

Nomenclatura

La expresión **memoria RAM** nunca se utiliza frecuentemente para referirse a los **módulos de memoria** que se usan en los computadores personales y servidores. En el sentido estricto, los módulos de memoria contienen un tipo, entre varios de memoria de acceso aleatorio, ya que las ROM, memorias Flash, caché (SRAM), los registros en procesadores y otras unidades de procesamiento también poseen la cualidad de presentar retardos de acceso iguales para cualquier posición. Los módulos de RAM son la presentación comercial de este tipo de memoria, que se compone de circuitos integrados soldados sobre un circuito impreso, en otros dispositivos como las consolas de videojuegos, esa misma memoria va soldada sobre la placa principal.

Su capacidad se mide en bytes, y dada su naturaleza siempre binaria, sus múltiplos serán representados en múltiplos binarios tales como Kilobyte, Megabyte, Gigabyte, Terabyte ... y así sucesivamente.

HISTORIA

La historia está marcada por la necesidad del volumen de datos. Originalmente, los datos eran programados por el usuario con movimientos de interruptores. Se puede decir que el movimiento de datos era bit a bit. Las necesidades apuntaron a una automatización y se crearon lo que se denomina byte de palabra. Desde una consola remota, se trasladaban los interruptores asignándoles valores de letra, que correspondían a una orden de programación al microprocesador. Así, si se deseaba programar una orden NOT con dos direcciones distintas de memoria, solo se tenía que activar el grupo de interruptores asociados a la letra N, a la letra O y a la letra T. Seguidamente, se programaban las direcciones de memoria sobre las cuales recibirían dicho operador lógico, para después procesar el resultado. Los interruptores evolucionaron asignándoles una tabla de direccionamiento de 16x16 bytes, en donde se daban 256 valores de byte posibles (la actual tabla ASCII). En dicha tabla, se traducen lo que antes costaba activar 8 interruptores por letra, a una pulsación por letra (de cara al recurso humano, un ahorro en tiempos. Una sola pulsación, predisponía 1 byte en RAM... o en otras palabras, cambiaba la posición de 8 interruptores con una sola pulsación). Se usó el formato de máquina de escribir, para representar todo el alfabeto latino, necesario para componer palabras en inglés; así como los símbolos aritméticos y lógicos que permitían la escritura de un programa directamente en memoria RAM a través de una consola o teclado.

En origen, los programadores no veían en tiempo real lo que tecleaban, teniendo que imprimir de cuando en cuando el programa residente en memoria RAM y haciendo uso del papel a la hora de ir modificando o creando un nuevo programa. Dado que el papel era lo más accesible, los programas comenzaron a imprimirse en un soporte de celulosa más resistente, creando lo que se denominó Tarjeta perforada. Así pues, los programas constaban de una o varias tarjetas perforadas, que se almacenaban en archivadores de papel con las típicas anillas de sujeción. Dichas perforaciones, eran leídas por un dispositivo de entrada, que no era muy diferente al teclado y que constaba de pulsadores

que eran activados o desactivados, dependiendo de si la tarjeta en la posición de byte, contenía una perforación o no. Cada vez que se encendía la máquina, requería de la carga del programa que iba a ejecutar.

Dado que los datos en memoria son de 0 o 1, que esas posiciones físicamente representan el estado de un conmutador, que la estimulación del conmutador evolucionó a pulsos electromagnéticos, el almacenamiento de los programas era cuestión de tiempo que su almacenamiento pasara del papel a un soporte lógico, tal como las cintas de almacenamiento. Las cintas eran secuenciales, y la composición de la cinta era de un material magnetoestático; bastaba una corriente Gauss para cambiar las polaridades del material. Dado que el material magnético puede tener polaridad norte o sur, era ideal para representar el 0 o el 1. Así, ahora, cargar un programa no era cuestión de estar atendiendo un lector de tarjetas en el cual se debían de ir metiendo de forma interminable tarjetas perforadas que apenas podían almacenar apenas unos bytes. Ahora, los dispositivos electromagnéticos secuenciales requerían la introducción de la cinta y la pulsación de una tecla para que se cargara todo el programa de inicio a fin, de forma secuencial. Los accesos aleatorios no aparecieron hasta la aparición del disco duro y el Floppy. Con estos medios, un cabezal lector se deslizaba por la superficie en movimiento, si dicho movimiento tenía como consecuencia la lectura de un valor N-N (norte-norte) no generaba corriente, tampoco si era S-S (Sur-Sur), por el contrario, si era N-S o S-N sí creaba una corriente, que era captada por el circuito que mandaba el dato a la memoria RAM.

Toda esta automatización requiso del diseño de un sistema operativo, o de un área de gestión del recurso para su automatización. Estos sistemas requerían de un área de memoria reservada, en origen de 64 Kb (Capacidades de representación de texto en monitor monocromo), para irse ampliando a 128 Kb (Monocromo con capacidades gráficas), 256 (Texto y gráficos a dos colores), 512 (Texto y gráficos a 4 colores) y los tradicionales 640 Kb (Texto y gráficos a 16 colores). Esa memoria se denominó memoria base.

Es en esta parte del tiempo, en donde se puede hablar de un área de trabajo para la mayor parte del software de un computador. La RAM continua siendo volátil por lo que posee la capacidad de perder la información una vez que se agote su fuente de energía. Existe una memoria intermedia entre el procesador y la RAM, llamada caché, pero ésta sólo es una copia (de acceso rápido) de la memoria principal (típicamente discos duros) almacenada en los módulos de RAM.¹

La denominación “de Acceso aleatorio” surgió para diferenciarlas de las memoria de acceso secuencial, debido a que en los comienzos de la computación, las memorias principales (o primarias) de las computadoras eran siempre de tipo RAM y las memorias secundarias (o masivas) eran de acceso secuencial (unidades de cinta o tarjetas perforadas). Es frecuente pues que se hable de memoria RAM para hacer referencia a la memoria principal de una computadora, pero actualmente la denominación no es precisa.

Uno de los primeros tipos de memoria RAM fue la memoria de núcleo magnético, desarrollada entre 1949 y 1952 y usada en muchos computadores hasta el desarrollo de circuitos integrados a finales de los años 60 y principios de los 70. Antes que eso, las

computadoras usaban relés y líneas de retardo de varios tipos construidas con tubos de vacío para implementar las funciones de memoria principal con o sin acceso aleatorio.

En 1969 fueron lanzadas una de las primeras memorias RAM basadas en semiconductores de silicio por parte de Intel con el integrado 3101 de 64 bits de memoria y para el siguiente año se presentó una memoria DRAM de 1 Kibibyte, referencia 1103 que se constituyó en un hito, ya que fue la primera en ser comercializada con éxito, lo que significó el principio del fin para las memorias de núcleo magnético. En comparación con los integrados de memoria DRAM actuales, la 1103 es primitiva en varios aspectos, pero tenía un desempeño mayor que la memoria de núcleos.

En 1973 se presentó una innovación que permitió otra miniaturización y se convirtió en estándar para las memorias DRAM: la multiplexación en tiempo de las direcciones de memoria. MOSTEK lanzó la referencia MK4096 de 4 Kb en un empaque de 16 pines, mientras sus competidores las fabricaban en el empaque DIP de 22 pines. El esquema de direccionamiento se convirtió en un estándar de facto debido a la gran popularidad que logró esta referencia de DRAM. Para finales de los 70 los integrados eran usados en la mayoría de computadores nuevos, se soldaban directamente a las placas base o se instalaban en zócalos, de manera que ocupaban un área extensa de circuito impreso. Con el tiempo se hizo obvio que la instalación de RAM sobre el impreso principal, impedía la miniaturización, entonces se idearon los primeros módulos de memoria como el SIPP, aprovechando las ventajas de la construcción modular. El formato SIMM fue una mejora al anterior, eliminando los pines metálicos y dejando unas áreas de cobre en uno de los bordes del impreso, muy similares a los de las tarjetas de expansión, de hecho los módulos SIPP y los primeros SIMM tienen la misma distribución de pines.

A finales de los 80 el aumento en la velocidad de los procesadores y el aumento en el ancho de banda requerido, dejaron rezagadas a las memorias DRAM con el esquema original MOSTEK, de manera que se realizaron una serie de mejoras en el direccionamiento como las siguientes:

- **FPM-RAM (Fast Page Mode RAM)**

Inspirado en técnicas como el "Burst Mode" usado en procesadores como el Intel 486, se implantó un modo de direccionamiento en el que el controlador de memoria envía una sola dirección y recibe a cambio esa y varias consecutivas sin necesidad de generar todas las direcciones. Esto supone un ahorro de tiempos ya que ciertas operaciones son repetitivas cuando se desea acceder a muchas posiciones consecutivas. Funciona como si deseáramos visitar todas las casas en una calle: después de la primera vez no sería necesario decir el número de la calle únicamente seguir la misma. *Se fabricaban con tiempos de acceso de 70 ó 60 ns y fueron muy populares en sistemas basados en el 486 y los primeros Pentium.*

- **EDO-RAM (Extended Data Output RAM)**

Lanzada en 1995 y con tiempos de accesos de 40 o 30 ns suponía una mejora sobre su antecesora la FPM. La EDO, también es capaz de enviar direcciones contiguas pero direcciona la columna que va utilizar mientras que se lee la información de la columna

anterior, dando como resultado una eliminación de estados de espera, manteniendo activo el búffer de salida hasta que comienza el próximo ciclo de lectura.

- **BEDO-RAM (Burst Extended Data Output RAM)**

Fue la evolución de la EDO RAM y competidora de la SDRAM, fue presentada en 1997. Era un tipo de memoria que usaba generadores internos de direcciones y accedía a más de una posición de memoria en cada ciclo de reloj, de manera que lograba un desempeño un 50% mejor que la EDO. Nunca salió al mercado, dado que Intel y otros fabricantes se decidieron por esquemas de memoria sincrónicos que si bien tenían mucho del direccionamiento MOSTEK, agregan funcionalidades distintas como señales de reloj.



Módulos de la memoria RAM



Los módulos de memoria RAM son tarjetas de circuito impreso que tienen soldados integrados de memoria DRAM por una o ambas caras. La implementación DRAM se basa en una topología de Circuito eléctrico que permite alcanzar densidades altas de memoria por cantidad de transistores, logrando integrados de decenas o cientos de Megabits. Además de DRAM, los módulos poseen un integrado que permiten la identificación de los mismos ante el computador por medio del protocolo de comunicación SPD.

La conexión con los demás componentes se realiza por medio de un área de pines en uno de los filos del circuito impreso, que permiten que el módulo al ser instalado en un zócalo apropiado de la placa base, tenga buen contacto eléctrico con los controladores de memoria y las fuentes de alimentación. Los primeros módulos comerciales de memoria eran SIPP de formato propietario, es decir no había un estándar entre distintas marcas. Otros módulos propietarios bastante conocidos fueron los RIMM, ideados por la empresa RAMBUS.

La necesidad de hacer intercambiable los módulos y de utilizar integrados de distintos fabricantes condujo al establecimiento de estándares de la industria como los JEDEC.

- Módulos SIMM: Formato usado en computadores antiguos. Tenían un bus de datos de 16 o 32 bits
- Módulos DIMM: Usado en computadores de escritorio. Se caracterizan por tener un bus de datos de 64 bits.
- Módulos SO-DIMM: Usado en computadores portátiles. Formato miniaturizado de DIMM.

Tecnologías de memoria

La tecnología de memoria actual usa una señal de sincronización para realizar las funciones de lectura-escritura de manera que siempre esta sincronizada con un reloj del bus de memoria, a diferencia de las antiguas memorias FPM y EDO que eran asíncronas. Hace más de una década toda la industria se decantó por las tecnologías síncronas, ya que permiten construir integrados que funcionen a una frecuencia superior a 66 MHz (A día de hoy, se han superado con creces los 1600 Mhz).



SDR SDRAM

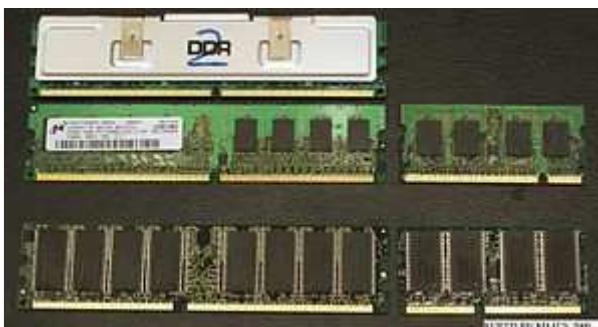
Memoria síncrona, con tiempos de acceso de entre 25 y 10 ns y que se presentan en módulos DIMM de 168 contactos. Fue utilizada en los Pentium II y en los Pentium III , así como en los AMD K6, AMD Athlon K7 y Duron. Está muy extendida la creencia de que se llama *SDRAM* a secas, y que la denominación SDR SDRAM es para diferenciarla de la memoria DDR, pero no es así, simplemente se extendió muy rápido la denominación incorrecta. El nombre correcto es *SDR SDRAM* ya que ambas (tanto la SDR como la DDR) son memorias síncronas dinámicas. Los tipos disponibles son:

- PC100: SDR SDRAM, funciona a un máx de 100 MHz.
- PC133: SDR SDRAM, funciona a un máx de 133 MHz.

DDR SDRAM

Memoria síncrona, envía los datos dos veces por cada ciclo de reloj. De este modo trabaja al doble de velocidad del bus del sistema, sin necesidad de aumentar la frecuencia de reloj. Se presenta en módulos DIMM de 184 contactos en el caso de ordenador de escritorio y en módulos de 144 contactos para los ordenadores portátiles. Los tipos disponibles son:

- PC2100 o DDR 266: funciona a un máx de 133 MHz.
- PC2700 o DDR 333: funciona a un máx de 166 MHz.
- PC3200 o DDR 400: funciona a un máx de 200 MHz.



DDR2 SDRAM



Las memorias DDR 2 son una mejora de las memorias DDR (*Double Data Rate*), que permiten que los búferes de entrada/salida trabajen al doble de la frecuencia del núcleo, permitiendo que durante cada ciclo de reloj se realicen cuatro transferencias. Se presentan en módulos DIMM de 240 contactos. Los tipos disponibles son:

- PC2-4200 o DDR2-533: funciona a un máx de 533 MHz.
- PC2-5300 o DDR2-667: funciona a un máx de 667 MHz.
- PC2-6400 o DDR2-800: funciona a un máx de 800 MHz.
- PC2-8600 o DDR2-1066: funciona a un máx de 1066 MHz.
- PC2-9000 o DDR2-1200: funciona a un máx de 1200 MH

DDR3 SDRAM

Las memorias DDR 3 son una mejora de las memorias DDR 2, proporcionan significantes mejoras en el rendimiento en niveles de bajo voltaje, lo que lleva consigo una disminución del gasto global de consumo. Los módulos DIMM DDR 3 tienen 240 pines, el mismo número que DDR 2; sin embargo, los DIMMs son físicamente incompatibles, debido a una ubicación diferente de la muesca. Los tipos disponibles son:

- PC3-8600 o DDR3-1066: funciona a un máx de 1066 MHz.
- PC3-10600 o DDR3-1333: funciona a un máx de 1333 MHz.
- PC3-12800 o DDR3-1600: funciona a un máx de 1600 MHz.
-