

### 3. La memoria



# La memoria

- La memoria es un *dispositivo electrónico* que está formado por un determinado número de celdas agrupadas en filas y columnas.
- En cada una de estas celdas es posible almacenar un bit, que puede tener un valor de 1 ó de 0 dependiendo de si la celda está cargada eléctricamente o no.
- Según cual sea el tipo de memoria, cada celda puede estar formada por uno o varios *transistores*, así como por otros componentes como *condensadores* o *resistencias*.

# La memoria

- *Transistores*
  - dispositivo electrónico semiconductor que cumple funciones de amplificador, oscilador, conmutador o rectificador.
- *Condensadores*
  - es un dispositivo pasivo, utilizado en electricidad y electrónica, capaz de almacenar energía sustentando un campo eléctrico.
- *Resistencias*
  - componente electrónico diseñado para introducir una resistencia eléctrica determinada entre dos puntos de un circuito.

# La memoria. Tipos

- Se pueden hacer varias clasificaciones:
  - *Según el modo de acceso:*
    - RAM
    - ROM
  - *Atendiendo a la tecnología utilizada:*
    - SRAM (*Static RAM*, RAM estática)
    - DRAM (*Dynamic RAM*, RAM dinámica)
  - *Atendiendo al formato físico:*
    - SDRAM (Synchronize DRAM)
    - DDR SDRAM (Double Data Rate SDRAM)
    - DDR2
    - DDR3
    - RAMBUS-DRAM (RDRAM)

# La memoria.

## Según el modo de acceso: RAM

- **RAM** (**R**andom **A**ccess **M**emory o memoria de acceso aleatorio)
- Es la utilizada por los programas mientras son ejecutados y en ella se almacenan datos temporales que se producen durante la ejecución.
- Para que el procesador pueda ejecutar un programa, este debe estar almacenado en memoria RAM.
- Es de lectura/escritura ya que el procesador puede leer de ella pero también escribe en ella.
- Es volátil ya que su contenido desaparece al apagar el ordenador

# La memoria.

## Según el modo de acceso: ROM

- **ROM** (**R**ead **O**nly **M**emory o memoria de solo lectura):
- Viene grabada de fábrica.
- En ella se almacena la **BIOS** (***B**asic **I**nput / **O**utput **S**ystem*) que es el conjunto de programas que sirven para configurar el ordenador y se comunican con el sistema operativo.
- No es utilizable por los programas de usuario.
- No es volátil.

# La memoria.

## Según el modo de acceso: ROM

- El programa de configuración del ordenador más conocido como **SETUP** es accesible al pulsar una determinada tecla (normalmente *Supr*) cuando el ordenador comienza a funcionar pero antes de que cargue el sistema operativo.
- El **BIOS** está formado por un conjunto de rutinas que se encargan de:
  - *Arrancar el sistema*
  - *Verificar los elementos básicos para el funcionamiento del sistema*
  - *Configurar el sistema, inicialización*
  - *Cargar el sistema operativo*

# La memoria.

## Según el modo de acceso: ROM

- Las memorias ROM actuales que contienen los BIOS (de la tarjeta gráfica, de la placa base y de otros dispositivos) son *memorias de tipo flash*, que permiten modificar su contenido mediante la ejecución de un determinado programa.



# La memoria.

## Según la tecnología utilizada

- **SRAM (*Static RAM*, RAM estática)**
  - *Es una memoria muy rápida, que se utiliza normalmente como **memoria caché** (generalmente va incluida dentro del microprocesador).*
  - Este tipo de memoria tiene el inconveniente de ocupar mucho espacio, ya que para formar una única celda requiere **seis transistores**.
  - Eso hace que su fabricación tenga unos costes económicos muy altos, a lo que hay que añadir su elevado consumo energético y disipación térmica.
  - No necesita ciclos de refresco, lo cual le confiere una mayor rapidez.

# La memoria caché

- La **memoria caché** es la respuesta al problema de rendimiento de la memoria RAM.
- Esta es muy pequeña y esta incluida en el interior del microprocesador.
- Esta memoria se organiza en niveles.
- Cuanto más cercano al procesador más rápida, más cara y por tanto más pequeña.
- Debido a esto usamos los nombres cache de nivel 1, nivel 2 y nivel 3.
- También lo puedes ver como L1, L2 y L3.
- *Si el procesador necesita un dato de la memoria comprueba si esta se encuentra en el nivel 1. En caso de no encontrarla se busca en el nivel 2 y si no en el nivel 3. El sistema se complementa con un algoritmo que es capaz de colocar los datos que más utilizas en los niveles más cercanos al procesador.*

# La memoria.

## Según la tecnología utilizada

- **DRAM** (*Dynamic RAM*, RAM dinámica)
  - Su velocidad es menor que la anterior.
  - Esta memoria utiliza **condensadores** (*componentes electrónicos capaces de almacenar una carga eléctrica en su interior durante un cierto periodo de tiempo*) para almacenar la carga de cada una de las celdas.
  - Por tanto, este tipo de memoria necesita un *proceso de refresco* que se encargue de recargar periódicamente las celdas.

# La memoria.

## Según el formato físico

- **SDRAM (Synchronize DRAM)**
  - Es un tipo de memoria que ya no se encuentra fácilmente. En desuso.
  - Fue la primera que funcionaba sincronizada con el bus del procesador
  - La memoria SDRAM, bien sea PC66, PC100 o PC133, tiene un ancho de bus de datos igual a 64 bits, lo que significa que en cada ciclo de reloj (cada Hz) envía 64 bits.

Modelo	Ancho Bus (bytes)	Frecuencia Bus (MHz)	Velocidad Transferencia (MB/s)
PC66	8	66	528
PC100	8	100	800
PC133	8	133	1.064

# La memoria.

- **Frecuencia:** es la medida de velocidad a la que trabajan.
- Medida que se emplea: *Megahercios* (**MHz**).
- Antiguamente se medía el *tiempo de acceso*.
- Tanto la frecuencia como el tiempo de acceso son valores que pueden considerarse equivalentes, ya que para obtener el tiempo de acceso basta con dividir un segundo por la frecuencia en MHz.

# La memoria.

## Según el formato físico

- **DDR SDRAM (Double Data Rate SDRAM)**
  - También llamada **SDRAM II**. Es una DRAM que trabaja al doble de velocidad en la transferencia de datos.
  - Se consigue utilizando un mismo ciclo de reloj para hacer dos intercambios de datos.
  - Es una evolución de la SDRAM.
  - La principal diferencia entre ellas radica en que la DDR-SDRAM es capaz de transferir el doble de datos para una misma frecuencia de trabajo y, por tanto, dobla el caudal de datos transmitidos o “*tasa de transferencia*”.

# La memoria.

## Según el formato físico

- **DDR SDRAM**
- En cuanto a la nomenclatura usada en esta tecnología tenemos dos tendencias:
  - **DDR200, DDR333, DDR400** donde la cifra que acompaña a las siglas DDR se refiere a la “*frecuencia efectiva*” del bus ,no al reloj.  
*Por tanto DDR200 funciona en un bus del sistema a 100 MHz.*
  - Otra nomenclatura usada es **PC1600, PC2100** que se refiere al *ancho de banda teórico en MB/s (velocidad de transferencia)*.

# La memoria.

## Según el formato físico

### DDR SDRAM

Modelo	Ancho Bus (bytes)	Frecuencia Bus (MHz)	Velocidad Transferencia (MB/s)
PC1600 / DDR200	8	100	1.600
PC2100 / DDR266	8	133	2.100
PC2700 / DDR333	8	166	2.700
PC3200 / DDR400	8	200	3.200
PC4000 / DDR500	8	250	4.000



# La memoria.

## Según el formato físico

- **DDR2**
  - Son una mejora de las memorias DDR
  - Durante cada ciclo de reloj se realizan cuatro transferencias.
  - Reduce el consumo de energía en aproximadamente el 50% del consumo de las DDR.

Modelo	Ancho Bus (bytes)	Frecuencia Bus (MHz)	Velocidad de Transferencia (MB/s)
DDR2-400 / PC2-3200	8	400	3.200
DDR2-533 / PC2-4200	8	533	4.200
DDR2-677 / PC2-5300	8	667	5.300
DDR2-800 / PC2-6400	8	800	6.400
DDR2-1066 / PC2-8500	8	1066	8.500

# La memoria.

## Según el formato físico

- **DDR3**

- Sucesor de DDR2.
- Se caracteriza por una reducción de consumo de energía respecto a los módulos comerciales DDR2, debido a la necesidad de un menor voltaje para trabajar.
- Los módulos, al igual que DDR2, tienen 240 contactos pero incorporan una muesca que impide su inserción en ranuras DDR y DDR2.

# La memoria.

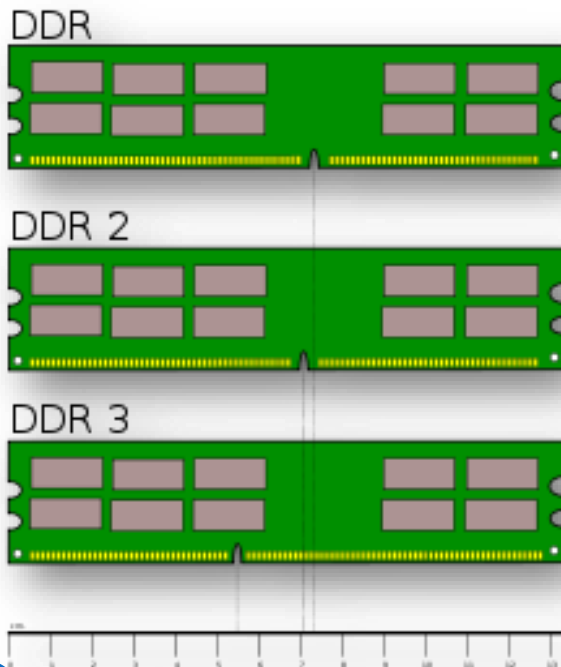
## Según el formato físico

- **DDR3**

<b>Modelo</b>	<b>Ancho Bus (bytes)</b>	<b>Frecuencia Bus (MHz)</b>	<b>Velocidad de Transferencia (MB/s)</b>
<b>PC3-8500 / DDR3-1066</b>	<b>8</b>	<b>1066</b>	<b>8528</b>
<b>PC3-10600 / DDR3-1333</b>	<b>8</b>	<b>1333</b>	<b>10664</b>
<b>PC3-12800 / DDR3-1600</b>	<b>8</b>	<b>1600</b>	<b>12800</b>
<b>PC3-16000 / DDR3-2000</b>	<b>8</b>	<b>2000</b>	<b>16000</b>
<b>PC3-17000 / DDR3-2133</b>	<b>8</b>	<b>2133</b>	<b>17067</b>

# La memoria. DDR

- Los módulos DDR3 al igual que DDR2, tienen 240 contactos pero incorporan una muesca que impide su inserción en ranuras DDR y DDR2.



# La memoria.

## Según el formato físico

- **DDR4**
  - Evolución de DDR3.
  - Se empezaron a comercializar en 2004.
  - Mayor velocidad efectiva.
- **DDR5**
  - Serán alrededor de un 20% más eficientes
  - Configuraciones del doble de capacidad que DDR4



DDR3



DDR4



# La memoria.

## Según el formato físico

- **RAMBUS-DRAM (RDRAM)**
  - Se trata de una memoria propietaria del fabricante Rambus.
  - Es más cara y en algunas comparativas más lenta que la DDR SDRAM.
  - La memoria RDRAM presenta algunas similitudes con la DDR-SDRAM, como el hecho de ser una memoria de tipo **síncrono** o la capacidad de enviar dos bytes en cada ciclo de reloj.
  - Sin embargo esta memoria tiene una arquitectura totalmente distinta al resto de memorias DRAM.
  - *Por ejemplo, la PS3 lleva este tipo de memoria.*

# La memoria. Características

- **Ancho de banda:** número de palabras transferidas entre memoria y procesador e una unidad de tiempo. Se mide en **MB/s**
- **Latencia CAS:** tiempo transcurrido desde que se solicita un dato hasta que es transferido el primer bit.
- **ECC (Error-Correcting Code):** 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.
- **Unbuffered:** es la memoria RAM donde no hay registro de almacenamiento entre el controlador de memoria y los chips de RAM.

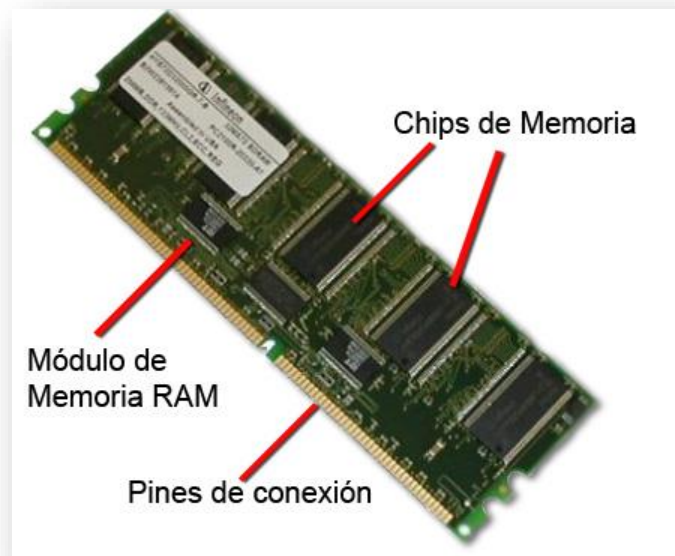
# La memoria. Módulos

- Para poder instalar y actualizar la memoria de la placa base de una forma fácil se recurre a los **módulos** de memoria.
- Los módulos son unas pequeñas placas de circuito impreso en las que están soldados los “chips” de memoria.
- Estos módulos pueden ser luego fácilmente conectados a las ranuras de memoria.
- Para ello disponen de una serie de contactos fabricados en oro o estaño por los que recibirán la alimentación y se comunicarán con el sistema.



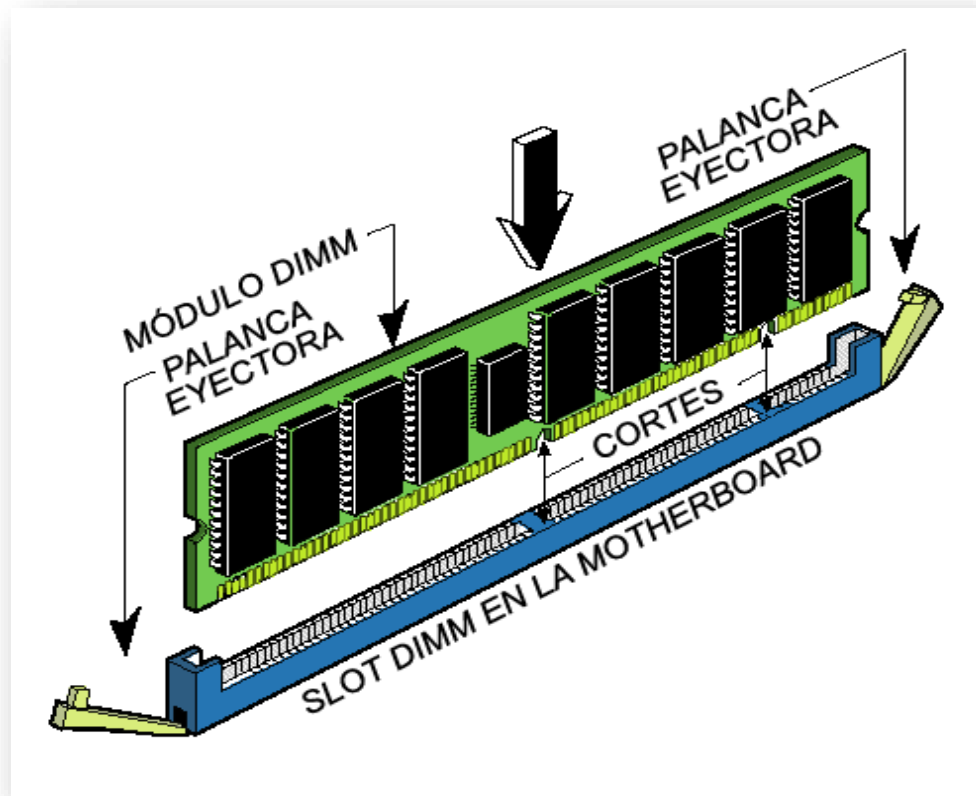
# La memoria. Módulos

- Dependiendo de la capacidad de cada chip y del número de éstos que haya en cada módulo, estos pueden tener distintas cantidades de memoria.
- Algunos contienen sólo chips en una de sus caras, mientras que otros los tienen soldados en ambas caras (se les conoce como de doble cara).



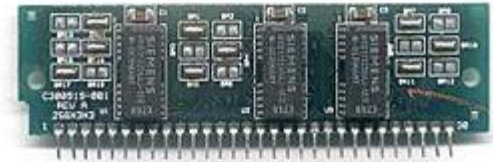
# La memoria. Módulos

- Estos módulos disponen de dos pequeñas muescas que aseguran su retención gracias a unos pequeños clips situados a ambos lados.



# La memoria. Módulos

- **SIMM**  
(Single Inline Memory Module):
  - Son ampliaciones de memoria mediante chips de 72 patillas (antiguamente eran de 32) y 4 MB.
  - Es memoria DRAM de 32 bits



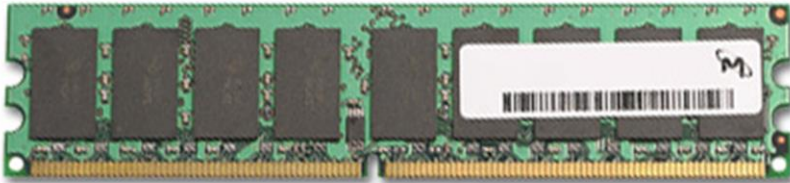
# La memoria. Módulos

- *Los módulos más utilizados son los DIMM y los RIMM:*
  - **DIMM** (*Dual Inline Memory Module*, módulo de memoria dual en línea) se utilizan en las memorias SDRAM y DDR-SDRAM
  - **RIMM** (*Rambus Inline Memory Module*, módulo de memoria Rambus en línea) son los que requieren las memorias RDRAM.
- *Estos módulos cuentan, en la parte de los conectores, con una muesca en las memorias de tipo DDR o dos en las de tipo RIMM o DIMM SDRAM.*
- *Estas muescas garantizan que el módulo se colocará de forma correcta sobre la placa base.*
  - **SO-DIMM**. Son los módulos para los ordenadores portátiles y que son más pequeños, pero con los mismos componentes.

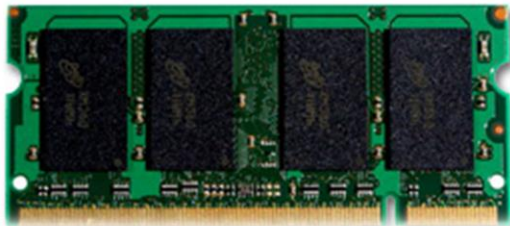
# La memoria. Módulos

## MÓDULOS DE MEMORIA

SIMM o DIMM



SO-DIMM



RIMM

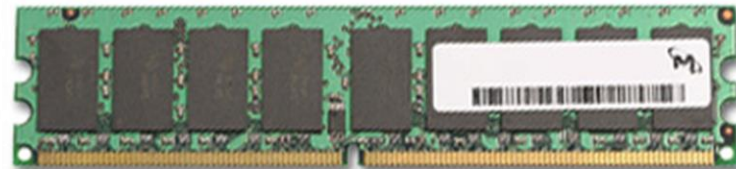
## TECNOLOGÍAS



SDRAM



DDR



DDR2



DDR3

# La memoria.

## Dual Channel y Triple Channel

- **Dual o triple Channel** es una tecnología para memorias que incrementa el rendimiento de éstas al permitir el acceso simultáneo a dos o tres módulos distintos de memoria.
- Esto se consigue mediante un segundo controlador de memoria en el *NorthBridge*.
- *Uno de los casos en los que más se nota este incremento en el rendimiento es cuando tenemos una tarjeta gráfica integrada en placa base que utilice la memoria RAM como memoria de vídeo.*
- Para que la memoria pueda funcionar en **Dual o triple Channel**, la placa base debe soportarlo y además debemos tener dos o tres módulos de memoria **exactamente iguales**



# La memoria. Actualidad



- HBM, HBM2 (aún no está disponible hoy) y HBM3 (2019 o 2020)
- G.Skill kits DDR4 a 3000 Mhz de 128 GB ([test](#))
- Samsung produce en masa chips HBM2 de 4 GB (Gigabytes)
- Samsung módulos TSV (through silicon via) DDR4 de 128 GB en formato RDIMM solo disponibles para servidores:
  - velocidades de ata 2400 Mbps
  - Dobre de rendimiento que na xeración anterior
  - 50% menos de enerxía.
- GDDR6:
  - Desarrollado por Micron y Samsung para 2018
  - Anchos de 16 Gbps, frente a los 10 de la GDDR5X
  - Consumirán un 20% menos de energía
- Novos tipos
  - RDIMM (Registered DIMM)
  - LRDIMM (Load Reduced DIMM)
  - ECC UDIMM (Error Correcting Code Unbuffered DIMM).



# Memory technology trend

- GDDR6 with over 14Gbps, beyond 10Gbps GDDR5
- LP5, 20% more power-efficient than LP4X



HW  
CHIPS

7/24

Source: ISCA2016, Samsung

SAMSUNG

## HBM Gen3

- Plan to extend capacity / bandwidth 2X or more with similar power budget

	HBM	Gen2	Gen3
Schedule	Year	2016	2019/2020
	Density	8Gb	Higher (>2X)
	Stack height	2,4,8	Higher (>8H)
	# of p-Channel	16 p-CH	Similar or more
Arch	# of Bank	16 bank/p-CH (4H) 32 bank/p-CH (8H)	Similar or more
	# of DQ	1024	Similar or more
	Peak BW(Max)	256GBps(2Gbps)	Higher (>2X)
	Prefetch per pCH	32B (x64 X BL4)	Similar or more
IO	Max core freq.	500MHz	Similar
	IO/Core voltage	1.2V/1.2V	Much less
	IO Signaling	CMOS	Lower power