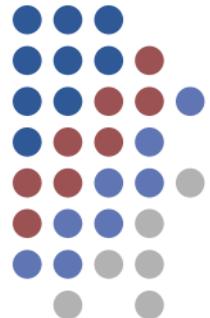


# S.I.

## Unidad 3

---

La memoria principal



# La memoria principal



- Índice
  - Introducción
  - Jerarquía de memorias
  - Ranuras de memoria
  - Características de las memorias
  - Tipos de memoria
  - Módulos de memoria
  - Disipadores



# La memoria principal

## ● Índice

- Introducción
- Jerarquía de memorias
- Ranuras de memoria
- Características de las memorias
- Tipos de memoria
- Módulos de memoria
- Disipadores

# Introducción



- **Arquitectura de la memoria**
  - “Memoria” -> retener información
  - En la unidad anterior estudiamos *programa almacenado*:
    - Todo programa a ejecutar -> almacenado en la “memoria principal”



# Introducción

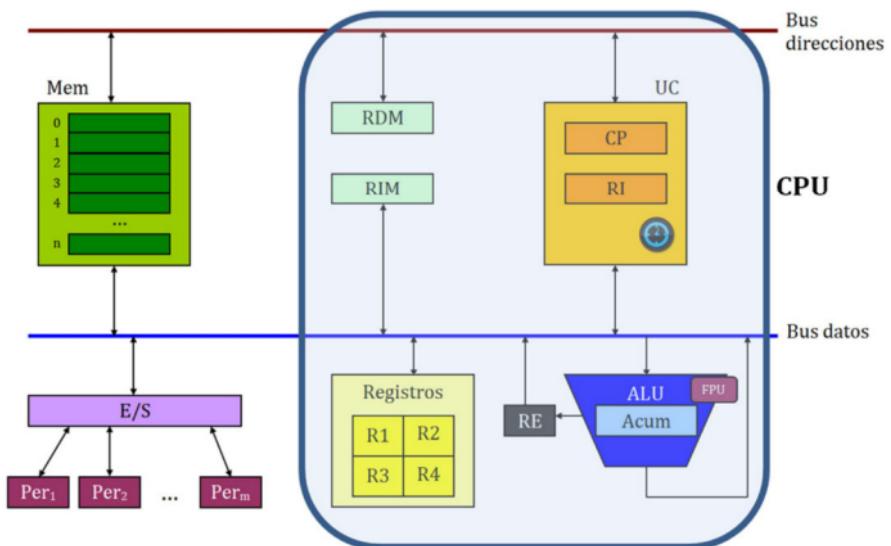
- **Arquitectura de la memoria**
  - Las tres ideas de arquitectura de Von Neumann:
    - Memoria principal -> almacena **datos e instrucciones**
    - Se puede acceder a cualquier parte de la memoria mediante una **dirección de memoria**
    - Un programa se ejecuta **secuencialmente**, pasando de una instrucción a la siguiente

# Introducción



## ● Arquitectura de la memoria

- La memoria almacena el programa que se va a ejecutar y la CPU lo irá ejecutando
  - La **Unidad de Control** (UC) emitirá las señales oportunas
  - La **Unidad Aritmético-Lógica** (ALU) realizará los cálculos





# Introducción

- **Composición de una memoria**
  - *¿Cómo se diseña una memoria para que almacene información? ¿Cómo se guardan los 1 y los 0?*
  - Se suelen emplear diferentes componentes como:
    - Biestables
    - Condensadores

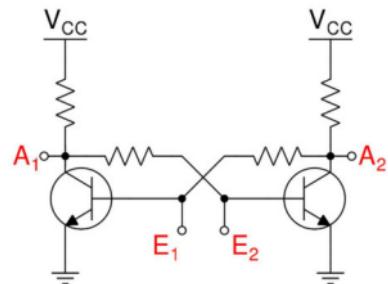
# Introducción



## ● Composición de una memoria

- Biestables

- Es un pequeño circuito capaz de almacenar **un bit**
  - Más de un bit -> varios biestables
- 
- ✓ Memorias más **rápidas**
  - ✗ Son más **grandes** físicamente y más **caras**

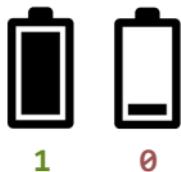


# Introducción



## ● Composición de una memoria

- Biestables
  - Condensadores
    - Varios condensadores + transistor MOS
- 
- ✓ Memorias más pequeñas físicamente y más baratas
  - ✗ Necesitan ser “refrescadas” cada cierto tiempo para mantener su valor almacenado
    - ✗ Necesario un circuito de refresco
- 
- Condensador cargado -> bit = 1
  - Condensador descargado -> bit = 0

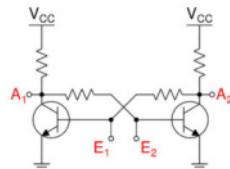


# Introducción



## ● Composición de una memoria

- Memorias basadas en **biestables** -> **SRAM**
  - *Static Random Access Memory*
  - Utilizadas en memoria caché



- Memorias basadas en **condensadores** -> **DRAM**
  - *Dynamic Random Access Memory*
  - Utilizadas en memoria principal





# La memoria principal

## ● Índice

- Introducción
- Jerarquía de memorias
- Ranuras de memoria
- Características de las memorias
- Tipos de memoria
- Módulos de memoria
- Disipadores

# Jerarquía de memorias



- Organizamos niveles dependiendo de la **capacidad**, la **velocidad** y el **coste por bit**
- El nivel superior estará constituido por memorias:
  - Menor **capacidad**
  - Muy rápidas
  - Menor **tiempo de acceso**
  - Alto **coste por bit**
- A menor nivel -> **más capacidad**, es **más lento** y **más barato** que el anterior

# Jerarquía de memorias



# Jerarquía de memorias



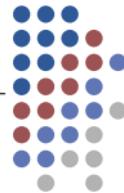
- Registros de la CPU
- Caché
- Principal
- Secundaria
- Auxiliar



## Jerarquía de memorias

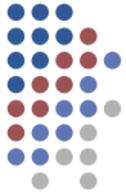
- Registros de la CPU
  - **Muy baja capacidad, velocidad extrema,** integradas en el procesador
  - Permiten guardar y acceder a valores muy usados, normalmente en operaciones matemáticas
  - El tiempo de acceso es menor que 1 ns

# Jerarquía de memorias



- Registros de la CPU
- Caché
  - **Baja capacidad, muy alta velocidad**
  - Se interponen entre el procesador y la memoria principal
  - Acelera el acceso a los datos, trasladándolos a un medio más rápido cuando se supone que van a utilizarse pronto
    - Acceso por primera vez a un dato -> se copia en la caché
    - Accesos posteriores -> acceso a dicha copia -> tiempo de acceso menor que acceder a la memoria RAM

# Jerarquía de memorias



- Registros de la CPU
- Caché
- Principal
  - La memoria RAM
- Es más **lenta** y de **mayor capacidad** que la caché

# Jerarquía de memorias



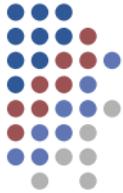
- Registros de la CPU
- Caché
- Principal
- Secundaria
  - Discos duros y unidades SSD del ordenador (tanto internos como externos) donde se almacenan los programas y archivos para uso posterior
  - Alta capacidad
  - Velocidad mucho menor que la memoria RAM
  - Precio bajo



# Jerarquía de memorias

- Registros de la CPU
- Caché
- Principal
- Secundaria
  - En el caso de que la memoria principal sea insuficiente, se utiliza espacio de los discos duros (o unidades SSD) como apoyo
  - A esta técnica se le denomina *memoria virtual*

# Jerarquía de memorias



- Registros de la CPU
- Caché
- Principal
- Secundaria
- Auxiliar
  - La **velocidad es la menor**
  - Utilizados como soporte de copias de seguridad

# Jerarquía de memorias



Nivel	Tipo de memoria	Capacidad (usual)	Tiempo de acceso (usual)
0	Registros CPU	8 bits – 1 kB	<1 ns
1	Caché	4 MB – 64 MB	<3 ns
2	Principal <i>RAM</i>	8 GB – 32 GB	<9 ns
3	Secundaria <i>Disco duro</i>	500 GB – 6 TB	<12 ms
4	Auxiliar <i>DVD-R</i>	1,44 MB – TBs	>90 ms

# La memoria principal



## ● Índice

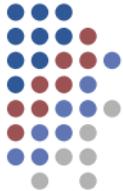
- Introducción
- Jerarquía de memorias
- **Ranuras de memoria**
- Características de las memorias
- Tipos de memoria
- Módulos de memoria
- Disipadores



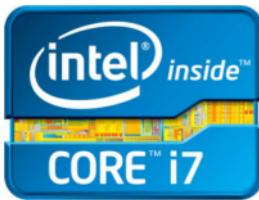
# Ranuras de memoria

- Ranuras de memoria
  - Conectores para la memoria principal del ordenador, la **memoria RAM** (*Random Access Memory*), alojados en la **placa base**
  - La memoria RAM está formada por **varios chips** soldados al módulo de memoria
  - Estos módulos han ido evolucionando en:
    - Tamaño
    - Capacidad
    - Rendimiento
    - Forma de conectarse a la placa
    - Consumo

# Ranuras de memoria



- Ranuras de memoria
  - Normalmente, en bancos de **1, 2 ó 4** ranuras
  - Con los **Intel Core i7**, aparecen, bancos de **6 y 8** ranuras





# Ranuras de memoria

- Ranuras de memoria

☞ **IMPORTANTE:** Consultad el manual de la placa base para saber el **tipo de memoria** y la **capacidad máxima** que soporta por ranura y en total



- A veces es necesario instalar los módulos por parejas y en ranuras concretas, por ejemplo, para aprovechar la capacidad de doble canal de memoria (dual channel)

# Ranuras de memoria



- Dual channel [≥Pentium 4](#)
  - Tecnología integrada en los chipsets -> permite el **acceso simultáneo** a **dos módulos** de memoria de **idéntica capacidad**, gracias a disponer de **2 canales** de comunicación con la memoria
  - Aumenta la transferencia de datos por segundo

☞ Los módulos de memoria, además de tener la misma capacidad, es altamente recomendable que sean de las mismas características, tales como:

- Marca
- Modelo
- Velocidad

Utilizando memorias de distintas,  
el sistema funcionará a la velocidad de las **más lentas**  
(ojo, en caso de que haya compatibilidad y funcione)



# Ranuras de memoria

- Dual channel
  - Kits de memorias -> preparados para dual channel
    - ex: “2 x 8 GB de RAM”
  - Si hay **incompatibilidades** o sólo **1 módulo** de memoria:  
**single channel**



## Ranuras de memoria



- Dual channel

¿Y 2 módulos de memoria idénticos, pero de **distinta capacidad**?

Por ejemplo, uno de 8 GB y otro de 16 GB (24 GB en total)

### Modo FLEX

Los 8 primeros GB de cada módulo de memoria funcionarían en  
**dual channel** (16 GB en total)

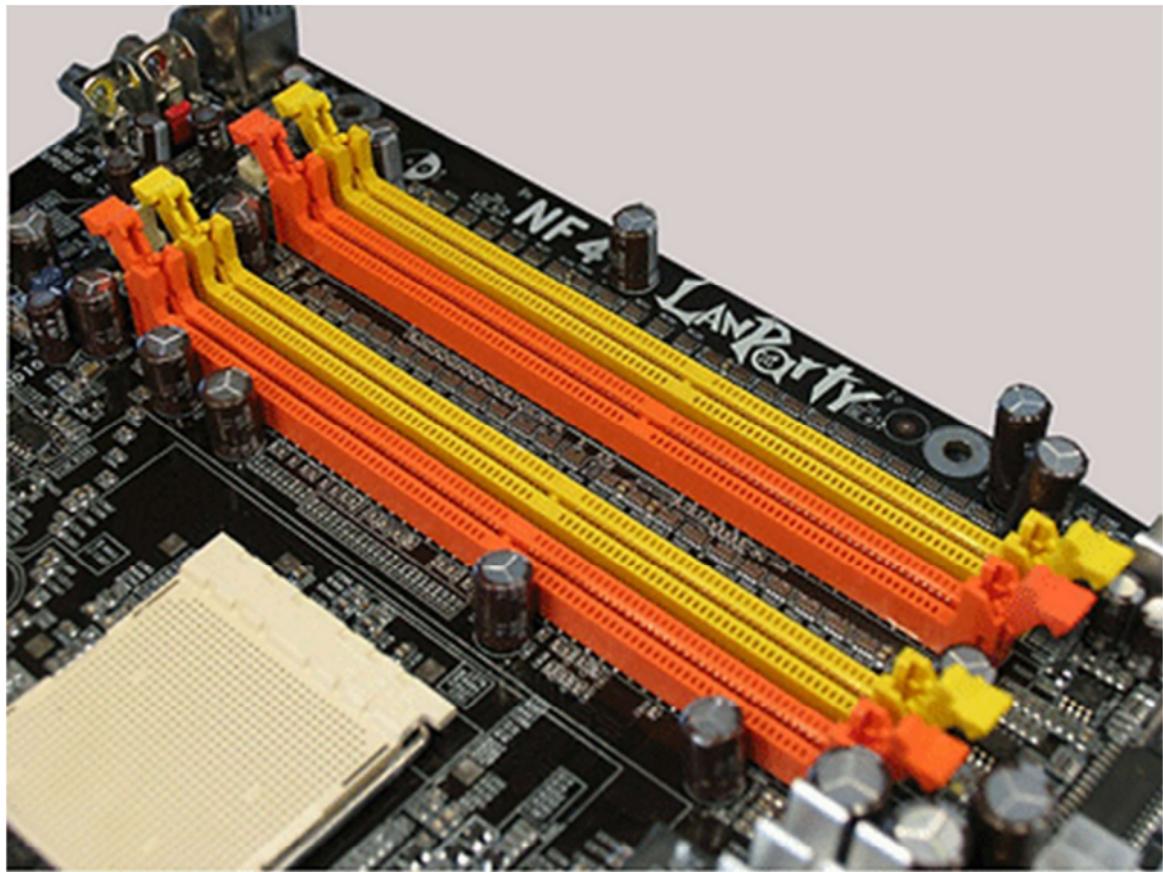
A los 8 GB restantes del módulo de 16 GB se accedería en  
**single channel**



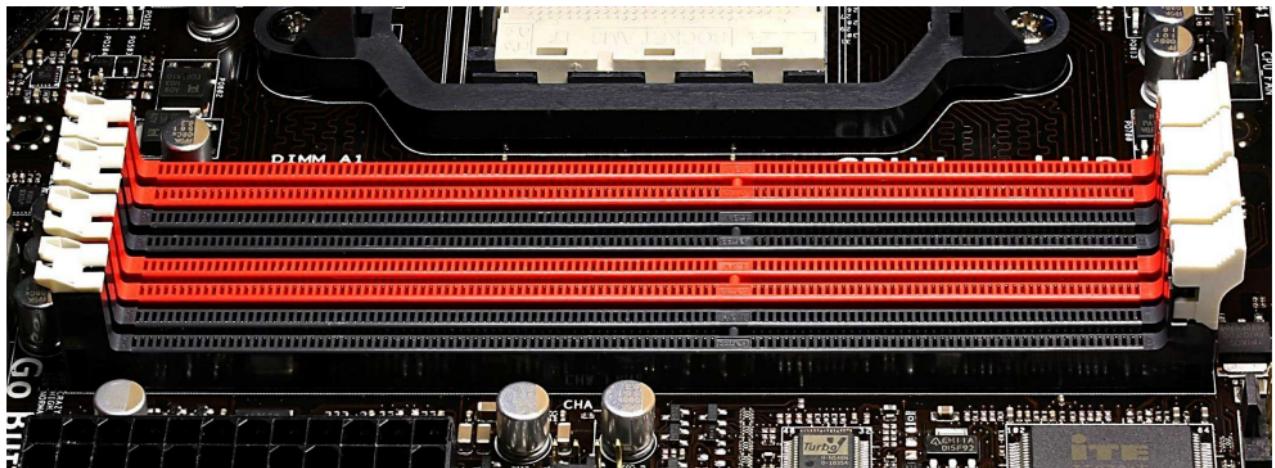
# Ranuras de memoria

- Dual channel
  - Rendimiento sobre todo con **GPUs integradas**
    - Sin memoria propia → **usan la memoria RAM**
    - Con Dual Channel:
      - **CPU** accede a un módulo para tareas generales
      - **GPU** accede a otro módulo para tareas relacionadas con los gráficos

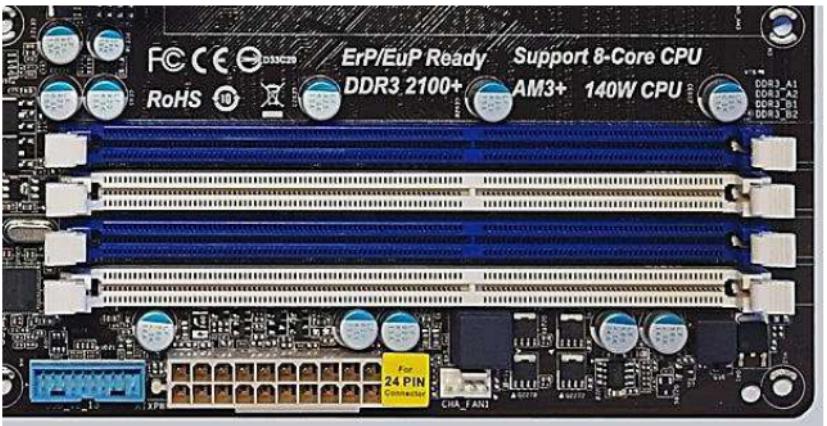
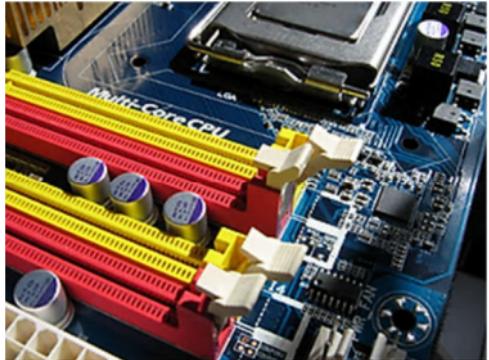
~~ Algunas CPUs disponen de memoria **caché L4** ->  
destinada a la GPU integrada, entre otras labores



4 ranuras preparadas para dual channel  
(amarillo con amarillo y naranja con naranja)



Otros ejemplos de  
dual channel



# Ranuras de memoria



- Triple channel
  - Primeros Intel Core i7 (la gama más *Extreme*) introducen el concepto de **triple canal**
    - Igual que el dual, pero con un módulo más de memoria

6 ranuras preparadas para  
triple channel  
(negro con negro  
y rojo con rojo)



Hoy en día, prácticamente ha  
desaparecido



Otros ejemplos de  
triple channel

# Ranuras de memoria



- Quad channel
  - Con la gama más alta de la 2<sup>a</sup> generación de los Intel Core i7 (Sandy Bridge), apareció la tecnología **quad channel**
  - Cuatro módulos de memoria trabajando simultáneamente

8 ranuras preparadas para  
quad channel  
(negro con negro  
y gris con gris)





Otros ejemplos de  
quad channel

# Ranuras de memoria



- Quad channel
  - Sólo en gamas altas de procesadores:
    - Gamas *Extreme* de **Intel** (X / XE)
    - ThreadRipper de **AMD**



También existe **six channel, octa channel y twelve channel**  
Enfocado al segmento de los **servidores**



# La memoria principal

## ● Índice

- Introducción
- Jerarquía de memorias
- Ranuras de memoria
- **Características de las memorias**
- Tipos de memoria
- Módulos de memoria
- Disipadores

# Características de las memorias



- Capacidad
  - Cantidad de información que es capaz de almacenar
  - Hoy en día -> GBs
    - Módulos de 4, 8, 16 o 32 GB es lo más habitual
    - Recientemente estamos comenzando a ver memorias con capacidades **no-binarias** (módulos de 24 GB, 48 GB, ...)

Recuerda:

No te quedes corto de RAM o tu PC comenzará a utilizar *memoria virtual* y notarás que no funciona nada fluido





# Características de las memorias

- Velocidad
    - Sólo aplicable a memorias **dinámicas** (familia DRAM)
    - Las lecturas y escrituras se sincronizan con un reloj
    - Se puede medir:
      - Según la **frecuencia** (**MHz**)
      - Según las **transferencias** (**MT/s**, millones de transferencias por segundo)
- ~~ Actualmente podemos encontrar memorias entre 200 MHz y unos 1.150 MHz
- ~~ *Aunque los que ya sois aficionados diréis que hay memorias de velocidades más altas, más adelante explicaremos en detalle esto* 😊

# Características de las memorias



- Ancho de banda
  - Cantidad máxima de datos por segundo que la memoria puede transferir
  - Lo medimos en **MB/s** o **GB/s**

☞ Actualmente:

- ☞ Memorias gama baja: unos **16 GB/s**
- ☞ Memorias gama media: unos **25 GB/s**
- ☞ Memorias gama tope: **>60 GB/s**



# Características de las memorias

- Latencia
  - Retardo (medido en ciclos de reloj) al acceder a un componente
  - La más representativa -> latencia CAS o CL
    - Tiempo (medido en número de ciclos de reloj) entre la petición y el primer bit obtenido
- ~~ Ejemplos:
  - CL18 (**CAS Latency = 18**)
  - 18-22-22-42 (**CAS**-TRCD-TRP-TRAS)

# Características de las memorias



- Latencia
  - Recuerda: la unidad de medida son los **ciclos** (¡no ns!)
  - En ocasiones, la frecuencia de la memoria **compensa** una latencia alta

ex:

- Memoria A: 100 MHz y CL5
- Memoria B: 1.000 MHz y CL10

Memoria B comienza a enviar los datos 5x más rápido que memoria A



# Características de las memorias

- Voltaje
  - Todo módulo de memoria necesitará un **voltaje** para poder funcionar
  - A mayor voltaje:
    - Mayor consumo
    - Mayor calor disipado
  - Podemos aumentar la velocidad a la que funciona una memoria (**overclocking**) aumentando su voltaje estándar
    - Requerirá sistemas de refrigeración más sofisticados

# La memoria principal



## ● Índice

- Introducción
- Jerarquía de memorias
- Ranuras de memoria
- Características de las memorias
- **Tipos de memoria**
- Módulos de memoria
- Disipadores



# Tipos de memoria

- Memorias de sólo lectura
  - Se escriben **una sola vez**
    - *Aunque las más modernas es posible el borrado y reescritura*
  - En ausencia de electricidad **no pierden los datos**
  - Conocidas como memoria **ROM**
    - ROM
    - EPROM
    - EEPROM

# Tipos de memoria



- Memorias de sólo lectura
  - ROM (*Read-Only Memory*)
    - Utilizada para contener programas especiales que sirven para cargar e iniciar el ordenador
    - En ella se encuentra almacenada información referente a **componentes** hardware del equipo
      - Fabricante de la placa, chipset,...



## Tipos de memoria

- Memorias de sólo lectura
  - EPROM (*Erasable Programmable ROM*)
  - Diseñadas principalmente para ser leídas
  - Pueden borrarse y volver a escribirse utilizando dispositivos específicos para ellos
    - Luces ultravioletas
    - Ventanita de cuarzo por la que pasará la luz ultravioleta

# Tipos de memoria



- Memorias de sólo lectura
  - EPROM (*Erasable Programmable ROM*)





## Tipos de memoria

- Memorias de sólo lectura
  - EEPROM (*Electrically-Erasable Programmable ROM*)
  - Diseñadas principalmente para ser leídas
  - Pueden borrarse y volver a escribirse eléctricamente

# Tipos de memoria



- Memorias de lectura y escritura
  - SRAM (*Static Random Access Memory*)
    - Biestables
    - Más rápidas, más grandes físicamente y más caras
    - Memorias caché



# Tipos de memoria

- Memorias de lectura y escritura
  - DRAM (*Dynamic Random Access Memory*)
    - Condensadores -> Necesitan ser **refrescadas**
    - Más lentas, mas pequeñas y más baratas
    - Memoria principal (RAM)
  - **Refresco** -> leer el dato y reescribirlo periódicamente (cada ciertos ms)
    - Parón en las operaciones de la memoria -> las hace más lentas que las SRAM
  - En éstas se basan las memorias **SDRAM** y la familia **DDR SDRAM**

# Tipos de memoria

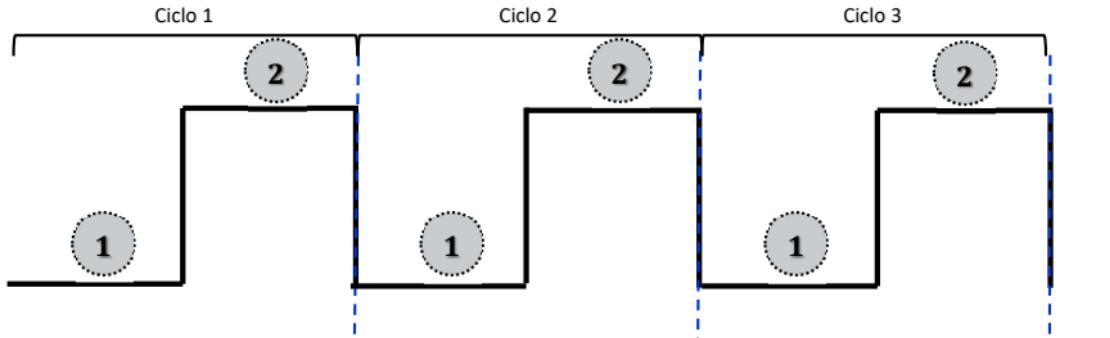


- Memorias de lectura y escritura
  - SDRAM (*Synchronous DRAM*)
    - Memorias DRAM **síncronas**
    - Usan **uno de los flancos** de cada ciclo para realizar operaciones de memoria
    - Tiene un **bus de datos de 64 bits**
      - En cada ciclo de reloj se envían 64 bits (8 bytes)
    - Pueden soportar velocidades de hasta 133 MHz



# Tipos de memoria

- Memorias de lectura y escritura
  - DDR SDRAM (*Double Data Rate SDRAM*)
    - Usan **ambos flancos** de cada ciclo para realizar operaciones de lectura y escritura
      - Antes sólo se aprovechaban los flancos ascendentes del reloj
      - Esta memoria aprovecha los ascendentes y los descendentes
      - La velocidad de operación = 2x



# Tipos de memoria



- Memorias de lectura y escritura
  - DDR SDRAM (*Double Data Rate SDRAM*)
    - De esta forma, una memoria DDR a 200 MHz **reales** entrega **400 MHz efectivos** (o **MT/s**)
    - Aparecen con los **Intel Pentium 4**
    - Se comercializan con velocidades entre **100 y 300 MHz** reales (**200 y 600 MHz** efectivos o **MT/s**)
    - Características:
      - 2.5V
      - Densidad de hasta 2 GB por módulo de memoria (*128 MB x 16 chips*)



# Tipos de memoria

- Memorias de lectura y escritura
  - DDR SDRAM (**Double Data Rate SDRAM**)
    - Nomenclatura:
      - **DDR-XXX** indica la velocidad de reloj efectiva
      - **PC-YYYY** indica el ancho de banda teórico (redondeado)
      - **Ejemplos:** *DDR-333, PC-2700 ; DDR-400, PC-3200*
      - **Significado:** *DDR-333, PC-2700 es una memoria de 333 MHz (efectivos o MT/s) y un ancho de banda de 2.700 MB/s*

El ancho de banda se calcula multiplicando la velocidad de reloj real por 2 (doble tasa de transferencia) y por 8, ya que la DDR es una memoria de 64 bits (8 bytes)

# Tipos de memoria



- Memorias de lectura y escritura
  - DDR SDRAM (*Double Data Rate SDRAM*)
    - ✎ Calcula la **velocidad efectiva** y **ancho de banda**. Indica sus **nombres identificativos**:
      - ✎ DDR a 100 MHz
        - $100 \times 2 = 200 \text{ MT/s}$
        - $100 \times 8 \times 2 = 1.600 \text{ MB/s}$
        - Nombres identificativos: DDR-200, PC-1600
      - ✎ DDR a 266 MHz
        - $266 \times 2 = 533 \text{ MT/s}$
        - $266 \times 8 \times 2 = 4.266 \text{ MB/s}$
        - Nombres identificativos: DDR-533, PC-4300

Nombre del estándar	Velocidad del reloj	Velocidad efectiva	Nombre del módulo	Máxima capacidad de transferencia
DDR-200	100 MHz	200 MT/s	PC-1600	1.600 MB/s
DDR-266	133 MHz	266 MT/s	PC-2100	2.133 MB/s
DDR-300	150 MHz	300 MT/s	PC-2400	2.400 MB/s
DDR-333	166 MHz	333 MT/s	PC-2700	2.667 MB/s
DDR-366	183 MHz	366 MT/s	PC-3000	2.933 MB/s
DDR-400	200 MHz	400 MT/s	PC-3200	3.200 MB/s
DDR-433	216 MHz	433 MT/s	PC-3500	3.500 MB/s
DDR-466	233 MHz	466 MT/s	PC-3700	3.700 MB/s
DDR-500	250 MHz	500 MT/s	PC-4000	4.000 MB/s
DDR-533	266 MHz	533 MT/s	PC-4300	4.264 MB/s
DDR-600	300 MHz	600 MT/s	PC-4800	4.800 MB/s

*Nota:* En rojo (en esta tabla y siguientes), aparecen velocidades no estándar según la organización [JEDEC](#), ofrecidas por fabricantes que ofrecen memorias overclockeadas de fábrica

# Tipos de memoria



- Memorias de lectura y escritura
  - DDR2 SDRAM
    - Mejora sobre las memorias DDR:
      - Mayores velocidades y capacidades
      - Menor consumo
    - Permite el doble de transferencias que DDR  
**(4 transferencias en un mismo ciclo de reloj)**
    - Su latencia es mayor que las DDR, pero su ancho de banda es mucho mayor
    - Se comercializan con velocidades entre 100 y 313 MHz reales (400 y 1.250 MHz efectivos o **MT/s**)



# Tipos de memoria

- Memorias de lectura y escritura
  - DDR2 SDRAM
    - Aparecen con los últimos Intel Pentium 4
  - Características:
    - 1.8V
    - Densidad de hasta 4 GB por módulo de memoria  
*(256 MB x 16 chips)*

# Tipos de memoria



- Memorias de lectura y escritura
  - DDR2 SDRAM
    - Nomenclatura:
      - **DDR2-XXX** indica la velocidad de reloj efectiva
      - **PC2-YYYY** indica el ancho de banda teórico (redondeado)
      - *Ejemplos: DDR2-533, PC2-4200 ; DDR2-800, PC2-6400*
    - *Significado: DDR2-533, PC2-4200 es una memoria de 533 MHz (efectivos o MT/s) y un ancho de banda de 4.200 MB/s*

El ancho de banda se calcula multiplicando la velocidad de reloj real por 4 (4 transferencias por ciclo) y por 8, ya que la DDR es una memoria de 64 bits (8 bytes)



# Tipos de memoria

- Memorias de lectura y escritura
  - DDR2 SDRAM
    - ✍ Calcula la **velocidad efectiva** y **ancho de banda**.  
Indica sus **nombres identificativos**:
      - ✍ DDR2 a 100 MHz
        - $100 \times 4 = 400 \text{ MT/s}$
        - $100 \times 8 \times 4 = 3.200 \text{ MB/s}$
        - Nombres identificativos: **DDR2-400, PC2-3200**
      - ✍ DDR2 a 266 MHz
        - $266 \times 4 = 1.066 \text{ MT/s}$
        - $266 \times 8 \times 4 = 8.533 \text{ MB/s}$
        - Nombres identificativos: **DDR2-1066, PC2-8500**

<b>Nombre del estándar</b>	<b>Velocidad del reloj</b>	<b>Velocidad efectiva</b>	<b>Nombre del módulo</b>	<b>Máxima capacidad de transferencia</b>
DDR2-400	100 MHz	400 MT/s	PC2-3200	3.200 MB/s
DDR2-533	133 MHz	533 MT/s	PC2-4200	4.264 MB/s
DDR2-667	166 MHz	667 MT/s	PC2-5300	5.336 MB/s
DDR2-800	200 MHz	800 MT/s	PC2-6400	6.400 MB/s
DDR2-1066	266 MHz	1.066 MT/s	PC2-8500	8.500 MB/s
DDR2-1200	300 MHz	1.200 MT/s	PC2-9600	9.600 MB/s
DDR2-1250	313 MHz	1.250 MT/s	PC2-10000	10.000 MB/s



## Tipos de memoria

- Memorias de lectura y escritura
  - DDR3 SDRAM
    - Mejora sobre las memorias DDR2:
      - Mayores velocidades y capacidades
      - Menor consumo
    - Permite el doble de transferencias que DDR2  
**(8 transferencias** en un mismo ciclo de reloj)
    - Su **latencia** es mayor que las DDR2, pero su **ancho de banda** es aún mucho mayor
    - Se comercializan con velocidades entre 100 y 375 MHz reales (800 y 3.000 MHz efectivos o **MT/s**)

# Tipos de memoria



- Memorias de lectura y escritura
  - DDR3 SDRAM
    - Aparecen con los primeros **Intel Core i7**
      - Se incorporó, a posteriori, a chipsets diseñados para modelos de procesadores anteriores a éste (Core 2 y Dual-Core)
    - Características:
      - 1.5V
      - Densidad de hasta 16 GB por módulo de memoria  
*(1 GB x 16 chips)*



# Tipos de memoria

- Memorias de lectura y escritura
  - DDR3 SDRAM
    - Nomenclatura:
      - **DDR3-XXX** indica la velocidad de reloj efectiva
      - **PC3-YYYY** indica el ancho de banda teórico (redondeado)
      - **Ejemplos:** *DDR3-1333, PC3-10600* ; *DDR3-1600, PC3-12800*
      - **Significado:** *DDR3-1333, PC3-10600* es una memoria de 1.333 MHz (efectivos o MT/s) y un ancho de banda de 10.600 MB/s

El ancho de banda se calcula multiplicando la velocidad de reloj real **por 8** (8 transferencias por ciclo) y **por 8**, ya que la DDR es una memoria de 64 bits (8 bytes)

# Tipos de memoria



- Memorias de lectura y escritura
  - DDR3 SDRAM
    - ✎ Calcula la **velocidad efectiva** y **ancho de banda**.  
Indica sus **nombres identificativos**:
    - ✎ DDR3 a 100 MHz
      - $100 \times 8 = 800 \text{ MT/s}$
      - $100 \times 8 \times 8 = 6.400 \text{ MB/s}$
      - Nombres identificativos: **DDR3-800, PC3-6400**
    - ✎ DDR3 a 266 MHz
      - $266 \times 8 = 2.133 \text{ MT/s}$
      - $266 \times 8 \times 8 = 17.066 \text{ MB/s}$
      - Nombres identificativos: **DDR3-2133, PC3-17000**

Nombre del estándar	Velocidad del reloj	Velocidad efectiva	Nombre del módulo	Máxima capacidad de transferencia
DDR3-800	100 MHz	800 MT/s	PC3-6400	6.400 MB/s
DDR3-1066	133 MHz	1.066 MT/s	PC3-8500	8.533 MB/s
DDR3-1333	166 MHz	1.333 MT/s	PC3-10600	10.667 MB/s
DDR3-1600	200 MHz	1.600 MT/s	PC3-12800	12.800 MB/s
DDR3-1866	233 MHz	1.866 MT/s	PC3-14900	14.930 MB/s
DDR3-2000	250 MHz	2.000 MT/s	PC3-16000	16.000 MB/s
DDR3-2133	266 MHz	2.133 MT/s	PC3-17000	17.067 MB/s
DDR3-2200	275 MHz	2.200 MT/s	PC3-17600	17.600 MB/s
DDR3-2433	300 MHz	2.433 MT/s	PC3-19200	19.200 MB/s
DDR3-2666	333 MHz	2.666 MT/s	PC3-21300	21.300 MB/s
DDR3-3000	375 MHz	3.000 MT/s	PC3-24000	24.000 MB/s

# Tipos de memoria



- Memorias de lectura y escritura
  - DDR3 SDRAM
    - Variantes
      - **DDR3L**
        - Funciona a 1,35 V (10% menos de consumo que DDR3)
      - **DDR3U**
        - Funciona a 1,25 V (17% menos de consumo que DDR3)
      - **LPDDR3**
        - Funciona a 1,20 V (20% menos de consumo que DDR3)

Estas variantes las podemos encontrar en todo tipo de equipos, desde PCs de escritorio y portátiles, a tablets y smartphones



# Tipos de memoria

- Memorias de lectura y escritura
  - DDR4 SDRAM
    - Aparecieron a finales de 2014
    - Mejora sobre las memorias DDR3:
      - Mayores velocidades y capacidades
      - Menor consumo
    - Se incorpora un gran cambio de tecnología interno
    - Actualmente, se comercializan con velocidades entre 266 y 666 MHz reales (2.133 y 5.333 MHz efectivos o **MT/s**)

# Tipos de memoria



- Memorias de lectura y escritura
  - DDR4 SDRAM
    - Aparecen en los **Intel Core i7** de 6<sup>a</sup> generación (SkyLake)
    - Características:
      - 1.2V
      - Densidad de hasta 64 GB por módulo de memoria  
(2 GB x 32 chips)
      - ✓ Simplemente por disminuir de 1.5 a 1.2V, se reduce un 20% el **consumo** → Servidores, portátiles,...
      - ✓ Necesitaremos menos módulos de memoria para **servidores**
      - ✓ Las **velocidades** alcanzables son mucho mayores que con DDR3
      - ✓ Existen también variantes DDR4L, DDR4U y LPDDR4

# Tipos de memoria



- Memorias de lectura y escritura

- DDR4 SDRAM

- Nomenclatura:

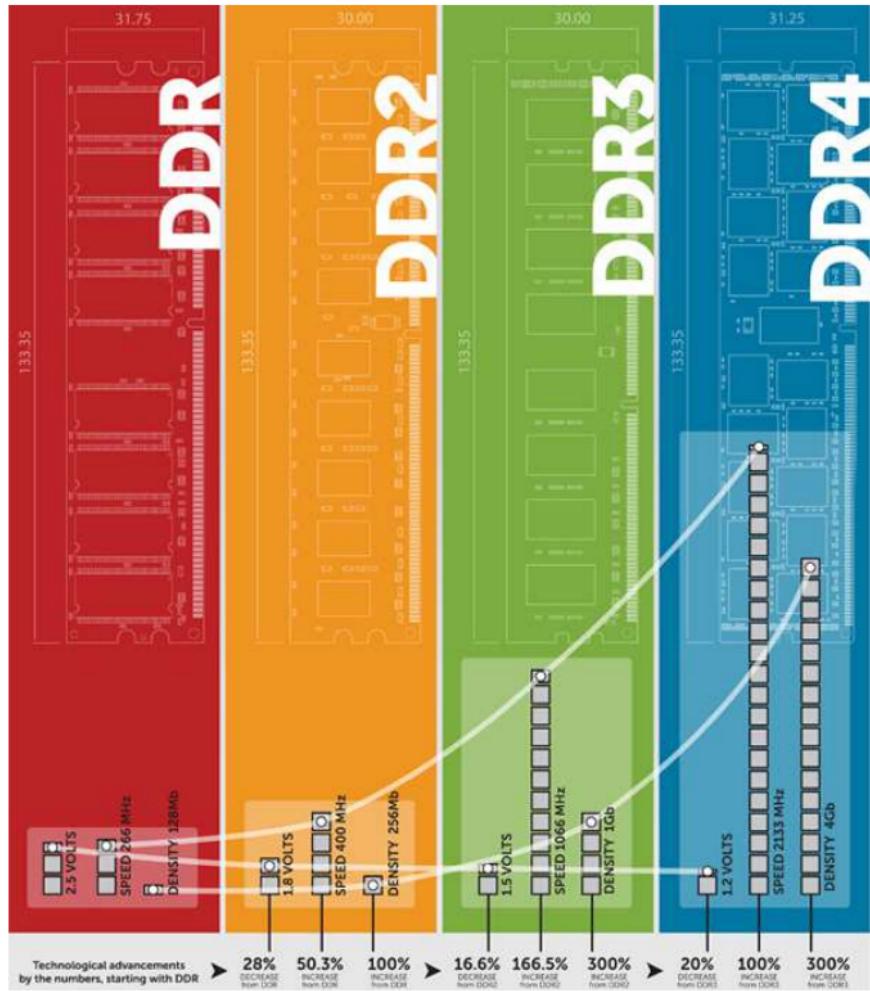
- **DDR4-XXX** indica la velocidad de reloj efectiva
    - **PC4-YYYY** indica el ancho de banda teórico (redondeado)
    - *Ejemplo: DDR4-3200, PC4-25600*
    - *Significado: DDR4-3200, PC4-25600 es una memoria de 3.200 MHz (efectivos o MT/s) y un ancho de banda de 25.600 MB/s*

Cuidado: DDR4 **NO** aumenta el número de transferencias por ciclo (sigue estando en **8**, como DDR3)

El ancho de banda se calcula multiplicando la velocidad de reloj real **por 8** (8 transferencias por ciclo) **y por 8**, ya que la DDR es una memoria de 64 bits (8 bytes)

Nombre del estándar	Velocidad del reloj	Velocidad efectiva	Nombre del módulo	Máxima capacidad de transferencia
DDR4-2133	266 MHz	2.133 MT/s	PC4-17000	17.000 MB/s
DDR4-2400	300 MHz	2.400 MT/s	PC4-19200	19.200 MB/s
DDR4-2666	333 MHz	2.666 MT/s	PC4-21300	21.300 MB/s
DDR4-2800	350 MHz	2.800 MT/s	PC4-22400	22.400 MB/s
DDR4-3000	375 MHz	3.000 MT/s	PC4-24000	24.000 MB/s
DDR4-3200	400 MHz	3.200 MT/s	PC4-25600	25.600 MB/s
DDR4-3400	425 MHz	3.400 MT/s	PC4-27200	27.200 MB/s
DDR4-3466	433 MHz	3.466 MT/s	PC4-27700	27.700 MB/s
DDR4-3600	450 MHz	3.600 MT/s	PC4-28800	28.800 MB/s
DDR4-3733	466 MHz	3.733 MT/s	PC4-29800	29.800 MB/s
DDR4-3866	483 MHz	3.866 MT/s	PC4-30900	30.900 MB/s
DDR4-4000	500 MHz	4.000 MT/s	PC4-32000	32.000 MB/s
DDR4-4133	516 MHz	4.133 MT/s	PC4-33000	33.000 MB/s
DDR4-4266	533 MHz	4.266 MT/s	PC4-34100	34.100 MB/s
DDR4-4400	550 MHz	4.400 MT/s	PC4-35200	35.200 MB/s
DDR4-4600	575 MHz	4.600 MT/s	PC4-36800	36.800 MB/s
DDR4-4800	600 MHz	4.800 MT/s	PC4-38400	38.400 MB/s
DDR4-5000	625 MHz	5.000 MT/s	PC4-40000	40.000 MB/s
DDR4-5133	642 MHz	5.133 MT/s	PC4-41000	41.066 MB/s
DDR4-5333	666 MHz	5.333 MT/s	PC4-42700	42.666 MB/s

De momento...



# Tipos de memoria

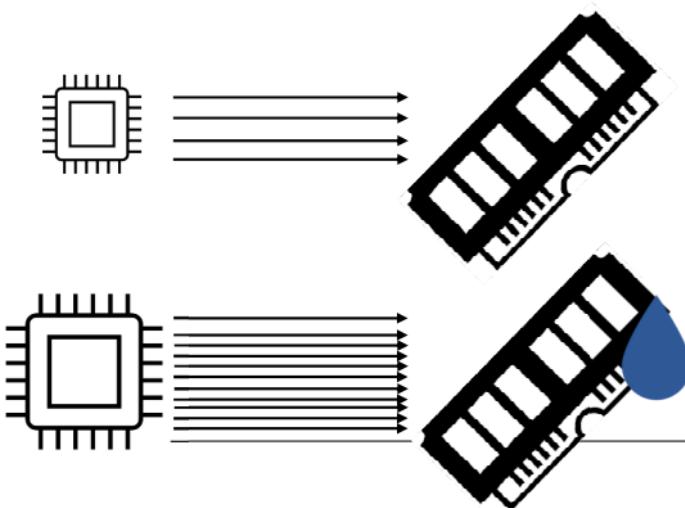


- Memorias de lectura y escritura
  - DDR5 SDRAM
    - 12<sup>a</sup> gen. de Intel Core y serie 6000 de AMD Ryzen
    - 8 transferencias por ciclo
    - Mayores velocidades y capacidades
    - Parten de 400 MHz reales (3.200 MHz efectivos o MT/s) y llegan a 1.150 MHz (9.200 MHz efectivos o MT/s)
      - Con OC se anuncian de hasta 12.600 MHz efectivos
    - Densidad de hasta 256 GB por módulo de memoria
    - Menor consumo (1,1V)



# Tipos de memoria

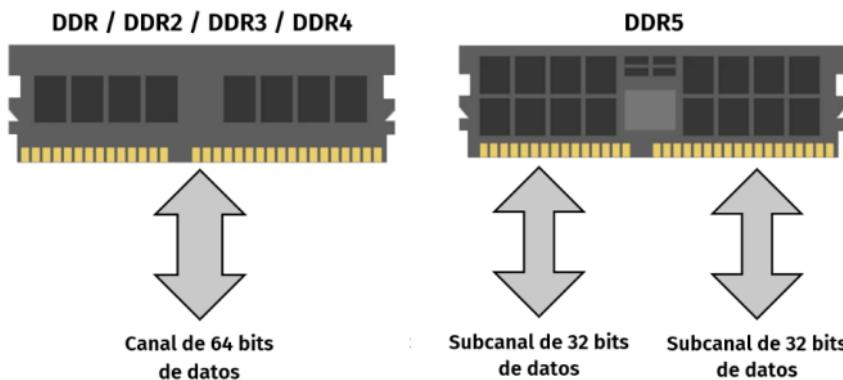
- Memorias de lectura y escritura
  - DDR5 SDRAM
  - Su motivación:
    - Cada vez CPUs con más núcleos y más rápidos
    - DDR4 no está escalando bien -> cuellos de botella



# Tipos de memoria



- Memorias de lectura y escritura
  - DDR5 SDRAM
    - Concurrencia
      - Hasta ahora, cada módulo -> **canal único** de datos de 64 bits
      - Con DDR5 -> **dos canales independientes** de 32 bits de datos
      - Cada módulo trabaja como si fueran dos distintos -> más paralelismo aún





# Tipos de memoria

- Memorias de lectura y escritura
  - DDR5 SDRAM
  - ECC
    - *Error Correction Code*
    - Envío de bits *extra* para:
      - Comprobar que los datos están bien
      - Reconstruirlos en el caso de algún pequeño problema de integridad de estos
    - Con DDR5, en cada transferencia se enviarán:
      - Los **64 bits** (32 bits + 32 bits) de datos
      - Los **8 bits extra** de ECC

# Tipos de memoria



- Memorias de lectura y escritura
  - DDR5 SDRAM
  - ECC

Pero ¿por qué puede haber errores?



La **radiación cósmica** puede alterar el estado de condensadores de la RAM  
(cambiar un 0 en un 1, por ejemplo)

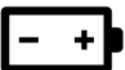


Cuanta más **densidad de información** exista en la RAM -> más propenso a errores

# Tipos de memoria



- Memorias de lectura y escritura
  - DDR5 SDRAM
  - PMIC
    - *Power Management Integrated Circuit*
    - Regulador de voltaje incorporado en los módulos de DDR5
    - Antes -> CPU decidía los niveles de voltaje de la RAM
    - Con PMIC -> CPU sigue estableciendo el voltaje principal, y la RAM hace microajustes



# Tipos de memoria



- Memorias de lectura y escritura
  - DDR5 SDRAM
    - Gracias a todas estas nuevas mejoras:

A igualdad de frecuencia entre DDR4 y DDR5...

DDR5 obtiene entre **30%** y un **50%** de **rendimiento extra**

ex:

DDR4-4800 vs. DDR5-4800





# Tipos de memoria

- Memorias de lectura y escritura

- DDR5 SDRAM

- Nomenclatura:

- **DDR5-XXX** indica la velocidad de reloj efectiva
    - **PC5-YYYY** indica el ancho de banda teórico (redondeado)
    - *Ejemplo: DDR5-6400, PC5-51200*
    - *Significado: DDR5-6400, PC5-51200 es una memoria de 6.400 MHz (efectivos o MT/s) y un ancho de banda de 51.200 MB/s*

Cuidado: DDR5 **NO** aumenta el número de transferencias por ciclo (sigue estando en **8**, como DDR3 y DDR4)

El ancho de banda se calcula multiplicando la velocidad de reloj real **por 8** (8 transferencias por ciclo) **y por 8**, ya que la DDR es una memoria de 64 bits (8 bytes)

Nombre del estándar	Velocidad del reloj	Velocidad efectiva	Nombre del módulo	Máxima capacidad de transferencia
DDR5-3200	400 MHz	3.200 MT/s	PC5-25600	25.600 MB/s
DDR5-3600	450 MHz	3.600 MT/s	PC5-28800	28.800 MB/s
DDR5-4000	500 MHz	4.000 MT/s	PC5-32000	32.000 MB/s
DDR5-4400	550 MHz	4.400 MT/s	PC5-35200	35.200 MB/s
DDR5-4800	600 MHz	4.800 MT/s	PC5-38400	38.400 MB/s
DDR5-5200	650 MHz	5.200 MT/s	PC5-41600	41.600 MB/s
DDR5-5400	675 MHz	5.400 MT/s	PC5-43200	43.200 MB/s
DDR5-5600	700 MHz	5.600 MT/s	PC5-44800	44.800 MB/s
DDR5-5800	725 MHz	5.800 MT/s	PC5-46400	46.400 MB/s
DDR5-6000	750 MHz	6.000 MT/s	PC5-48000	48.000 MB/s
DDR5-6200	775 MHz	6.200 MT/s	PC5-49600	49.600 MB/s
DDR5-6400	800 MHz	6.400 MT/s	PC5-51200	51.200 MB/s
DDR5-6600	825 MHz	6.600 MT/s	PC5-52800	52.800 MB/s
DDR5-6800	850 MHz	6.800 MT/s	PC5-54400	54.400 MB/s
DDR5-7000	875 MHz	7.000 MT/s	PC5-56000	56.000 MB/s
DDR5-7200	900 MHz	7.200 MT/s	PC5-57600	57.600 MB/s
DDR5-7600	950 MHz	7.600 MT/s	PC5-60800	60.800 MB/s
DDR5-7800	975 MHz	7.800 MT/s	PC5-62400	62.400 MB/s
DDR5-8000	1.000 MHz	8.000 MT/s	PC5-64000	64.000 MB/s
DDR5-8400	1.050 MHz	8.400 MT/s	PC5-67200	67.200 MB/s
DDR5-8800	1.100 MHz	8.800 MT/s	PC5-70400	70.400 MB/s
DDR5-9200	1.150 MHz	9.200 MT/s	PC5-73600	73.600 MB/s

De momento...

# Tipos de memoria



## • Tipos de memoria

☞ Resumen para calcular velocidades y anchos de banda:

$$\text{ancho de banda} = \text{velocidad real} \times \binom{2}{4} \times 8$$

$$\text{velocidad real} = \frac{\text{ancho de banda}}{\binom{2}{4} \times 8}$$

DDR es una memoria con un bus de 64 bits (8 bytes)

Elegiremos entre (2,4,8) dependiendo de si tratamos con DDR (2), DDR2 (4) ó DDR3/DDR4/DDR5 (8)

# Tipos de memoria



- Memorias de lectura y escritura

☞ Dentro de un mismo tipo de memoria, ¿cómo podemos saber **qué memoria es mejor?**

☞ Existe una fórmula empírica que nos puede ayudar:

$$\text{Coeficiente} = \frac{\text{Velocidad efectiva (MT/s)}}{\text{Latencia CAS}}$$

A **MAYOR** coeficiente, **MEJOR**



# Tipos de memoria

- Memorias de lectura y escritura

☞ Ejemplo:

- DDR4-2666 CL14

$$\text{coeficiente} = \frac{2.666}{14} = 190$$

- DDR4-3400 CL16

$$\text{coeficiente} = \frac{3.400}{16} = 212$$

- DDR4-4000 CL20

$$\text{coeficiente} = \frac{4.000}{20} = 200$$

En este caso, las mejores serían:

1º DDR4-3400

2º DDR4-4000

3º DDR4-2666

# Tipos de memoria



## 💡 Caso práctico 1

- Determina las características de los siguientes modelos de memoria RAM:
  - a) Kingston ValueRAM 512 MB PC-2700 6-6-6-24
  - b) Corsair ValueSelect 1 GB DDR-333 CL2.5
  - c) Kingston HyperX 1 GB DDR2-667 CAS 5
  - d) Mushkin Essential DDR2 PC2-8500 2 GB 5-5-5-15
  - e) Corsair XMS3 PC3-10600 2 GB 9-9-9-24
  - f) OCZ DDR3-2000 2 GB 10-10-10-30
  - g) G.Skill Ripjaws 4 DDR4-2666 8 GB CL16
  - h) Corsair Vengeance RGB Pro PC4-34100 16 GB CL19
  - i) Adata XPG Lancer DDR5-5200 16 GB CL38
  - j) Team Group Delta White RGB PC5-51200 32 GB 40-40-40-84



# La memoria principal

## ● Índice

- Introducción
- Jerarquía de memorias
- Ranuras de memoria
- Características de las memorias
- Tipos de memoria
- Módulos de memoria
- Disipadores

# Módulos de memoria



- Circuito impreso rectangular al que se sueldan diversos chips de memoria
- Tipos:
  - SIMM
  - DIMM
  - DIMM DDR
  - SO-DIMM
  - CAMM2



# Módulos de memoria

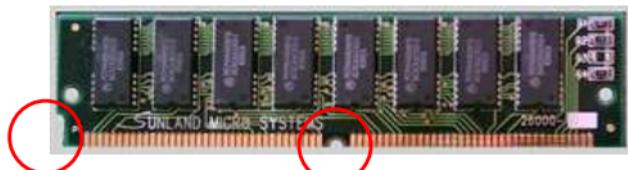
## ● SIMM

- *Single In-Line Memory Module*
- **Agujeros** para sujetarse a las ranuras de la placa
- Originalmente -> de **30 contactos** (8 bits)
- Fueron sucedidos por los de **72 contactos** (32 bits)

Los contactos de cada cara están conectados entre sí



SIMM de 30 pines



Muescas

SIMM de 72 pines

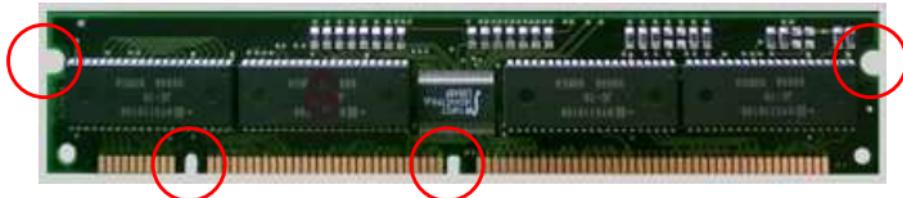
# Módulos de memoria



- **DIMM**

- *Dual In-Line Memory Module*
- Formato es similar al SIMM, pero físicamente es más grande (**168 contactos**, 64 bits)
- Una **muesca** en los dos lados y otras dos en la fila de contactos

Los contactos de cada cara están separados de sus opuestos ->  
2x en el mismo espacio



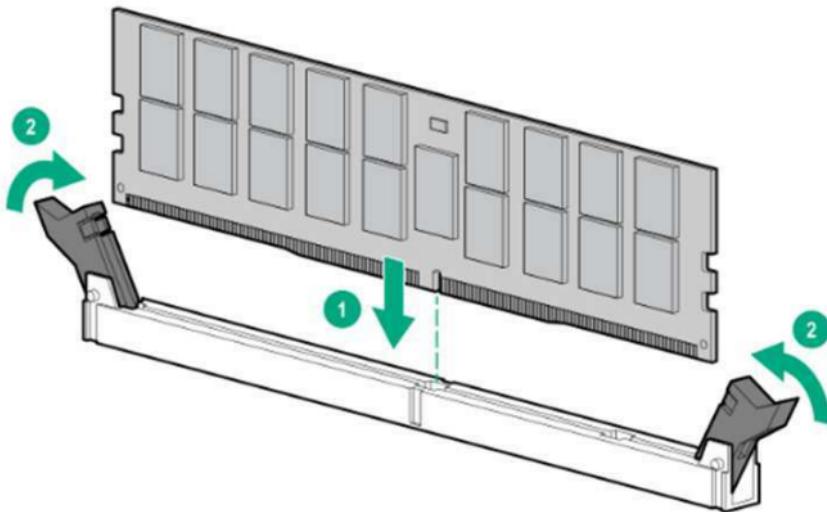
DIMM de 168 pines



# Módulos de memoria

- **DIMM**

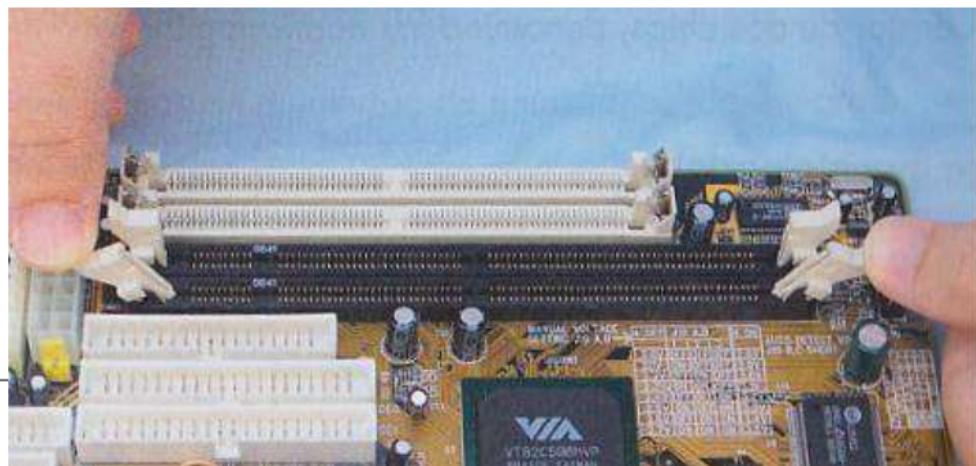
- *Dual In-Line Memory Module*
- Se montan de forma distinta a los SIMM



# Módulos de memoria



- En placas base más antiguas podemos encontrar combinación de estas dos ranuras
  - Las más cortas (de unos 10cm) son las SIMM
  - Las más largas, son las ranuras DIMM
- Las SIMM deben ser introducidas en ángulos de 45º y levantarse hasta quedar sujetas por las presillas laterales

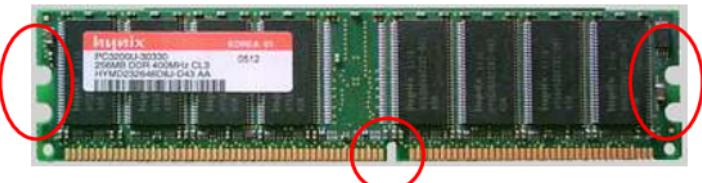




# Módulos de memoria

## ● DDR

- Sustituyeron a los DIMM estándar
- Diferencias:
  - **184 pines** (*en vez de 168*)
  - **Dos muescas** en los laterales (*en vez de una*)
  - **Una muesca** en la fila de contactos (*en vez de dos*)



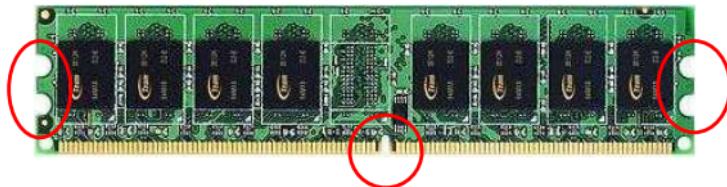
DDR de 184 pines

# Módulos de memoria



- DDR2

- Muy parecidos a los DDR. Tienen:
  - 240 pines
  - **Dos muescas** en los laterales
  - **Una muesca** en la fila de contactos (posición distinta a los DIMM DDR)



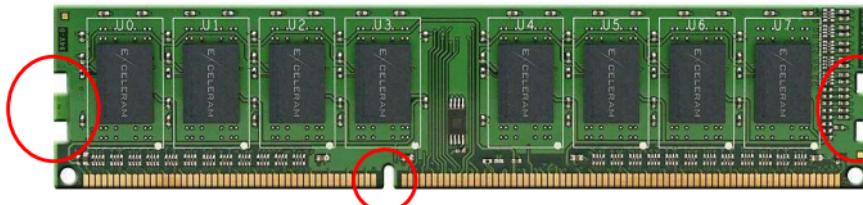
DDR2 de 240 pines



# Módulos de memoria

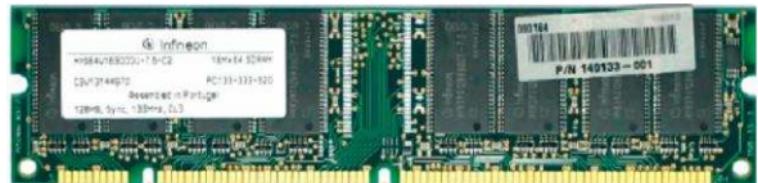
## ● DDR3

- Muy parecidos a los DDR y DDR2. Tienen:
  - **240 pines**
  - **Dos muescas** en los laterales
  - **Una muesca** en la fila de contactos  
(posición distinta a los DIMM DDR y DDR2)

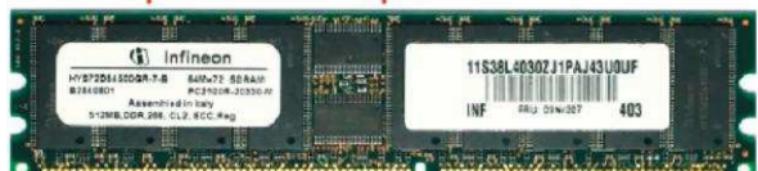


DDR3 de 240 pines

## Comparativa de posición de las muescas en distintas memorias



SDR-SDRAM



DDR-SDRAM



DDR2-SDRAM



DDR3-SDRAM



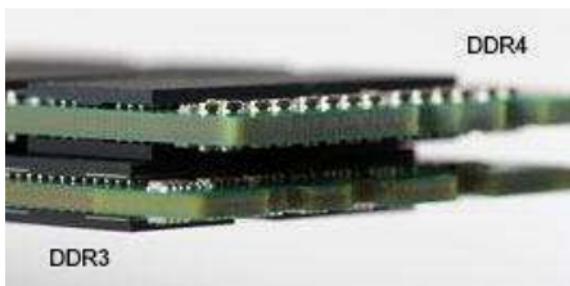


# Módulos de memoria

## ● DDR4 y DDR5

- Muy parecidos a sus antecesoras DDR3. Tienen:
  - **288 pines**
  - **Dos muescas** en los laterales
  - **Una muesca** en la fila de contactos  
(posición distinta a las anteriores DDR)
  - **Más gruesas** que las anteriores DDR

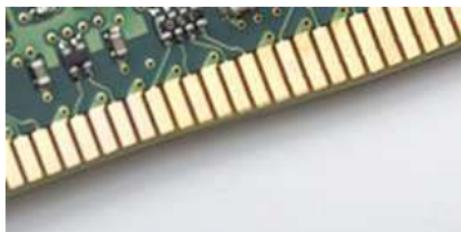
También incompatibles  
entre sí



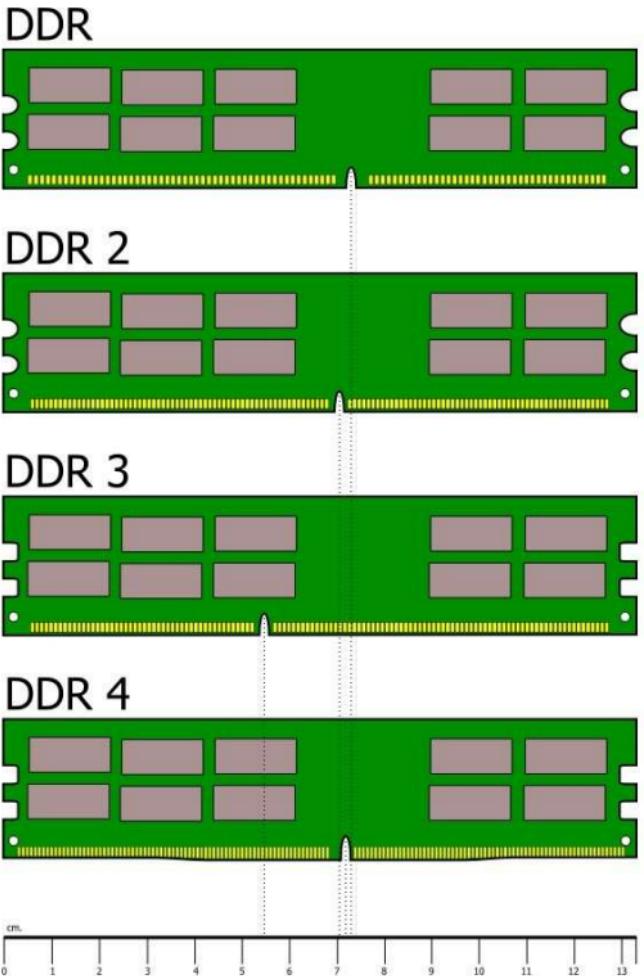
# Módulos de memoria



- DDR4 y DDR5
  - **Borde curvo** -> facilita su inserción en la ranura



Comparativa de  
memorias de la  
familia DDR



# Módulos de memoria



- SO-DIMM

- *Small Outline DIMM*
- Versión compacta de los módulos DIMM, para portátiles



SO-DIMM de 200 pines

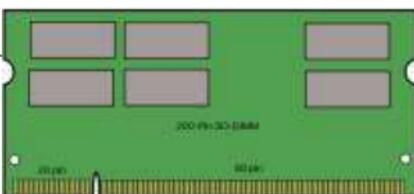


# Módulos de memoria

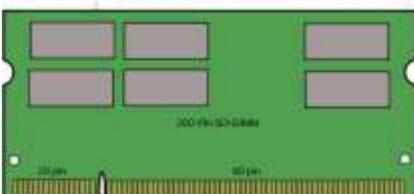
## ● SO-DIMM

- Los SO-DIMM para memorias (DDR hasta DDR5) se diferencian porque tienen la muesca en distinta posición

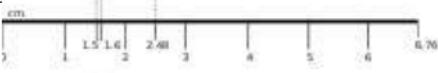
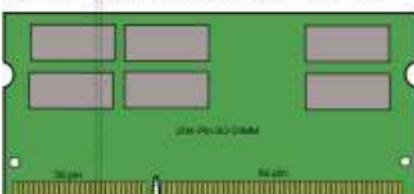
SO-DIMM DDR



SO-DIMM DDR 2



SO-DIMM DDR 3

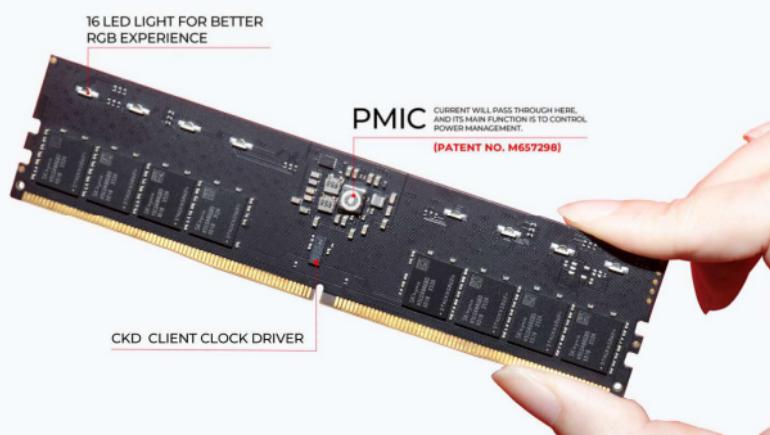


# Módulos de memoria



## ● CU-DIMM y CSO-DIMM

- Hasta ahora, en PCs de consumo, por defecto todos los DIMM eran *unbuffered* (sin buffer ni controlador de reloj), así que la gente simplemente los llamaba “módulo DIMM”
  - La forma completa de referenciarlos sería **UDIMM** (*Unbuffered DIMM*)
- Recientemente han aparecido en el mercado los llamados módulos **CUDIMM**





# Módulos de memoria

## ● CU-DIMM y CSO-DIMM

- **CUDIMM** (*Clocked Unbuffered DIMM*) -> 2024
- Módulo DIMM “mejorado” para DDR5 de alta velocidad
- Incluye un **controlador de reloj** en el propio módulo:
  - Reduce el ruido eléctrico
  - Mejora la integridad de la señal a frecuencias muy altas (>6.400 MT/s)
- Si buscamos **estabilidad a frecuencias muy elevadas** o montar un sistema de alta gama -> CUDIMM (mejor señal y fiabilidad)
- **Compatible** con la gran mayoría de placas base DDR5 actuales (conviene confirmarlo)

# Módulos de memoria



- CU-DIMM y CSO-DIMM

- **CSO-DIMM** (*Clocked Small-Outline DIMM*)
- Versión compacta de CUDIMM, destinada a equipos portátiles o sistemas embebidos
  - Análogo al modelo DIMM y SO-DIMM visto antes





# Módulos de memoria

## ● CAMM2

- *Compression Attached Memory Module* (el 2 es la revisión)
- Nuevo estándar y factor de forma
- Viene a solucionar los problemas de las limitaciones técnicas de los tradicionales SO-DIMM
  - Mucho **más compacto** que SO-DIMM
  - Colocados de forma **paralela** a la placa base, sobre unos contactos que conectan con la placa y posteriormente **atornillados** a ésta
    - Ventajas de tener la RAM soldada a la placa (equipos más delgados), pero permitiendo cambiar este componente si es necesario

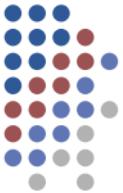
# Módulos de memoria



- CAMM2

- Permite configuración **dual channel** con un único módulo de RAM
- Dos variantes:
  - Clase DDR5 estándar (**CAMM2**)
  - Clase de bajo consumo LPDDR5 (**LPCAMM2**)

# Módulos de memoria

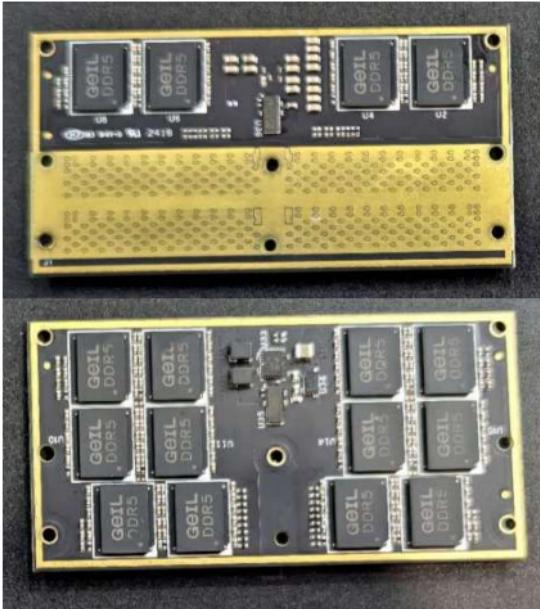


## ● CAMM2

- **CAMM2:** portátiles y equipos de escritorio
  - Elimina cualquier incompatibilidad con **disipadores de CPU**
  - Se puede instalar mucho **más cerca del procesador** que las memorias DIMM convencionales
    - Esto reduce la distancia de enrutamiento hacia el procesador, **mejorando las latencias**



Memoria CAMM2 del  
reverso (lo que quedaría en  
contacto con la placa base)  
y vista por la parte superior



Memoria CAMM2 instalada  
en una placa base de  
escritorio

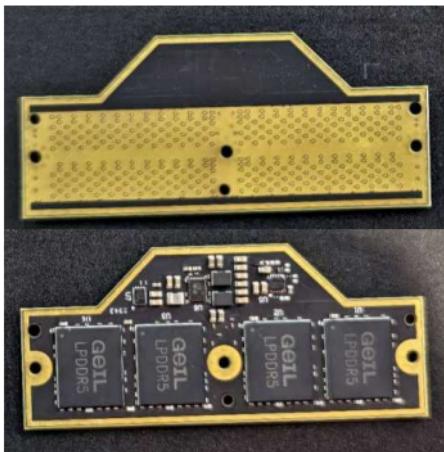


# Módulos de memoria



- CAMM2

- **LPCAMM2:** portátiles de bajo consumo
  - Formato rectangular, pero con un pequeño saliente donde se instalan chips adicionales, como son el **SPD** o el **PMIC**

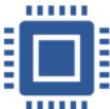


# Módulos de memoria



## • SPD

- *Serial Presence Detect*
- Estándar para proporcionar **información** de forma automática acerca de un módulo de RAM
- Se usa un pequeño **chip EEPROM** -> almacena **información esencial** del módulo:
  - Fabricante
  - Capacidad
  - Configuraciones soportadas:
    - Velocidades
    - Latencias
    - Voltajes
    - ...





# Módulos de memoria

## ● SPD

- Los módulos de memoria RAM llevan **grabados** los perfiles por defecto que marcan los estándares de **JEDEC**
  - ~~ *Son las velocidades **estándar** -> filas de color blanco en las tablas de memorias DDR*
- Al encender el PC -> placa base lee estos perfiles y escoge el óptimo que más se adapte a las velocidades soportadas por la placa
- Esto se hace así porque son **perfíles seguros** -> siguen el estándar definido por la **JEDEC**

# Módulos de memoria



## ● SPD

- Esta característica permite la configuración de la memoria de **manera automática**

### *Ejemplo 1:*

- Nuestra **placa base** admite memorias DDR4 de 3.200, 2.666 y 2.400 MHz.
- Disponemos de **memoria** DDR4 de 2.666 MHz. Su SPD indica que también puede trabajar a 2.400 y 2.133 MHz
  - Al iniciar el PC, la RAM se configurará automáticamente para trabajar a **2.666 MHz**, para maximizar su velocidad
  - Podríamos configurarla, si quisiéramos, para que funcione a **2.400 MHz**, ya que la memoria y la placa lo soportan (aunque no sería lo óptimo)
  - **No** podríamos configurarla a **2.133 MHz** porque, pese a que la memoria puede trabajar a esa velocidad, la placa no lo soporta



# Módulos de memoria

## ● SPD

### Ejemplo 2:

- Nuestra **placa base** admite memorias DDR5 de 4.000, 3.600 y 3.200 MHz
- Disponemos de **memoria** DDR5 de 4.400 MHz. Su SPD indica que también puede trabajar a 4.000, 3.600 y 3.200 MHz
  - Al iniciar el PC, la RAM se configurará automáticamente para trabajar a **4.000 MHz**, ya que es la velocidad máxima de memoria que admite la placa base y es uno de los modos que admite el módulo de memoria (el más veloz de los compatibles con la placa)
  - No podremos sacarle todo el partido a la memoria, ya que la velocidad máxima la satura el tope admitido por la placa base
    - *En lugar de funcionar a 4.400 MHz, ahora funcionará a 4.000 MHz, disminuyendo también su ancho de banda (pasará de 35.200 MB/s a 32.000 MB/s)*



# Módulos de memoria



## ● XMP

- *Intel Extreme Memory Profile*
- **Perfiles** almacenados en la memoria para realizar **Overclocking de forma segura**
  - Establecen automáticamente -> parámetros de velocidades, latencias y voltajes
- Las memorias que lo incorporan, están preparadas para soportar estas velocidades OC, **garantizado** por el fabricante de la memoria

AMD tiene su versión:  
**AMD EXPO (Extended Profile for Overclocking)**



# Módulos de memoria

## ● XMP

- Los fabricantes de RAM, aprovechan el mismo chip SPD donde se almacenan los valores de JEDEC para programar sus propios perfiles XMP
  - *Lo habitual es que los fabricantes creen uno o varios perfiles XMP extra*



# Módulos de memoria



## ● XMP

- *Ejemplo:*

- Una **placa base** admite memorias DDR5 de DDR5 de 6.600 (OC), 6.400, 6.200 (OC), 6.000, 5.800 (OC), 5.600, 5.400 (OC), 5.200, 4.800, 4.400, 4.000, 3.600 y 3.200 MHz
- Instalamos **memoria** DDR5 a 5.800 MHz
- Cuando arranque la placa base por primera vez, lo más probable es que cargue los perfiles de **5.600 MHz**, que es el perfil **JEDEC** más alto que tendrán grabados los módulos de RAM en el chip SPD
  - *Ver de nuevo la tabla de velocidades DDR5, valores de filas en blanco*
- Se deberá entrar en el BIOS/UEFI para seleccionar el perfil XMP de la memoria a **5.800 MHz** para dejarlo así establecido





# Módulos de memoria

## 💡 Caso práctico 2

- Disponemos de dos placas base con las siguientes ranuras RAM:

Placa base 1

- 4 ranuras DIMM DDR4 (máximo 64 GB en total)
- Soporte dual channel DDR4  
3600(OC)/3400(OC)/3200/2666/2400/2133

Placa base 2

- 4 ranuras DIMM DDR5 (máximo 128 GB en total)
- Soporte dual channel DDR5  
5800(OC)/5600(OC)/5400(OC)/5200(OC)/5000(OC)/4800(OC)  
4400/4000/3600/3200

- 💡 ¿Qué módulos de los del caso práctico 1 podrían funcionar en estas placas? ¿A qué velocidades y ancho de banda?
- 💡 De estos, ¿cuáles elegirías para conseguir los equipos óptimos?

# La memoria principal



## ● Índice

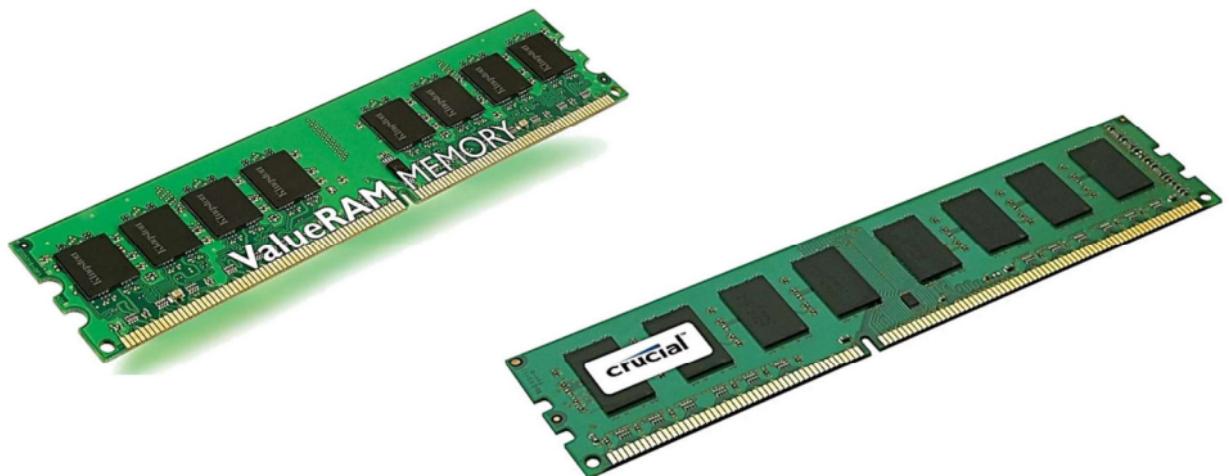
- Introducción
- Jerarquía de memorias
- Ranuras de memoria
- Características de las memorias
- Tipos de memoria
- Módulos de memoria
- Disipadores



# Memoria

- Disipadores
  - Aumento de frecuencias de las memorias -> nuevas soluciones para **disipar el calor** que producen
    - ...*aunque también hay mucho marketing detrás*
  - Aparecen esencialmente en las memorias overclockeadas de fábrica, con perfiles **XMP**, las cuales no siguen los estándares **JEDEC**
  - **Recubrimientos** de metal que rodean la parte superior de los módulos y evacúan el calor de los mismos

## Memorias sin disipador



Memorias  
con disipador básico



Memorias  
con dissipador avanzado  
(OC, perfil bajo)





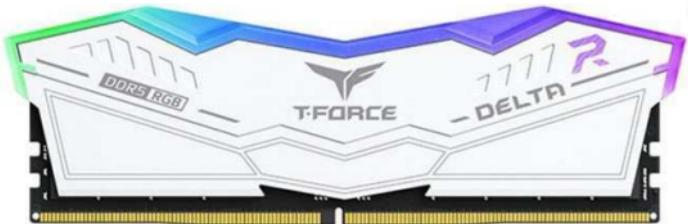
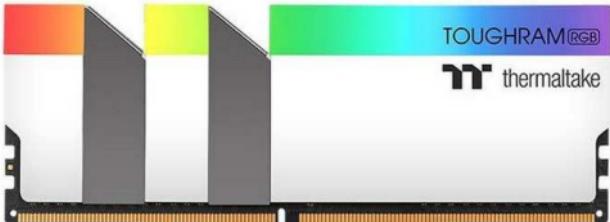
Memorias  
con disipador avanzado  
(OC, perfil medio)



## Memorias con disipador avanzado (OC, perfil alto)



Cuidado: podríamos tener problemas al instalar la ventilación de la CPU  
(colisión física de las dos piezas)





Ventiladores para  
memorias



Refrigeración líquida  
para memoria RAM



Refrigeración líquida combo para  
CPU + memoria RAM

