta información ya se podrá proceder a la carga del sistema operativo desde el correspondiente sector de arranque del primer dispositivo de almacenamiento que contenga una secuencia válida.

A la derecha. Siguiendo las instrucciones del BIOS, el sistema detecta los dispositivos instalados en el PC: discos duros, CD-ROM, DVD, tarjetas PCI, etc.

