

75.03 Organización del Computador

U5 – COMPONENTES DE UN COMPUTADOR MEMORIA

U5 – Componentes de un computador

⦿ Memoria

- Componente complejo (Sistema de memoria)
- Formado por elementos con distintas cualidades:
 - Tecnología
 - Organización
 - Performance
 - Costo
- Jerarquía de subsistemas de memoria
 - Internos al sistema (accedidos directamente por el procesador)
 - Externos al sistema (accedidos por el procesador a través de un módulo de E/S)

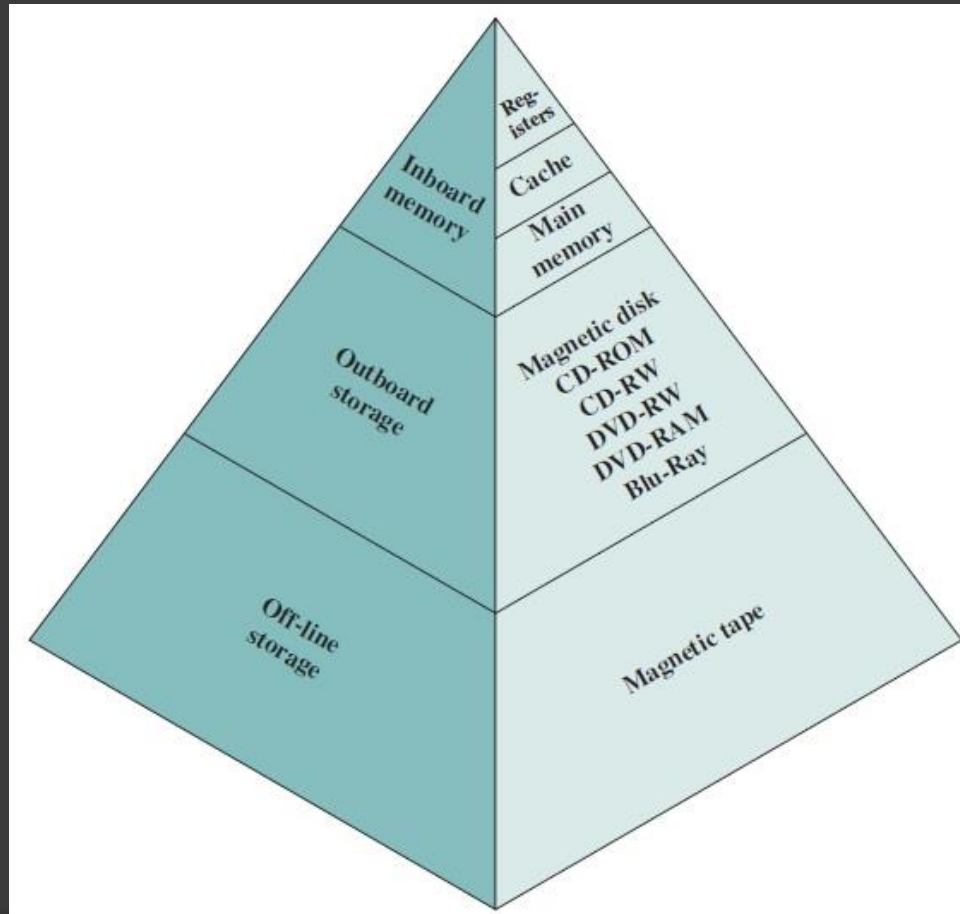
U5 – Componentes de un computador

⦿ Jerarquía de memoria

- Tres características a tener en cuenta
 - Capacidad
 - Tiempo de acceso
 - Costo
- Subsistemas de memoria con relación de compromiso entre estas características => No se usa un solo componente de memoria

U5 – Componentes de un computador

● Jerarquía de memoria



U5 – Componentes de un computador

⦿ Jerarquía de memoria

- A medida que se baja de la pirámide:
 - Costo por bit decreciente
 - Capacidad creciente
 - Tiempo de acceso creciente
 - Frecuencia de acceso de la memoria por parte de procesador decreciente

U5 – Componentes de un computador

⦿ Sistema de memoria

- Características

- Locación

- Interna

- Registros

- Memoria interna para unidad de control

- Memoria Cache

- Externa

- Dispositivos de almacenamiento periféricos (discos, cintas, etc.)

U5 – Componentes de un computador

⦿ Sistema de memoria

• Características

○ Capacidad

- Bytes / Palabras (memoria interna)
- Bytes (memoria externa)

○ Unidad de transferencia

- Número de líneas eléctricas del módulo de memoria, típicamente el tamaño de palabra o 64, 128 o 256 bits (memoria interna)
- Bloques (memoria externa)

U5 – Componentes de un computador

⦿ Sistema de memoria

• Características

○ Métodos de acceso de unidades de datos

• Acceso secuencial

- Unidades de datos: registros (records)
- Acceso lineal en secuencia
- Se deben pasar y descartar todos los registros intermedios antes de acceder al registro deseado
- Tiempo de acceso variable
- Ej. cintas magnéticas

U5 – Componentes de un computador

⦿ Sistema de memoria

• Características

○ Métodos de acceso de unidades de datos

• Acceso directo

- Dirección única para bloques o registros basada en su posición física
- Tiempo de acceso variable
- Ej. discos magnéticos

U5 – Componentes de un computador

⦿ Sistema de memoria

• Características

○ Métodos de acceso de unidades de datos

• Acceso aleatorio

- Cada posición direccionable de memoria tiene un mecanismo de direccionamiento cableado físicamente
- Tiempo de acceso constante, independiente de la secuencia de accesos anteriores
- Ej. memoria principal y algunas memorias cache

U5 – Componentes de un computador

⦿ Sistema de memoria

• Características

○ Métodos de acceso de unidades de datos

• Acceso asociativo

- Tipo de acceso aleatorio por comparación de patrón de bits
- La palabra se busca por una porción de su contenido en vez de por su dirección
- Cada posición de memoria tiene un mecanismo de direccionamiento propio
- Tiempo de acceso constante, independiente de la secuencia de accesos anteriores o su ubicación
- Ej. memorias cache

U5 – Componentes de un computador

⦿ Sistema de memoria

- Características

- Parámetros de performance

- Tiempo de acceso (latencia)
 - Memorias de acceso aleatorio: tiempo necesario para hacer una operación de lectura o escritura
 - Memorias sin acceso aleatorio: tiempo necesario para posicionar el mecanismo de lectura/escritura en la posición deseada
 - Tiempo de ciclo de memoria
 - Memorias de acceso aleatorio: tiempo de acceso más el tiempo adicional necesario para que una nueva operación pueda comenzar

U5 – Componentes de un computador

⦿ Sistema de memoria

• Características

○ Parámetros de performance

• Tasa de transferencia

- Tasa con la cual los datos son transferidos dentro o fuera de la unidad de memoria
- Memorias de acceso aleatorio: $1/\text{Tiempo de ciclo de memoria}$
- Memorias sin acceso aleatorio:

$$T_n = T_A + n/R$$

donde

T_n = Tiempo promedio para leer o escribir n bits

T_A = Tiempo promedio de acceso

n = Número de bits

R = Tasa de transferencia, en bits por segundo (bps)

U5 – Componentes de un computador

⦿ Sistema de memoria

• Características

○ Tipos físicos

- Memorias semiconductoras (memoria principal y cache)
- Memorias de superficie magnética (discos y cintas)
- Memorias ópticas (medios ópticos)

U5 – Componentes de un computador

⦿ Sistema de memoria

• Características

○ Características físicas

- Memorias volátiles: se pierde su contenido ante la falta de energía eléctrica (Ej. algunas memorias semiconductoras)
- Memorias no volátiles: no se necesita de energía eléctrica para mantener su contenido (Ej. memorias de superficie magnéticas y algunas memorias semiconductoras)
- Memorias de solo lectura: (ROM – Read Only Memory) no se puede borrar su contenido (Ej. algunas memorias semiconductoras)

U5 – Componentes de un computador

⦿ Jerarquía de memoria

- Principio de localidad de referencia
 - “Durante la ejecución de un programa, las referencias a memoria que hace el procesador tanto para instrucciones como datos tienden a estar agrupadas”
(Ej. loops, subrutinas, tablas, vectores)

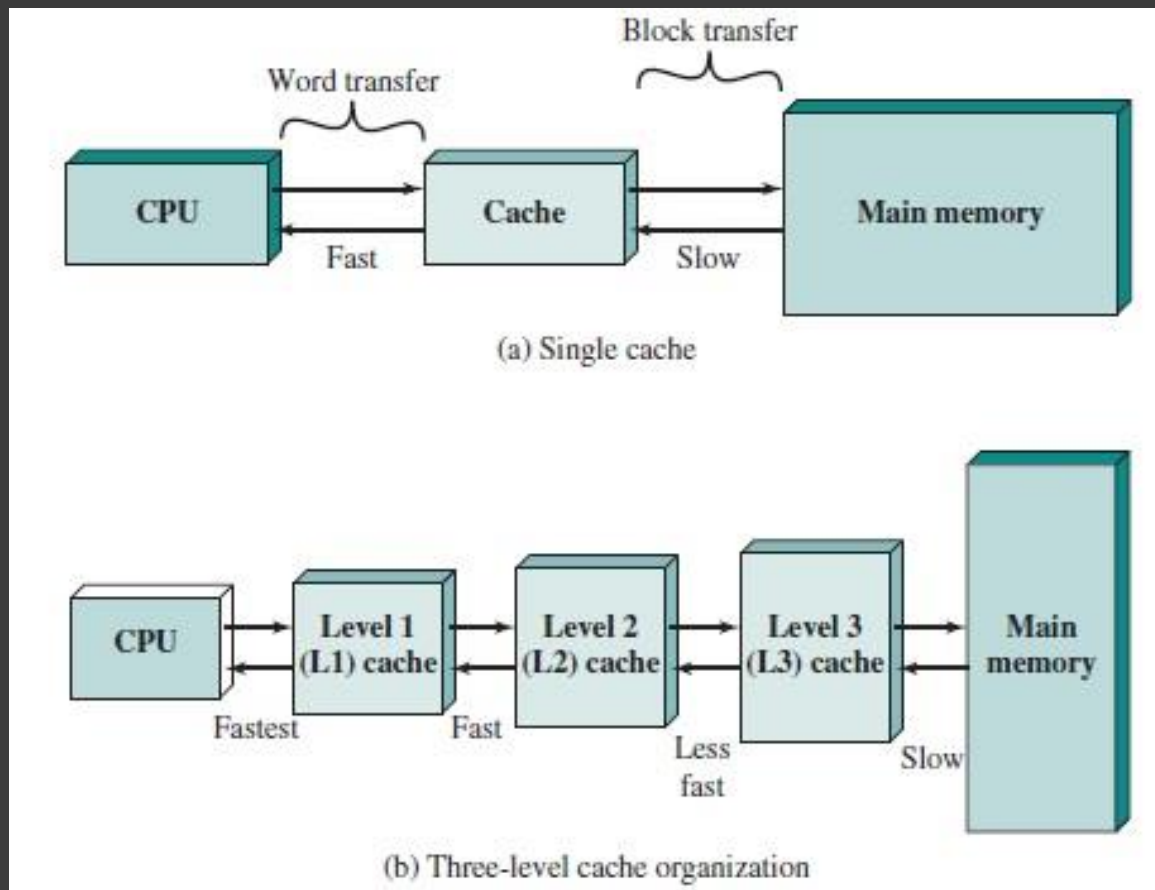
U5 – Componentes de un computador

⦿ Memoria Cache

- Memoria semiconductor más rápida (y costosa) que la principal
- Se ubica entre el procesador y la memoria principal
- Permite mejorar la performance general de acceso a memoria principal
- Contiene una copia de porciones de memoria principal

U5 – Componentes de un computador

● Memoria Cache



U5 – Componentes de un computador

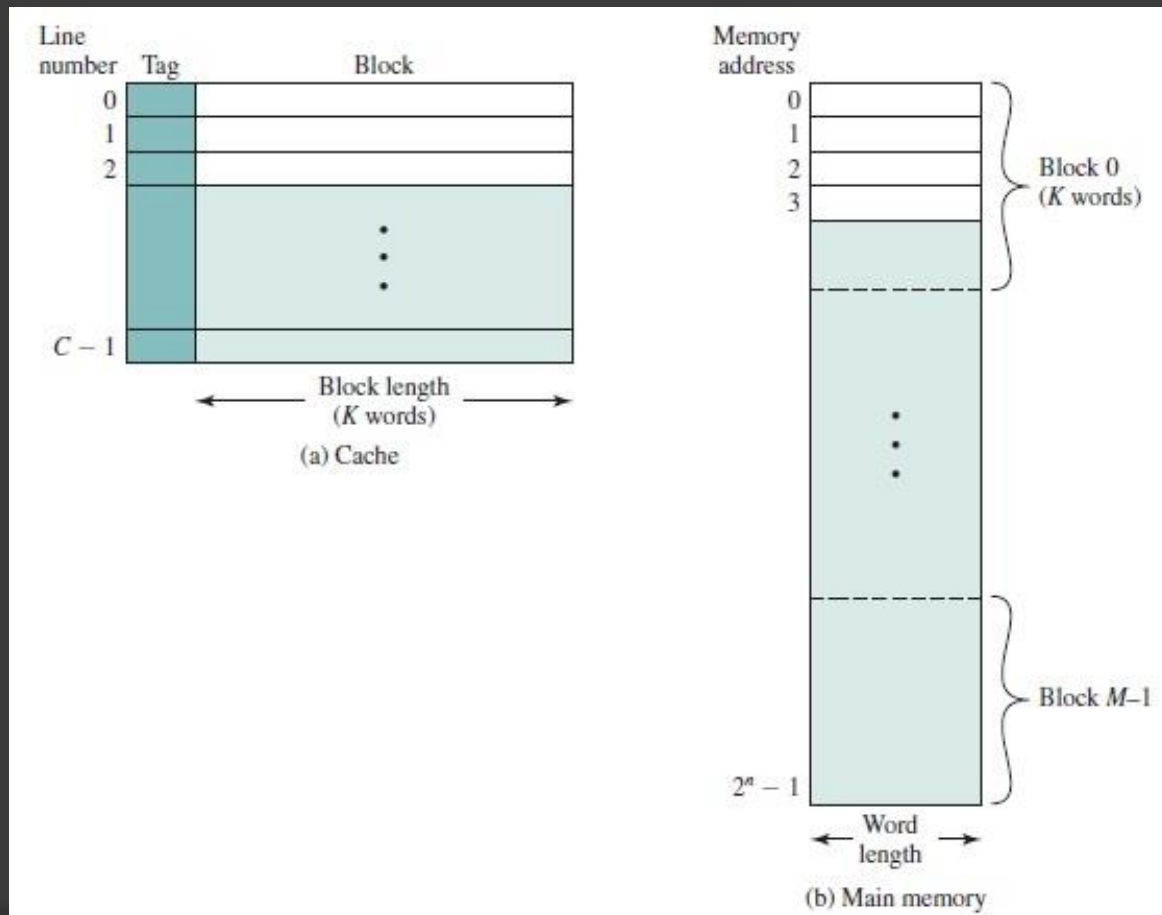
⦿ Memoria Cache

• Cómo funciona

- CPU trata de leer una palabra de la memoria principal
- Se chequea primero si existe en la memoria cache.
 - Si es así se la entrega al CPU
 - Sino se lee un bloque de memoria principal (número fijo de palabras), se incorpora a la cache y la palabra buscada se entrega al CPU
- Por el principio de localidad de referencia es probable que próximas palabras buscadas estén dentro del bloque de memoria subido a la cache

U5 – Componentes de un computador

Memoria Cache



U5 – Componentes de un computador

● Memoria Cache

- Estructura sistema cache/memoria principal
 - Memoria principal
 - 2^n palabras direccionables (dirección única de n -bits para cada una)
 - Bloques fijos de K palabras cada uno (M bloques)
 - Cache
 - m bloques llamados líneas
 - Cada línea contiene:
 - K palabras
 - Tag (conjunto de bits para indicar qué bloque está almacenado, usualmente una porción de la dirección de memoria principal)
 - Bits de control (Ej. bit para indicar si la línea se modificó desde la última vez que se cargó en la cache)

U5 – Componentes de un computador

- Memoria Cache
 - Ejemplos (1/2)

Table 4.3 Cache Sizes of Some Processors

Processor	Type	Year of Introduction	L1 Cache ^a	L2 Cache	L3 Cache
IBM 360/85	Mainframe	1968	16–32 kB	—	—
PDP-11/70	Minicomputer	1975	1 kB	—	—
VAX 11/780	Minicomputer	1978	16 kB	—	—
IBM 3033	Mainframe	1978	64 kB	—	—
IBM 3090	Mainframe	1985	128–256 kB	—	—
Intel 80486	PC	1989	8 kB	—	—
Pentium	PC	1993	8 kB/8 kB	256–512 kB	—
PowerPC 601	PC	1993	32 kB	—	—
PowerPC 620	PC	1996	32 kB/32 kB	—	—
PowerPC G4	PC/server	1999	32 kB/32 kB	256 kB to 1 MB	2 MB
IBM S/390 G6	Mainframe	1999	256 kB	8 MB	—

Notes:

^a Two values separated by a slash refer to instruction and data caches.

^b Both caches are instruction only; no data caches.

U5 – Componentes de un computador

- Memoria Cache
 - Ejemplos (2/2)

Table 4.3 Cache Sizes of Some Processors

Processor	Type	Year of Introduction	L1 Cache ^a	L2 Cache	L3 Cache
Pentium 4	PC/server	2000	8 kB/8 kB	256 kB	—
IBM SP	High-end server/supercomputer	2000	64 kB/32 kB	8 MB	—
CRAY MTA ^b	Supercomputer	2000	8 kB	2 MB	—
Itanium	PC/server	2001	16 kB/16 kB	96 kB	4 MB
Itanium 2	PC/server	2002	32 kB	256 kB	6 MB
IBM POWER5	High-end server	2003	64 kB	1.9 MB	36 MB
CRAY XD-1	Supercomputer	2004	64 kB/64 kB	1 MB	—
IBM POWER6	PC/server	2007	64 kB/64 kB	4 MB	32 MB
IBM z10	Mainframe	2008	64 kB/128 kB	3 MB	24–48 MB
Intel Core i7 EE 990	Workstation/server	2011	6 × 32 kB/32 kB	1.5 MB	12 MB
IBM zEnterprise 196	Mainframe/server	2011	24 × 64 kB/128 kB	24 × 1.5 MB	24 MB L3 192 MB L4

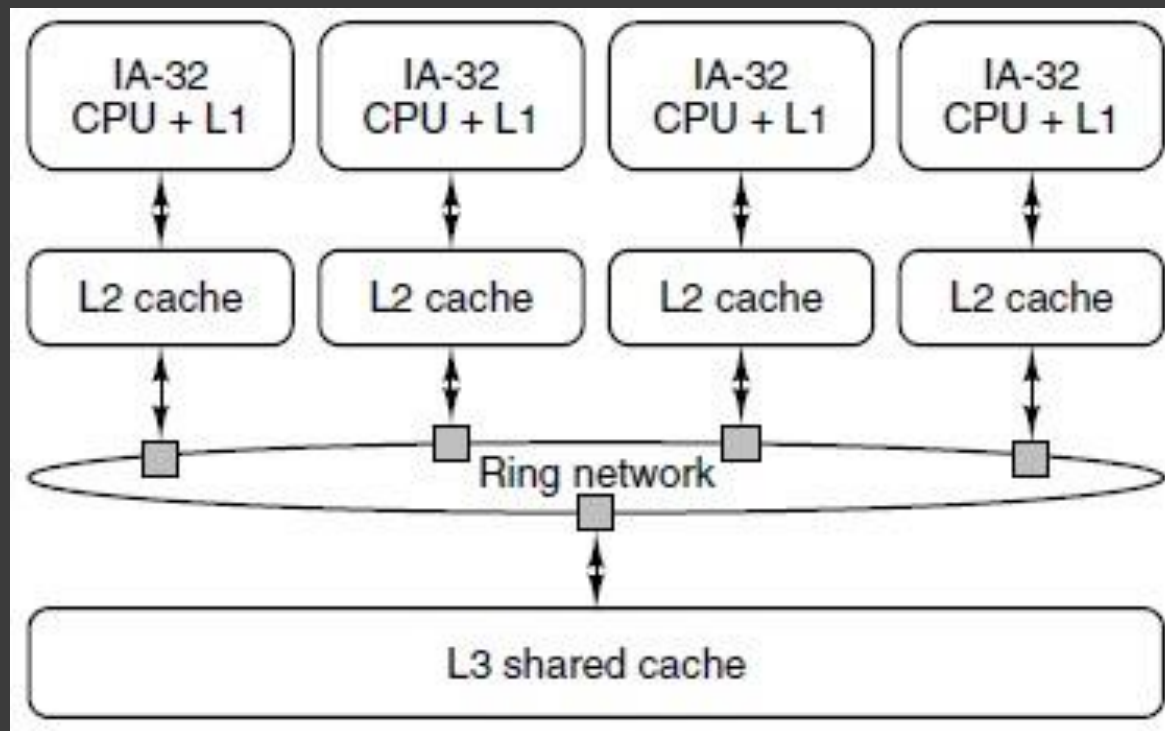
Notes:

^a Two values separated by a slash refer to instruction and data caches.

^b Both caches are instruction only; no data caches.

U5 – Componentes de un computador

- Memoria Cache
 - Intel Core i7



U5 – Componentes de un computador

● Referencias

- “Computer Organization and Architecture – Designing for Performance” 9na edición. William Stallings
(<http://williamstallings.com/ComputerOrganization/>)
- “Structured Computer Organization” 6ta edición. Andrew Tanenbaum / Todd Austin
(<http://www.pearsonhighered.com/educator/product/Structured-Computer-Organization-6E/9780132916523.page>)