

Memorias

Contenido

La Jerarquía de la Memoria	2
Acceso a memoria	3
Clasificación según sus características	5
Memorias ROM	6
Memorias RAM	7
Tipos de memoria RAM.....	7
Tecnologías de fabricación.....	7
Módulos de memoria RAM. Montaje físico.	8
DIP (<i>Dual In-Line Package</i>)	8
SIP (<i>Single In-Line Package</i>).....	9
SIMM (<i>Single In line Memory Module</i>)	9
DIMM (<i>Dual In line Memory Module</i>).....	10
Dual Channel.....	15
Latencia CAS (<i>CAS Latency</i> ou CL).....	16
Detección y corrección de errores.....	16
Memoria RAM registrada	17
Analizadores da Memoria RAM.....	17
Enlaces de interés.....	18

La Jerarquía de la Memoria

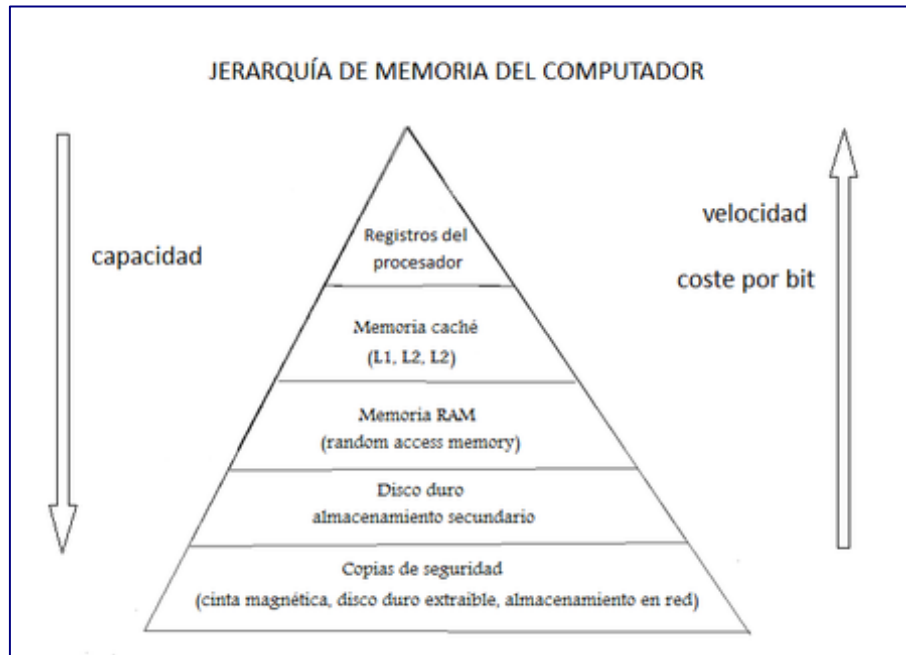


Diagrama de la jerarquía de memoria.

Se conoce como **jerarquía de memoria** a la organización piramidal de la memoria en niveles que tienen los ordenadores. Su objetivo es conseguir el rendimiento de una memoria de gran velocidad al coste de una memoria de baja velocidad, basándose en el principio de cercanía de referencias.

Los puntos básicos relacionados con la memoria pueden resumirse en:

- Cantidad
- Velocidad
- Coste

La cuestión de la cantidad es simple, cuanta más memoria haya disponible, más podrá utilizarse. La velocidad óptima para la memoria es la velocidad a la que el procesador puede trabajar, de modo que no haya tiempos de espera entre cálculo y cálculo, utilizados para traer operandos o guardar resultados. En suma, el coste de la memoria no debe ser excesivo, para que sea factible construir un equipo accesible.

Como puede esperarse los tres factores compiten entre sí, por lo que hay que encontrar un equilibrio. Las siguientes afirmaciones son válidas:

- A menor tiempo de acceso mayor coste.
- A mayor capacidad menor coste por bit.
- A mayor capacidad menor velocidad.

Se busca entonces contar con capacidad suficiente de memoria, con una velocidad que sirva para satisfacer la demanda de rendimiento y con un coste que no sea excesivo. Gracias a un principio llamado cercanía de referencias, es factible utilizar una mezcla de los distintos tipos y lograr un rendimiento cercano al de la memoria más rápida.

Los niveles que componen la jerarquía de memoria habitualmente son:

- Nivel 0: Registro (hardware)[Registros]]
- Nivel 1: Memoria caché
- Nivel 2: Memoria principal
- Nivel 3: Memorias flash
- Nivel 4: Disco duro (con el mecanismo de memoria virtual)
- Nivel 5: Cintas magnéticas Consideradas las más lentas, con mayor capacidad.
- Nivel 6: Red de computadoras[Redes (Actualmente se considera un nivel más de la jerarquía de memorias)

Acceso a memoria



Cuando el microprocesador precisa acceder a un dato este debe estar cargado en **memoria**. La búsqueda de ese dato se hace siguiendo la jerarquía de acceso a la memoria de la pirámide aquí presentada, comenzando en los Registros internos del Microprocesador y acabando en la memoria de Intercambio (*Swap*) que se encuentra en los discos duros.

A medida que se baja por la pirámide el tamaño de la memoria aumenta pero disminuye la velocidad de acceso.

Así, el sistema de memoria de los ordenadores modernos consta de varios niveles con diferentes tareas:

- La memoria de trabajo o **RAM** (Random Access Memory). Es la memoria principal del ordenador que se puede leer y escribir con rapidez. Es volátil, es decir, pierde sus datos al apagar el ordenador. El tamaño de la memoria RAM en los ordenadores actuales se mide en megabytes o gigabytes.
- La memoria **caché**. Es más rápida que la memoria RAM y se usa para acelerar la transferencia de datos. En ella se almacenan datos de la memoria principal a los que accederá el microprocesador próximamente. Justo antes de necesitar esos datos, se seleccionan y se colocan en dicha memoria. En el apartado de microprocesadores ya se vieron los tipos de cachés L1, L2 y L3.

- La memoria **CMOS**, que almacena datos de configuración física del equipo. Al ejecutar el programa Setup se pueden cambiar los datos almacenados allí.
- La **ROM** o memoria de solo lectura (Read Only Memory). Aunque es de solo lectura, sí se puede modificar una o más veces dependiendo del tipo de ROM. La BIOS de los ordenadores actuales está grabada en una ROM (EEPROM), más conocida como Flash ROM, que nos permitirá actualizarla.
- La memoria **gráfica** o de **vídeo**. Dedicada a satisfacer las necesidades de la tarjeta gráfica. Muchas tarjetas gráficas la llevan integrada, pero otras de gama baja utilizan parte de la memoria RAM para aplicaciones tales como los juegos 3D.

Algunos parámetros a tener en cuenta en la memoria son:

- La **velocidad**. Se mide en megahercios (MHz). Por ejemplo, si la velocidad de una memoria es de 800 MHz, significa que con ella se pueden realizar 800 millones de operaciones (lecturas y escrituras) en un segundo.
- El **ancho de banda** o **tasa de transferencia** de datos. Es la máxima cantidad de memoria que puede transferir por segundo. Se expresa en megabytes por segundo (Mb/s) o en gigabytes por segundo (Gb/s).
- **FSB (*Front Side Bus*)**: Este es el nombre del dato (dado en MHz) que define la velocidad con la que se comunica la memoria RAM con el microprocesador (hoy en día el ancho del FSB es de 8 Bytes).
- **Dual Channel**. Permite al procesador trabajar con dos canales independientes de forma simultánea para acceder a los datos. De esta manera se duplica el ancho de banda. Para ello, es imprescindible rellenar los bancos de memoria con de los módulos de idénticas características.
- **Tiempo de acceso**. Es el tiempo que tarda la CPU en acceder a la memoria. Se mide en nanosegundos (un nanosegundo = 10^{-9} segundos).
- **Latencia**. Es el retardo producido al acceder a los distintos componentes de la memoria RAM.
- **Latencias CAS o CL**. Indica el tiempo (en número de ciclos de reloj) que transcurre desde que el controlador de memoria envía una petición para leer una posición de memoria hasta que los datos son enviados a los pines de salida del módulo. Cuanto menor sea, más rápida será la memoria. A veces se abrevia como CL (Cas Latency).
- **ECC (Error Checking and Correction)**. Todas las memorias RAM experimentan errores debido a factores tales como fluctuaciones de energía, interferencias, componentes defectuosos, etc. Las memorias ECC son capaces de detectar y corregir alguno de estos errores.
- **Controlador de memoria**. Es un dispositivo electrónico que encarga de gestionar las peticiones de datos de la memoria realizadas por el micro u otros elementos del PC. Se sitúa dentro del chipset (northbridge), aunque algunos micros lo llevan integrado, como los de la familia Athlon 64 de AMD.

Clasificación según sus características

Atendiendo a sus características podemos clasificar las memorias del siguiente modo:

1. Volatilidad de la información

- **La memoria de tipo volátil** requiere que se le suministre constantemente energía para mantener la información almacenada. La memoria volátil más conocida es la memoria principal o primaria.
- **La memoria no volátil** retiene la información almacenada aunque que no reciba corriente constantemente. Este tipo de memoria se usa para guardar configuraciones o pequeños programas que se precise que no se pierdan aunque que no exista alimentación eléctrica. La memoria no volátil más conocida es el BIOS.
- **Memoria dinámica** es una memoria volátil que, además, requiere que periódicamente se *refresque* la información almacenada. El tiempo de refresco depende de la tecnología de la que está hecha la memoria.

2. Habilidad para acceder a la información no contigua

- **Acceso aleatorio** significa que se puede acceder a cualquier localización de la memoria en cualquier momento en el mismo intervalo de tiempo. Las *memorias* son de acceso aleatorio.
- **Acceso secuencial** significa que acceder a una unidad de información tomará un intervalo de tiempo variable, dependiendo de la unidad de información que fue leída anteriormente. El dispositivo de almacenamiento puede precisar colocar el cabezal de lectura/escritura antes de proceder. Los dispositivos de *almacenamiento masivo* (en general) son de acceso secuencial.

3. Habilidad para cambiar la información

- **Las memorias de lectura/escritura** permiten que la información se reescriba en cualquier momento. La memoria principal o primaria de los equipos es de este tipo. Aun así, las computadoras modernas también usan habitualmente memorias de lectura/escritura como memoria secundaria.
- **Las memorias de solo lectura** retienen la información almacenada en el momento de fabricarse o, simplemente, que la información se escriba sólo una vez en algún momento tras su fabricación.

Memorias ROM

Las siglas **ROM** significan Memoria de solo lectura (*Read Only Memory*). Toda memoria con el nombre acabado en **ROM** indica que es una memoria en la que no se borrarán los datos guardados en ella aunque que se quede sin fluido eléctrico.

Tenemos varios tipos de memorias ROM:

- **ROM (*Read Only Memory*):** Son memorias que traen de fábrica una serie de datos guardados en su interior. Es imposible borrar o modificar estos datos.
- **PROM (*Programable ROM*):** Son memorias que vienen vacías de fábrica pero que, gracias a un grabador especial podremos guardar en su interior los datos que deseemos ([ejemplo grabador](#)). Estos datos guardados no podrán ser borrados o modificados de ningún modo.
- **EPROM (*Erasable/Programable ROM*):** Son memorias en las que podremos guardar datos con la ayuda de un grabador de memorias pero que, para borrar esos datos y poder grabar otros deberemos emplear un borrador especial de luz ultravioleta ([ejemplo borrador](#)). Son las llamadas memorias de ventana.
- **EEPROM o *Flash EEPROM (Electrically EPROM)*:** Son el tipo de memorias que se utilizan, hoy en día, para los BIOS. Son memorias que se pueden escribir y borrar con "electricidad", no es preciso, como en el caso de las EPROM de un borrador especial. De este modo, con la memoria colocada en la placa base y con un programa especial se puede cambiar el contenido del BIOS y así actualizarla si fuera preciso.



Memoria EPROM

Las memorias *Flash EEPROM* son una forma de memorias EEPROM más avanzadas, estas permiten que múltiples posiciones de memoria sean escritas o borradas en una misma operación, frente a las anteriores EEPROM que sólo permiten escribir o borrar una única celda cada vez. Por este motivo, las memorias *flash* funcionan a velocidades muy superiores.

Memorias RAM

RAM (*Randon Access Memory* – **Memorias de Acceso Aleatorio**).

Son memorias que precisan de alimentación eléctrica continua para que los datos almacenados en su interior no se borren. El acceso a los datos almacenados es muy rápido y no varía independientemente del lugar donde se encuentren grabados (Acceso aleatorio).

Tipos de memoria RAM

Cuando ejecutamos un programa en el ordenador se pasa una copia de este desde el almacenamiento secundario, que normalmente es el disco duro, a la memoria RAM. Una vez en la memoria, las instrucciones que componen el programa pasan al procesador, para su ejecución. ¿Por qué se utiliza la memoria RAM en un ordenador? Porque puede transferir datos desde y hacia la CPU mucho más rápido que los dispositivos de almacenamiento secundario. Si no hubiese memoria RAM, todas las instrucciones y los datos se leerían de la unidad de disco, con lo que se reduciría la velocidad de proceso del ordenador.

Tecnologías de fabricación

Existen muchas tecnologías de memoria RAM, pero pueden resumirse en dos grandes grupos: Memorias RAM estáticas (**SRAM**) y dinámicas (**DRAM**). Ambas pueden escribirse y leerse repetidamente, y ambos tipos pierden su contenido cuando se apaga el sistema. Sin embargo, las dinámicas tienen la característica adicional de que deben ser "refrescadas" constantemente. Esto significa que una vez escrita en ellas la información, la pierden rápidamente por lo que debe utilizarse un sistema (de refresco) que lea el contenido y vuelva a escribirlo. Este proceso se repite constante y automáticamente durante el funcionamiento del ordenador. Por contra, las estáticas conservan su contenido indefinidamente (mientras se mantenga la alimentación de energía), por lo que solo deben ser reescritas nuevamente cuando se desee cambiar su contenido.

- **DRAM**. Este tipo de memoria es el más ampliamente utilizado en los PCs actuales. Tiene la característica de ser de fácil construcción (resulta económica) y muy compacta (muchos bits en poco espacio), aunque con el inconveniente de la necesidad de **refresco** ya comentada, además de ser comparativamente "lenta". Este último factor ha motivado la aparición de memorias caché mucho más rápidas. La velocidad de acceso de la **DRAM** es del orden de 60 ns.

Nota: Actualmente (2001) existen módulos DRAM de 256 Mbits. Lo que significa que existen chips con 256 millones de transistores; mucha más cantidad que los contenidos en un Pentium. Aunque hay que significar que la DRAM es una estructura regular y repetitiva que no puede ser comparada con la complejidad de un procesador.

La **DRAM** está constituida por conjuntos de transistor-condensador, y es el estado cargado/descargado de este condensador, el que representa los bits individuales **1** o **0**. La volatilidad se debe precisamente a que los condensadores tienden a perder la carga.

En los sistemas PC, existe un controlador especial de memoria alojado en el chipset de la placa base, que refresca el contenido de la memoria cada 15 μ s (microsegundos). Este refresco supone la ocupación de varios ciclos de la UCP. En los sistemas antiguos, este trabajo de actualización suponía una parte importante del trabajo que era capaz de desarrollar el

procesador, pero en los sistemas modernos (mucho más capaces) esta función supone apenas un 1% de la carga de trabajo de la UCP.

Los chips actuales de RAM montan la electrónica necesaria para refrescar su propio contenido, pero deben ser informados del momento adecuado mediante una señal apropiada, con objeto de que la tarea de refresco no interfiera los procesos normales de acceso del sistema. En algunas placas-base la frecuencia de refresco puede ser alterada, pero no conviene rebajarla porque se corre el riesgo de que alguno de los millones de condensadores pierda la carga. Además, una disminución del 1% del trabajo del procesador no supone desde luego una ventaja que compense el riesgo de corromper los datos.

- **SRAM.** La memoria estática mejora algunos de los inconvenientes de la dinámica pero añade otros. Este tipo de memoria está formada por conjuntos de 6 transistores por cada bit; lo que origina que mientras exista alimentación no pierde su contenido. Además es muy rápida, pero es comparativamente más voluminosa que la DRAM y mucho más cara.

En términos de velocidad, la **SRAM** tiene una velocidad de acceso comparable a la de los registros del procesador, es decir, más rápida que la DRAM. Actualmente (2001) estas memorias SRAM tienen tiempos de acceso del orden de 2 a 15 ns o menos. En cambio su empaquetamiento es menos denso. La SRAM es hasta 30 veces más grande que una DRAM equiparable, y consecuentemente más costosa.

La memoria **DDR-SDRAM** ("Double Data Rate-Synchronous DRAM"), también denominada **SDRAM II**, es una variedad de memoria RAM síncrona dinámica, que soporta transferencia de datos en ambos flancos del ciclo de reloj, por lo que dobla el rendimiento de las memorias convencionales (que solo utilizan un flanco de cada ciclo para las transferencias). Además este tipo de memoria consume menos energía, lo que la hace especialmente indicada para equipos portátiles.

Nota: La memoria **DRAM síncrona SDRAM**, es una nueva tecnología de RAM dinámica que utiliza un reloj para sincronizar la entrada y salida de señales en los chips de memoria. El reloj está sincronizado con el del sistema, de forma que el procesador y la memoria están sincronizados. Esto hace que la DRAM síncrona ahorre tiempo al ejecutar comandos y transmitir datos.

Módulos de memoria RAM. Montaje físico.

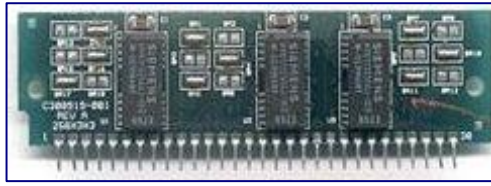
Los chips de memoria pueden ser de varias clases. En los primeros equipos eran chips **DIP** con dos filas de patillas a cada lado.



DIP (Dual In-Line Package)

Este formato era sumamente popular cuando se instalaban los chips de memoria directamente en la placa-base (directamente soldados o en zócalos).

SIP (Single In-Line Package)



Actualmente (2013) la memoria principal está constituida por un conjunto de chips montados sobre una tarjeta de circuito impreso PCB ("Printed Circuit Board"), que se inserta en zócalos especiales situados en la Placa-base y que se denomina módulo de memoria. Por lo general los zócalos no están solos, se agrupan formando bancos, que se numeran empezando por el cero; a su vez pueden existir varios bancos.

Como veremos a continuación existen varios tipos de módulos; cada uno representa un estándar de alojamiento físico de memoria en la placa-base. Este estándar define las características geométricas. El resto de características, incluyendo las eléctricas, pueden variar.

Nota: Aunque la estructura física es de bancos, la estructura eléctrica es de una matriz de filas y columnas, en cada una de cuyas posiciones hay un byte (octeto). La estructura lógica es un espacio único de direcciones numeradas, desde 0 al límite superior de la memoria existente. Cada número corresponde a la dirección lógica de un octeto.

SIMM (Single In line Memory Module)

Un módulo de memoria bastante común era el SIMM ("Single In-line Memory Module"). Este módulo aloja varios chips de DRAM, y los hay de varios tipos, de 30 y 72 contactos, y se alojan en ranuras SIMM de la placa base, adoptando una posición perpendicular a esta.

Nota: En realidad, puesto que los contactos están por ambas caras de la placa, estos módulos tienen 60 y 144 contactos respectivamente. Aunque desde un punto de vista eléctrico sean solo la mitad, porque los de ambas caras están unidos entre sí.



Los módulos SIMM de 30 contactos permiten leer y escribir 8 bits (1 byte) en paralelo, por lo que si el procesador es de 32 bits (4 bytes) y utiliza SIMM de 30 contactos, cada banco debe tener 4 módulos (esta es una configuración común en las placas que utilizan estos módulos).



Por su parte, los SIMM de 72 contactos permiten acceder a 32 bits (4 bytes) en paralelo. Si se tiene una máquina de 32 bits, por ejemplo, un Intel 80486 o el Motorola 68040, se necesita un solo SIMM de 72 contactos por banco (en cambio se necesitarían 4 módulos SIMM de 30 contactos por banco para proporcionar 32 bits de datos cada vez).

DIMM (*Dual In line Memory Module*)

Los módulos DIMM son parecidos a los SIMM, y están dotados de 168 contactos (84 por cara). La diferencia es que los contactos de ambas caras no están unidos entre sí, y forman contactos separados. Como puede fácilmente deducirse, estos módulos proporcionan acceso paralelo a 64 bits de memoria, por lo que pueden dar servicio a placas con procesadores tipo Pentium II de Intel o IBM Power PC.

Existen varios tipos:

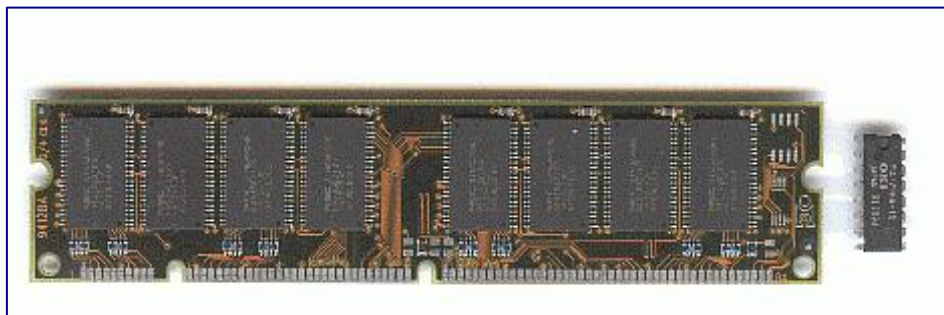
- **SDRAM (*Synchronous DRAM*):** DRAM sincrónica. Se sincroniza con el reloj del sistema para leer y escribir en modo ráfaga. Trabaja a 3,3 V.

La memoria SDRAM tiene un ancho de bus de datos de 64 bits, lo que significa que en cada hercio (Hz) (o ciclo de reloj) envía 64 bits, es decir, 8 bytes.

Calculamos los bytes que se envían por segundo a 66, 100 y 133 MHz, o sea, la tasa de transferencia de datos:

Modelo	Ancho Bus (bits)	Frecuencia Bus (MHz)	Velocidad Transferencia (MB/s)
PC66	64	66	528
PC100	64	100	800
PC133	64	133	1.064

La imagen muestra un módulo DIMM de 168 contactos separados, por 2 muescas, en 3 tramos, con 16 MB de SDRAM, junto con un antiguo chip DIL de 16 contactos con 2 KB de DRAM.



- **RDRAM, RIMM ou RAMBUS:** Prácticamente obsoleta. Se disminuye el ancho del bus y se aumentaba mucho la frecuencia de trabajo.

Modelo	Ancho Bus (bits)	Frecuencia Bus (MHz)	Velocidad Transferencia (MB/s)
PC1066	16	533	1.066

El aspecto exterior del módulo RAMBUS es el que vemos en la siguiente imagen, se tratan de 184 contactos separados por 2 muescas, en 2 tramos:



Aunque los perfeccionamientos tecnológicos han permitido disminuir el consumo, la disminución paralela de su tamaño y el incremento de su velocidad de funcionamiento, han propiciado la aparición de problemas de calentamiento en los módulos de memoria. Algo que no ocurría en los primeros modelos, donde la superficie específica de las mismas (cm^2/bit) era alta. Como consecuencia, de un tiempo a esta parte (2004), se han introducido elementos de refrigeración en los módulos DIMM que aparecen como una superficie metálica que cubre ambos laterales. Aunque algunos tipos de memoria solo montan chips en una de sus caras, la lámina metálica, que está en contacto con los chips, se prolonga hasta la cara opuesta. Su misión es aumentar la superficie de refrigeración y ayudar a disipar el calor producido.

- **DDR-SDRAM (Double Data Rate – SDRAM):** Se envían el doble de datos que con una memoria SDRAM normal que trabaje a la misma frecuencia, pues se aprovecha en cada ciclo el flanco de subida y el de bajada. Trabaja a 2,5 voltios.

Modelo	Ancho Bus (bits)	Frecuencia Bus (MHz)	Velocidad Transferencia (MB/s)
DDR200 ou PC1600	64	100	1.600
DDR266 ou PC2100	64	133	2.100
DDR333 ou PC2700	64	166	2.700
DDR400 ou PC3200	64	200	3.200
DDR500 ou PC4000	64	250	4.000

El aspecto exterior del módulo DDR-SDRAM es el que vemos en la siguiente imagen, se trata de 184 contactos separados por 1 muesca en 2 tramos



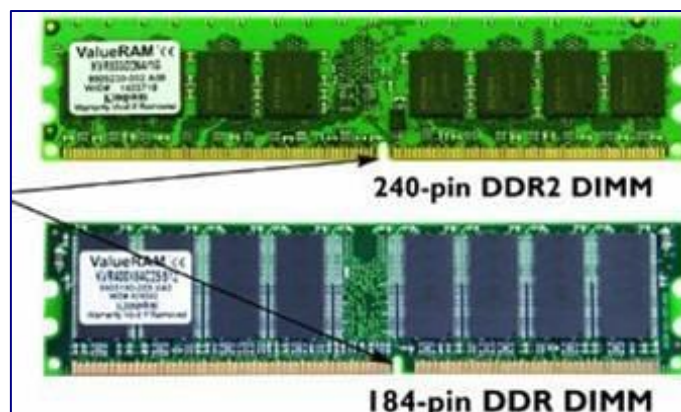
- **DDR2:** Memoria más vendida en el 2.007. Trabaja a 1,8 voltios por lo que reduce el consumo a un 50% con respecto a una DDR trabajando a la misma velocidad. Además ofrece una **latencia CAS** de valores: 3, 4, 5 e 6.

Modelo	Ancho Bus (bits)	Frecuencia Bus (MHz)	Velocidad Transferencia (MB/s)
DDR2-400 ou PC2-3200	64	200	3.200
DDR2-533 ou PC2-4200	64	266	4.200
DDR2-667 ou PC2-5300	64	333	5.300
DDR2-800 ou PC2-6400	64	400	6.400
DDR2-1000 ou PC2-8000	64	500	8.000
DDR2-1066 ou PC2-8500	64	533	8.500
DDR2-1150 ou PC2-9200	64	575	9.200
DDR2-1200 ou PC2-9600	64	600	9.600

El aspecto exterior del módulo DDR2 es el que vemos en la siguiente imagen. Se trata de un módulo de 240 contactos separados por 1 muescas en 2 tramos:



Aunque parezcan casi idénticos, los módulos DDR son físicamente distintos a los DDR2:



- **DDR3:** Memoria que se comienza a comercializar en 2.007. Trabaja a 1,5 voltios por lo que reduce el consumo un 30% con respecto a una DDR2 trabajando a la misma velocidad.

Modelo	Ancho Bus (bits)	Frecuencia Bus (MHz)	Velocidad Transferencia (MB/s)
DDR3-1066 ou PC3-8500	64	533	8.500
DDR3-1333 ou PC3-10600	64	666	10.600
DDR3-1600 ou PC3-12800	64	800	12.800
DDR3-1800 ou PC3-14400	64	900	14.400
DDR3-1866 ou PC3-15000	64	933	15.000
DDR3-2000 ou PC3-16000	64	1000	16.000

El aspecto exterior del módulo DDR3 es el que vemos en la siguiente imagen, se trata de 240 contactos separados, por 1 muesca, en 2 tramos. Non es compatible con los DDR2 pues la muesca está desplazada.

- [Part Number Kingston HyperX \(Actual\)](#)

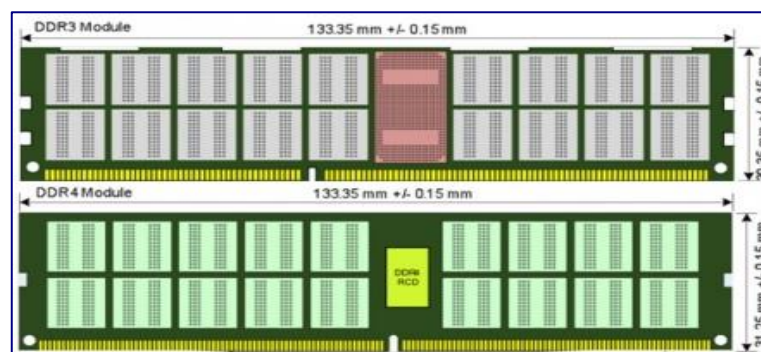


• DDR4

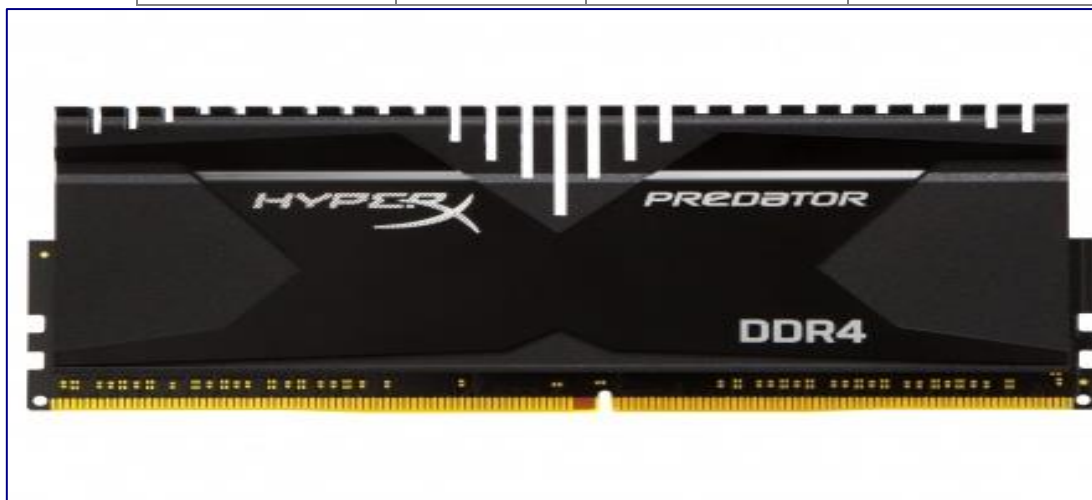
Memoria que comienza a comercializarse en el año 2.014.

Trabaja a 1,2 Voltios.

Y sigue con un I/O de 64 bits.



Modelo	Ancho Bus (bits)	Frecuencia Bus (MHz)	Velocidad Transferencia (MB/s)
DDR4-2133 o PC4-17000	64	1066	17.056
DDR4-2400 o PC4-19200	64	1200	19.200
DDR4-2666 o PC4-21300	64	1333	21.328
DDR4-2800 o PC4-22400	64	1400	22.400
DDR4-3000 o PC4-24000	64	1500	24.000



- [Llega la DDR4](#)
- [DDR4](#)

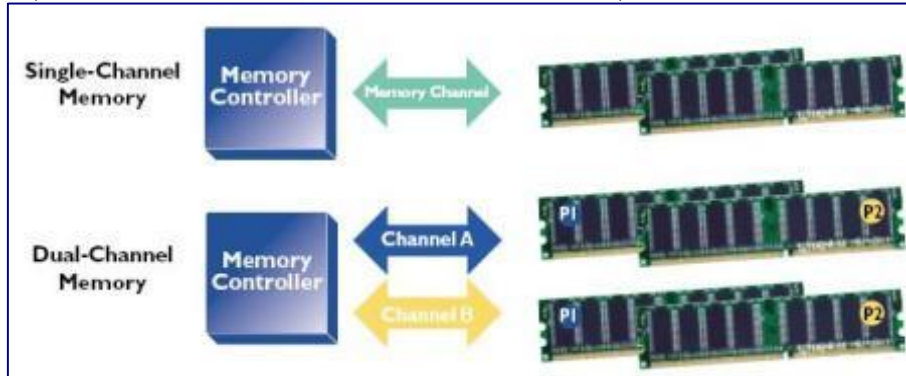
- **SO-DIMM:** Las memorias [SO-DIMM](#) (Small Outline DIMM) consisten en una versión compacta de los módulos DIMM convencionales, contando con 144 contactos y con un tamaño de aproximadamente la mitad de un módulo SIMM. Dado su tamaño tan compacto, estos módulos de memoria suelen emplearse en laptops, PDAs, notebooks, impresoras de tamaño reducido y en equipos de sobremesa y terminales ultracompactos (basados en placas base Mini-ITX).



Dual Channel

Dual Channel es una tecnología que permite el incremento del rendimiento gracias al acceso simultáneo a dos módulos de memoria. La velocidad de acceso a los datos almacenados en la memoria dobla su valor.

Para que el PC funcione en Dual Channel, deben ser idénticos los dos módulos de memoria DDR, DDR2 o DDR3 (idénticos en frecuencia, latencias e fabricante).



Veamos unos ejemplos:

Tipo	Ancho Bus (bits)	PC133	DDR266	DDR333	DDR400
Single-Channel	64	1,1 GB/s	2,1 GB/s	2,7 GB/s	3,2 GB/s
Dual-Channel	128		4,2 GB/s	5,4 GB/s	6,4 GB/s

Latencia CAS (CAS Latency ou CL)

La disposición eléctrica de los bits que componen la memoria es en agrupaciones de 8 (octetos) y en una disposición de matriz de filas y columnas. Esta disposición se conoce como paginación, y hace que el ciclo de lectura/escritura se desglose en dos partes: el tiempo de acceder a la fila/columna donde está la posición de memoria, denominado **latencia** (o estado de espera), y el tiempo de transferencia de datos propiamente dicho. Por ejemplo, de los 60 ns necesarios para el acceso a una RAM típica, aproximadamente 25 ns se consumen en el acceso (latencia), y 35 en la transferencia de datos.

Es corriente que el tiempo de latencia se especifique en términos de ciclos del sistema. Por ejemplo, una latencia 5 en una placa que corre a 66 MHz significa $5 \cdot 1/66 \cdot 10^{-6} = 75 \cdot 10^{-9} \text{ s} = 75 \text{ ns}$.

La latencia CAS viene a indicar, de un modo simple, el número de ciclos de reloj desde que se realiza la demanda de datos hasta que estos se ponen a disposición del bus de memoria. Cuanto más reducida sea a latencia, más rápido será el módulo con respecto a otro que trabaje a la misma frecuencia. Veamos un par de ejemplos:

- Módulo DDR2-1066 con CL5:

- 1.- La frecuencia de trabajo del módulo DDR2-1066 MHz es de $1066/2 = 533 \text{ MHz}$
- 2.- Tiempo de cada ciclo: $T = (533 \cdot 10^6)^{-1} \text{ segundos} = 1,876 \cdot 10^{-9} \text{ s} = 1,876 \text{ ns}$
- 2.- Latencia CAS = $T \cdot \text{CL} = 1,876 \cdot 5 = 9,38 \text{ ns}$

- Módulo DDR3-1800 con CL8:

- 1.- La frecuencia de trabajo del módulo DDR3-1800 es de $1800/2 = 900 \text{ MHz}$
- 2.- Tiempo de cada ciclo: $T = (900 \cdot 10^6)^{-1} \text{ segundos} = 1,111 \cdot 10^{-9} \text{ s} = 1,111 \text{ ns}$
- 3.- Latencia CAS = $T \cdot \text{CL} = 1,111 \cdot 8 = 8,89 \text{ ns}$

Detección y corrección de errores

Existen dos clases de errores en los sistemas de memoria:

- Las fallas (Hard fails) que son daños en el hardware son relativamente fáciles de detectar (en algunas condiciones el diagnóstico es equivocado).
- Y los errores (soft errors) provocados por causas fortuitas son resultado de eventos aleatorios, son más difíciles de hallar. Se aplican técnicas de corrección y detección de errores basadas en diferentes estrategias:
 - La técnica del [bit de paridad](#) consiste en guardar un bit adicional por cada byte de datos y en la lectura se comprueba si el número de unos es par (paridad par) o impar (paridad impar), detectándose así el error.
 - Una técnica mejor es la que usa [ECC](#), que permite detectar errores de 1 a 4 bits y corregir errores que afecten a un sólo bit. Esta técnica se usa sólo en sistemas que requieren alta fiabilidad.

Por lo general los sistemas con cualquier tipo de protección contra errores tiene un costo más alto, y sufren de pequeñas penalizaciones en desempeño, con respecto a los sistemas sin protección. Para tener un sistema con ECC o paridad, el chipset y las memorias deben tener soporte para esas tecnologías. La mayoría de placas base no poseen dicho soporte.

Chipkill: Este término indica un costoso proceso para detectar y corregir errores de más de un 1 bit en memorias ECC. Este proceso permite detectar errores de memoria y inhabilitar de un modo selectivo las partes problemáticas de la memoria. Esta tecnología no está disponible para PCs de sobremesa ya que no es realmente necesaria.

Para los fallos de memoria se pueden utilizar herramientas de software especializadas que realizan pruebas sobre los módulos de memoria RAM. Entre estos programas uno de los más conocidos es la aplicación [Memtest86+](#) que detecta fallos de memoria.

Memoria RAM registrada

Es un tipo de módulo usado frecuentemente en servidores con varios procesadores (procesamiento asimétrico), posee circuitos integrados que se encargan de repetir las señales de control y direcciones: las señales de reloj son reconstruidas con ayuda del PLL que está ubicado en el módulo mismo. Las señales de datos se conectan de la misma forma que en los módulos no registrados: de manera directa entre los integrados de memoria y el controlador.



Se observa un pequeño chip central utilizado en la RAM registrada

Los sistemas con memoria registrada permiten conectar más módulos de memoria y de una capacidad más alta, sin que haya perturbaciones en las señales del controlador de memoria, permitiendo el manejo de grandes cantidades de memoria RAM.

Entre las desventajas de los sistemas de memoria registrada están el hecho de que se agrega un ciclo de retardo para cada solicitud de acceso a una posición no consecutiva y un precio más alto que los módulos no registrados. La memoria registrada es incompatible con los controladores de memoria que no soportan el modo registrado, a pesar de que se pueden instalar físicamente en el zócalo. Se pueden reconocer visualmente porque tienen un integrado mediano, cerca del centro geométrico del circuito impreso, además de que estos módulos suelen ser algo más altos.

Analizadores da Memoria RAM

Se un módulo de memoria RAM do noso equipo está avariado, o mais normal é que a placa base avise cunha serie de pitidos característicos cando o equipo se encende. Así e todo hai veces que, aínda que un módulo teña certas celas de memoria avariadas, o BIOS non as detecta e, polo tanto, o equipo encende con normalidade. Este tipo de avarías son difíciles de detectar pois son do tipo:

- Estamos instalando SO ou un programa e o equipo se queda no intento.
- Traballando normalmente o equipo se queda colgado ou nos aparece o famoso "pantallazo azul" no caso dun SO Windows.

Estes síntomas poden ser devidos a moitas avarías distintas: Faios nos módulos de memoria, na placa, no micro, o equipo quéntase, o lector de DVDs está mal, o CD está raiado, o disco duro está avariado,... Entre todas estas posibilidades tamén está unha avaría nos módulos da Memoria RAM, así que é fundamental ter o xeito de comprobar que estes compoñentes se atopen en bo estado. Existen moitos programas, tanto gratuítos como de pago, que permiten analizar a integridade da memoria RAM, algúns deles: [memtest](#), [simmtester](#),...

Enlaces de interés

- La [RAM](#) en la Wikipedia.
- En [Memoryx](#) puedes encontrar el modelo de memoria RAM que tiene tu equipo o periférico.
- Otra tienda *online* de memoria RAM, que detectará cual e el tipo de memoria del equipo desde el que navegas y hará, automáticamente, un presupuesto para a su ampliación, es [Crucial](#).