

Sistemas Informáticos. Memoria

Definición

La memoria es una gigantesca matriz llena de unos y ceros, donde es posible localizar cada posición, indicando su número de columna y fila. Se dice que tiene un “acceso aleatorio” ya que podemos acceder a cualquier ubicación de esta matriz, si conocemos la fila y la columna correspondiente.

- Permiten almacenar y recuperar la información.
- En ella se almacenan los datos que se están utilizando en el momento actual.
- Esta memoria está basada en semiconductores.
- Puede ser leída y escrita por el microprocesador y otros dispositivos hardware.
- El acceso a las posiciones de almacenamiento se puede realizar en cualquier orden.
- Los chips de memoria son pequeños rectángulos negros que suelen ir soldados en grupos a unas plaquitas con "pines" o contactos.

Sistemas Informáticos. Memoria

La RAM

Durante el encendido de la computadora, la rutina **POST** verifica que los módulos de RAM estén conectados de manera correcta.

En el caso que no existan o no se detecten los módulos, la placa emite una serie de **sonidos** que indican la ausencia de memoria principal.

Terminado ese proceso, la **BIOS** puede realizar un **test** básico sobre la memoria RAM indicando fallos mayores en la misma.

Cada posición de memoria puede almacenar 1 byte.

Cada posición de memoria se identifica mediante una dirección.

La cantidad de bytes de memoria a la que podemos acceder viene determinada por el tamaño del bus de direcciones del microprocesador.

Sistemas Informáticos. Memoria

Bus de memoria

Bus de memoria **FSB** o HiperTransport.

Su velocidad está condicionada por el microprocesador.

Se divide en

- Bus de **direcciones**: encargado de llevar las direcciones de memoria.
- Bus de **datos**: encargado de transmitir los datos en sí mismos.

El bus de direcciones está formado por líneas de 1bit cada una, por las que viajan en paralelo las direcciones de las celdas de memoria. Si el bus de direcciones es de:

- **32** bits , entonces podrá direccionar $2^{32} = \mathbf{4GB}$ de RAM
- **64** bits , entonces podrá direccionar $2^{64} = \mathbf{16777216 TB}$ de RAM

Sistemas Informáticos. Memoria

Composición de una memoria

Una memoria puede ser diseñada utilizando diferentes componentes como

- **Biestables**

Es el circuito secuencial más pequeño, capaz de almacenar un bit mientras exista corriente. Los biestables están compuestos por puertas lógicas cuyo valor depende además de los valores de sus entradas, del valor anterior del dispositivo.

- **Condensadores y transistores MOS**

Se consiguen memorias más pequeñas y más baratas, pero necesitan “refrescarse” para mantener la información almacenada, ya que el condensador pierde la carga .

Controlador de memoria

Es un **dispositivo electrónico** encargado de gestionar las peticiones de datos realizadas por el microprocesador y otros elementos del PC autorizados para ello como los que utilizan **DMA** (mecanismo que permite a ciertos dispositivos de I/O acceder a la memoria del sistema independientemente de la CPU, discos, tarjetas gráficas, de sonido,...).

Históricamente estaba en el **chipset**, concretamente en el **northbridge**, actualmente existe una tendencia a integrarlo dentro del microprocesador, lo que permite una mayor velocidad de acceso a la RAM.

Sistemas Informáticos. Memoria

Organización física de la memoria

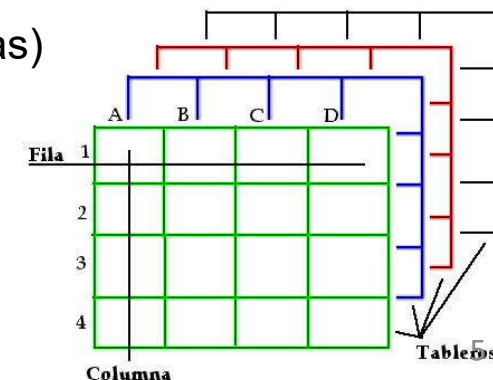
La organización física de memoria queda jerarquizada de la siguiente manera:

Celda - Matriz - Banco - Circuito integrado - Módulo

- Las celdas se organizan en filas (**Páginas**) y columnas que forman una **matriz**.
- Varias matrices forman un **banco**.
- Cuando se direcciona una fila, se dice que se ha abierto una página

Las señales (patillas) que tendrá el chip son:

- **RAS** (RowAccessStrobe): Indica que la dirección presente en el bus se refiere a una fila.
- **CAS** (ColumnAccessStrobe): Indica que la dirección presente en el bus se refiere a una columna.
- **W** (Write): Indica que la operación a realizar es de escritura.
- **OE** (Output Enable): Habilitación de la salida, es decir operación de lectura.
- **A0-A9**: Bus de direcciones de 10 bits (1024 filas ó columnas)
- **D0-D3**: Bus de datos de 4 bits (1 bit por cada matriz).



Sistemas Informáticos. Memoria

Características de las memorias

Ciclo de reloj o velocidad del bus

Esta característica tiene sentido en memorias síncronas SDRAM, que realizan las funciones de R/W en función de los ciclos de reloj del microprocesador.



Un ciclo de reloj, marca la pauta para realizar una operación, cuanto menor sea el ciclo de reloj, mayor será la velocidad de memoria. La velocidad del reloj se mide en **MHz**.

Velocidad efectiva

Existen memorias que utilizan todo el ciclo de reloj para una operación de R/W, y otras que utilizan solo uno de los flancos (subida/bajada), si una memoria aprovecha los dos flancos, su velocidad de verá multiplicada por dos, denominándose **velocidad efectiva o MHz efectivos**.

Ancho de banda o BUS

Cantidad de información transferida entre la RAM y la CPU por unidad de tiempo, se expresa en **MB/s** o GB/s.

Capacidad

Cantidad de información que se puede almacenar. Se mide en **Bits** o múltiplos de bits.

Voltaje

Todo módulo necesita un voltaje para poder funcionar, cuanto mayor sea este, mayor consumo y más calor, sin embargo, mejor será el rendimiento.

Tiempo de acceso

Tiempo que pasa desde que el micro da una orden de lectura/escritura hasta que el dato queda disponible en el bus de datos. Se mide en **MB/segundos**, (**ns**). Es un parámetro poco usado

Latencia CAS

Tiempo que tarda la memoria RAM en situarse en una determinada celda para leer o escribir su contenido.

Sistemas Informáticos. Memoria

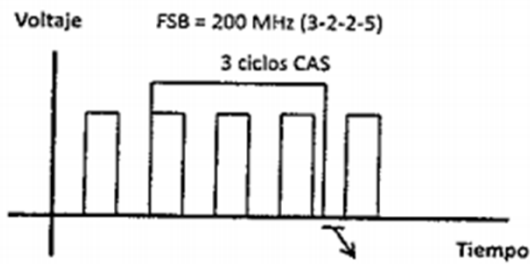
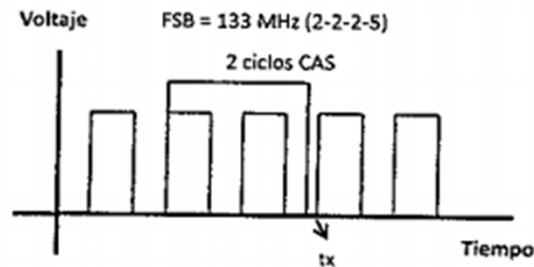
Latencia CAS

Operaciones a realizar en un acceso a memoria

- Activar el tablero en el que está la celda a acceder → latencia **ACTIVE**
- Dirección de la fila del tablero active → latencia **RAS**
- Dirección de la Columna del tablero active → latencia **CAS**
- Además, existe una cuarta latencia para la desactivación del tablero activo → latencia **PRECHARGE**

¿Por qué las latencias son valores a tener en cuenta?

Ej: tenemos dos memorias con diferentes velocidades, una de ellas a 133MHz y la otra a 200MHz, y latencias respectivas de 2-2-2-5 y 3-2-2-5



La memoria d 133MHz, al ser más lenta los ciclos son más anchos

$$1 \text{ Hz} = 1/\text{Tiempo}$$

$$133\text{MHz} = 1/133.000.000 = 7,5 \cdot 10^{-9} = \mathbf{7,5ns}$$

$$200\text{MHz} = 1/200.000.000 = 5 \cdot 10^{-9} = \mathbf{5ns}$$

Tiempo necesario para realizar una operación que dura un ciclo, o mejor dicho “el tiempo que tarda un ciclo”.

Sistemas Informáticos. Memoria

Latencia CAS

Supongamos que queremos acceder a la primera celda, de la primera fila del primer tablero, ¿qué tiempo tardaremos en el acceso?

Memoria de 133MHz, latencias 2-2-2-5

$$(7,5ns * 2) + (7,5ns * 2) + (7,5ns * 2) + (7,5ns * 5) = \mathbf{82,5ns}$$

Memoria de 200MHz, latencias 3-2-2-5

$$(5ns * 3) + (5ns * 2) + (5ns * 2) + (5ns * 5) = \mathbf{60ns}$$

Ahora, en lugar de acceder a la primera celda queremos R/W el último dato de la primera fila y supongamos tableros de 100 filas y 100 columnas, ¿qué tiempo tardaremos en el acceso?

Memoria de 133MHz, latencias 2-2-2-5

$$[100 * (7,5ns * 2)] + (7,5ns * 2) + (7,5ns * 2) + (7,5ns * 5) = \mathbf{1567,5ns}$$

Memoria de 200MHz, latencias 3-2-2-5

$$[100 * (5ns * 3)] + (5ns * 2) + (5ns * 2) + (5ns * 5) = \mathbf{1545,5ns}$$

¿Y si en lugar de 3 ciclos de latencia hubieran sido 4 en la memoria de 200MHz?

Memoria de 133MHz, latencias 2-2-2-5

$$[100 * (7,5ns * 2)] + (7,5ns * 2) + (7,5ns * 2) + (7,5ns * 5) = \mathbf{1567,5ns}$$

Memoria de 200MHz, latencias 4-2-2-5

$$[100 * (5ns * 4)] + (5ns * 2) + (5ns * 2) + (5ns * 5) = \mathbf{2045ns}$$

Sistemas Informáticos. Memoria

Clasificación de las memorias

- **Según el tiempo de permanencia** de la información en ellas
 - Volátil
 - Con refresco
 - Permanente
 - Permanente de solo lectura (ROM)
- **Según la forma de acceso**
 - Aleatorias (RAM)
 - Memorias activas → los tiempos de R/W son del mismo orden.
 - Lectura/escritura no simultánea
 - Lectura/escritura simultánea
 - Acceso múltiple (R/W, simultáneo y sobre varias posiciones a la vez)
 - Memorias pasivas → los tiempos de R/W difieren mucho ($T_{\text{escritura}}$ ++).
 - Totalmente pasivas (ROM). Se escriben en su fabricación.
 - Pasivas programables (PROM). Se pueden R/W, pero un número limitado de veces.
 - Pasivas reprogramables (RPRROM). Igual que las PROM, pero un número ilimitado de veces.
 - **Acceso serie o secuencial.**

Sistemas Informáticos. Memoria

Jerarquía de memorias

Las memorias se pueden clasificar siguiendo una jerarquía de capacidades crecientes y velocidades decrecientes.

Registros:

Son internos a la CPU, de baja capacidad y acceso rápido. Capacidad: bytes.

Caché:

Memoria de pequeña capacidad y muy alta velocidad dedicada a que el procesador pueda trabajar a la máxima velocidad sin necesidad de pedir información constantemente a la memoria principal. Su contenido es copia de una parte de la memoria principal. Capacidad: Kilobytes.

Memoria principal (o interna):

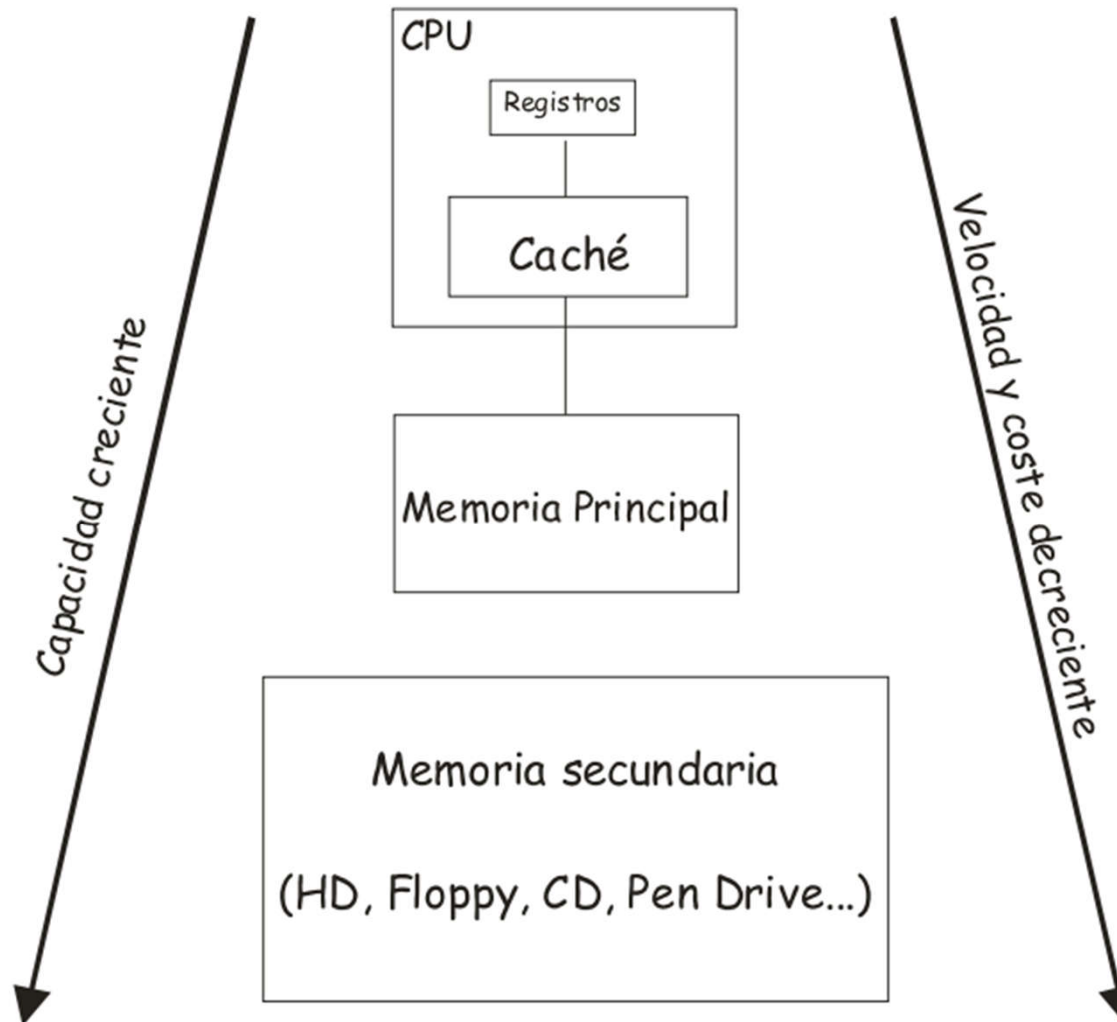
Formada por la asociación de chips de RAM y ROM, según la capacidad de almacenamiento requerida por el sistema. Capacidad: Megabytes o pocos Gigabytes.

Memoria secundaria (o periférica):

Almacenamiento auxiliar en dispositivos periféricos, de elevada capacidad y baja velocidad de acceso (millones de veces inferior a la de la primaria). No son imprescindibles como la principal.

Sistemas Informáticos. Memoria

Jerarquía de memorias



Sistemas Informáticos. Memoria

Tipos de memoria según la tecnología de fabricación.

– RAM estática (SRAM)

Cada celda de memoria utiliza un circuito eléctrico llamado biestable (flip-flop), que puede almacenar dos estados.

Un circuito biestable está formado por entre cuatro y seis dispositivos electrónicos de estado sólido, conocidos como transistores, que controlan el flujo de electricidad.

La principal característica de la RAM estática es **que nunca necesita ser actualizada**, por lo que los datos permanecen en sus celdas de memoria hasta que se sobrescriben o se extraen.

– RAM dinámica (DRAM)

Cada celda de memoria utiliza un solo transistor y un condensador.

La presencia o ausencia de una carga en el condensador determina si la celda de memoria contiene un dígito binario 1 o un dígito 0.

Las celdas de memoria RAM dinámica se descargan cada pocas milésimas de segundo, o milisegundos, por lo que deben ser leídas y actualizadas varias veces si sus contenidos se van a mantener por mucho tiempo.

Sistemas Informáticos. Memoria

Comparación estáticas y dinámicas.

RAM estática	RAM dinámica
Es mucho más rápida que la RAM dinámica. Mejores tiempos de acceso.	Es más lenta que la RAM estática.
Se utiliza comúnmente para los búferes de alta velocidad, cachés y registros	La memoria principal de un ordenador es normalmente RAM dinámica.
Una celda, es un flip-flop que contiene varios transistores. Ocupa más espacio en un chip de memoria.	Una celda de memoria RAM dinámica se compone de un solo transistor y un condensador.
La información que contienen no necesita ser actualizada.	La información que contienen necesita ser actualizada.
Más cara.	Es más económica.
Ambas mantienen la información hasta el momento en que apagamos el equipo La diferencia radica en que en la dinámica el modo de lectura es destructivo, por lo que necesita refrescar los datos de forma periódica, si no, los pierde.	

Sistemas Informáticos. Memoria

Tipos de RAM

Atendiendo a la tecnología de fabricación, y siguiendo su evolución podemos encontrar o han existido las siguientes:

- SRAM
 - Sync SRAM
 - PB SRAM
- DRAM
 - FPM
 - EDO
 - SDRAM
 - DDR SDRAM
 - DDR2 SDRAM, DDR-II o DDR-2
 - DDR3 SDRAM. DDR-III o DDR-3
 - DDR4 SDRAM
 - XDR DRAM y XDR2

Sistemas Informáticos. Memoria

Tipos de RAM

Las dos formas principales de RAM moderna son:

1. **SRAM** (*Static Random Access Memory*), RAM estática, memoria estática de acceso aleatorio.
 - volátiles.
 - no volátiles:
 - **NVRAM** (*non-volatile random access memory*), memoria de acceso aleatorio no volátil
 - **MRAM** (*magnetoresistive random-access memory*), memoria de acceso aleatorio magnetorresistiva o magnética
2. **DRAM** (*Dynamic Random Access Memory*), RAM dinámica, memoria dinámica de acceso aleatorio.
 1. **DRAM Asincrónica** (*Asynchronous Dynamic Random Access Memory*, memoria de acceso aleatorio dinámica asincrónica)
 - **FPM RAM** (*Fast Page Mode RAM*)
 - **EDO RAM** (*Extended Data Output RAM*)
 2. **SDRAM** (*Synchronous Dynamic Random-Access Memory*, memoria de acceso aleatorio dinámica sincrónica)
 - Rambus:
 - **RDRAM** (*Rambus Dynamic Random Access Memory*)
 - **XDR DRAM** (*eXtreme Data Rate Dynamic Random Access Memory*)
 - **XDR2 DRAM** (*eXtreme Data Rate two Dynamic Random Access Memory*)
 - **SDR SDRAM** (*Single Data Rate Synchronous Dynamic Random-Access Memory*, SDRAM de tasa de datos simple)
 - **DDR SDRAM** (*Double Data Rate Synchronous Dynamic Random-Access Memory*, SDRAM de tasa de datos doble)
 - **DDR2 SDRAM** (*Double Data Rate type two SDRAM*, SDRAM de tasa de datos doble de tipo dos)
 - **DDR3 SDRAM** (*Double Data Rate type three SDRAM*, SDRAM de tasa de datos doble de tipo tres)
 - **DDR4 SDRAM** (*Double Data Rate type four SDRAM*, SDRAM de tasa de datos doble de tipo cuatro)

Sistemas Informáticos. Memoria

Single CHANNEL

Single Channel: se refiere a la utilización de una única señal a un ancho de banda y frecuencia determinada.

Para las memorias DDR4 resulta ser una de las tecnologías más sencillas, funcionando mejor en ordenadores portátiles o mini PCS, en comparación con otras tecnologías que se pueden emplear en ordenadores y dispositivos de mayor capacidad.

Esta trabaja tradicionalmente con los 64 bits a diferencia del Dual y Quad Channel.

Sistemas Informáticos. Memoria

DUAL CHANNEL

Permite el **incremento del rendimiento** gracias al **acceso simultáneo a dos módulos distintos** de memoria (haciéndolo a bloques de 128 bits, en lugar de los 64 bits tradicionales desde el inicio de la era Pentium en 1993). Esto se consigue mediante un segundo controlador de memoria en el puente norte (northbridge) del chipset¹ o conjunto de chips.

Las mejoras de rendimiento son particularmente perceptibles cuando se trabaja con controladores de vídeo integradas en la placa base ya que éstas, al no contar con memoria propia, usan la memoria RAM o memoria principal del sistema y, gracias al doble canal, pueden acceder a un módulo mientras el sistema accede al otro.

Para poder utilizar dual channel:

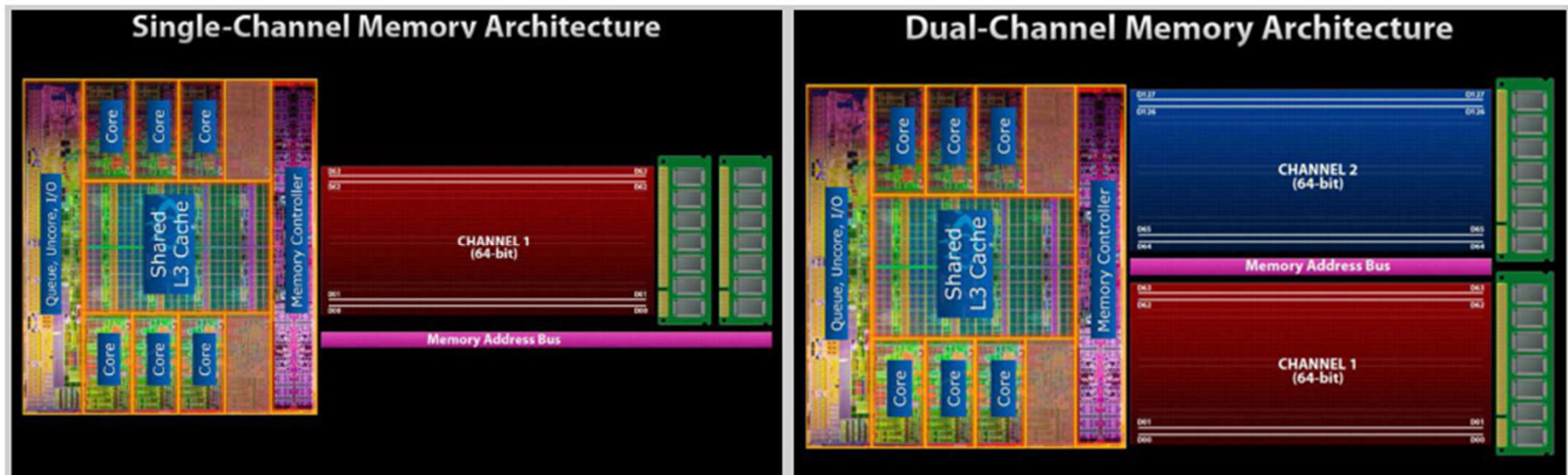
- Se deben tener **dos módulos** de memoria de la **misma** capacidad, velocidad y tipo DDR, DDR2, DDR3 o DDR4 (ya que no es posible usarlo en SDR) en los zócalos correspondientes de la placa base.
- El chipset de la placa base debe soportar dicha tecnología.
- Es recomendable que los módulos de memoria sean idénticos (mismas frecuencia, latencias y fabricante).
- Actualmente, es posible utilizar esta tecnología en memorias DDR, DDR2, DDR3 y DDR4 cuyas velocidades estén comprendidas en el rango de los 133 y 2133 MHz reales, o entre 7.5 y 1.4 ns.
- En la actualidad el doble canal comienza a ser desplazado en la gama alta por el uso de canales triples y cuádruples con el advenimiento de la memoria DDR4 así como la arquitectura de los procesadores Core i7 de Intel y los FX de AMD

Sistemas Informáticos. Memoria

Definición

DDR4 SDRAM, Double Data Rate type 4 Synchronous Dynamic Random-Access Memory, lo que traducido significa transmisión doble datos de cuarta generación. Esta es un tipo de memoria de ordenadores de acceso arbitrario.

estándar desarrollado principalmente por la compañía **Samsung** para su utilización con nuevas tecnologías



Sistemas Informáticos. Memoria

Módulos

Un **módulo** de memoria es un circuito impreso rectangular al que se sueldan los diferentes chips de memoria.

Se conecta a la placa base a través de una ranura llamada **banco de memoria** o **ranura de memoria**.

Básicamente existen **tres tipos** de módulos:

- **SIMM** (Single In-Line Memory Module)
- **DIMM** (Double In-Line Memory Module)
- **RIMM** (Rambus In-Line Memory Module)

Poseen una muesca significativa que hacen que solo se pueda colocar de un modo concreto en el banco correspondiente.

En ordenadores portátiles, estos módulos son de tamaño más pequeño. Distinguiéndose los siguientes tipos:

- **SO-DIMM**
- **SI-RIMM**
- **Micro DIMM** o **MDIMM**

También existen otros módulos llamados **Registered** o **Buffered**, que incluyen chips adicionales, registros o buffers para evitar pérdidas de estabilidad o rendimiento en el sistema. Se suelen usar en servidores, son más caros, y no todas las placas los soportan.

Sistemas Informáticos. Memoria

No

Estructura de la memoria

Desde un principio, e independientemente del sistema operativo, la memoria se ha estructurado en varios niveles.

- 1 **Memoria convencional.** De 0 a 640 Kb.
- 2 **Memoria superior.** De 641 Kb hasta 1024 Kb (1 Mb).
- 3 **Memoria extendida.** De 1 025 Kb hasta el límite de la placa base del equipo.

Los fabricantes de ordenadores han dividido desde un principio la estructura en esas tres partes fundamentales, que son gestionadas de forma diferente por cada sistema operativo. Así, por ejemplo, MS-DOS gestiona la memoria dividiéndola realmente en estas tres capas. Windows 9X, XP, Vista 2003 Server, 2008 Server, UNIX o Linux gestionan la memoria de forma diferente, olvidándose casi por completo de esta estructura. Ya veremos qué gestión se hace de la memoria en cada uno de los sistemas operativos.

En cualquier caso, esta cuestión es fundamental, pues una cosa es el modo en que los ordenadores reconocen la memoria después de ser fabricados (tres capas) y otra muy distinta el modo en que el sistema operativo gestiona las diferentes capas de la RAM.

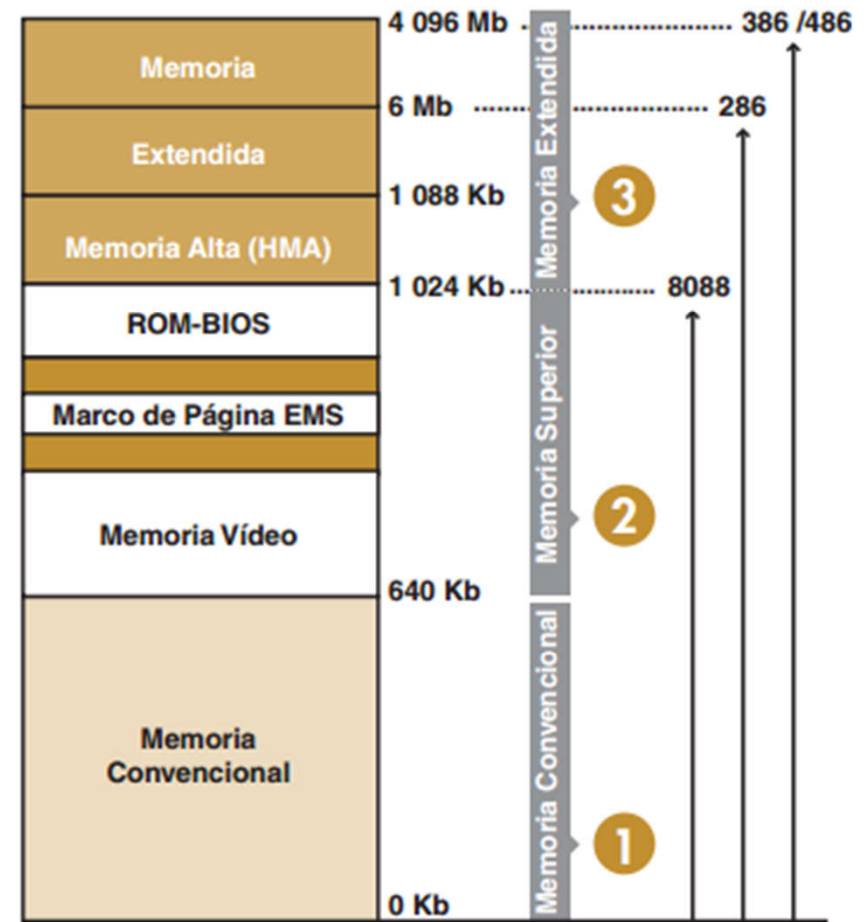


Fig. 1.7. Esquema de la estructura de la memoria. 21

Sistemas Informáticos. Memoria

Actividades

1.- Rellena la siguiente tabla con uno o dos modelos, de cada uno de los tipos de RAM de la diapositiva 15.

Modelo						
Velocidad efectiva						
Latencias						
Capacidad						
Ancho de banda						
Tipo de memoria						
Voltaje						
Fabricante						
Tipo de encapsulado						
Tipo de módulo/nº de contactos						
Precio						

2.- Consulta el manual de la placa base de tu ordenador e identifica qué tipos de módulos de memoria RAM, y características de los mismos, están permitidos insertar en dicha placa

3.- Haz un estudio sobre las siguientes memorias teniendo en cuenta solo su velocidad de bus y latencias. Memoria Kingston a 1600MH con latencias 9-9-9-9 y Memoria Corsair a 800MHz a 5-5-5-18.