

A dark blue vertical bar is positioned on the left side of the slide, partially overlapping the title area.

Tema 5 (I)

Jerarquía de Memoria

A light blue vertical bar is positioned on the left side of the slide, partially overlapping the text area.

Grupo ARCOS

Estructura de Computadores
Grado en Ingeniería Informática
Universidad Carlos III de Madrid

Contenidos

1. Memoria

- ▶ Introducción
- ▶ Jerarquía de memorias

2. Memoria principal

- ▶ Introducción
- ▶ Tipos de memoria RAM
- ▶ Organización interna
- ▶ Ejemplos de acceso y empaquetado

¡ATENCIÓN!

- ❑ Estas transparencias son un guión para la clase
- ❑ Los libros dados en la bibliografía junto con lo explicado en clase representa el material de estudio para el temario de la asignatura
- ❑ Para la preparación de los exámenes se ha de utilizar todo el material de estudios

Contenidos

1. Memoria

- ▶ **Introducción**
- ▶ Jerarquía de memorias

2. Memoria principal

- ▶ Introducción
- ▶ Tipos de memoria RAM
- ▶ Organización interna
- ▶ Ejemplos de acceso y empaquetado

¿Dónde se encuentra?

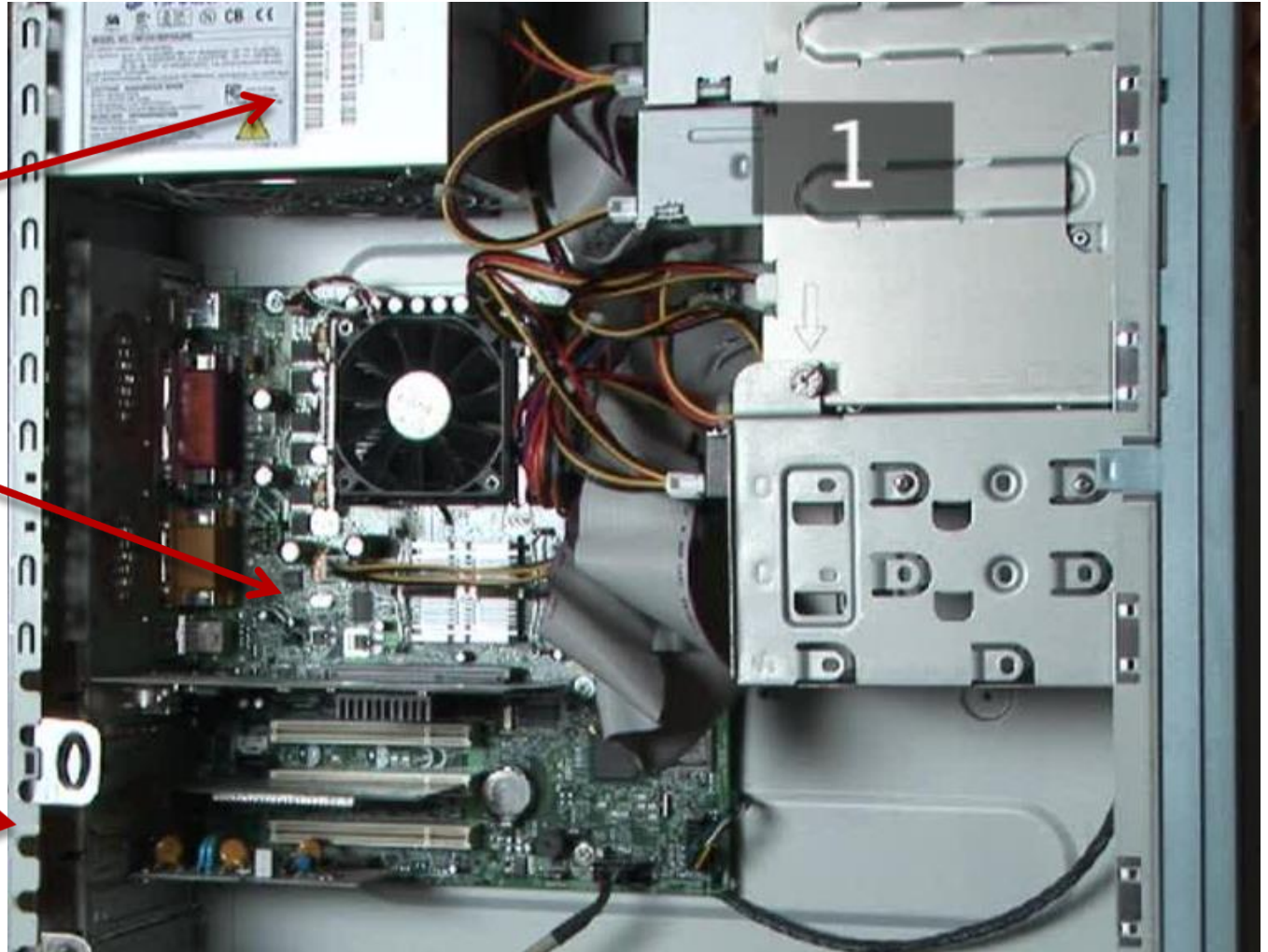


¿Dónde se encuentra?

Fuente de
alimentación

Placa madre

Caja



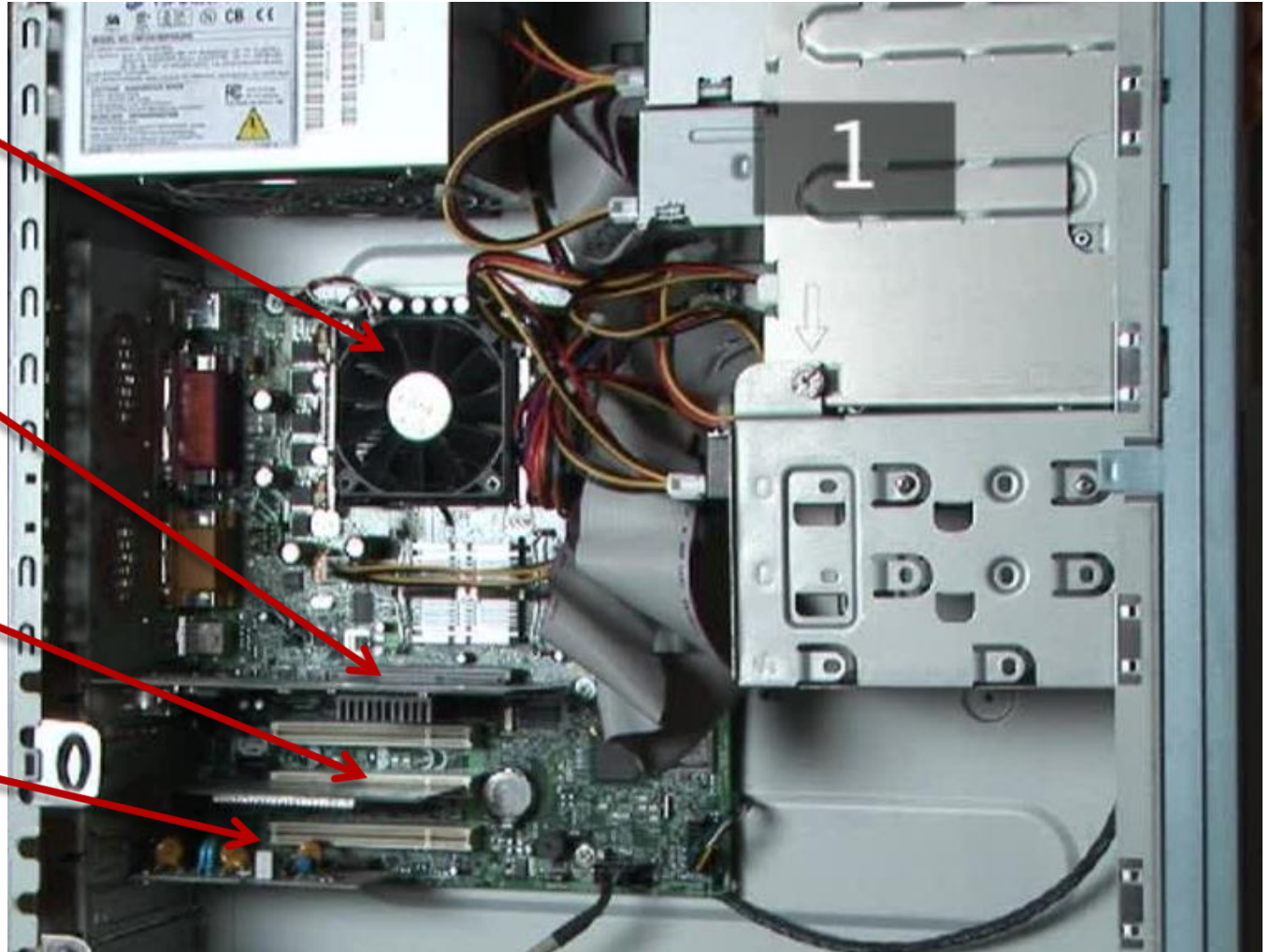
¿Dónde se encuentra?

CPU +
disipador +
ventilador

Tarjeta
gráfica

Tarjeta
de red

Tarjeta
de sonido

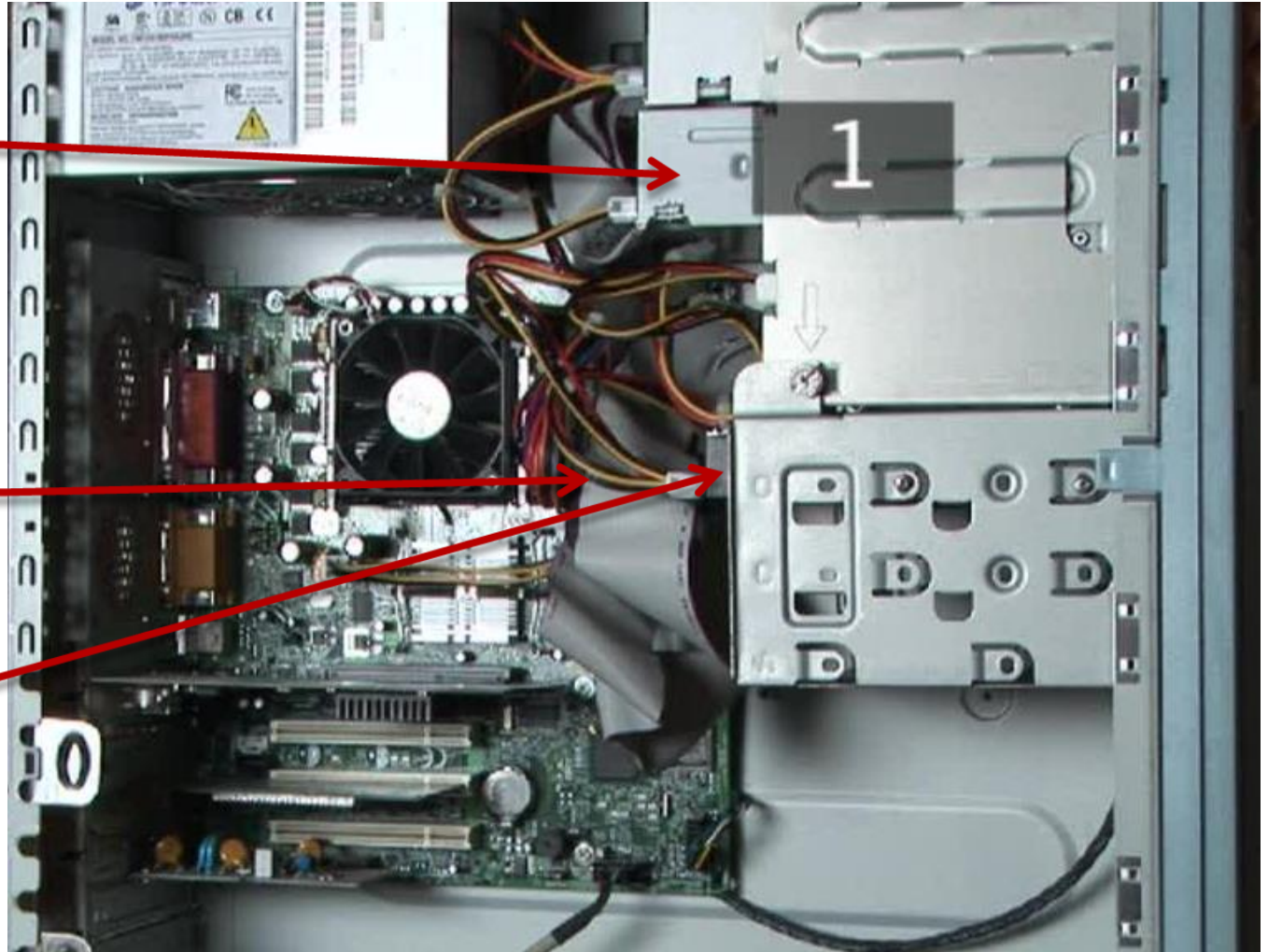


¿Dónde se encuentra?

CD-ROM/
DVD-ROM/
BluRay/...

Memoria
RAM

Disco duro

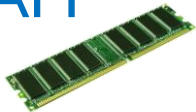


¿Dónde se encuentra?

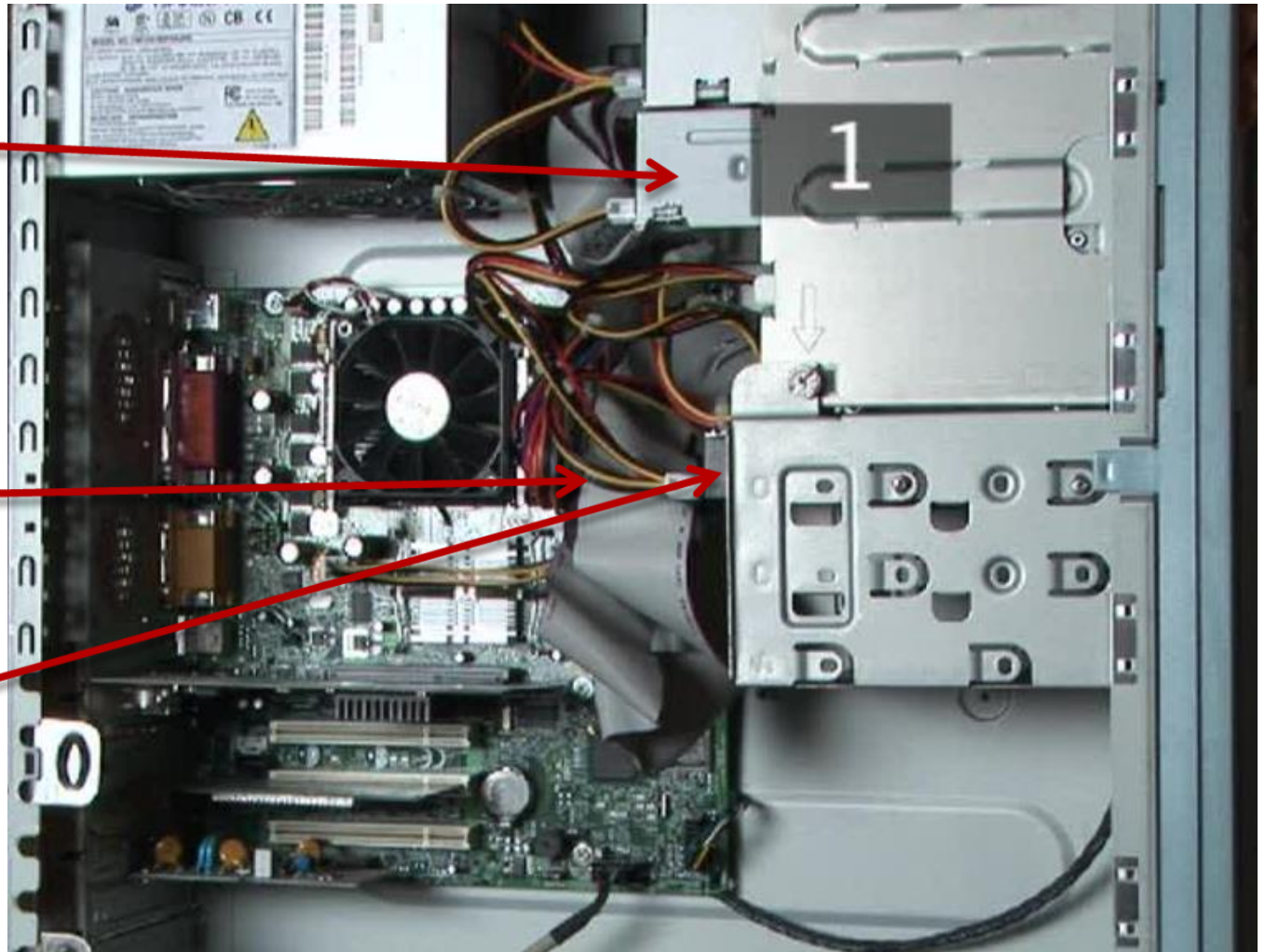
CD-ROM/
DVD-ROM/
BluRay/.



Memoria
RAM



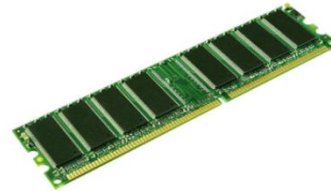
Disco duro



Distintos tipos de dispositivos físicos

- ▶ **Memorias semiconductoras**

- ▶ Ej.: RAM, ROM y Flash



- ▶ **Memorias de superficie magnética**

- ▶ Ej.: Discos duros y cintas



- ▶ **Memorias ópticas**

- ▶ Ej.: DVD y blu-ray



- ▶ **Otros**

- ▶ Memoria de burbujas
- ▶ Hologramas



¿Cómo es posible describirlo?



- ▶ Capacidades físicas
- ▶ Organización de los datos
- ▶ Prestaciones de trabajo

Principales características

► Físicas

- Volatilidad: RAM, FLASH, ...
- Borrable: ROM, RAM, ...



Principales características

▶ Físicas

- ▶ Volatilidad: RAM, FLASH, ...
- ▶ Borrable: ROM, RAM, ...



▶ Organización

- ▶ Unidad de almacenamiento: bits, palabras, bloques, ...
- ▶ Acceso: serie, paralelo, ...

Principales características

► Físicas

- Volatilidad: RAM, FLASH, ...
- Borrable: ROM, RAM, ...



► Organización

- Unidad de almacenamiento: bits, palabras, bloques, ...
- Acceso: serie, paralelo, ...

► Prestaciones

- Capacidad: **cantidad de datos que es posible almacenar**
- Tiempo de acceso: **T. entre presentar dirección y obtener los datos**
- Tiempo de ciclo de memoria: **T. entre acceso y acceso (de ‘recuperación’)**
- Tiempo de ciclo: **T. de acceso + T. recuperación**
- Velocidad de transferencia: **cantidad de datos copiados por unidad de tiempo**
- Coste: **precio por unidad de dato almacenable**

Unidades para tamaño

- ▶ Normalmente se expresa en octetos o bytes:

- ▶ byte 1 byte = 8 bits
- ▶ kilobyte 1 KB = 1.024 bytes 2^{10} bytes
- ▶ megabyte 1 MB = 1.024 KB 2^{20} bytes
- ▶ gigabyte 1 GB = 1.024 MB 2^{30} bytes
- ▶ terabyte 1 TB = 1.024 GB 2^{40} bytes
- ▶ petabyte 1 PB = 1.024 TB 2^{50} bytes
- ▶ exabyte 1 EB = 1.024 PB 2^{60} bytes
- ▶ zettabyte 1 ZB = 1.024 EB 2^{70} bytes
- ▶ yottabyte 1 YB = 1.024 ZB 2^{80} bytes

Unidades para tamaño

► Normalmente se expresa en octetos o bytes:

- byte 1 byte = 8 bits
- kilobyte 1 KB = 1.024 bytes
- megabyte 1 MB = 1.024 KB
- gigabyte 1 GB = 1.024 MB
- terabyte 1 TB = 1.024 GB
- petabyte 1 PB = 1.024 TB
- exabyte 1 EB = 1.024 PB
- zettabyte 1 ZB = 1.024 EB
- yottabyte 1 YB = 1.024 ZB

2^{10} bytes

2^{20} bytes

2^{30} bytes

2^{40} bytes

2^{50} bytes

2^{60} bytes

2^{70} bytes

2^{80} bytes

Página web: ~20 KB

Fich. mp3: ~3 MB

Fich. divx: ~800 MB

800 películas: ~1 TB

Google: ~3 PB

Internet: ~300 EB

1 gramo ADN: ~0.36 ZB

1795

1960

1960

1960

1975

1975

1991

Unidades para tamaño (cuidado)

- ▶ En **comunicación** se suele usar el kilobit y no el kilobyte
(1 Kb \neq 1 KB)
 - ▶ 1 Kb = 1.024 bits
 - ▶ 1 KB = 1.024 bytes
- ▶ En **almacenamiento** algunos fabricantes no utilizan potencias de dos, sino potencias de 10:
 - ▶ kilobyte 1 KB = 1.000 bytes 10^3 bytes
 - ▶ megabyte 1 MB = 1.000 KB 10^6 bytes
 - ▶ gigabyte 1 GB = 1.000 MB 10^9 bytes
 - ▶ terabyte 1 TB = 1.000 GB 10^{12} bytes
 - ▶

Contenidos

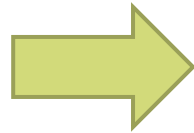
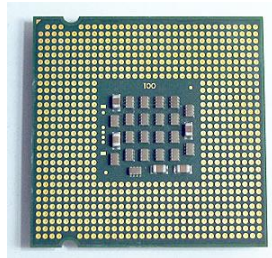
1. Memoria

- ▶ Introducción
- ▶ **Jerarquía de memorias**

2. Memoria principal

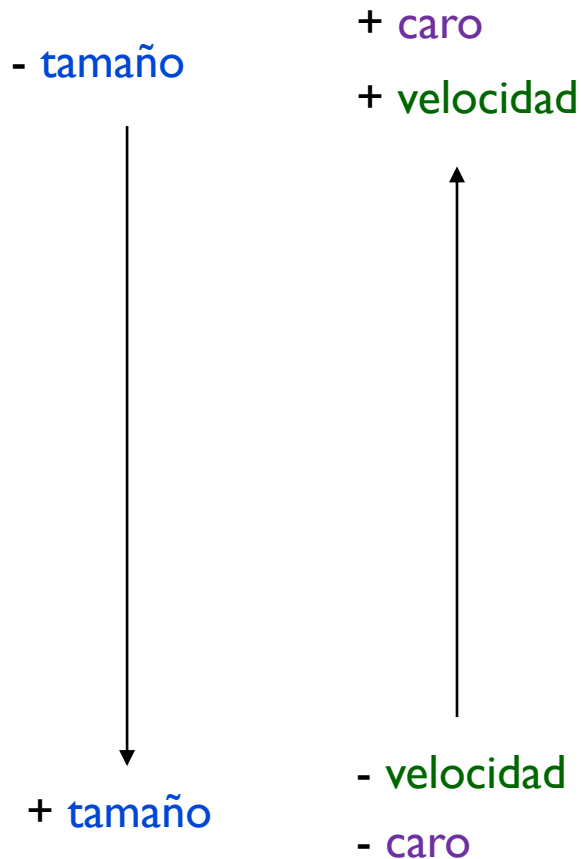
- ▶ Introducción
- ▶ Tipos de memoria RAM
- ▶ Organización interna
- ▶ Ejemplos de acceso y empaquetado

¿Cómo sería la memoria ideal?



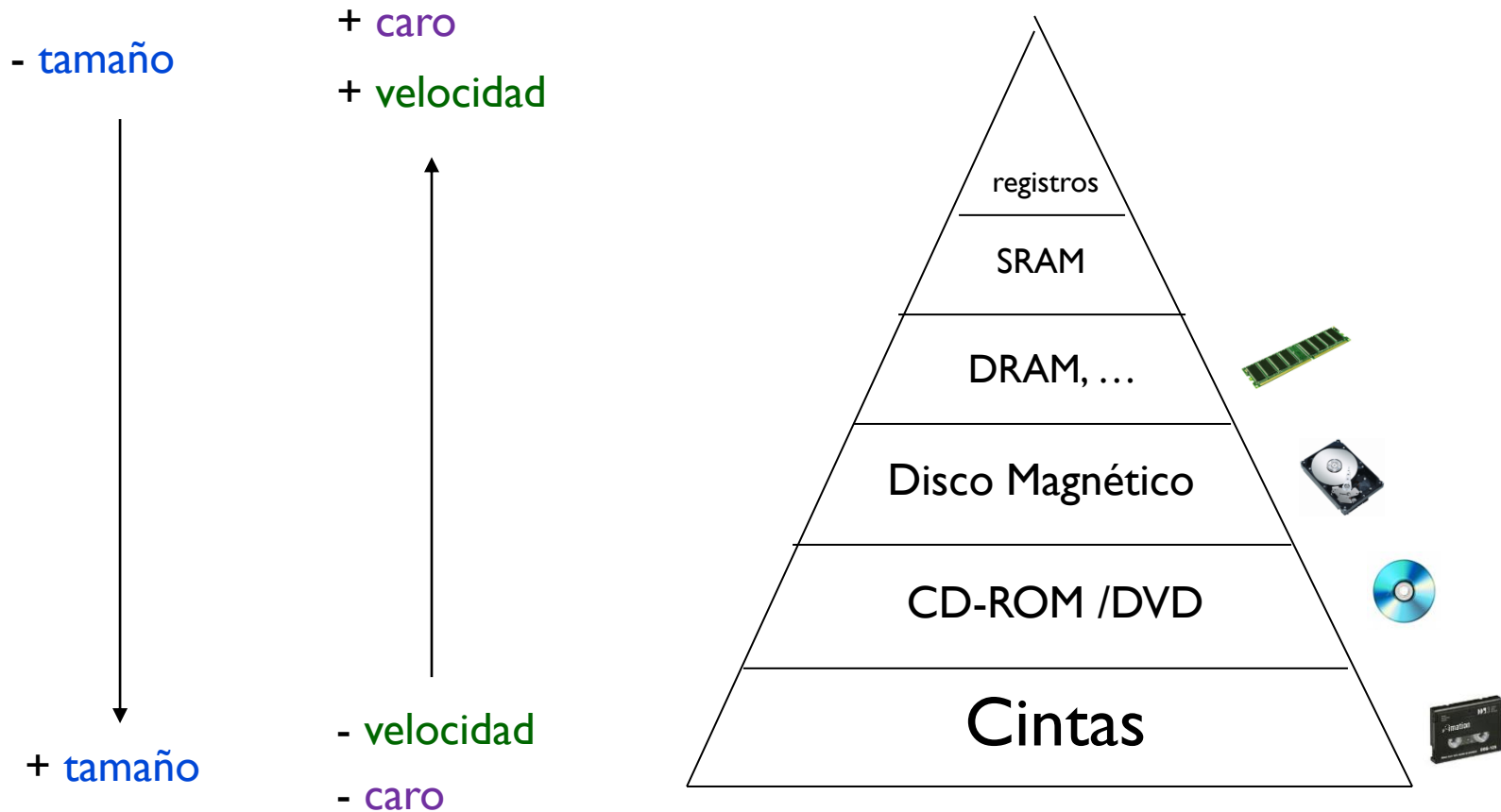
- ▶ Maximizar la **rapidez de acceso**
- ▶ Maximizar la **capacidad**
- ▶ Minimizar el **coste**

Realidad

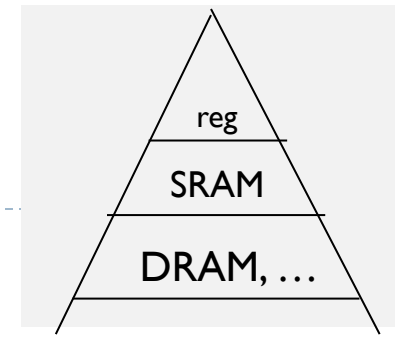


- ▶ Objetivos **incompatibles** entre si:
 - ▶ + velocidad ➡ - tamaño
- ▶ Se usan distintos tipos de memoria:
 - ▶ DRAM, Disco Duro, ...
- ▶ Se organizan los distintos tipos de memoria por velocidad de acceso:
 - ▶ **Jerarquía de memoria**

Jerarquía de memoria



Uso de la jerarquía de memoria: diferentes tiempos de acceso



- ▶ T. acceso a registro

- ▶ ~1 ns

La biblioteca de la UC3M...

- ▶ T. acceso a SRAM

- ▶ ~10 ns

La biblioteca de la UPC...

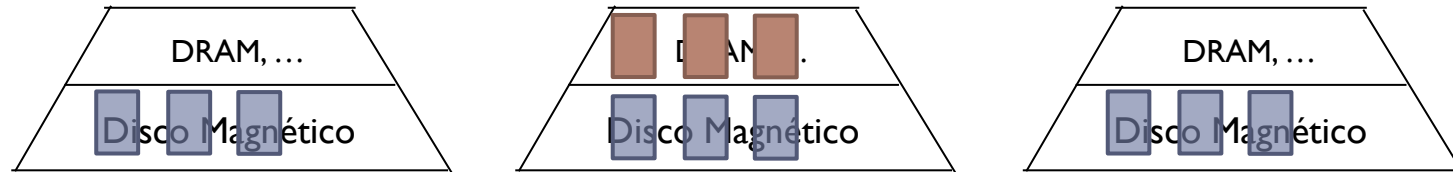
- ▶ T. acceso a DRAM

- ▶ ~120 ns

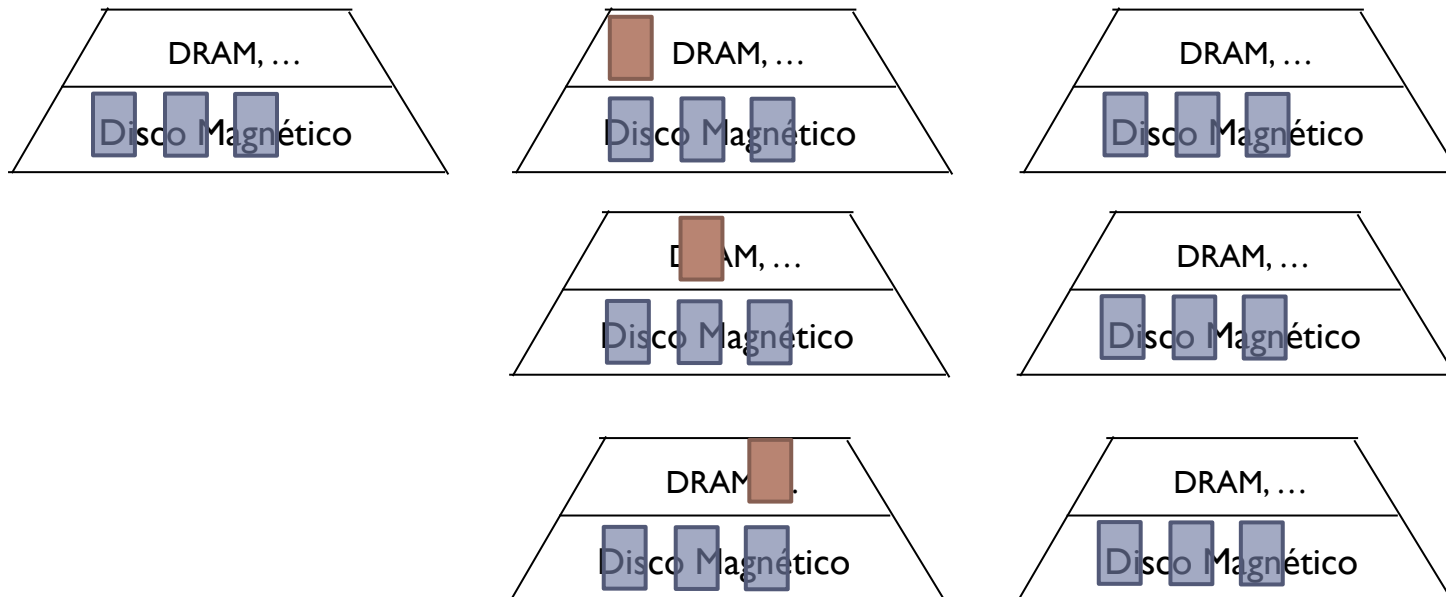
Una biblioteca en Florida...

Uso de la jerarquía de memoria: diferentes capacidades

- Si la memoria fuera ilimitada...

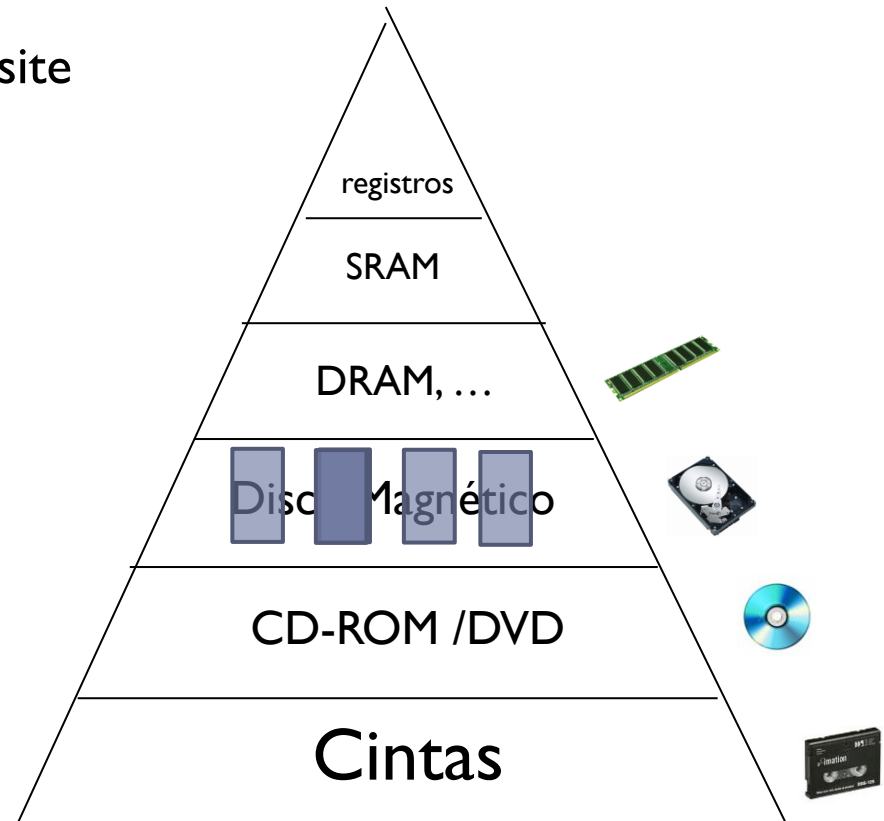


- Si el siguiente nivel tiene **menos memoria**...



Uso de la jerarquía de memoria

- ▶ Solo en memoria lo que se necesite en un instante dado.
- ▶ Si no está, se copia de un nivel a otro la porción necesaria:
 - ▶ Ej.: cargar un programa en RAM
- ▶ Cuando no se necesite, se borra la copia realizada.
- ▶ El comportamiento de los accesos lo favorece:
 - ▶ Proximidad de referencias



Ejemplo

Principio de cercanía/proximidad

```
int main ( void )
{
    int i, j;

    j=0;
    for (i=0; i<1024; i++)
        j=j+i;
}
```

```
.text
.globl main

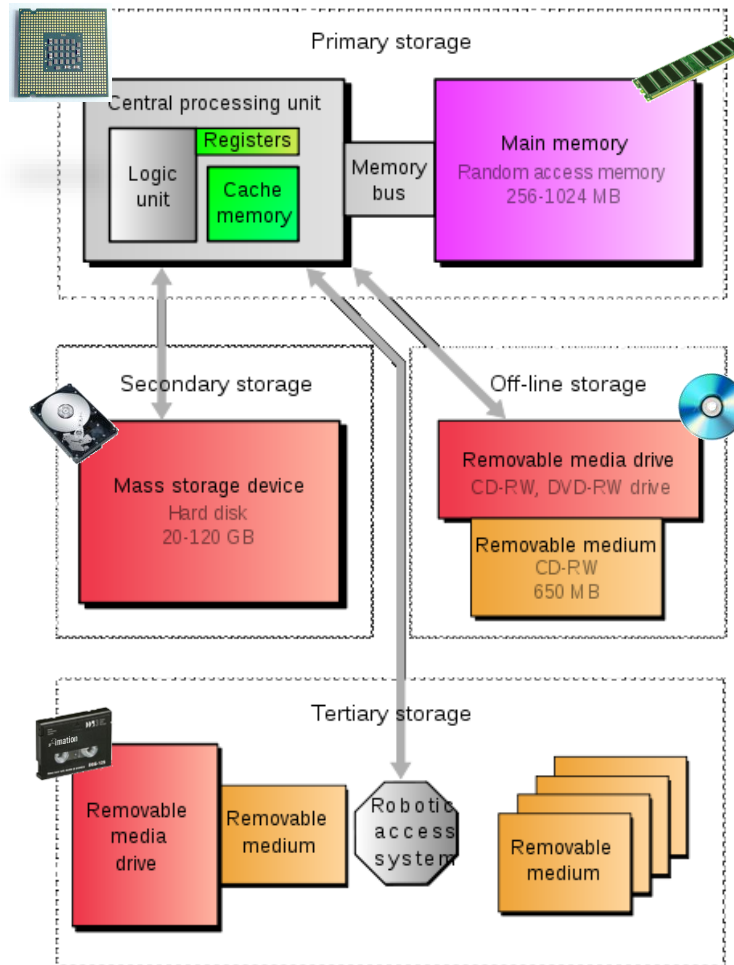
main: li $t0 0    # $t0 <-> j
      li $t1 0    # $t1 <-> i
      b2: bge $t1 1024 finb2
          add $t0 $t0 $t1
          add $t1 $t1 1
          b b2
finb2: jr $ra
```

- ▶ **Accesos a memoria:**
 - ▶ El *fetch* de cada instrucciones:
 - ▶ $2 + 4 * 1.024 + 1 + 1 = 4.100$
- ▶ Los **4.100** palabras accedidas en M.P. son solo **7** palabras

Principio de cercanía/proximidad

- ▶ Las **referencias** a los datos y al programa dentro de un proceso **tienden a agruparse**.
- ▶ **Durante cortos periodos** de tiempo **se necesitarán sólo unos pocos fragmentos** de un proceso.
- ▶ Sería posible hacer predicciones inteligentes sobre qué fragmentos de un proceso se necesitarán en un futuro cercano.

Jerarquía de almacenamiento



Contenidos

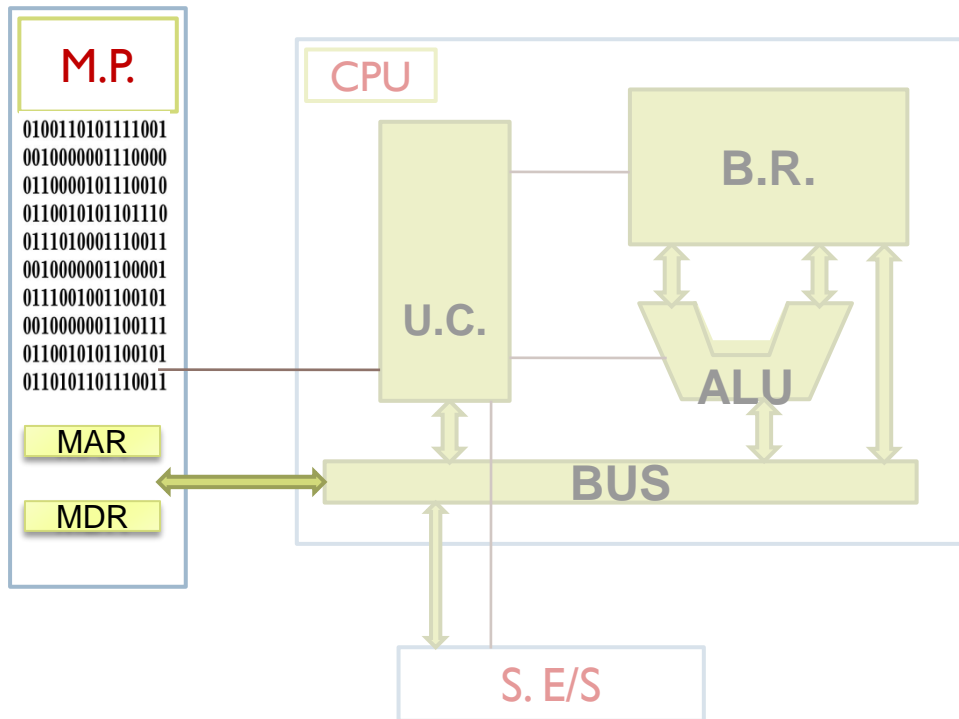
1. Memoria

- ▶ Introducción
- ▶ Jerarquía de memorias

2. Memoria principal

- ▶ Introducción
- ▶ **Tipos de memoria RAM**
- ▶ Organización interna
- ▶ Ejemplos de acceso y empaquetado

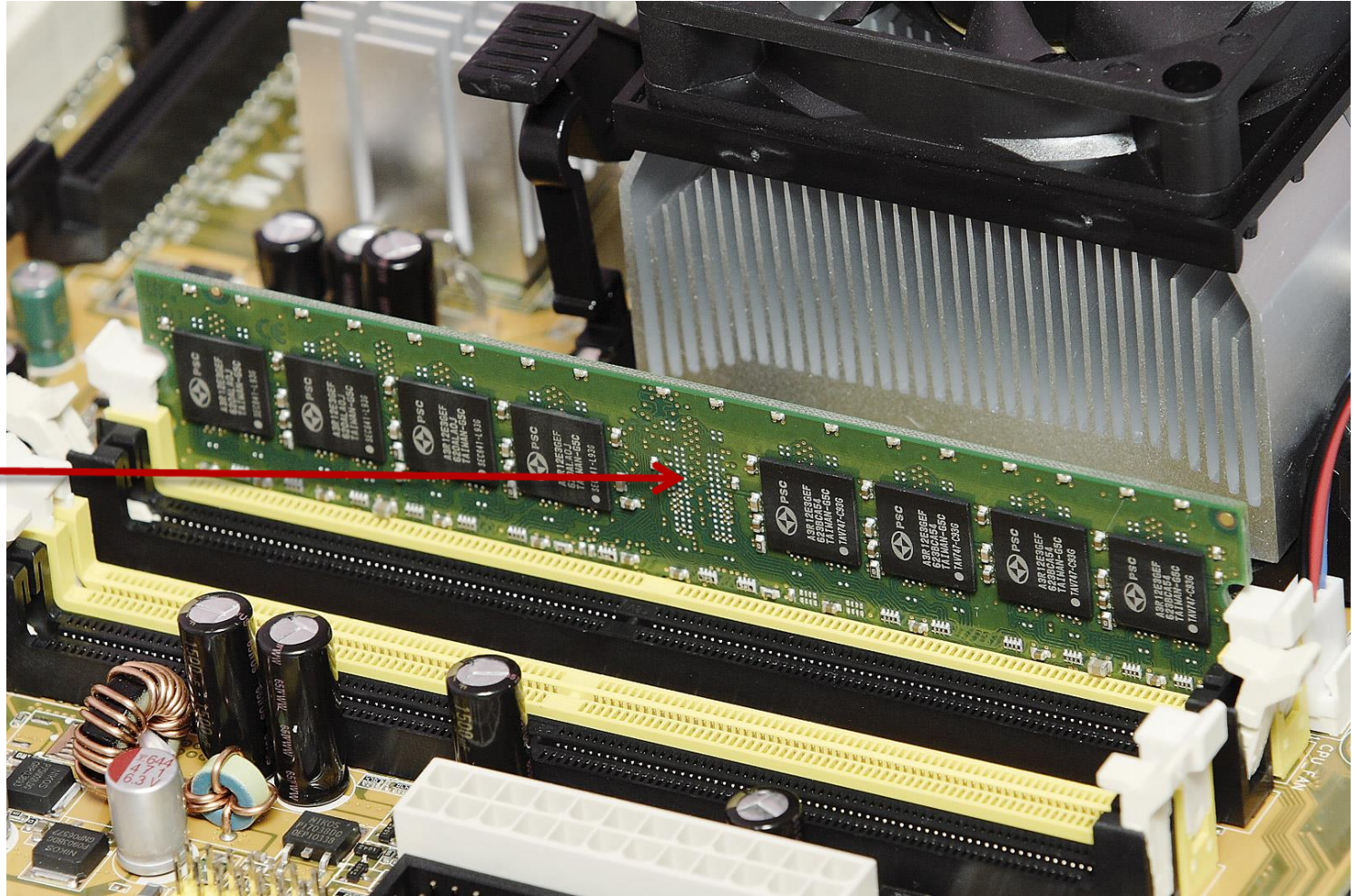
Motivación



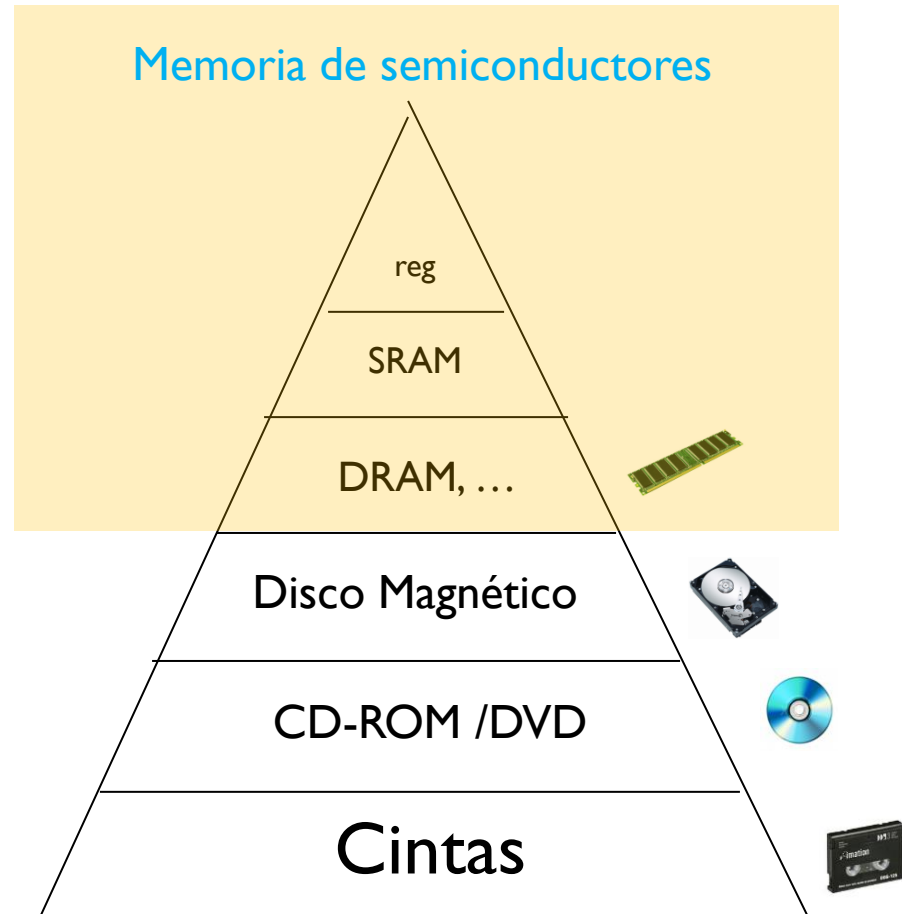
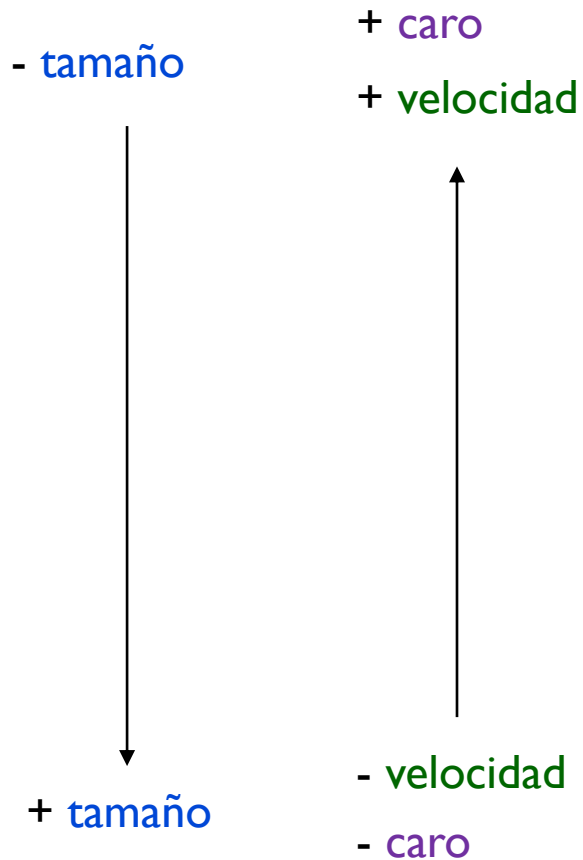
- Los **programas** a ejecutar **y datos** que usar en la ejecución, están guardados **en memoria**.
- Importante conocer memoria caché y memoria virtual.

¿Dónde se encuentra?

Memoria
RAM



Tecnología para Memoria Principal



Tipos de memoria de semiconductores

- ▶ Memoria de solo lectura (ROM)

- ▶ Almacenamiento **permanente**.
- ▶ Ejemplo de donde se usa:
 - ▶ BIOS



- ▶ Memoria de lectura/escritura (RAM)

- ▶ Almacenamiento **temporal** (volátil).
- ▶ Ejemplo de donde se usa:
 - ▶ Memoria principal

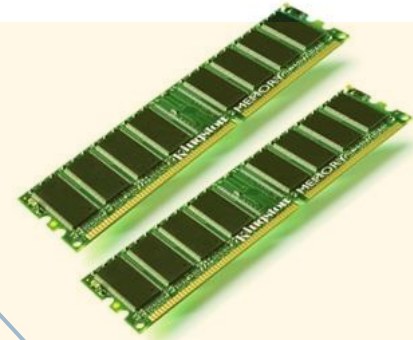


Tipos de memoria de semiconductores

- ▶ Memoria de solo lectura (ROM)
 - ▶ Almacenamiento **permanente**.
 - ▶ Ejemplo de donde se usa:
 - ▶ BIOS



- ▶ Memoria de lectura/escritura (RAM)
 - ▶ Almacenamiento **temporal** (volátil).
 - ▶ Ejemplo de donde se usa:
 - ▶ Memoria principal



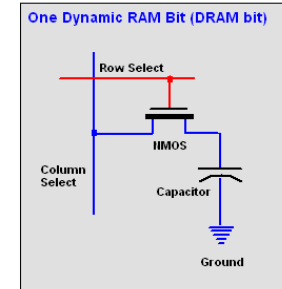
Mal uso del término RAM (memoria de acceso aleatorio), ya que como todas las memorias semiconductoras, es de acceso aleatorio.

Tipos de RAM

From Computer Desktop Encyclopedia
© 2005 The Computer Language Co., Inc.

► RAM dinámica (DRAM)

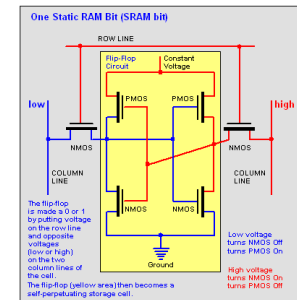
- Almacena bits como carga en condensadores.
- Tiende a descargarse: necesita refrescos periódicos.
 - Ventaja: construcción más simple, **más almacenamiento**, más económica
 - Inconveniente: necesita circuitería de refresco, **más lenta**.
 - 2%-3% de los ciclos de reloj consume el refresco



From Computer Desktop Encyclopedia
© 2005 The Computer Language Co., Inc.

► RAM estática (SRAM)

- Almacena bits como interruptores en *on* y *off*.
- Tiende a no descargarse: **no** necesita refresco.
 - Ventaja: No necesita circuitería de refresco, **más rápida**.
 - Inconveniente: Construcción compleja, **menos almacenamiento**, más cara.

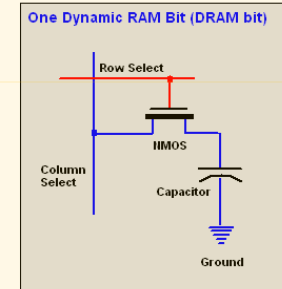


Tipos de RAM

From Computer Desktop Encyclopedia
© 2005 The Computer Language Co., Inc.

▶ RAM dinámica (DRAM)

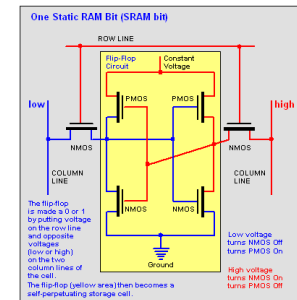
- ▶ Almacena bits como carga en condensadores.
- ▶ Tiende a descargarse: necesita refrescos periódicos.
 - ▶ Ventaja: construcción más simple, **más almacenamiento**, más económica
 - ▶ Inconveniente: necesita circuitería de refresco, **más lenta**.
 - 2%-3% de los ciclos de reloj consume el refresco



From Computer Desktop Encyclopedia
© 2005 The Computer Language Co., Inc.

▶ RAM estática (SRAM)

- ▶ Almacena bits como interruptores en *on* y *off*.
- ▶ Tiende a no descargarse: **no** necesita refresco.
 - ▶ Ventaja: No necesita circuitería de refresco, **más rápida**.
 - ▶ Inconveniente: Construcción compleja, **menos almacenamiento**, más cara.



Contenidos

1. Memoria

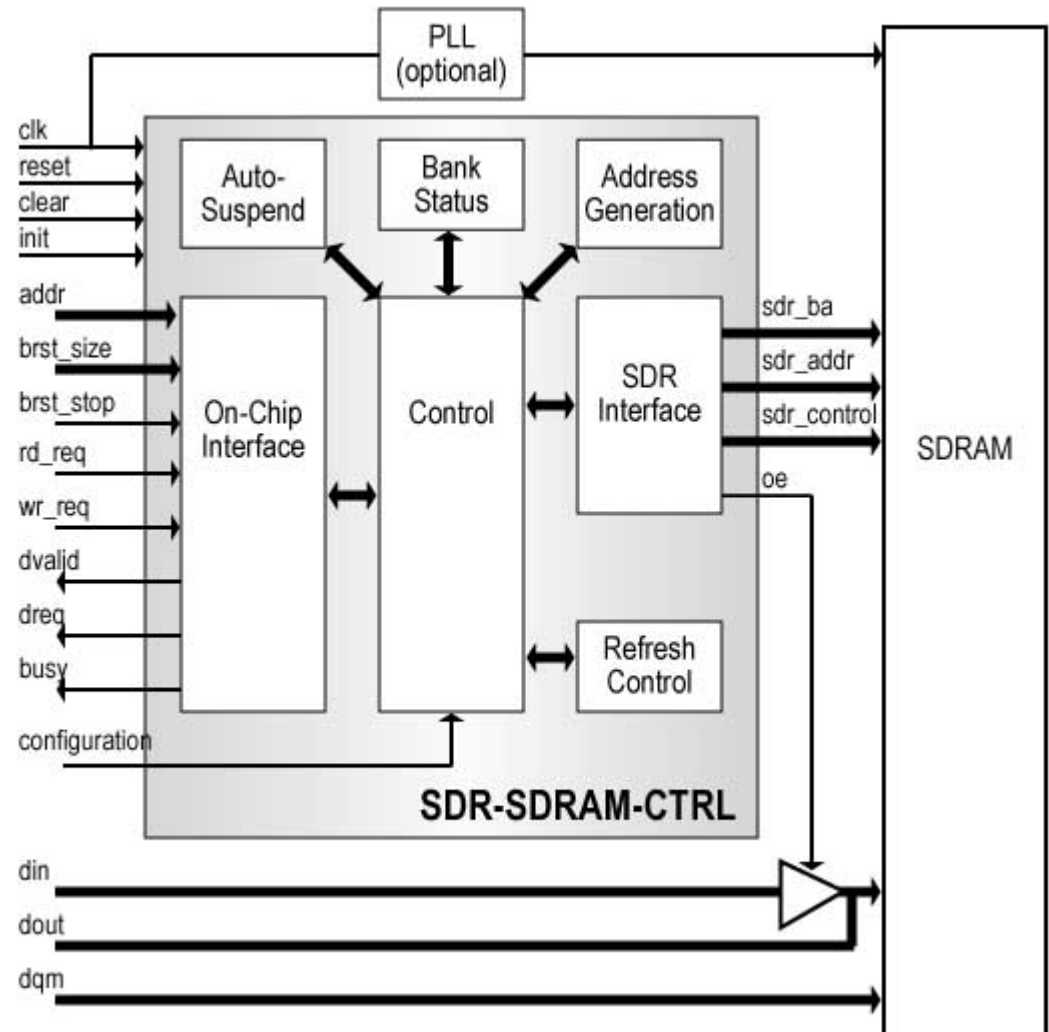
- ▶ Introducción
- ▶ Jerarquía de memorias

2. Memoria principal

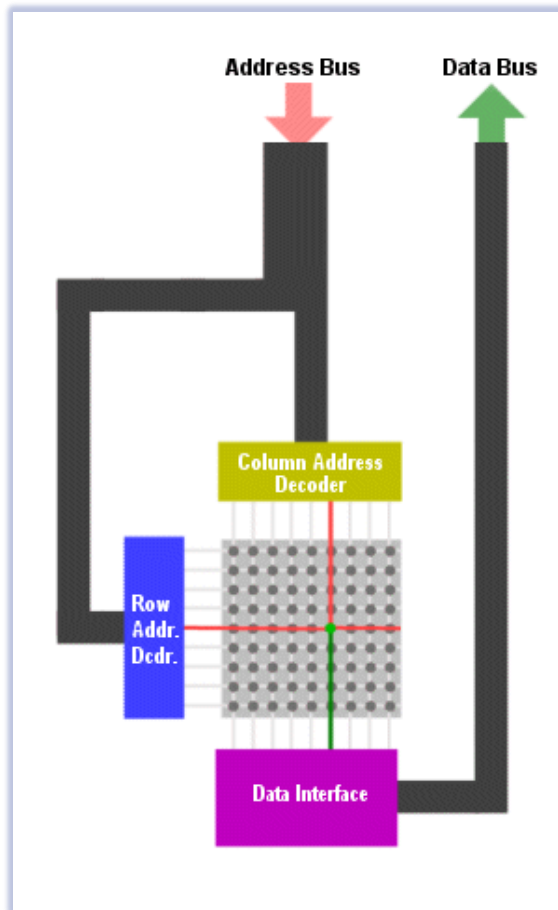
- ▶ Introducción
- ▶ Tipos de memoria RAM
- ▶ **Organización interna**
- ▶ **Ejemplos de acceso y empaquetado**

Controlador de memoria DRAM

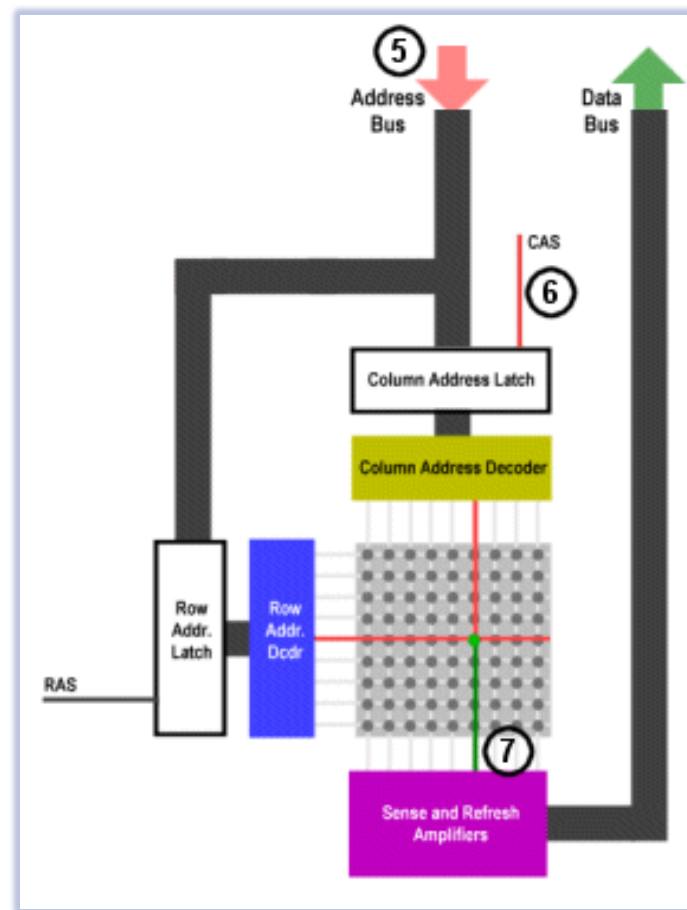
- ▶ Controlador se encarga del refresco y particularidades de la DRAM
- ▶ Oculta todo esto al procesador y le ofrece una interfaz simple
 - ▶ CPU **no** dependiente de la tecnología de la memoria



Organización interna de la memoria



Direccionamiento
por fila/columna



Direccionamiento
por fila/columna con CAS/RAS

Accesos típicos

▶ DRAM

▶ FPM

▶ EDO

▶ SDRAM

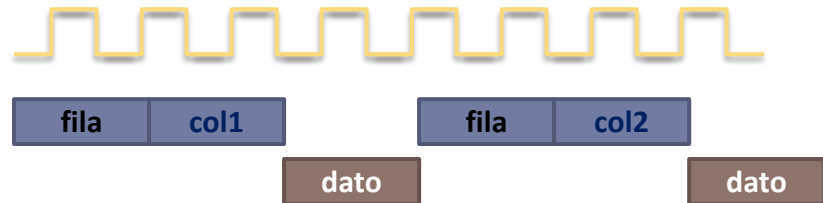
▶ DDR

▶ DDR2

reloj

dir.

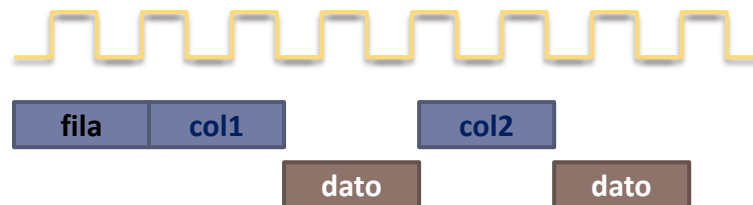
datos



reloj

dir.

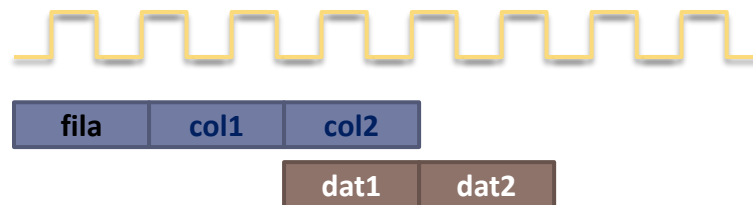
datos



reloj

dir.

datos



Accesos típicos

▶ DRAM

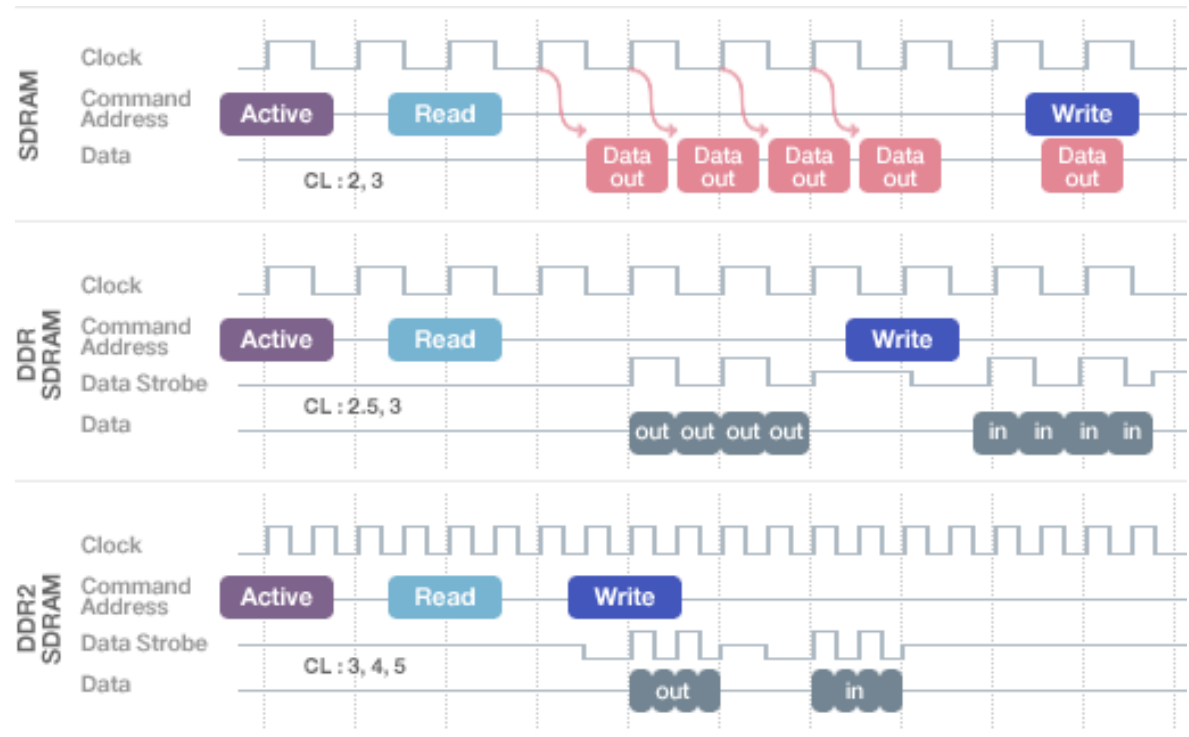
▶ EDO

▶ FPM

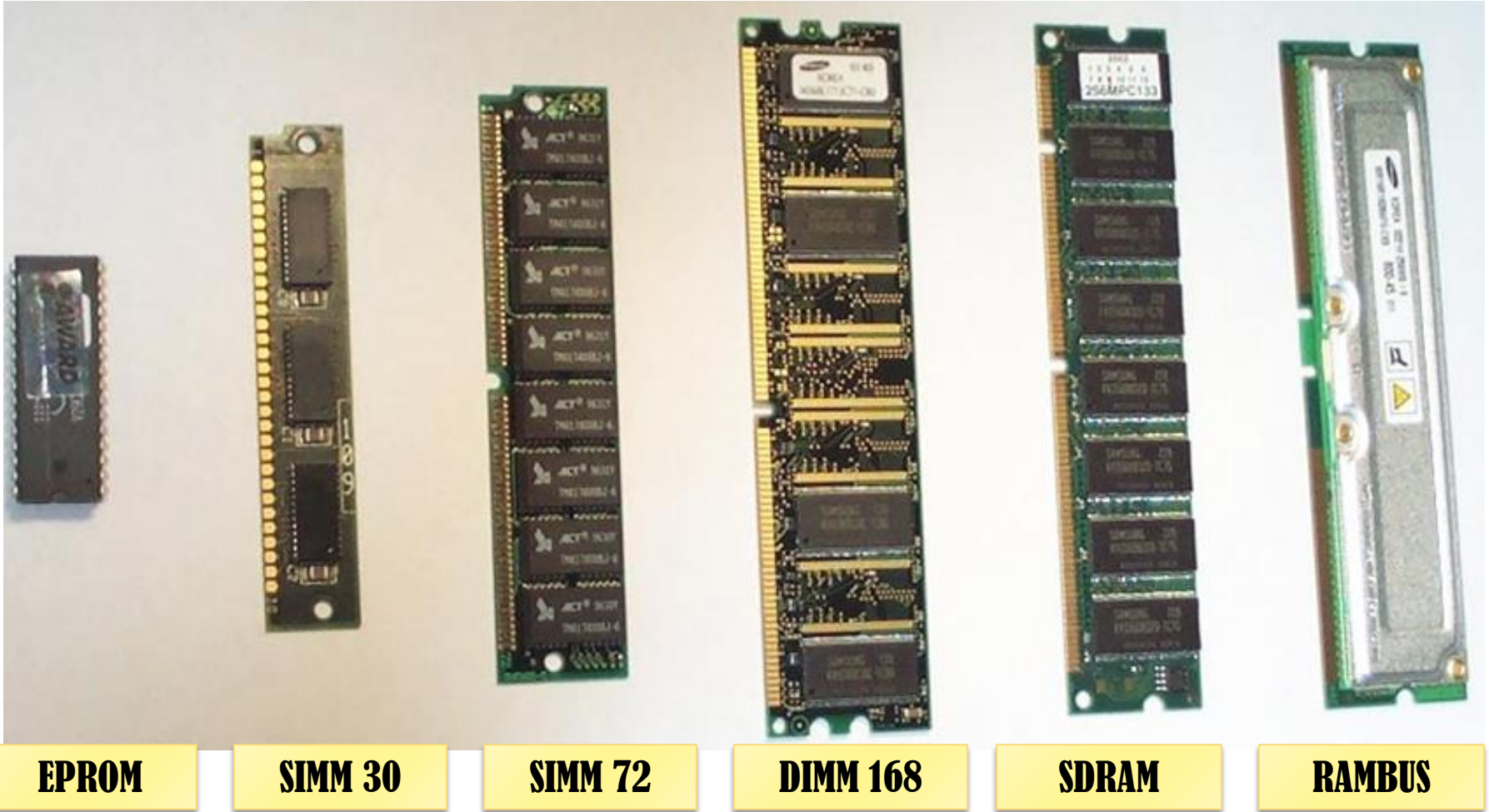
▶ SDRAM

▶ DDR

▶ DDR2



Empaquetados típicos (1/2)



Empaquetados típicos (2/2)



SIMM 72 pines



DIMM (168 pines)



DDR DIMM (184 pines)

A dark blue vertical bar is positioned on the left side of the slide, partially overlapping the title area.

Tema 5 (I)

Jerarquía de Memoria

A light blue vertical bar is positioned on the left side of the slide, partially overlapping the text area.

Grupo ARCOS

Estructura de Computadores
Grado en Ingeniería Informática
Universidad Carlos III de Madrid