

CLASE N° 6

La memoria del PC

Tradicionalmente se ha hablado de dos memorias principales en la PC: la memoria *ROM* (Read Only Memory) y la memoria *RAM* (Random Access Memory). La primera es de almacenamiento permanente e inmodificable. La segunda, es el área de trabajo real del PC y es *volátil*. La *ROM* es una memoria ‘semiprogramable’ que permite personalizar mediante un subprograma almacenado en ella ciertas funciones del PC para adaptarlo a los diferentes componentes con que se puede armar.

Memoria ROM: es una memoria sólo de lectura, totalmente inalterable. Sin ella, la máquina no arrancaría.

Memoria RAM: esta memoria es como un escritorio con cajones donde se ordena la información. A mayor tamaño el escritorio, más cajones se tendrán, de modo que el micro perderá menos tiempo en buscar y ordenar a aquélla. La importancia de esta memoria es tan grande que *si está ausente la PC no arranca*: no hay sonido, ni cursor en pantalla ni luces que se enciendan o apaguen. La *RAM* es el lugar físico donde trabaja el procesador al abrir un programa. Almacena las instrucciones a ejecutar en cada momento. Éstas se copian automáticamente en memoria, y al cerrar el programa todo se volatiliza. La *RAM* es como un pizarrón donde se copian datos, y trabajos que estamos haciendo en ese programa. Es un área de trabajo vacía, un espacio creado a discreción del armador para construir una PC con determinada capacidad (128, 256, 512 MB, etc.). Ello es posible insertando *módulos de memoria* en los *bancos* de la motherboard.

La *RAM* es un conjunto de chips donde el micro puede leer o escribir datos a voluntad. Posee muchos renglones; cualquiera de ellos puede elegirse para escribir, leer o borrar datos. Estas memorias necesitan tensión para mantener sus datos, y por eso, al apagar la máquina se pierde todo su contenido. La *RAM* o *Memoria de Acceso Aleatorio*, alude a la posibilidad de elegir cualquier posición (o renglón) al azar en oposición a las *ROM*, que deben ser accedidas solamente desde una posición, para continuar con la siguiente, y así sucesivamente hasta culminar el proceso de lectura.

El tiempo que tarda la *RAM* en entregar el dato solicitado se llama *tiempo de acceso* y es medido en *nanosegundos* (ns, una milmillonésima de segundo). El conjunto de chips que conforman a la *RAM* principal se encuentra conectado a los tres buses (Direcciones, Datos y Control) para poder intercambiar datos con el micro. Cualquiera de los renglones de memoria puede ser elegido por él al poner en el *bus de direcciones* una dirección específica (N° de renglón). A su vez, por el *bus de control*, se indica el chip de memoria seleccionado para trabajar, y si el proceso es de escritura o de lectura. Los datos fluyen por el *bus de datos*, ya sea de la memoria al micro, o viceversa. Los chips de memoria poseen muchas posiciones. Cada una de ellas es una *dirección de memoria*.

El disco duro NO es una memoria. La definición precisa de *RAM* dice que ella es un espacio de trabajo cuyo almacenamiento se pierde al apagar el PC. Utilice una analogía para comprenderla: imagine un área en la cual hemos trazado líneas verticales y horizontales para hacer una cuadrícula. Si a cada columna y fila se le asigna una letra y número para identificarlas en forma de coordenadas, podremos luego ubicar la posición de una celda determinada por la letra de la columna y el número de la fila. En la *RAM*, cada celda tiene una identificación en *hexadecimal*. Cada depósito de un dato en la memoria (operando, resultado, etc.) se ubica por una dirección en *hexadecimal*. Windows indica direcciones de memoria con problemas al paralizarse y poner la pantalla en azul. En la *RAM* se alojan los programas con que funciona la PC. La primera parte está reservada por el sistema para guardar las instrucciones acerca de los dispositivos conectados.

Memoria Física

La arquitectura de la CPU y la mother dictan la capacidad física de memoria de la computadora. El 8088 y el 8086, con 20 líneas de direcciones, podían usar hasta 1MB de RAM. Las CPU 286 y 386SX tienen 24 líneas de direcciones y podían direccionar hasta 16 MB de memoria. Las CPU 386 y 486, Pentium, Pentium MMX y Pentium Pro tienen 32 líneas de direcciones con las que manipulaban hasta 4 GB de memoria.

Administración de la memoria

Durante los últimos años, el límite de memoria física aumentó de manera espectacular. Como resultado, la capacidad de direccionamiento de memoria ha crecido de 1 MB a 4 GB. Las PC actuales son compatibles hacia abajo con la IBM original de 1981 basada en el 8088, es decir que todas las generaciones de PC son todavía capaces de operar en el mismo modo de dicha PC y pueden utilizar el mismo SO. Aunque éste se encuentre en su 8° o 9° generación, todavía obliga a las PC modernas a trabajar muy por debajo de su potencial. Nos encontramos entonces con el problema de *administración de la memoria*.

El 8088 dividía su memoria en un segmento para el SO y los programas de aplicación (un máximo de 640 KB de memoria de trabajo) y en otro segmento para el sistema o controlador de memoria. Este segmento brinda espacio para el adaptador de vídeo, el BIOS y otros componentes del hardware, y se fijó en un tamaño de 384 KB. La

suma de segmentos da un total de 1024 KB de memoria. Este sistema utilizó por completo toda la franja de memoria direccionable por la CPU 8088.

Tanto el 80286 como sus sucesores disponen de una franja de memoria direccionable bastante más amplia, que va de 1 MB en adelante. Para determinar compatibilidad con el 8088 se capacitó a las líneas 286, 386, y 486 con el *modo real* de direccionamiento. En este modo, el *bus de direcciones* es restringido a los 20 conductos de direccionamiento del 8088. Así, la memoria direccionable se reduce a 1 MB y las computadoras más rápidas experimentan una restricción y operan como equipos 8088 de muy alto rendimiento.

Los procesadores superiores sólo pueden explotar su capacidad (de 24 ó 32 bits) si operan en "*modo protegido*". Sólo así aprovechan la *memoria extendida* y la memoria direccionable que supera el MB como memoria de trabajo. Por desgracia, este modo operativo es totalmente ajeno al MS-DOS (también obsoleto), pues se desarrolló originalmente para equipos que no lo conocían ni necesitaban.

Los valores de memoria pueden ser vistos en el Setup de la PC y en su pantalla de arranque.

Memoria Extendida y Expandida

Ante la ampliación del *bus de direcciones*, primero a 24 y luego a 32 bits, se aumentó la memoria direccionable creándose la *memoria extendida*, no utilizable por el DOS y no apta para almacenar programas. Versiones posteriores de este sistema operativo dieron cierta utilidad a esta memoria. Gracias a ella y al VDISK.SYS puede instalarse un disco virtual en la *memoria extendida* que puede servir para administrar la *memoria extendida*. Cabe también la posibilidad de instalar en ella dispositivos de control del disco, impresoras, etc. Pero sólo ciertos programas consiguen utilizar la *memoria extendida*. Se puede ampliar la memoria de trabajo para aplicaciones en DOS aprovechando esta memoria. Éste es un sector situado en el marco de los 384 KB de la memoria del sistema. Existe una especificación de la *memoria expandida* (EMS), que fue implementada por las firmas Lotus, Intel y Microsoft. Puede ser utilizada por los SO y sus aplicaciones para fusionar páginas de memoria adicionales a través de un controlador EMS. Es llamada comúnmente *ventana EMS*. Según ella, pueden utilizarse todos los espacios vacíos entre 640 KB y 1 MB para fusionar sectores de memoria procedentes de otros espacios direccionables (*memoria extendida*). La *ventana* que se consigue de esta manera muestra siempre la parte de la memoria que se está empleando en cada momento. La totalidad de memoria fusionada (hasta 32 MB) queda dividida en *páginas* con sus correspondientes *direcciones lógicas*. Para poder ampliar la memoria según las directrices de EMS, es imprescindible cargar un controlador al poner en funcionamiento el sistema. Los 8088 y 286 precisan de un hardware especial. No todas las mother 286 soportan la EMS. Muchas requieren de tarjetas de expansión de memoria determinadas.

Los procesadores 386 y 486 facilitan por software la administración de la EMS. De fábrica vienen preparados para aceptarla. El DOS incluye un controlador especial para ella; también existen otros programas capaces de gestionar la *ventana EMS* incrementando el volumen de memoria de trabajo disponible. No requieren de hardware especial, pero algunos de estos controladores pueden ocasionar problemas.

La *memoria extendida* es básicamente toda la memoria después del primer MB, a la cual sólo se puede acceder cuando el procesador opera en *modo protegido* a través de la *ventana EMS*. Los procesadores superiores al 386 ofrecen otros modos de trabajo denominados *real* y *virtual*, los cuales dividen a la *memoria extendida* en piezas de 1 MB. El *modo virtual* permite que varias tareas se ejecuten en forma simultánea en áreas protegidas de memoria, mientras el *modo real* permite una sola tarea a la vez.

La conveniencia de ampliación de la memoria de trabajo depende mucho del tipo de PC. Ampliar un 286 a más de 2 MB de RAM sería poco razonable. Convendría más comprar un 386 o, al menos, un 386 SX.

Por otra parte, ampliar la memoria en un 386 o un 486 que utilicen Windows es ventajoso porque agiliza su administración. Lo ideal en estos casos son 8 MB. Si sólo se trabaja con DOS y sus aplicaciones, una ampliación de memoria no tendría mucho sentido; si se utiliza OS/2, cualquier ampliación será bienvenida, pues a mayor cantidad de RAM, más rápido será el funcionamiento del software.

La Shadow-ROM

Físicamente, la memoria del sistema no toma parte de la RAM instalada. La memoria del sistema está separada de la memoria de trabajo. Así, los módulos de memoria RAM quedan a completa disposición de la memoria de trabajo. En las computadoras modernas se puede instalar la llamada *Shadow-RAM* a través del CMOS-Setup. Esta opción funde los contenidos BIOS de la memoria del sistema en la RAM. Aquéllos quedan copiados en RAM para acelerar los accesos de la CPU a ellos, ya que es más rápida que la ROM. Se ofrecen opciones '*Shadow*' para el *System-BIOS* y el *Video-BIOS*. Para que los contenidos BIOS que se van a copiar sean aceptados, debe determinarse un sector de memoria sustraído a ella exclusivamente para tal uso.

Tomar parte de la memoria de trabajo para *Shadow-RAM* puede ocasionar inconvenientes. En algunos BIOS de 286 suele pasar que, al activar la opción Shadow, se extraen 256 KB de la memoria de trabajo, sin importar el espacio real utilizado por la Shadow-ROM. Esto reduce la memoria extendida a sólo 128 KB. Muchos BIOS de 386 y 486 reservan 384 KB de la memoria de trabajo. De este modo, por ejemplo, de 4096 KB de memoria,

quedan útiles 640 KB de almacenamiento convencional y 3072 KB de memoria ampliada. También se podría extraer de la memoria principal la cantidad exacta necesaria para cargar la *Shadow*. Esta opción aumentaría el rendimiento, que en un 386 y 486 es notorio, pero en un 286, la pérdida almacenamiento puede no compensar la mejora en el rendimiento.

Trabajo de la memoria

Se accede a los datos de la *RAM* de forma *aleatoria*, o sea directamente desde la ubicación en que éstos se encuentran, sin recorrer las posiciones anteriores. No es necesario recorrer todos los datos para dar con uno específico; simplemente se lo busca donde corresponde.

La capacidad de almacenamiento de la memoria se mide en MB: un Byte permite guardar un carácter; un MB, un millón de ellos. A más MB de memoria, mayor capacidad de almacenamiento. Funciona mejor un micro con *poca velocidad y mucha memoria* que uno con *mucha velocidad y poca memoria*. La cantidad mínima de memoria para Windows 98 es, por ejemplo, 32 MB.

Capacidad de Manejo de Datos: al igual que el micro, las memorias también tienen un *ancho* que se mide en Bits. Una memoria *DIMM* maneja 64 Bits; una *SIMM*, hasta 32 Bits.

Velocidad: la velocidad de la *RAM* se miden en MHz. Antes se medía en *nanosegundos* (DIP, SIP, SIMM). A partir de 1995, las memorias comenzaron a trabajar al ritmo de la placa madre y se empezó a medir su velocidad en MHz.

Unidades de medida - nanosegundos y MHz

La velocidad de la memoria se reporta en nanosegundos (ns). En las PC varía entre 10 y 200 ns. Al reemplazar un módulo de memoria defectuoso, se debe instalar otro del mismo tipo y velocidad. Cuando falla la memoria del sistema, se manifiestan casi siempre los mismos síntomas, usualmente *errores de paridad* frecuentes o bien el sistema no enciende. También la *POST* reporta errores en la memoria.

Las memorias traen escrito en sus chips un número seguido de un guión y luego otro número correspondiente a los ns, que para los módulos antiguos pueden convertirse a MHz.

17ns	60 MHz
15ns	66 MHz
13ns	80 MHz
10ns	100 MHz
8.3ns	120 MHz
7.5ns	133 MHz

Tabla de equivalencias ns - MHz

Tipos de Memoria RAM

DRAM (Dynamic RAM): es el tipo de RAM más comúnmente usado. Internamente está compuesta por condensadores de pequeña capacidad que almacenan la información mediante la carga y la descarga, lo que equivale a 1 y 0 lógicos respectivamente. Son de bajo costo, pero como *pierden su carga demasiado rápido*, deben *recibir pulsos constantemente* para mantener los datos. Tiene algunas desventajas: la transferencia de la información al procesador es *más lenta*, requieren de *caché* para mejorar su desempeño, *consumen más energía* (desfavorece a las Notebooks al disminuir su tiempo de autonomía por su alto consumo en watts). Existen varios tipos de DRAM.

FP DRAM (Fast Page Mode RAM): Su estructura interna es idéntica a la *DRAM* convencional. Es usada en las 386 y 486. Su modalidad de acceso no mejora los tiempos en *posiciones discontinuas* de memoria. Sin embargo, si se accede a posiciones de memoria *consecutivas*, mejora el *tiempo de respuesta*. En sistemas de buses de 66 MHz, requiere tiempos de acceso menores a 60 ns.

EDO DRAM (Extended Data Output DRAM): Es más veloz que la FP DRAM, pues disminuye el número de *ciclos de reloj* para acceder al contenido de las celdas de memoria. Hay versiones de 70 y 60 ns. Esta tecnología acelera las transacciones de memoria hasta en un 10 % sobre la *DRAM* convencional. *EDO* elimina la espera entre la ejecución de comandos secuenciales de lectura de la memoria, permitiendo que el micro tenga acceso *más rápido* a ella. Además, utiliza menos energía (por lo que es una mejor opción para las notebooks) y no hace tan necesario un *caché L2* en máquinas Pentium de bajo costo.

BEDO DRAM (Burst EDO DRAM): son memorias *DRAM* que utilizan *métodos de ráfaga* para transferir y recibir información.

SDRAM (Synchronous DRAM): gestiona las entradas y salidas a memoria *en sincronía con el reloj del sistema*, aumentando el rendimiento global. Es más económica que la EDO DRAM, por lo que la desplazó. Por ejemplo, para una PC con bus de 100 MHz se deben conseguir *SDRAM* que sigan la especificación PC100.

SDRAM II o DDR SDRAM (Double Data Rate Synchronous DRAM): aprovechan los flancos de subida y bajada de los ciclos de reloj *duplicando* así la velocidad de acceso.

RDRAM (Direct Rambus DRAM) **o RIMM**: son memorias de compleja fabricación para procesadores Pentium 4 en adelante, y corren a *altas velocidades* (unos 800 MHz). Sus módulos se denominan *RIMM*, poseen 184 contactos y son poco demandados en el mercado por su alto costo.

SRAM (Static RAM)

Su diseño interno se basa en *transistores* que almacenan la información correspondiente a los estados lógicos 1 y 0, *permaneciendo* en esta condición hasta que se cambie la información. *No necesitan recibir pulsos* para mantener su contenido, y son muy *veloces* pero más caras que las DRAM.

SRAM Sincrónica: está gobernada por una señal de reloj, de forma que las operaciones inician y terminan desde una misma referencia. Esta característica no aporta mejoras, pero simplifica la modalidad de trabajo, ya que el reloj del sistema *gobierna* los procesos. La ventaja de estas memorias está en su *funcionamiento automático*, guiado por la señal de reloj. No requieren de *señales de control*, aunque la mayoría de memorias las tienen.

SRAM Burst: las memorias de *ráfagas (burst)* incluyen un *contador* que genera la dirección a la que la memoria debe acceder, consiguiendo de esta forma *accesos en ráfagas*. Para ciclos de lectura por *ráfagas*, una vez obtenido el primer dato, la memoria *incrementa* la dirección y vuelve a acceder *reduciendo los tiempos de acceso*. El número de palabras leídas o escritas en una *ráfaga*, depende del tamaño del *contador interno* de la memoria.

SRAM Pipeline: gracias a las dos técnicas anteriores, se logra que el relleno de una fila de caché o acceso a posiciones consecutivas se realice de forma rápida. Para mantener esta velocidad ante cambios de secuencia, las memorias *pipeline* incluyen un *buffer* para almacenar la dirección y el dato a los que se accede. De esta forma, *se puede enviar la nueva dirección* antes de terminar la lectura. Así, el micro *no debe esperar* la terminación de un acceso para proporcionar la nueva dirección.

Zócalos y bancos de memoria

Los *bancos* pueden ser tres o cuatro, de dos *zócalos* cada uno, y tienen una marca en la mother que indica dónde colocar la primera memoria. Obviamente, si en el primero tenemos una de 64 MB y otra igual en el segundo, tendremos 128 MB, aunque la PC *funciona mejor* con un solo módulo de 128 MB. Esto es sólo para las DIMM; las SIMM se instalan *siempre de a pares*.

Dentro de un mismo *banco de memoria* sólo se deben utilizar chips de memoria de *igual capacidad*. Sin embargo, *se podrían* permitir módulos con distintos tiempos de acceso. La mother tomará como referencia al *más débil* del sistema. Aunque dentro de un *banco de memoria* se puedan mezclar componentes de distintos fabricantes, esto podría traer problemas. No siempre está permitido utilizar chips o módulos con diferentes capacidades o velocidades. Esto es indicado en la documentación de la placa madre.

Errores de memoria

Como el trabajo que se realiza en la memoria es sumamente delicado, se crearon *controles de errores* para poder confiar en los resultados de procesamiento. Los dos más utilizados son el *control de paridad* y ECC (Error Correction Code). El porqué de implementar sistemas de verificación, tiene que ver con factores que intervienen en el trabajo de la RAM: 1) La circuitería electrónica de la memoria utiliza pequeños *almacenes de electricidad* afectos a *interferencias*, que deben recibir alimentación permanente, y 2) El software (aplicaciones, drivers, errores de lectura en disco, 'virus', etc.) puede tener *errores de código*.

El CONTROL DE PARIDAD consiste en agregar un *bit adicional* a cada Byte transmitido (8 bits + uno nuevo). Contando el número de unos existentes en el Byte, se puede *adicionar* un bit 1 cuando el número de unos es par (control de PARIDAD IMPAR). Un chip de control compara los datos y pasa a la CPU un *mensaje de error* si no hay correspondencia. El procedimiento detecta el error de transmisión pero *NO LO CORRIGE*. El control sólo es posible con el apoyo del chip y de un BIOS que soporte *control de paridad*.

Ejemplos de control de paridad IMPAR: 1) Transmitir el Byte 11001001: como hay un número par de unos, el *bit adicional* será un 1 y el número total de unos será 5. - 2) Transmitir el Byte 00100110: aquí el número de unos es impar, por tanto el *bit adicional* será un 0 y el número total de unos es 3.

No obstante ingenioso, en la práctica este procedimiento *no puede detectar todos los errores posibles* que podrían presentarse en el Byte transmitido. Los fabricantes de RAM siguen mejorando sus tecnologías, por lo cual cada vez menos integradores de PC utilizan RAM con control de paridad (ésta es más cara debido a la adición de una pequeña memoria caché en la RAM).

El CONTROL DE ERRORES ECC (1993). Basado en complejos algoritmos, *ECC detecta y corrige* errores en la RAM. Se utiliza principalmente para respaldar el trabajo en servidores o mainframes. Principalmente *detecta y corrige* en los casos que hay un bit erróneo; ante esta situación, operación mientras el trabajo del sistema continúa normalmente (el operador no se entera). En niveles más *avanzados* de ECC, cuando se detectan *varios* bits erróneos, puede suceder que ponga un aviso en pantalla o corrija los errores *automáticamente*.

En el 2003, Hewlett Packard creó para sus servidores una tecnología de *control de integridad* en RAM superior a ECC, conocida como *Hot Plug RAID*, que garantiza, según HP, cero fallas. La seguridad de RAID radica en un conjunto de *dispositivos DIMM redundantes*. Un servidor dotado de memorias *Hot Plug RAID* utiliza *cinco controladores de memoria* para gestionar *cinco módulos de DRAM sincrónicos estándar*. Cuando se deben escribir datos en la memoria, se *divide* la línea de caché de datos en *cuatro bloques*. Cada *bloque* es escrito en cuatro de los módulos de memoria. Un *motor RAID* calcula la *paridad* de la información y la almacena en el quinto módulo. Con los cuatro módulos de datos y el módulo de paridad, el subsistema de datos es *redundante*, de forma que si un dato de cualquier DIMM es *incorrecto*, o cualquier módulo es extraído, los datos pueden *reconstruirse* tomando como referencia los cuatro módulos restantes.

Arquitectura de la memoria

Al igual que el microprocesador, la memoria contiene componentes electrónicos miniaturizados. Las primeras RAM trabajaban con circuitos que requerían (circulación de electricidad permanente) para no perder la información depositada en ellas. Por eso se les dio el nombre de DRAM (Dynamic RAM). Con la evolución, se implementó el uso de circuitos que con sólo recibir la señal eléctrica *una vez*, conservan la información. Estos circuitos originaron a las *memorias caché* (mas costosas y más rápidas), conocidas también como SRAM.

Electrónicamente, la RAM es un conjunto de conmutadores que cambian su estado de abierto a cerrado para recrear la lógica binaria. Esos circuitos quedan vacíos al apagar la computadora, perdiéndose toda la información depositada si no es trasladada a disco duro, CD, diskette o cinta magnética.

La velocidad de manipulación de datos de la RAM se denomina *velocidad de trabajo*. A menos ns utilizados en movimientos de datos, más rápida será aquélla.

Chips y módulos de memoria

La clasificación de la memoria se hace considerando que siempre hay categorías vigentes según la época. Hasta el 2003, la RAM común en PC's de escritorio era la DIMM; la DDR se presentaba como su sucesora. Hoy, la DDR es ya un estándar. Revisando la historia, la memoria de los PC's ha evolucionado así:

DRAM (Dynamic RAM)

Este tipo de memoria se utilizó desde los '80 hasta hoy en todas las computadoras. Como se dijo anteriormente, requiere de un procesador que ordene el envío de *cargas eléctricas* para mantener su contenido; es lenta, pero barata. Para paliar sus desventajas, se le incorporaron distintas mejoras tecnológicas. Existen varios tipos:

DIP: es un chip rectangular que tiene 16 patas metálicas, ocho por lado. Para instalar uno de estos chips, se lo debe conectar en su lugar en múltiplos de 9. Ejemplo: se deben instalar por separado 36 chips de 256 Kbits para obtener 1 MB de memoria.

SIP: son como SIMM pero con pines en lugar de contactos. Los pines están distribuidos para instalarse en un socket específico. Son inferiores a los SIMM: carecen del pestillo que retiene al módulo, y el conector no posee contactos resistentes a la corrosión como aquéllos.



SIMM: son pequeñas tarjetas con chips soldados a su placa acrílica. Pueden tener distintos números de chips en una o ambas caras. Los SIMM tienen contactos *en un extremo* de la tarjeta; están sujetos a la mother en sockets especiales con *pestillos* que lo fijan en su posición. Los

conectores, emplean *contactos de fuerza* que son *resistentes a la corrosión*. Hay dos tipos disponibles: de 30 y de 72 pines. Los módulos de 30 pines vienen en forma de 9 bits con paridad u 8 bits sin paridad. Los de 72 pines, tienen *4 bits de paridad* y *32 bits de datos*. Los SIMM se empezaron a utilizar en la última generación de 486 que salieron al mercado. Su arquitectura es de *32 bits*, por lo que *SIEMPRE* han de ir colocados en parejas, para acoplarse al *bus de datos* de 64 bits de los micros *Pentium*. Funcionan a 5 volts. Existen varias clases de SIMM.

FPM DRAM: esta memoria solicita permiso *una sola vez* para llevarse varios datos consecutivos. Esta modalidad de trabajo apareció en 1987, se usó hasta principios de los '90 y dio buenos resultados. A estos módulos se los denominó *SIMM FPM* (FAST PAGE MODE) DRAM, y pueden tener 30 ó 72 pines. Se los utiliza en las Pentium I. Esta tecnología logró agilizar el proceso de lectura; estos módulos ya no se utilizan en la actualidad.

EDO DRAM: aparecieron en el '95 y se hicieron muy populares, al estar presentes en todas las Pentium MMX. Podían localizar un dato *mientras transferían otro* a diferencia de las anteriores, que mientras transferían un dato se bloqueaban. Estas *SIMM* eran de 72 pines, un 10 a 15% más veloces que FPM, y se caracterizaron porque los accesos de escritura y lectura se podían hacer en direcciones vecinas, en contraposición a la anterior (FPM) que lo hacía en *modo paginado* (todas las columnas de una fila, luego la siguiente fila, etc.).

EDO significa *Extended Data Output*. Se ajusta perfectamente a sistemas con buses de hasta 66 MHz, no pudiendo operar en sistemas con velocidades de bus superiores. Igualmente, no todas las placas para Pentium soportan módulos EDO (en especial las más antiguas).

El tamaño puede ser de 4, 8, 16 y 32 MB. En cualquier caso, debemos instalar módulos con el tiempo de acceso que especifica el manual de la placa para que todo funcione correctamente.

EDO y *FP* difieren en que el primero incorpora una caché, que aporta algo de velocidad, sobre todo en las placas que no tienen *memoria caché* de Nivel 2. Los chipset VX y HX aprovechan más a las memorias *EDO*. Actualmente casi no se consiguen las anteriores; hay que utilizar EDO, pero *sólo los últimos 486 fabricados* las aceptan. Su tiempo de acceso es generalmente de 60 ns. Las mezclas entre módulos *EDO* y *no EDO* tienen efectos diferentes según la placa madre. Las memorias DRAM, poseen un tiempo de acceso promedio de 60 ns.

La única diferencia que poseen las *FPM* y *EDO* con las memorias estándar, es que hacen un direccionamiento más eficiente de las posiciones de memoria. También existen otras memorias *EDO* llamadas *FAST-EDO*. *Ninguna EDO tiene paridad*. Para utilizarlas en un determinado motherboard es necesario que éste pueda soportarlas. En caso contrario, tanto la *FPM* como la *EDO* o *FAST-EDO* se comportarán como memorias estándar, desaprovechándose así sus ventajas.



SDRAM

Estas memorias entraron en el mercado en el '97; se les mejoró la velocidad, es decir tienen la capacidad de trabajar a la misma velocidad de la mother a la que se conectan. Son módulos de 168 pines y se los conoce como *DIMM SDRAM* PC 66, PC 100 y PC 133. En el caso de instalar una memoria de 133 en una mother de 100 MHz, la memoria sería forzada a funcionar a 100 MHz.

Los conjuntos de chips 430TX y 430VX Triton II de Intel las soportan completamente.

DIMM: posee arquitectura de 64 bits; por eso no necesita ser colocado en pares. Dentro del tipo *DIMM*, hay módulos llamados *SDRAM* (Synchronous DRAM), que utilizan un sistema de transferencia *sincrónico* para transferir datos hacia y desde el micro, a unos 100 MHz. La tensión de trabajo de los módulos *DIMM* es de 3.3 v, y para algunas *SDRAM*, de 5 v. Actualmente, el módulo *DIMM* está empezando a decaer en su uso.

Es un módulo de *168 pines* diseñado para funcionar en forma individual con los sistemas de 64 bits. Se debe instalar con cuidado, ya que tienen contactos diferentes de cada lado. Mantiene la posición en la mother mediante un *mecanismo de bloqueo* que evita el deslizamiento del módulo. El *DIMM* sin paridad tiene un ancho de 64 bits, mientras el que tiene paridad tiene un ancho superior (72 bits).

SO DIMM (Small Outline DIMM): son *DIMM's* de 72 pines en lugar de 168, que ocupan menos espacio y suelen instalarse en las PC portátiles.

DDR SDRAM (Double Data Rate SDRAM)

Se consiguió que estas memorias pudieran realizar dos transferencias en un pulso de reloj. Pueden alcanzar velocidades de 200 a 266 MHz y trabajan en sincronía con el bus de la motherboard: si éste acelera su velocidad de trabajo, la memoria también lo hará. Todavía son un poco caras. Se las conoce como *DIMM DDR SDRAM* PC 1600 Y PC 2100.

DDR2: *DDR* proporciona una forma barata de mejorar el ancho de banda respecto a la *SDRAM*. Actualmente alcanza velocidades de hasta 333 MHz. Se están desarrollando las de 400 MHz, pero necesitan tolerancias muy

estrictas. DDR2 es una implementación mejorada de la DDR, basada en un proceso de fabricación de 0.13 micras. Los comandos serán los mismos, pero DDR2 mejora y simplificará el problema del sincronismo. DDR2 estará disponible inicialmente a 400MHz, y pronto le seguirán 533MHz y 667MHz. Se espera lograr sistemas DDR2 con velocidades de hasta 1 GHz.



almacenamiento por módulo. Operan a 1.8 v reduciendo el consumo de energía en un 50 % y actualmente están disponibles en módulos de 400 y 533MHz y hasta 1 GB de capacidad.



RDRAM o RIMM

DIRECT RAMBUS DRAM, creada por Rambus Inc, es una versión avanzada de la memoria **SDRAM**. Se la conoce también como **RIMM**. Su rendimiento es excepcional (llega a 800 MHz de tasa de transferencia) pero es muy costosa. No ha tenido difusión en el mercado masivo precisamente ese motivo. Se presenta en módulos parecidos a los DIMM, pero sus chips están cubiertos por un *disipador de calor metálico* que recubre todo el módulo.

La actual generación de memorias **RDRAM** trabaja a velocidades de 800MHz. Las próximas versiones trabajarán a 1066 MHz. Esta velocidad proporcionará una conexión *en sincronía con el bus principal* de 533 MHz del Pentium 4. Será interesante ver qué tal funciona comparada con la DDR2 de 533 MHz, porque DDR2 necesitará menos componentes y tendrá mejor latencia. La ventaja de la **RDRAM** es que sus 1066 MHz estarán en el mercado en breve, y los 1200 MHz en el horizonte.

RAMBUS II

En vez de usar el clásico formato DDR, que realiza dos transferencias por pulso de reloj, **Rambus II** usará *octal data rates*, es decir *ocho transferencias por pulso de reloj*. Esto permitirá una tasa efectiva de 3.2 GHz a partir de un reloj de solo 400 MHz, aunque la *latencia* puede ser un problema. El precio será alto también, porque un *reloj octal* necesitará *tolerancias muy estrictas* (a pesar de que su fabricación será algo más fácil).

Instalación de la memoria RAM

Si es una PC moderna, la memoria serán módulos **DIMM** de 168 contactos; si es más antiguo, serán módulos **SIMM** de 72 contactos, y si se trata de un 386 ó 486 serán **SIMM** de 30 pines. Cada módulo tiene una orientación, y hay que hacer coincidir el pin 1 del módulo con el pin 1 del zócalo. Los módulos SIMM tienen 2 posibilidades de conexión: por inserción *vertical* o *diagonal*. En el primer caso, tenemos que ponerlo sobre el zócalo e insertarlo presionando hacia abajo, quedando fijado por las pinzas de los extremos. No se lo debe forzar demasiado, ni doblar la placa base. En el caso de inserción *diagonal*, hay que colocarlo con una inclinación de 45°, de forma que el pivote del zócalo encaje en el orificio del módulo. Una vez en el pivote, habrá que verticalizarlo, de forma que suene un "clac". Si las pestañas no ceden, ayúdelas suavemente con los dedos. No las doble excesivamente, pues si las deforma pueden romperse, y deberá cambiar la placa madre.



Si es un módulo DIMM, tendremos una posición única. Habrá que insertarlo con bastante cuidado, por ser más largo, presionando ambos extremos a la vez, sin demasiada fuerza ni doblando la placa base y, una vez insertado, se cerrarán solas las pinzas de cada extremo.

El procedimiento para agregar o reemplazar módulos demanda los mismos detalles: ubicar los bancos de memoria en la mother empezando por el *banco 0*, colocando los módulos guiándose por sus muescas; éstos deben quedar bien firmes y asegurados; evitar mezclar módulos para distintos buses (como PC100 y PC133, para soslayar conflictos posteriores).

Consejos sobre memorias

La corriente electrostática es muy perjudicial para las memorias. El montaje es un trabajo muy simple. Observe el manual de la placa para averiguar la distribución de los bancos de memoria (aunque esto a veces está indicado en la placa), para insertar módulos desde el banco 0. Se deben tomar los módulos por sus extremos, evitando tocar los chips para evitar posibles descargas electrostáticas. Por último, observar que el módulo esté firme y no pueda inclinarse. Algunos 486 y 386 tienen módulos más pequeños, de 16 bits y 30 contactos, ya difíciles de encontrar. Son de 256K, 512K ó 1 MB y su tratamiento es análogo al descripto.

Si la memoria no se compra junto con la motherboard se debe conocer su velocidad de bus para instalar la más adecuada (PC100, PC133, PC400, etc.).

Módulos	SDRAM DIMM 168 pines			DDR-SDRAM DIMM 184 pines		RDRAM (RamBus DRAM) RIMM		
	PC66	PC100	PC133	PC1600	PC2100	600 MHz	700 MHz	800 MHz
Denom. Estándar	66	100	133	100	133	150	175	200
Frecuencia BUS	1	1	1	2	2	4	4	4
Operaciones/Ciclo	64	64	64	64	64	16	16	16
Ancho Banda	0,5 GB/s	0,8 GB/s	1 GB/s	1,6 GB/s	2,1 GB/s	1,1 GB/s (*)	1,4 GB/s (*)	1,6 GB/s (*)
Transferecia	3,3 v	3,3 v	3,3 v	2,5 v	2,5 v	2,5 v	2,5 v	2,5 v

Nombre	Arquitectura	Pines	Capacidad	Velocidad
EDO RAM	SIMM 32 bits	72	128 MB	20-50 MHz
PC 66 SDRAM	DIMM 64 bits	168	256 MB	66 MHz
PC 100/133 SDRAM	DIMM 64 bits	168	256 MB	100/133 MHz
PC 600/700/800	RIMM 16 bits	184	256 MB / 1GB	800 MHz
PC 1600/2100	DIMM 64 bits	184	256MB	200/266 MHz

Distintos tipos de memorias - arquitectura

Los módulos de memoria son completamente independientes de los tipos, es decir existen módulos SIMM de memoria EDO RAM y SDRAM, así como módulos DIMM de memoria EDO RAM y SDRAM. Lo más habitual es que los módulos SIMM sean EDO DRAM, mientras que los DIMM suelen ser SDRAM. Lo más recomendable es orientarse a módulos DIMM SDRAM, pues son los más usados. Casi todas las Pentium II tienen slots DIMM y soportan SDRAM. Además, muchas Pentium MMX poseen slots mixtos, por ejemplo 4 SIMM y 2 DIMM.

LA MEMORIA VIRTUAL

Tenemos también la llamada memoria virtual. Windows crea esta memoria ocupando espacio del disco rígido. Si la memoria virtual superase la capacidad del disco el sistema se cuelga, para lo cual lo único que queda por hacer es *resetear*. Si abrimos muchos programas, veremos que cuando se utiliza la memoria virtual la máquina comienza a funcionar más lento, o la velocidad del disco rígido disminuye. Se puede seguir trabajando, pero nunca tan rápido como cuando se trabaja directamente con la RAM.

LA MEMORIA CACHE

La memoria caché trabaja de igual modo que la memoria virtual. Existe caché en el microprocesador, en los discos y en la mother. Si ejecutamos un programa, luego lo cerramos y luego los volvemos a ejecutar, la memoria caché guardará la ubicación en el disco cuando lo ejecutamos y lo que hicimos con ese programa. Es mucho más rápida cuando ya se usó un programa anteriormente.

La caché está situada entre la CPU y la memoria de trabajo, y opera como memoria intermedia. Funciona de modo que, ante una solicitud de la CPU, la parte de memoria a leer y la que le sigue han de ser cargados primero en caché y luego enviadas a la CPU. Con este método, esta memoria puede satisfacer generalmente las consultas formuladas. Si no dispusiéramos de ella, la memoria de trabajo tendría que actuar. El aprovechamiento de los micros de alto rendimiento depende, así, de la capacidad de la memoria caché para satisfacer a la CPU. Ante fallos del caché, la CPU recurrirá a la memoria de trabajo. Los fabricantes de placas madre utilizan estrategias de caché muy diversas. Las diferencias residen en la manera de almacenar y localizar los datos, en los usos dados al contenido de esta memoria y en los procesos de copiar la memoria de trabajo sobre la caché.

Las placas de igual frecuencia, pero con o sin caché, trabajan muy diferente. La caché permite aprovechar toda la capacidad de un procesador. Incluso en las placas 386SX las diferencias se notaban. Respecto al tamaño del caché, para una PC con DOS por ejemplo, 64 KB es ideal. El rendimiento del mismo, al ampliarlo de 64 a 256 KB se redujo en un 10% aproximadamente. Bajo OS/2, en cambio, aumentó la capacidad operativa.

La memoria caché se compone de chips SRAM, mucho más rápidos que los DRAM. Los sistemas basados en procesadores 486SX, SL o DX incluyen 8 KB de caché interno que hace mucho más rápidos a los sistemas

anteriores. El procesador 486SLC tiene un *caché interno* de 1 KB; las 486DX4, 486SLC2 y 486SLC3 tienen 16 KB de *caché interno*.

Desde la aparición en el mercado de procesadores de 25, 33 MHz ó más, una memoria de trabajo constituida sólo por RAM no alcanza para satisfacer las exigencias de la CPU en términos de *tiempo de acceso*.

Con esas frecuencias, el procesador se ve *forzado a aguardar* continuamente hasta que la memoria de trabajo reaccione, no aprovechando su máxima capacidad operativa. En principio, la memoria de trabajo debería poder ser sustituida *completamente* por SRAM que permita intervalos de acceso menores. Pero esto sería muy costoso. Por eso, en equipos 386 y 486, se recurrió a métodos que ya se utilizaban en las macrocomputadoras de los '70: el *caché externo* (es decir situado fuera del micro y unido a través del *sistema de buses*).

CACHÉ INTERNA Y EXTERNA

Estas memorias son de tipo *ESTÁTICAS*, por ello se las denomina SRAM. Por ello, no necesitan refresco para mantener sus datos mientras posean tensión. Son muy veloces (10 ns) y también caras, ya que su proceso de fabricación es más complejo. Actualmente existen 3 tipos de memoria caché:

Caché L1: está dividido en dos bloques: uno contiene instrucciones, y el otro datos. El *caché L1* está en el *interior* del procesador y funciona a la misma velocidad que él, con capacidades que van desde 2x8 hasta 2x64 KB. Con la aparición del 486, se incluyó una pequeña cantidad de caché *dentro del micro* para almacenar instrucciones y datos dentro de él. Siempre viene en cantidades pequeñas: 8, 16, ó 32 KB.

Caché L2 Interno y Externo: las primeras *caché L2* estaban ubicadas en la mother. Venían en formato *DIP* o *PLC*. Antes del 486, trabajaban generalmente *no sincronizados con el reloj del micro*. Luego, se los colocó *en el procesador*, pero *no dentro de éste*, y por eso son más lentos que el *L1*. El *caché L2 externo* se ubica en la mother. Cuando pasó a operar en modo *sincrónico*, gracias a las técnicas de *Bursting* incluidas en el 486, comenzó a aparecer en módulos *parecidos* a los SIMM de 72 pines (conocidos como módulos *COAST* de 80 pines). Se adquirían *aparte*, para expandir el *caché*. Sus tamaños eran: 256, 512KB y 1 MB y eran denominados *PIPELINED BURST*.

También en el Pentium Pro, Pentium II y micros más nuevos, *L2* viene *integrado* en el procesador. En estos casos su velocidad es *mayor*, al no pasar por una línea de *bus*.

Al ser mucho más rápido el *caché L1*, su mayor tamaño implica *mayor velocidad de proceso*, como los Pentium MMX (32 KB de *caché L1*) o los micros K6 de AMD (64 KB de *caché L1*). La ausencia de *L2* afecta *negativamente* a las prestaciones del equipo, pero la diferencia entre 256 y 512KB es de un 5%, excepto si se usan SO como Windows NT, OS/2 o UNIX, que aprovechan mejor a las memorias intermedias.

Caché L3: algunos micros soportan un nivel de caché más (*L3*), que está localizado en la mother. El AMD K6-III soporta este tipo de *caché*. Las computadoras que posean los *tres niveles de caché* serán más rápidas.

Códigos Internacionales

Como todo chip, las memorias traen un código estándar inscripto en su cara superior. No todos los fabricantes de memorias adhieren a este estándar. Dicho código consta de las siguientes partes:

1 4	-
Código Internacional de Memoria	Unidad de medida en bit	Cantidad de posiciones de memoria	guión	Tiempo de Acceso

Código Internacional: suele utilizarse el número 14 ó el 4.

Unidad de Medida en Bits:

$$2 = 11 = 1 \text{ Bit} / \text{Nibble (4 Bit)} / 8 = 1 \text{ Byte}$$

Cantidad de posiciones de memoria:

$$256 = 256 \text{ KB} / 512 = 512 \text{ KB} / 100 \text{ o } 1000 = 1024 \text{ KB} / 200 \text{ o } 2000 = 2048 \text{ KB} / 400 \text{ o } 4000 = 4096 \text{ KB}$$

Guión: Separa el código del tiempo de acceso.

Tiempo de acceso:

$$07 \text{ o } 70 = 70 \text{ ns} / 06 \text{ o } 60 = 60 \text{ ns}$$

Ejemplos:

