

1 - Introduzione ai Sistemi Operativi

Sommario

Cos'è un Sistema Operativo?

- macchina astratta
- gestore di risorse

Storia dei S.O.

- generazioni 1-5 dei S.O.
- Storia di Internet e World Wide Web

Componenti dei S.O.

architetture Hardware

Tipi di S.O. e scopi dei S.O.

Concetti base dei S.O.

Strutture di S.O.

- Monolitica
- a Livelli
- Microkernel
- S.O. di rete e S. O. Distribuiti

Componenti dei Sistemi Operativi

- componenti hardware gestite da un sistema operativo
- evoluzione dell'hardware per supportare le funzioni del S.O.
- ottimizzazione delle prestazioni delle varie componenti hardware
- nozione di *Application Programming Interface* (API)
- compilazione – linking - loading

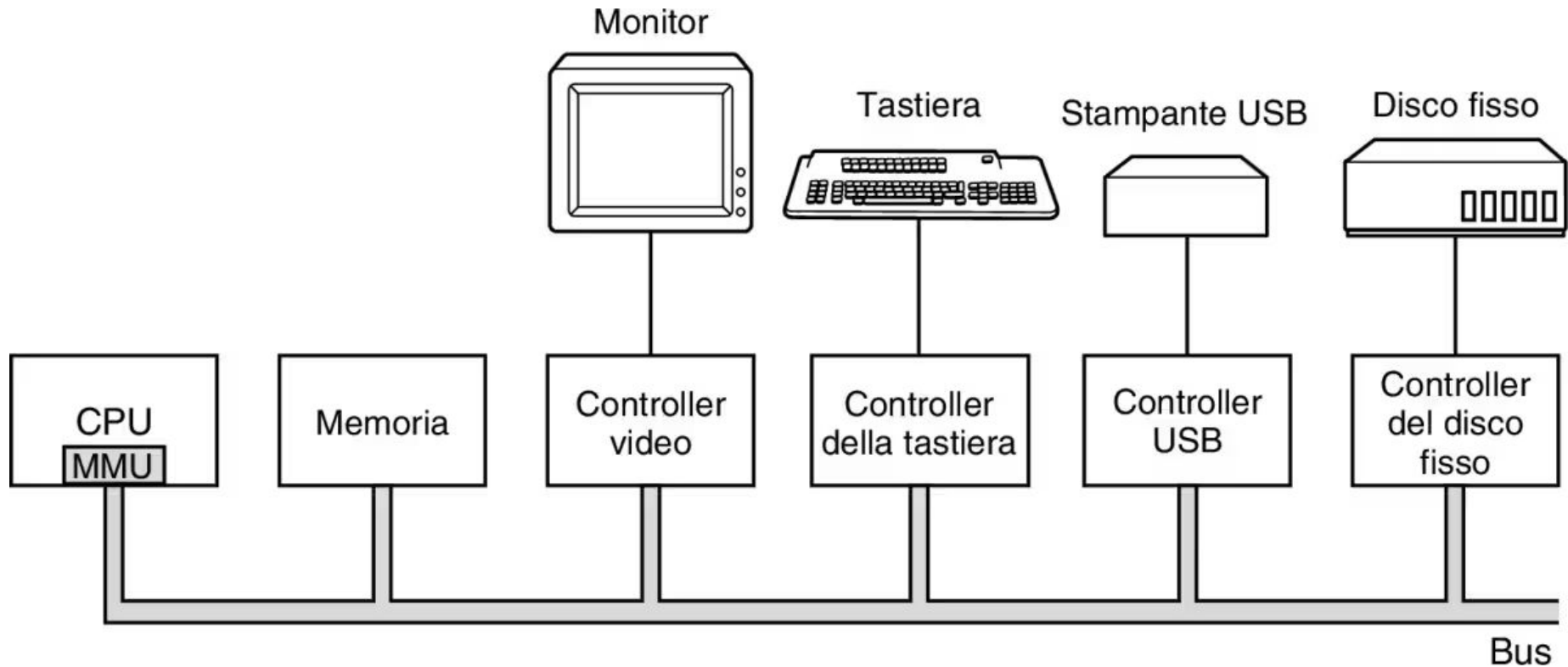
Sistemi Operativi come gestore delle risorse

Progettare un sistema operativo

Conoscere le **risorse hardware e software** che deve gestire

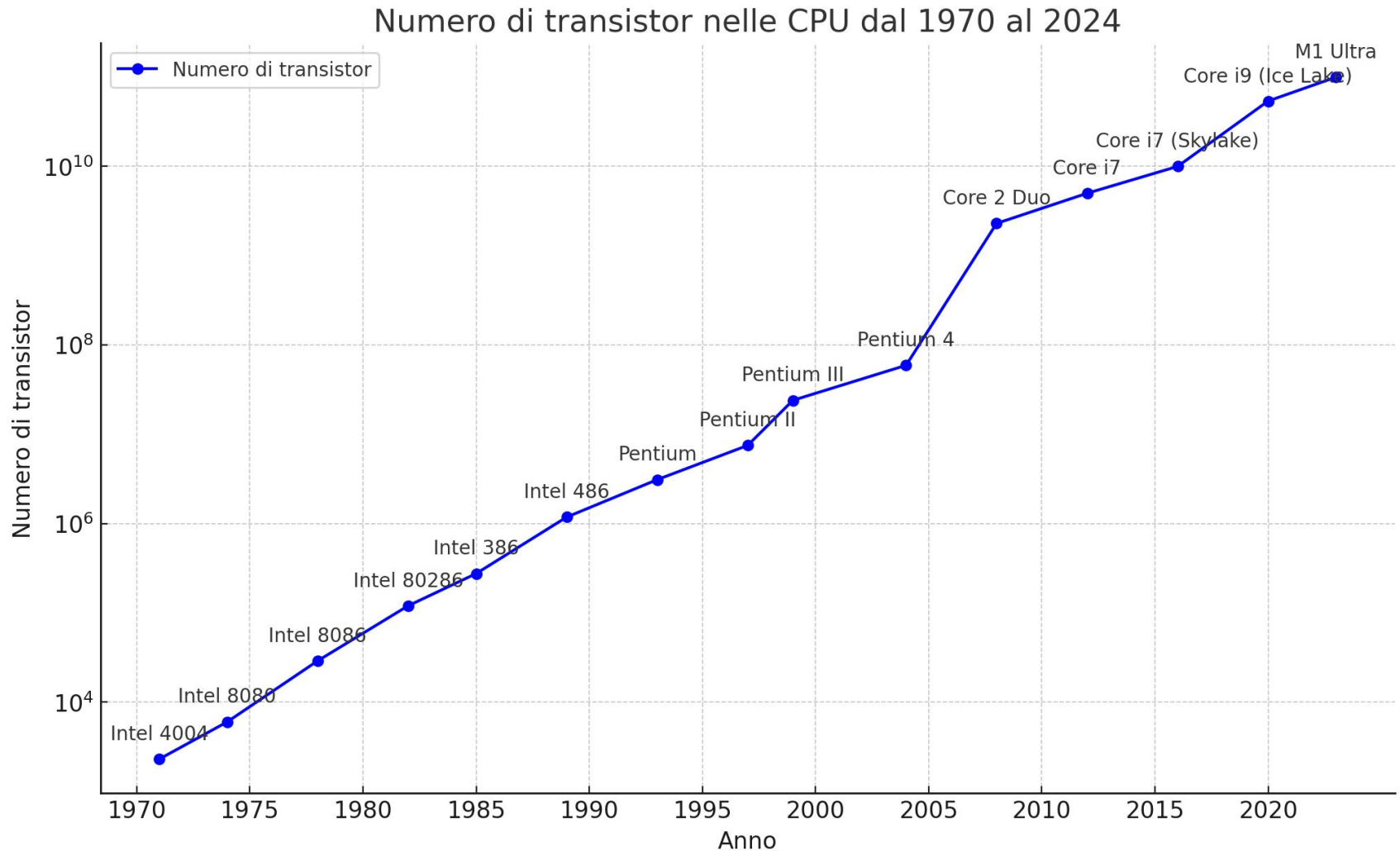
- processori
- memoria
- memoria secondaria (es. hard disks)
- altre periferiche I/O
- processi
- *thread*
- file
- Database

Componenti Hardware



Componenti di un semplice personal computer

Componenti Hardware – CPU - Evoluzione



numero di transistor per anno per chip, su microprocessori, DRAM, memorie flash, processori grafici...

Componenti Hardware – CPU

- Un **processore** è hardware che **esegue** in linguaggio macchina
 - La CPU esegue le **istruzioni** di un programma
 - Il Coprocessore esegue le istruzioni per usi speciali
 - Es., grafici o coprocessori audio
 - I **registri** sono memorie ad alta velocità della memoria situati su processori
 - I dati devono essere nei registri prima che un processore possa operarvi
 - Lunghezza delle istruzioni = dimensione di un'istruzione in linguaggio macchina
 - Alcuni processori supportano diverse lunghezze di istruzioni

Componenti Hardware – CPU

- Il tempo di elaborazione si misura in **cicli**
 - Una oscillazione completa di un segnale elettrico
 - Fornito dal generatore di **clock** di sistema
 - La velocità del processore è misurata in **GHz** (miliardi di cicli al secondo)
 - I desktop moderni eseguono centinaia di megahertz o vari GHz

Componenti Hardware – CPU

Registri

Speciali visibili al programmatore:

Program Counter - **PC**

Stack Pointer

Program Status Word – **PSW**

Modalità

utente

nucleo (*kernel*)

Chiamate di sistema

TRAP istruzione che cambia la modalità da utente a *kernel*

Cambiamento di stato

‘Legge’ di Moore

Transistor raddoppia ogni 18 mesi

CPU multi core

Componenti Hardware – CPU

Prestazioni di una CPU

$$T = N_i / \text{IPS} \qquad \text{IPS} = F \times \text{IPC} = F / \text{CPI}$$

T tempo di esecuzione

N_i numero di istruzioni di un programma

IPS numero di istruzioni per secondo

F frequenza di clock del processore

IPC numero di istruzioni per ciclo di clock

CPI cicli di clock per istruzione

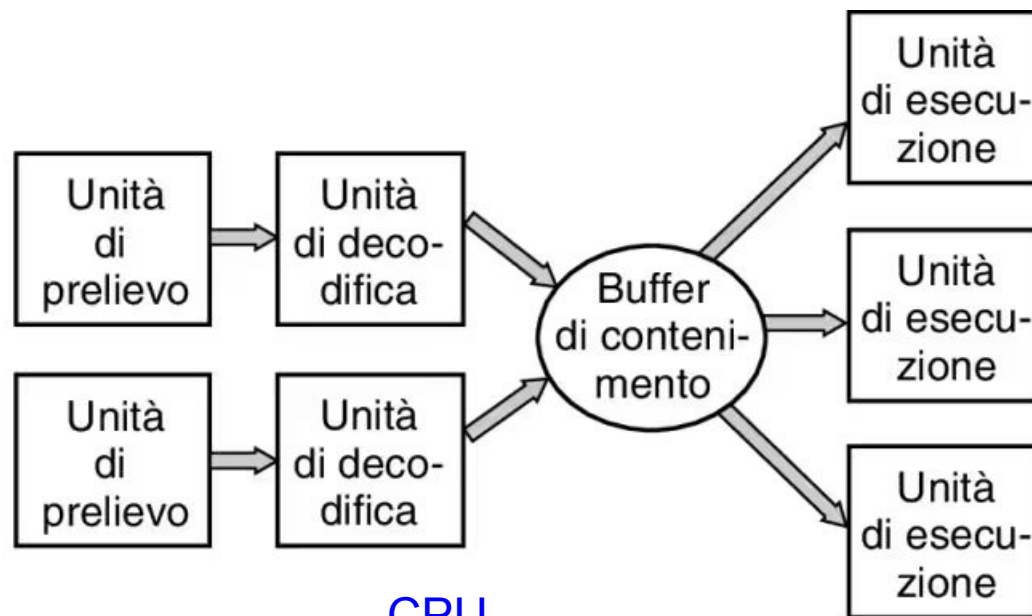
T può migliorare con

- aumento di F ☐ miniaturizzazione
- riduzione N_i , per lo stesso lavoro ☐ CISC / RISC
(Complex/Reduced Instr. Set)
- aumento di IPC ovvero riduzione CPI ☐ pipeline
☐ CPU superscalare

Componenti Hardware – CPU

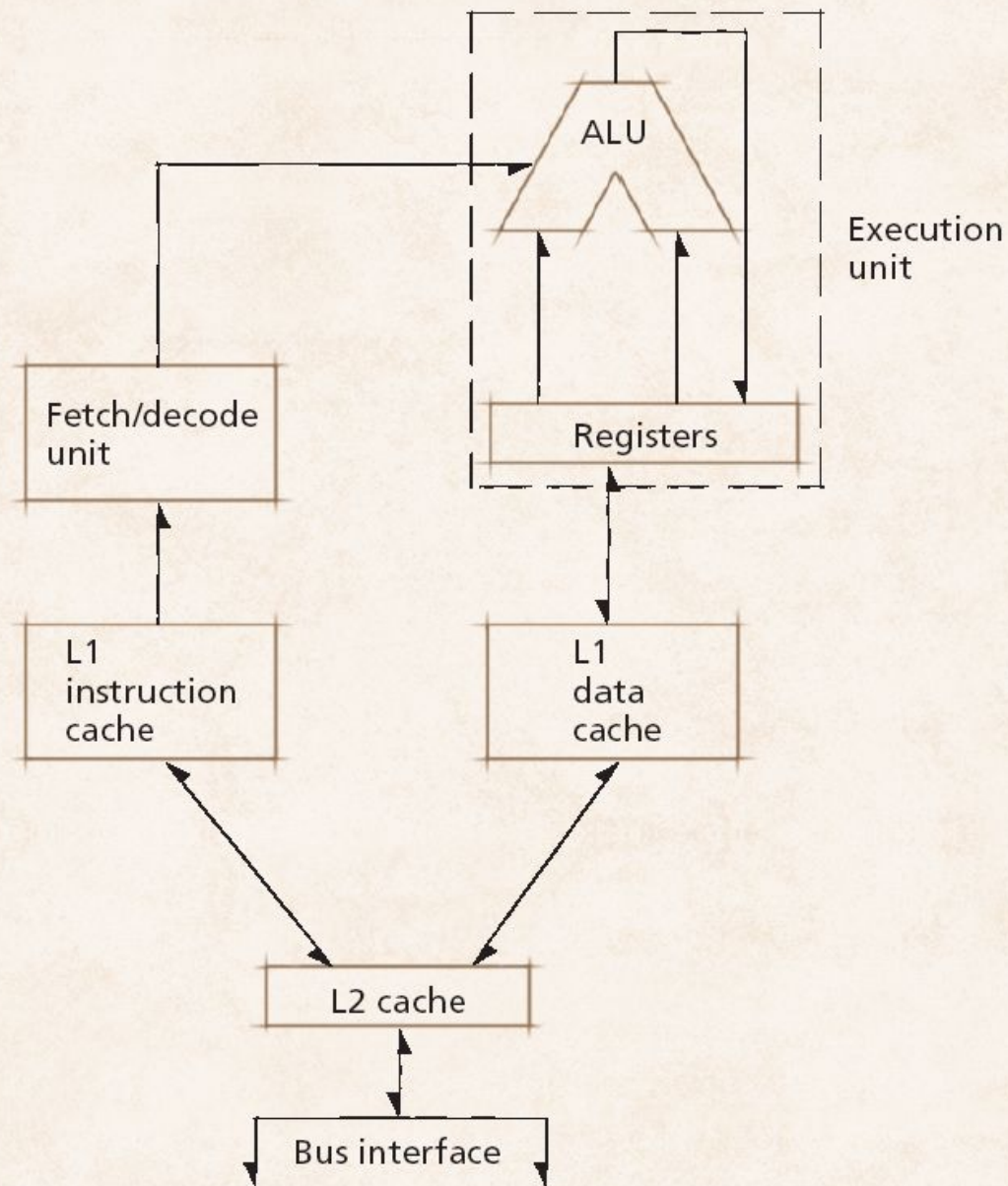


Pipeline



CPU
superscalare

Componenti Hardware – CPU



Componenti Hardware – CPU

Multithreading (hyperthreading)

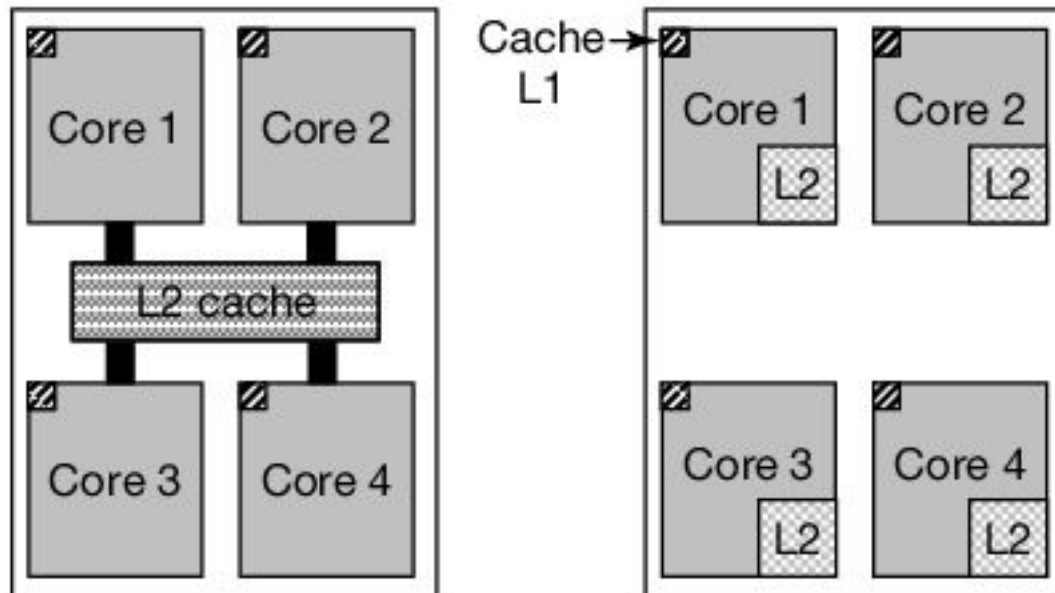
una CPU può tenere lo stato di due thread con scambio entro 1 nanosec

Multi core CPU

più processori completi (*core*) su un chip

=> sistema operativo multiprocessore

es: chip con 4 *core* e *memoria* cache L2



Componenti Hardware – CPU

Scheda madre (*motherboard o parentboard*)

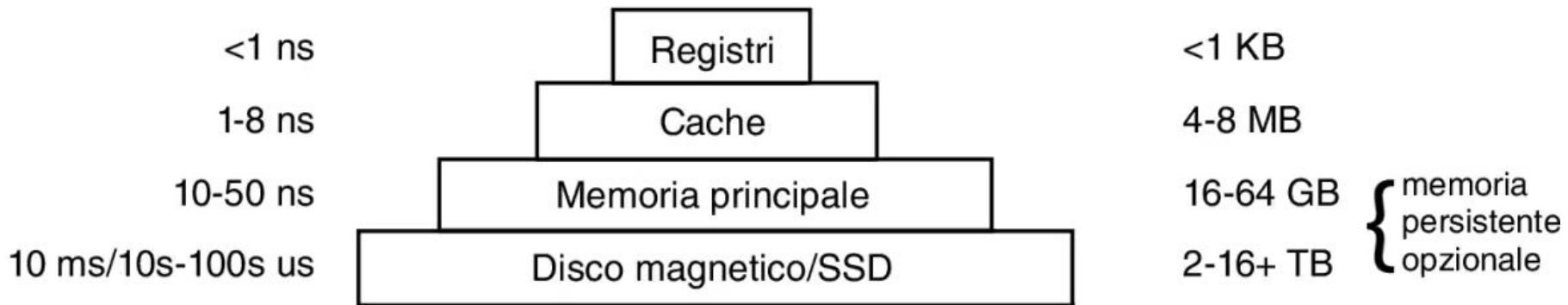
Scheda con circuiti elettronici stampati

- Componente hardware che fornisce collegamenti elettrici tra i dispositivi
- La scheda madre è il circuito stampato (*PCB - printed circuit board*) centrale nel sistema
 - I dispositivi come CPU e memoria principale sono attaccati
 - Include chip per eseguire operazioni di basso livello
 - *BIOS – Basic Input Output System* software di I/O di basso livello, oggi su memoria RAM
 - BIOS controlla quanta RAM è disponibile, le componenti collegate, scansiona i bus e rileva i dispositivi, poi determina il dispositivo di avvio, carica e avvia il primo settore.

Componenti Hardware – memoria

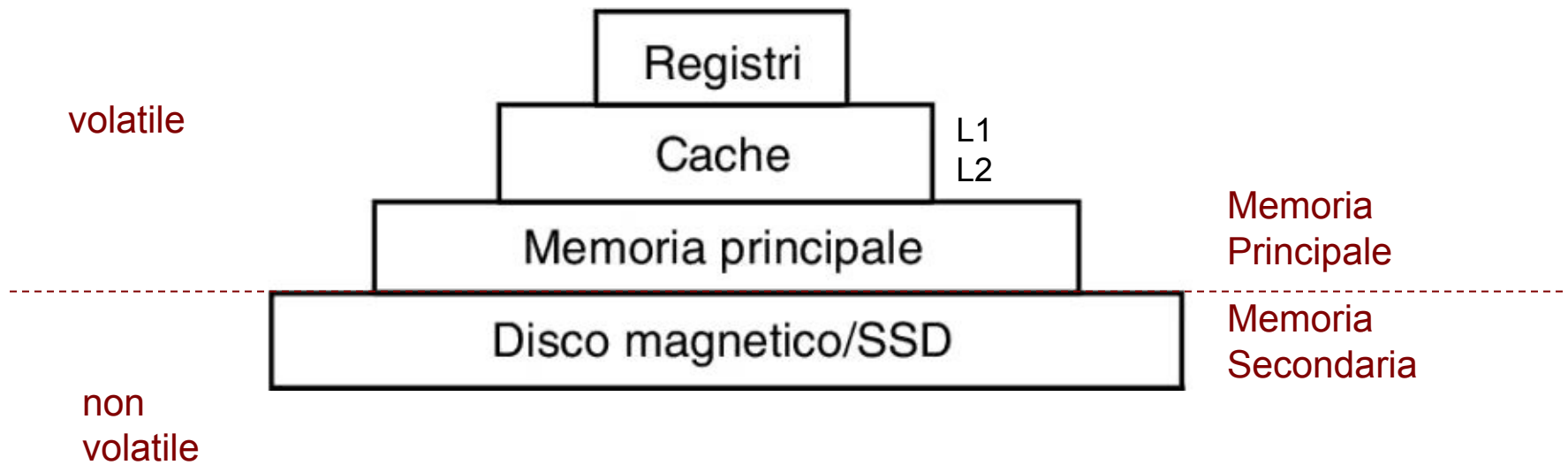
Tempo d'accesso tipico

Capacità tipica



- Tipica **gerarchia di memoria**
 - *Nota: misure indicativa*
- Memoria non volatile: *dischi, nastri, unità ottiche*
- La memoria principale contiene i dati del livello più basso a cui la CPU fa direttamente riferimento

Componenti Hardware – memoria



Componenti Hardware – memoria - registri e cache

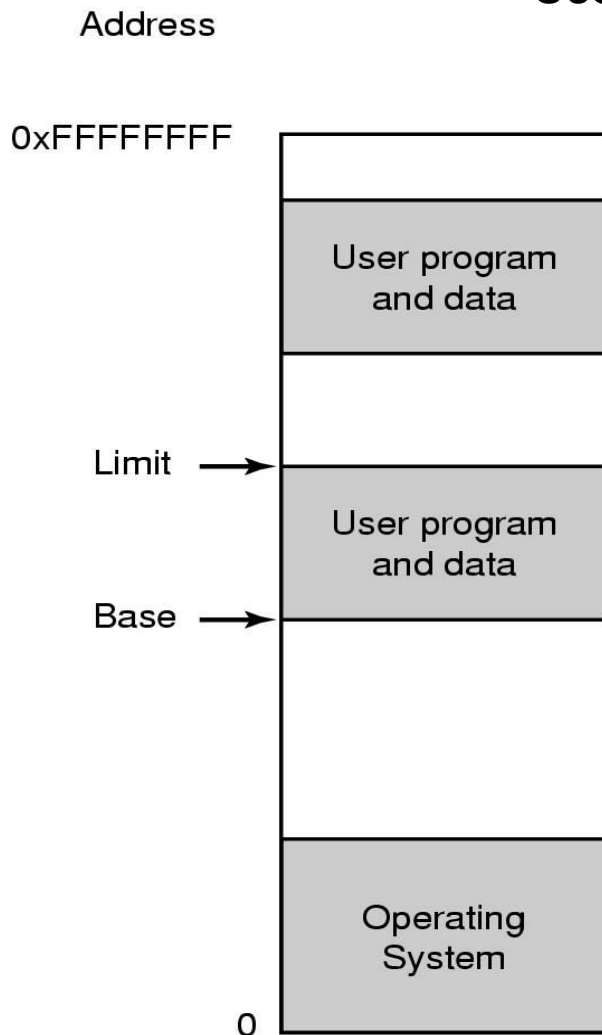
- **Registri**: interni alla CPU
- Nessun ritardo di accesso dalla CPU
- Capacità limitata
 - 32x32 bit per CPU a 32 bit
 - 64x64 bit per CPU a 64 bit
- **Cache**: livelli
 - Ogni livello più lento del precedente
 - L1 interno alla CPU (es. 16KB)
 - L2 ritardo di 1/2 cicli di clock (es. MB)
- Cache *hit*
- **Validità** della cache
- Uso della cache per migliorare le prestazioni (ridurre i tempi)
- Progettazione complessa
 - **Dimensione**
 - **Quando/dove** inserire
 - **Politiche** di rimozione dalla cache

Componenti Hardware – memoria principale

- RAM
 - *Random Access Memory*
 - volatile, accesso diretto, ovunque
 - *DRAM (dinamica) richiede aggiornamento del circuito*
 - *SRAM (statica) non lo richiede*
 - **banda** (larghezza) quanti dati possono essere trasferiti per unità di tempo
- ROM
 - *Read Only Memory*
 - non volatile, veloce, economica, programmata dal costruttore
- **EEPROM**, memoria Flash
 - *Electrical Erasable*
 - non volatile, riscrivibile, molto più lenta della RAM
- **CMOS**
 - volatile, spesso per memorizzare data e ora

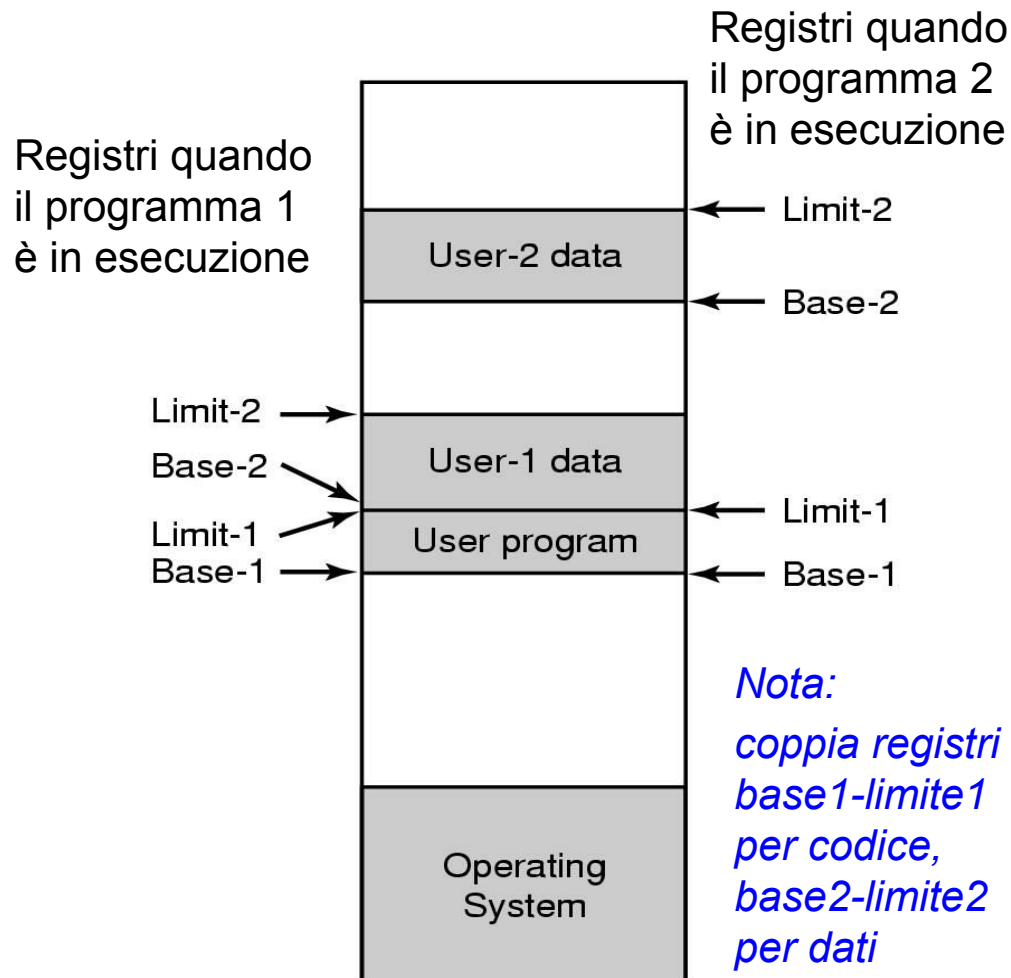
Componenti Hardware – memoria

Uso di registri base e limite



una coppia di registro base/limite

possibile **condivisione** di dati

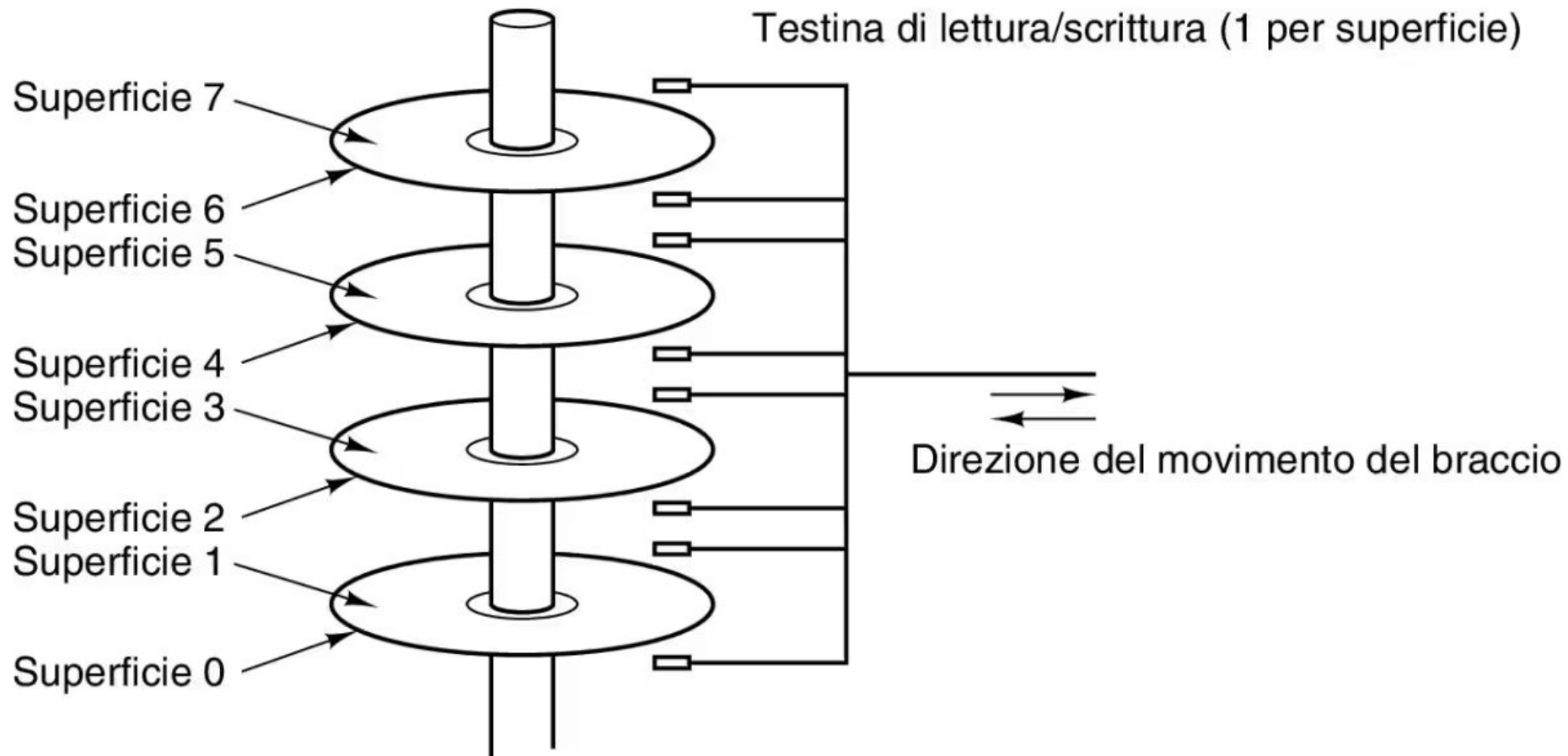


due coppie di registri base/limite

Componenti Hardware – memoria secondaria - dischi

- La memoria **secondaria** conserva **grandi quantità (capacità)** di dati **persistenti** (non volatile) a basso **costo**
- Accesso ai dati su un disco rigido è più **lento** rispetto alla memoria principale
 - Movimento meccanico della testa di lettura / scrittura es. 1 ms per cilindro
 - **Latenza** di rotazione es. 5-10 millisec
 - **Tempo** di trasferimento es. 50-150MB/s
- Dispositivo **a blocchi**
- La memoria secondaria rimovibile facilita il backup e il trasferimento dei dati
 - CD (CD-R, CD-RW)
 - DVD (DVD-R, DVD+R)
 - Floppy disk
 - Schede di memoria flash
 - Nastri
- Esistono altri tipo di dispositivi “erroneamente” definiti dischi:
 - SSD (Solid State Drive)
 - Memorie Persistenti (es. Intel Optane)

Componenti Hardware – memoria secondaria - dischi



Struttura di una unità disco
piatti, tracce, cilindri, settori

Componenti Hardware – dischi

- Dispositivo

interfaccia semplice

- Controllore (*driver*)

si interfaccia con il S.O.

diverso per ogni S.O. che supporta
su uno o più chip

Come si inserisce un *driver* nel S.O.

- inserzione manuale e riavviare
- in un file del S.O. e riavviare
- senza riavviare **plug-and-play**

Driver

ha registri per comunicare

i registri sono detti spazio di una porta di I/O

o sono mappati nello spazio indirizzi del S.O. – normali istruzioni

o sono in una porta speciale di I/O – istruzioni speciali

Componenti Hardware – dischi

Gestione I/O: tre modalità

- *busy waiting*

- chiamate di sistema □ chiamate al driver

- avvio I/O □ attesa *attiva* di fine I/O

- *interrupt*

- avvio I/O □ attesa *interruzione del dispositivo* a fine I/O

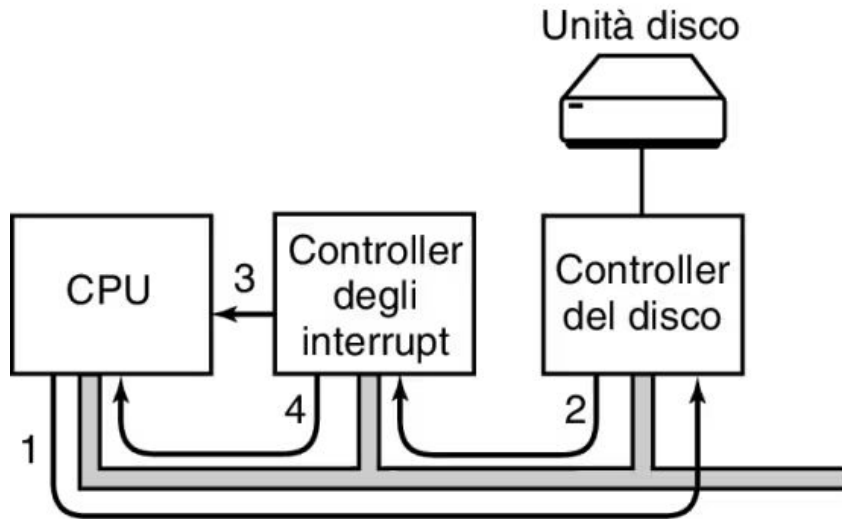
- driver genera *interruzione di I/O*

- si seleziona il corrispondente gestore dell'*interruzione*

- *DMA (Direct Memory Access)*

- hardware particolare che svincola la CPU dal controllo di alcuni dispositivi di I/O

Componenti Hardware – I/O - interrupt



(a)



(b)

(a) Passi per l'attivazione di una periferica I/O e gestione dell'interrupt

(b) Come è interrotta la CPU

Componenti Hardware – *Direct Memory Access (DMA)*

- DMA migliora il trasferimento dati fra la memoria e le periferiche I/O
 - Le periferiche e i controllori **trasferiscono direttamente** i dati da e verso la memoria
 - Il **processore** è **libero** di eseguire le istruzioni sw
 - Il canale DMA usa un **controllore I/O** per gestire il trasferimento dei dati
 - Notifica al processore quando una operazione I/O è terminata
 - Migliora le **prestazioni** del sistema nel caso di un elevato numero di operazioni of I/O (es., mainframes e servers)

Componenti Hardware – bus

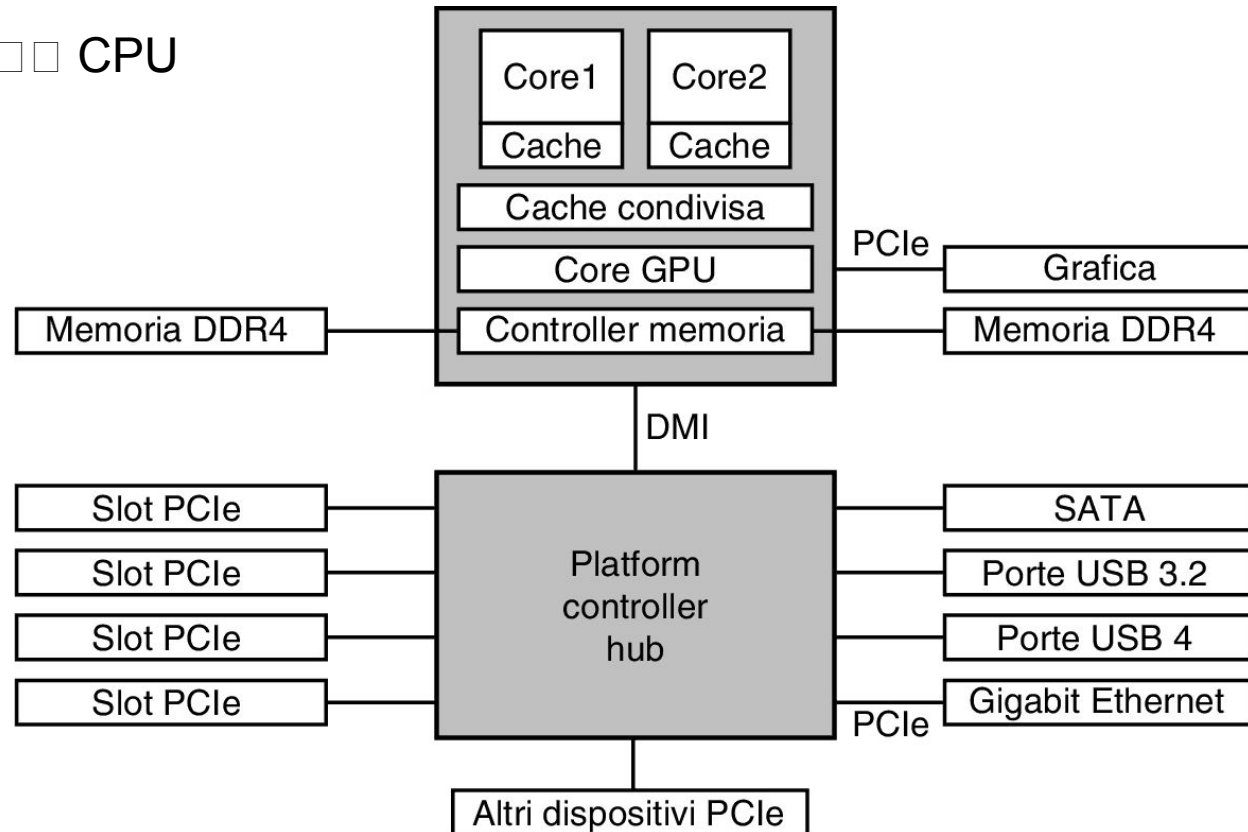
- Un bus è un insieme di tracce
 - Le tracce sono sottili collegamenti elettrici che trasportano informazioni tra dispositivi hardware
 - Una porta è un bus che collega solo due dispositivi
 - Un canale di I/O è un bus condiviso da diversi dispositivi per eseguire operazioni di I/O
 - Gestisce I/O indipendentemente dalla CPU del sistema
 - Esempio, il bus 'frontside' (FSB) collega una CPU alla memoria principale – bus dati e bus indirizzi
 - Velocità misurata in MHz
 - PCIe (*Peripheral Component Interconnect Express*) collega una CPU ai dispositivi
 - Lo standard PCI Express raggiunge fino a 16 o 64 Gbpsec
 - Velocità che raddoppiano ogni 3-5 anni
 - AGP (*Accelerated Graphic Port*) per schede grafiche

Componenti Hardware – bus

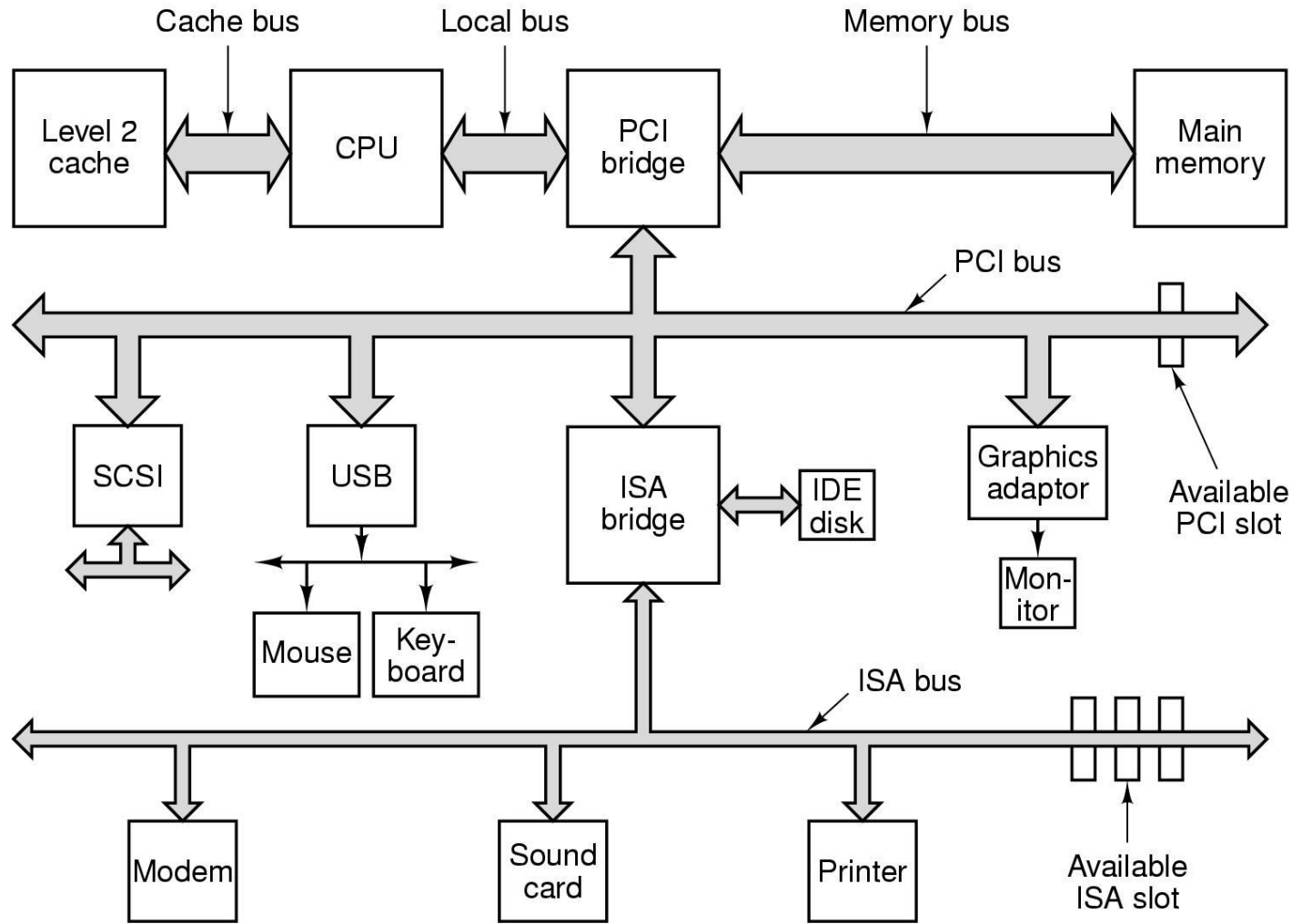
- Limiti alle prestazioni
- Bus aggiuntivi
 - Per I/O
 - Per traffico Memoria □ □ CPU

- Esempio di sistema x86
diversi bus

- bus DMI
(*Direct Media Interface*)
- bus SATA (*Serial Advanced Technology Attachment*)
per hard disk e dischi ottici
- bus USB
(*Universal Serial Bus*)
- bus SCSI
(*Small Computer System Interface*)



Componenti Hardware – bus



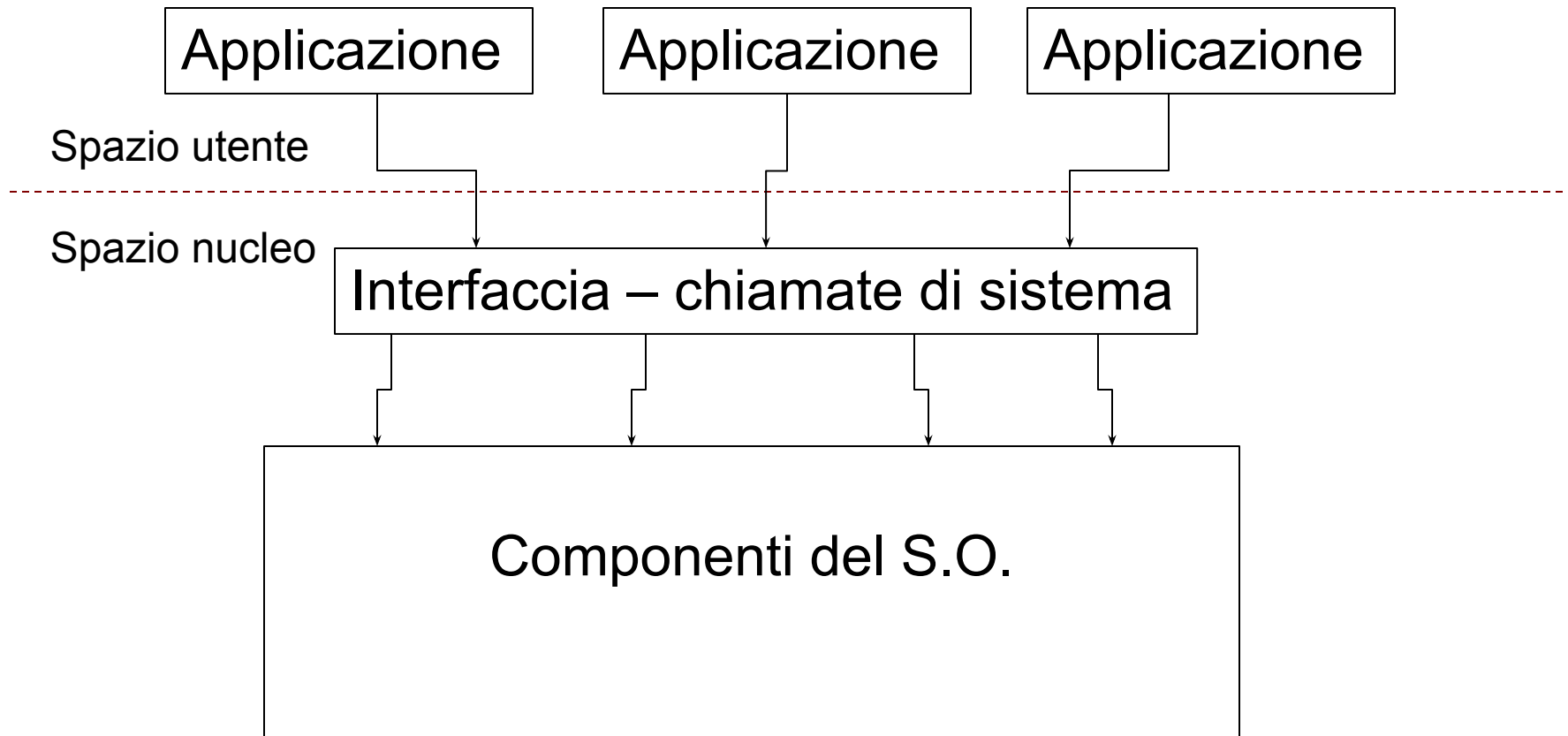
Struttura di una grande sistema Pentium

Componenti Hardware – bus

- **USB (*universal serial bus*)**
nata per connettere dispositivi lenti
oggi USB 3.0 a 5 Gbps
non occorre riavviare il sistema per usare i dispositivi
- **SCSI (*small computer system interface*)**
bus ad alte prestazioni
es. hard disk, scanner, lettori DVD
obbiettivo: compatibilità dei dispositivi
oggi usato prevalentemente per server, workstations
velocità da 5 MBps a 640 MBps

S.O. come base e interfaccia delle applicazioni

Interazione fra applicazioni e sistema operativo



Sistemi Operativi – Tipi e scopi

- Sistemi Operativi pensati per **alto livello di astrazione**
 - Occorre definire speciali requisiti di progetto e supporto hw
 - Grande memoria principale
 - Hardware per usi speciali
 - Grande numero di processi
- Sistemi **integrati** (*embedded*)
 - Caratterizzato da un **insieme limitato di risorse** specializzate
 - Forniscono funzionalità per vari tipi di dispositivi come telefoni cellulari e PDA
 - Gestione efficiente delle risorse fondamentali per la costruzione di un buon sistema operativo

Sistemi Operativi - Tipi

- Sistemi operativi **per mainframe**
 - Grandi capacità di I/O
 - Servizi: batch, transazioni, time-sharing
 - *Es. IBM OS/390, Linux*
- Sistemi operativi **per server**
 - Molti utenti
 - Servizi: archiviazione, web server, ISP
 - *Es. Solaris SUN, FreeBSD, Windows Server, Linux*
- Sistemi operativi **per multiprocessore**
 - Molte CPU
 - Computer paralleli, multiprocessori
 - Comunicazione, coerenza, connessione
 - *Es: Windows, Linux*

Sistemi Operativi - Tipi

- Sistemi operativi **per PC**
 - Multiprogrammazione, un utente
 - *Es. Linux, FreeBSD, Windows 10, 11, Apple OSX*
- Sistemi operativi **per palmari (pda)**
 - CPU *multicore*, fotocamera, sensori, GPS, molte app
 - *Es. Android, iOS*
- Sistemi operativi **integrati (*embedded*)**
 - per sistemi di calcolo con accezione generale
 - controllo di dispositivi (es. tv, autoveicoli, lettori mp3)
 - Sw su ROM
- Sistemi operativi **per sensori**
 - *Es. TinyOS*

Sistemi Operativi - Tipi

- Sistemi operativi per real-time
 - Obbiettivi con scadenza (*deadline*)
 - Hard real-time stretto - improrogabile
 - Soft real-time lasco – scadenza flessibile
 - Es. controllo di automazione, sistemi audio multimediali
- Sistemi operativi per smart-card
 - Es. pagamento elettronico, trasporti, amministrativi
 - Semplici s.o.

Sistemi Operativi – esempi di tipi

- Batch
- Interattivi in time sharing (es. Unix)
- Per P.C. (es. Windows, Mac OSX, Linux)
- Real-time (es. telefonia, sistemi di controllo)
- Multimedia (es. video on demand)
- Transazionali (es. operazioni brevi, banche dati)
- Per dispositivi mobili (es. smartphone, PDA, tablet)
- Embedded (integrati, elettrodomestici, automazione)