

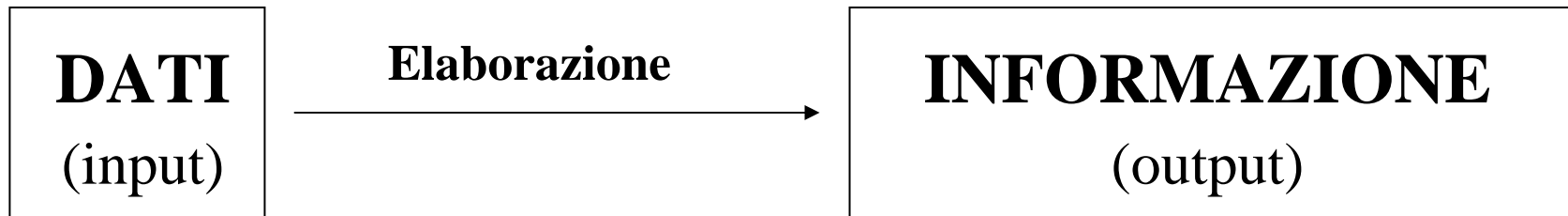
Fondamenti di Informatica

Architettura del Calcolatore

Alessandra Volpato

E-mail: ale.volpato@ieee.org

Sistema Informativo: Insieme di componenti in relazione tra loro che *raccoglie, estrae, elabora, memorizza e distribuisce* informazione che serve come supporto alle funzioni operative, ai processi decisionali e al controllo di una organizzazione.



Sistema Informativo basato su computer: Sistema informativo che utilizza (principalmente) tecnologie informatiche e di telecomunicazioni, e si fonda su metodi rigorosi di definizione ed elaborazione di dati.

ICT = Information & Communication Technology

Il computer svolge queste funzioni:

- elaborazione dati
- memorizzazione
- trasferimento
- controllo

L'architettura deve consentire:

- flessibilita'
- modularita'
- scalabilita'
- standardizzazione
- abbattimento costi
- semplicita' di installazione
- disponibilita' di applicazioni

Multiprocessore (Supercomputer)

- Molte CPU (custom o micropocessori): [2÷10⁶]
- Costo elevato
- Applicazioni:
 - server in grandi sistemi informativi
 - applicazioni scientifiche (es.: fisica, biologia)

Es. Quad-processor Pentium Pro, IBM SP-2/3, CRAY T3E

Mainframe

- Computer potente collegato a molti *terminali stupidi*
- Architettura custom \Rightarrow rapida obsolescenza, cattivo rapporto *costo/prestazioni*
- Attualmente usati come *server*
- Esempi: IBM S/390, Unisys ES7000

Minicomputer

- Come mainframe su scala più piccola
- Esempi: IBM AS/400, DEC VAX

Workstation

- Utente singolo (indipendente o *client*)
- Media potenza, costo moderato
- Elevate capacità grafiche
- Esempi: SUN SPARC, Silicon Graphics

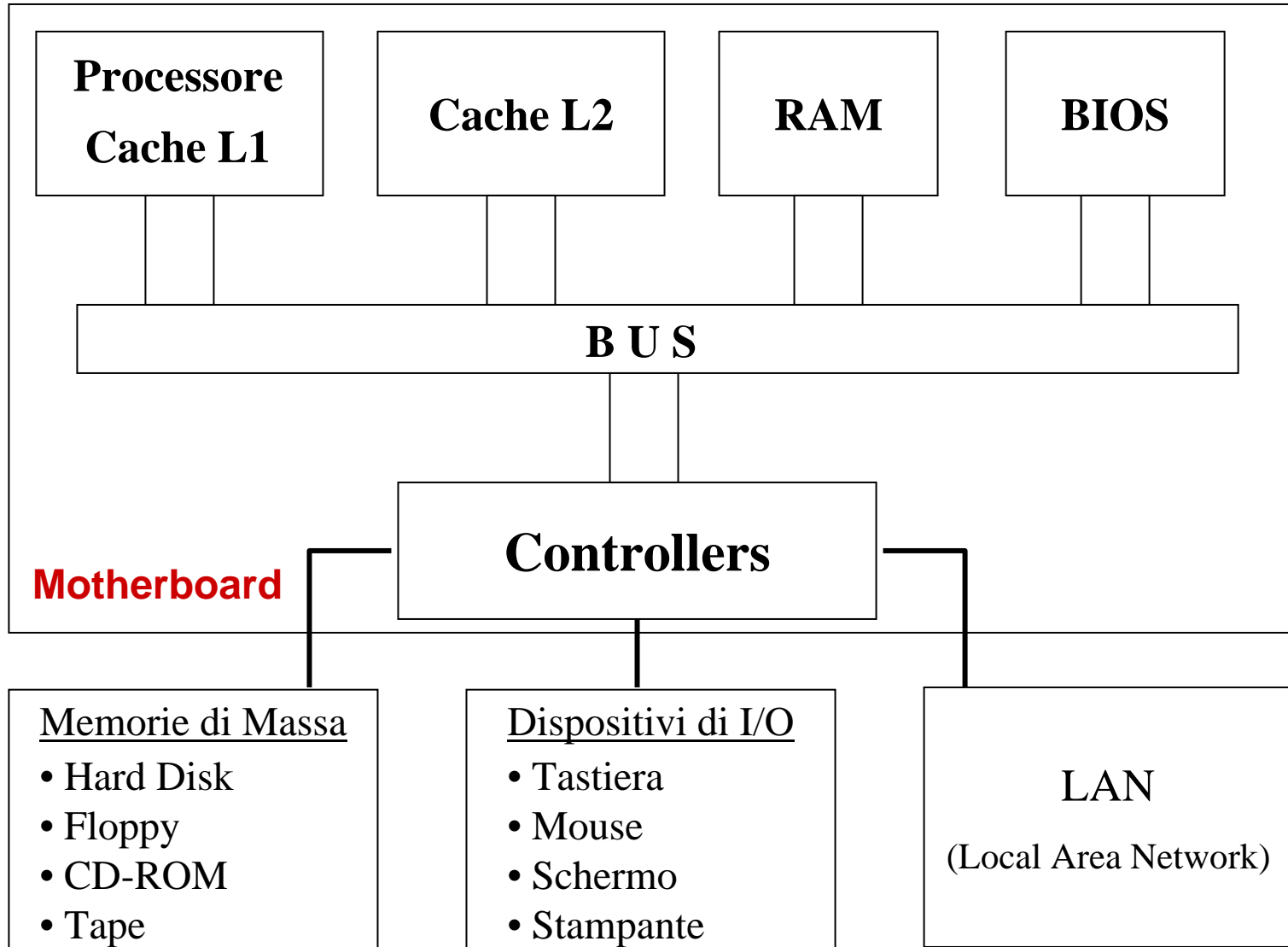
Personal Computer

- Utente singolo (indipendente o *client*)
- Bassa/media potenza, basso costo
- Esempi: Pentium-based PC

Notebook: (Portatile)

PDA (Personal Digital Assistant): (Computer Palmare)

Architettura Hardware di un Computer



VLSI (*Very Large Scale Integration*)

tecnologia per realizzare circuiti integrati su **chip** di silicio

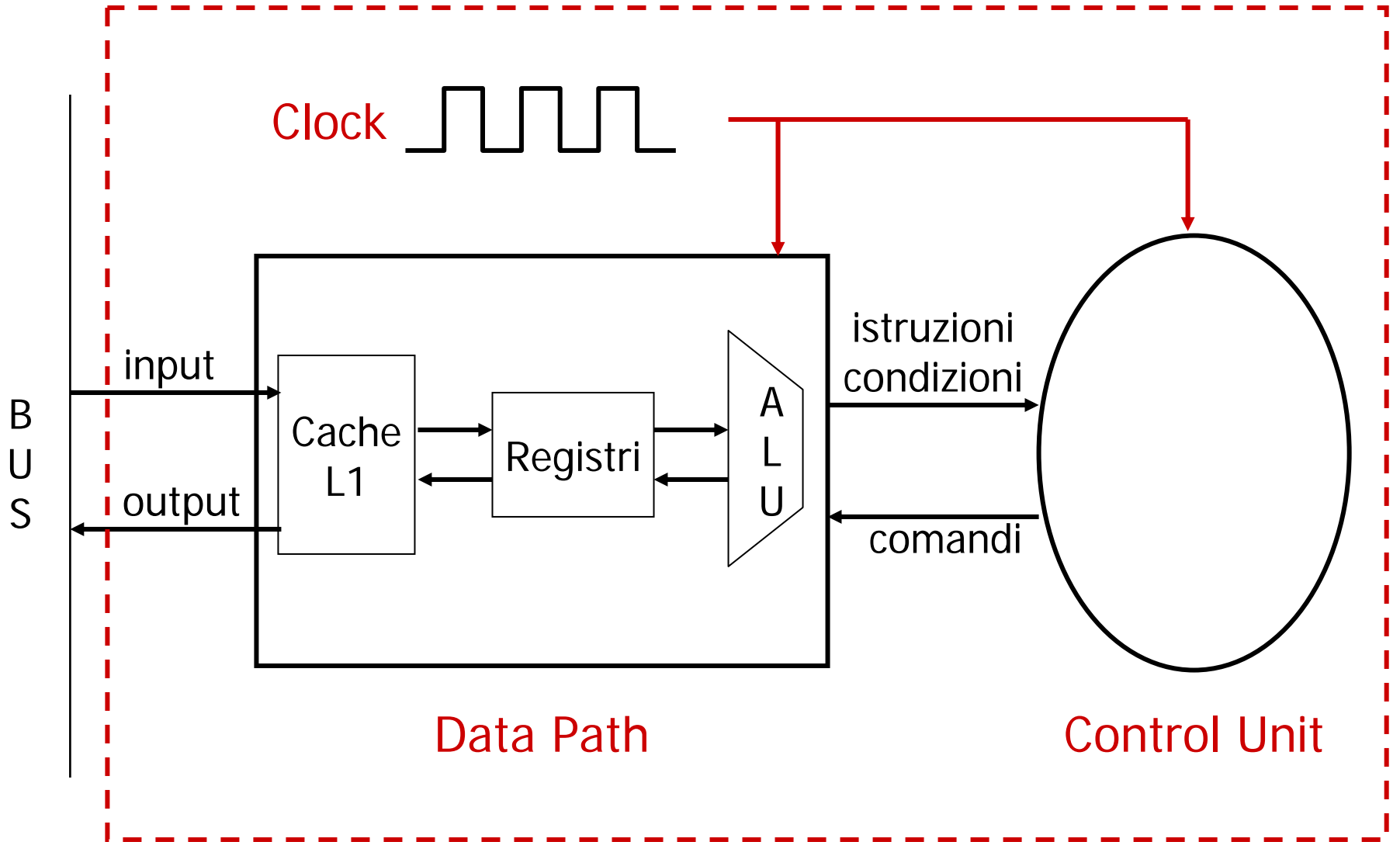
Microprocessore: Processore su un unico chip

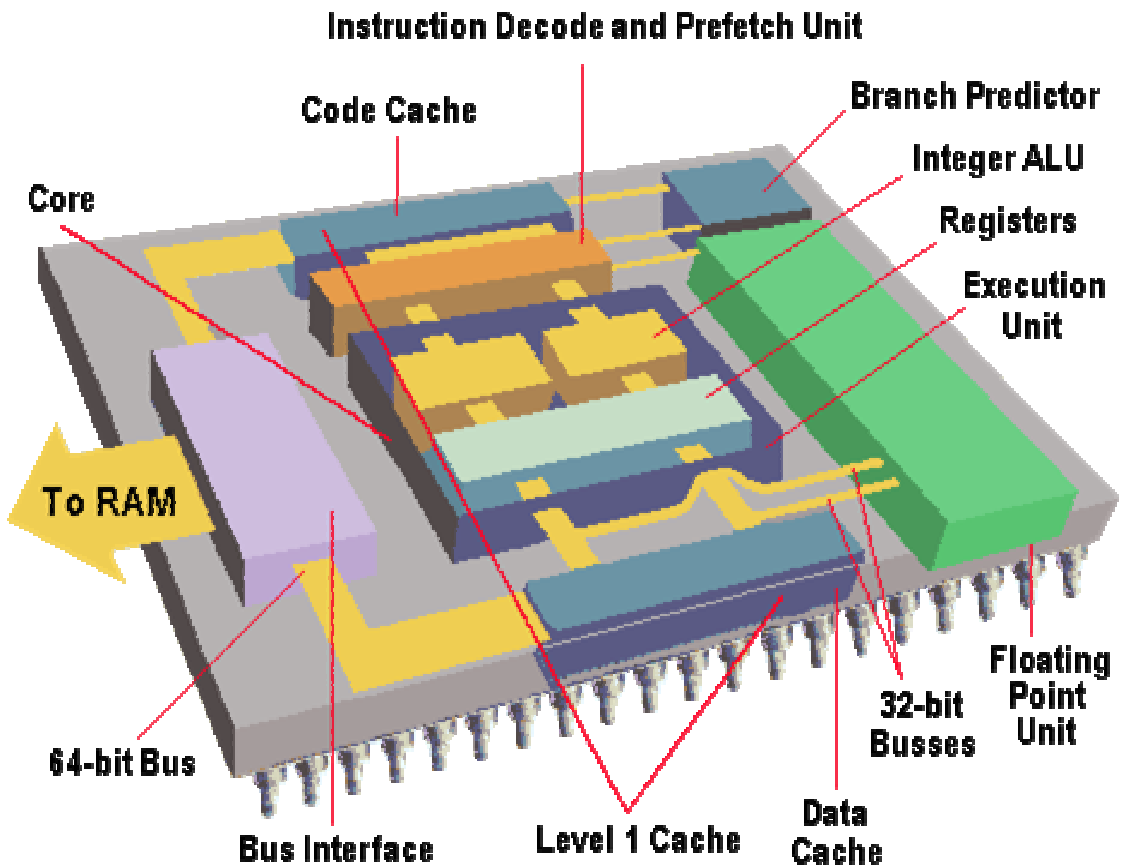
Dimensione chip = $O(1)$ cm²

No. transistor per chip = $[10^7, 10^8]$

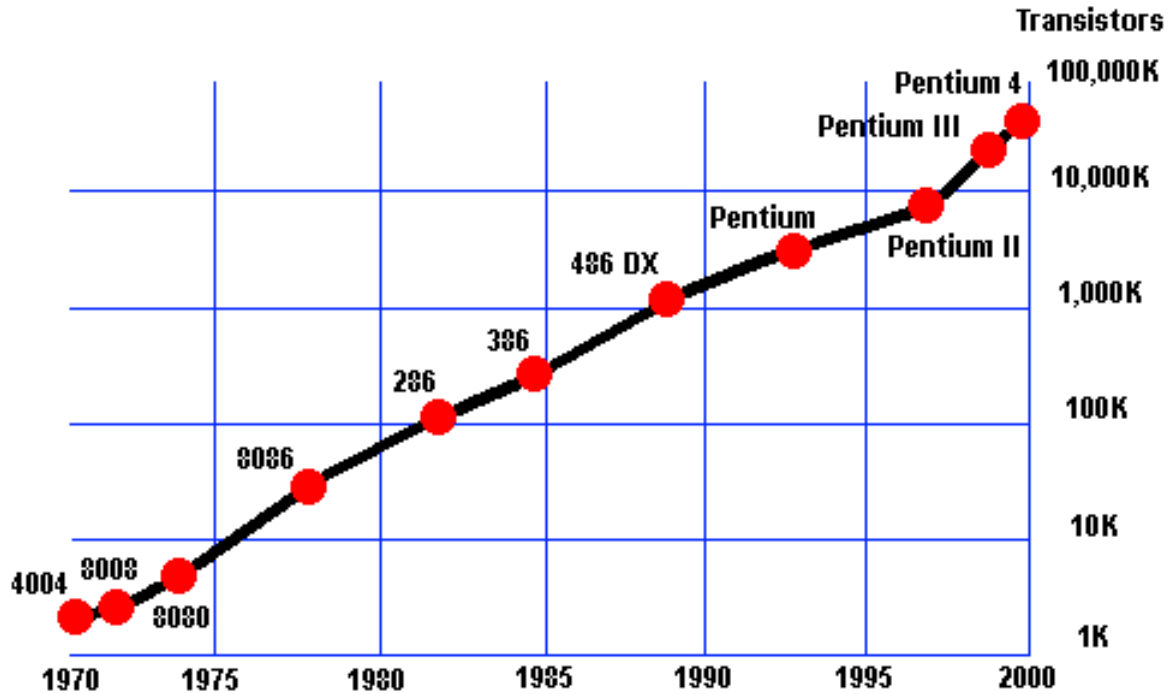
PROCESSORE

Processore



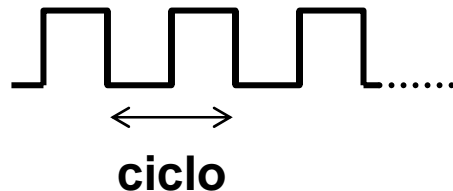


Moore's Law: il numero di transistors
raddoppia ogni 18 mesi



Caratteristiche Architeturali

1. Clock



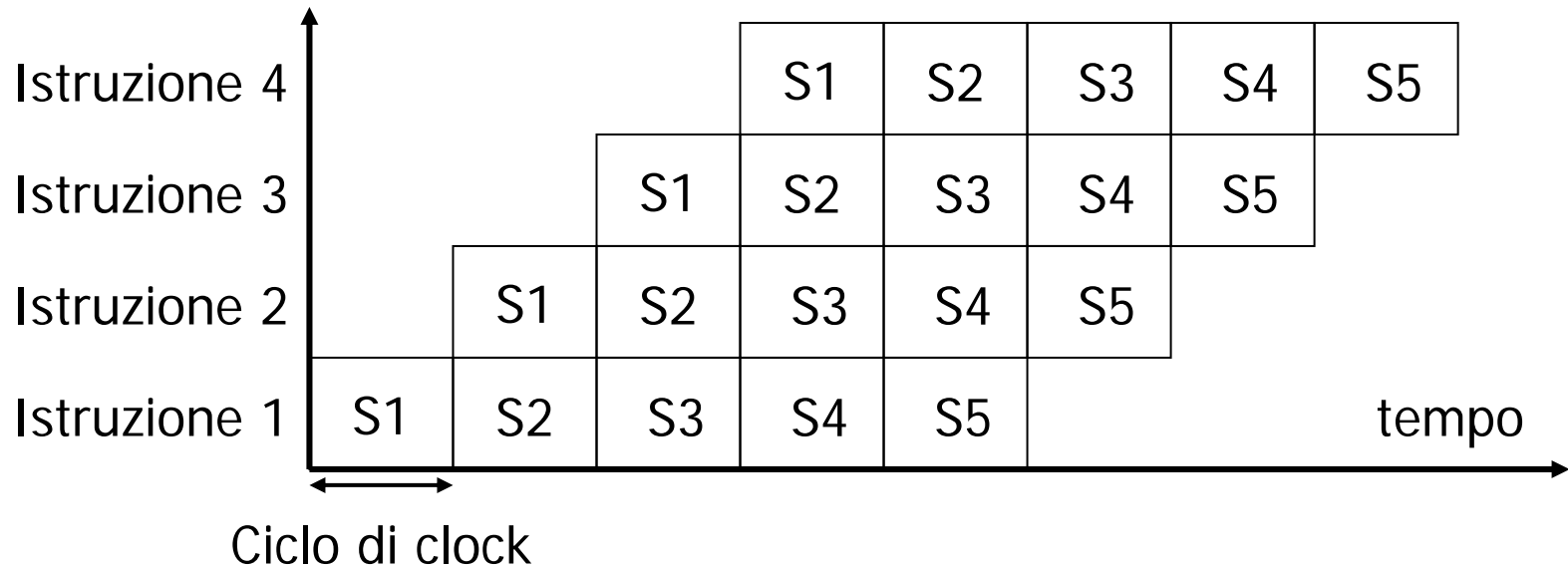
500 Mhz \equiv $500 \cdot 10^6$ cicli per secondo

$\Rightarrow 1/(500 \cdot 10^6)$ secondi = 2 ns per ciclo

2. Instruction set: Insieme di istruzioni offerte dall'architettura

3. Pipeline

- scomposizione di una istruzione in *stadi* S1, S2, ... Sd
- ogni stadio richiede un ciclo di clock
- stadi diversi di istruzioni diverse in parallelo



4. Superscalarità

Capacità di una architettura di eseguire più di una istruzione per ciclo di clock, ad es., tramite parallelismo nella circuiteria

Esempi: Pentium Family *three-way superscalar*, (sino a 3 istruzioni per ciclo di clock)

Misure di Performance

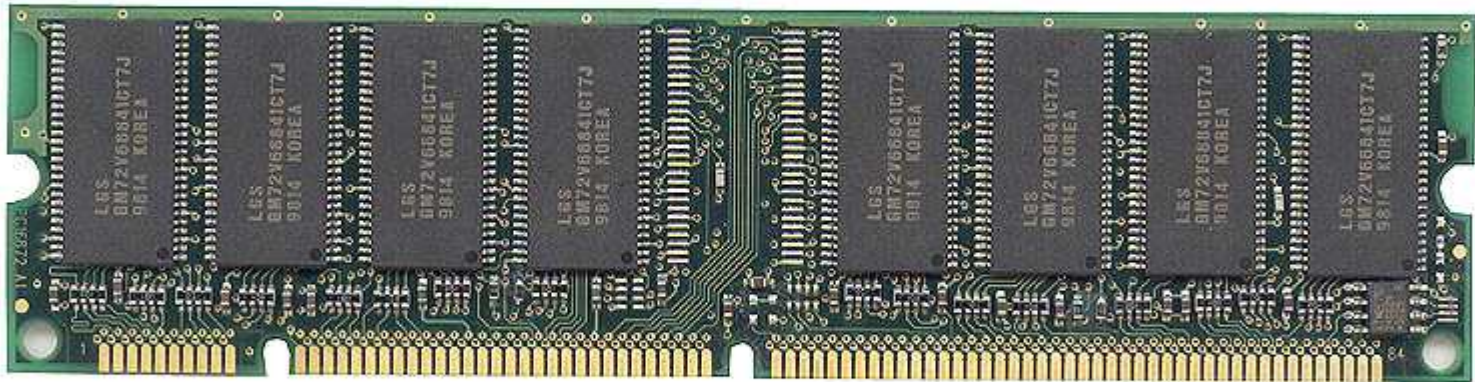
- **MIPS** (*Million Instructions Per Second*)
 - dipende dall'Instruction set (poco obiettivo)
- **FLOPS** (*FLoating-point Operations Per Second*)
 - dipende dall'insieme di istruzioni floating-point offerte dall'architettura (più obiettivo rispetto a MIPS)
- **Benchmark**: programmi scritti in linguaggi ad alto livello rispetto ai quali si valutano le architetture. E' la misura più obiettiva e più usata.

MEMORIA

1. Memorie volatili: Non mantengono i dati in assenza di alimentazione

- » **SRAM** (*Static Random Access Memory*)
 - tempo di accesso 1÷10 ns
 - utilizzata per cache L1/L2
- » **DRAM/SDRAM** (*(Synchronous) Dynamic RAM*)
 - tempo di accesso 50÷100 ns
 - utilizzate per la memoria principale (RAM)
 - costo 5÷10 volte inferiore alle SRAM

DIMM: Dual In-line Memory Module (SDRAM)



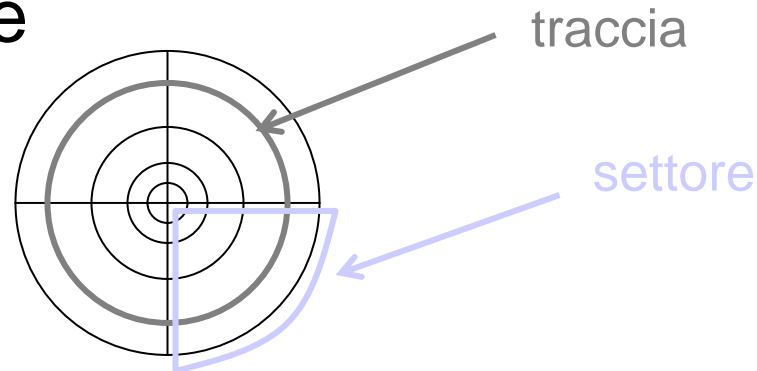
2. Memorie ROM (*Read Only Memory*)

- non volatili e, in alcuni casi, read-only
- utilizzate per memorizzare software di base, ad es. il **BIOS**
 - **PROM**: programmabile una sola volta
 - **(Flash) EPROM**: programmabile più volte

3. Memorie Magnetiche

3.1 Dischi

- Disk Pack (uno o più dischi)
- Testina con movimento radiale
- Ogni faccia suddivisa in tracce e settori
- Cilindro = insieme di tracce corrispondenti su facce diverse



Tipologie:

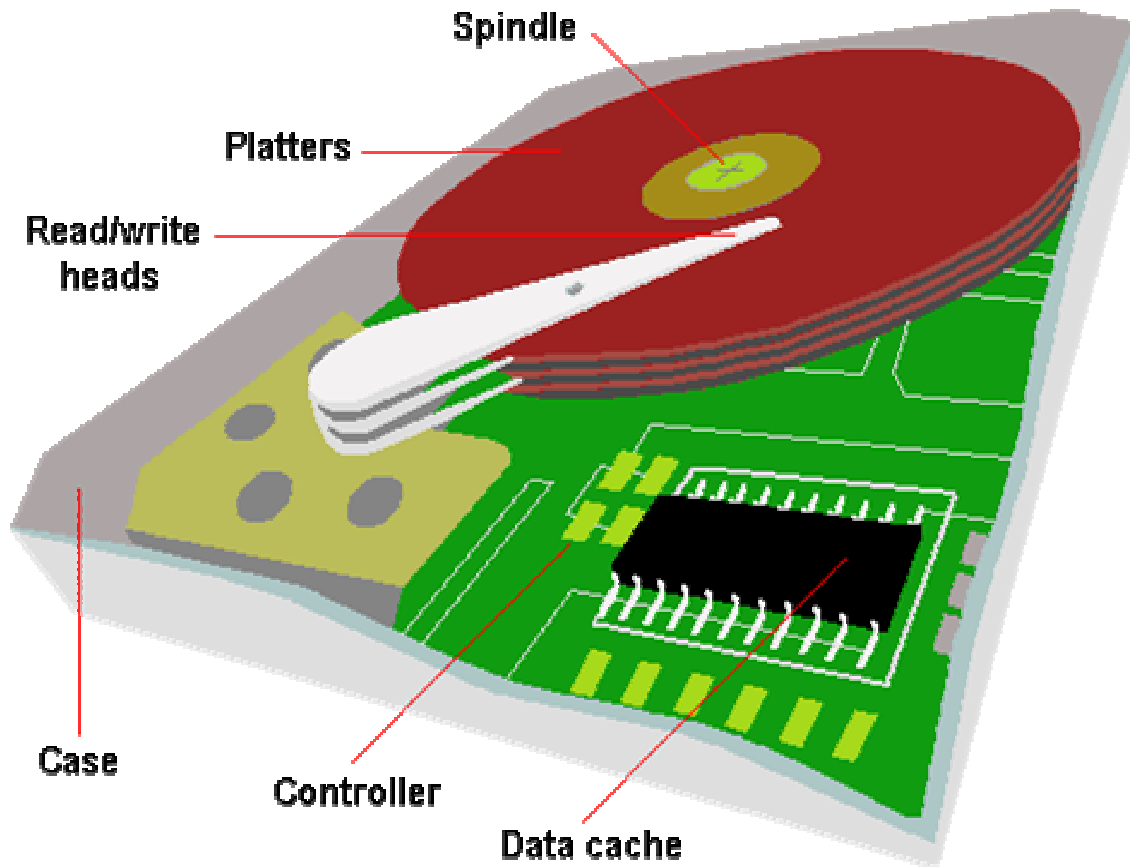
- **Floppy**

- non in continua rotazione
- tempo di accesso: $\cong O(100)$ ms

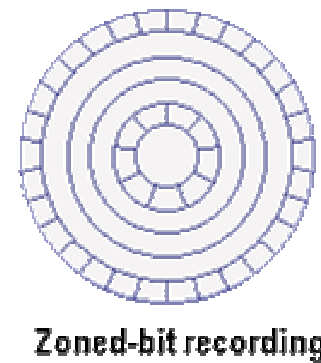
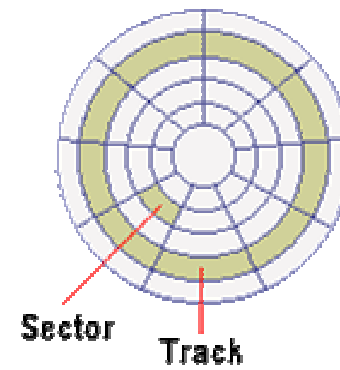
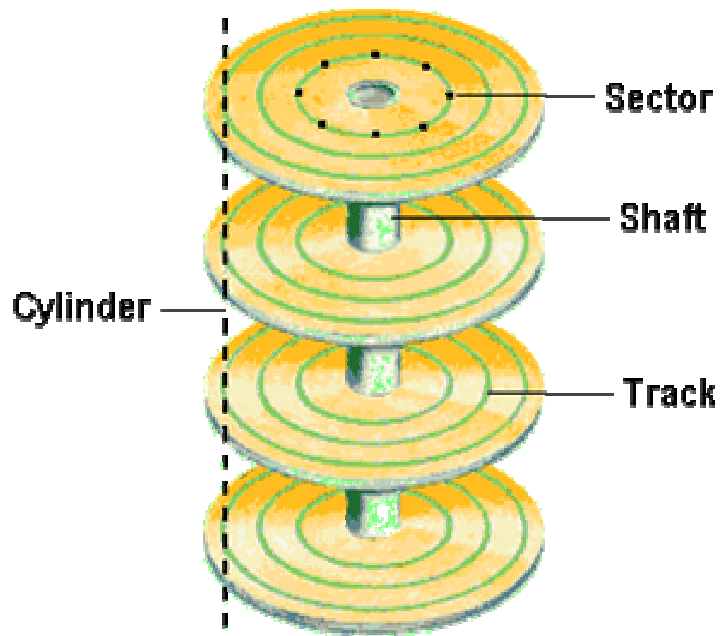
- **Hard Disk**

- in continua rotazione
- tempo di accesso: $\cong O(10)$ ms

Memorie



Memorie



3.2 Nastri

- Usati prevalentemente come unità di back-up
- Accesso sequenziale ai dati (vs dischi)

4. Memorie Ottiche

- Basate sulla riflessione di raggi laser
- Tipologie: CD-ROM, DVD (Digital Video Disc)

PROCESSORE vs MEMORIA

Processore vs Memoria

- Gap crescente tra **ciclo del processore** e **tempo di accesso alla memoria** (RAM). Trend negli ultimi 15-20 anni:

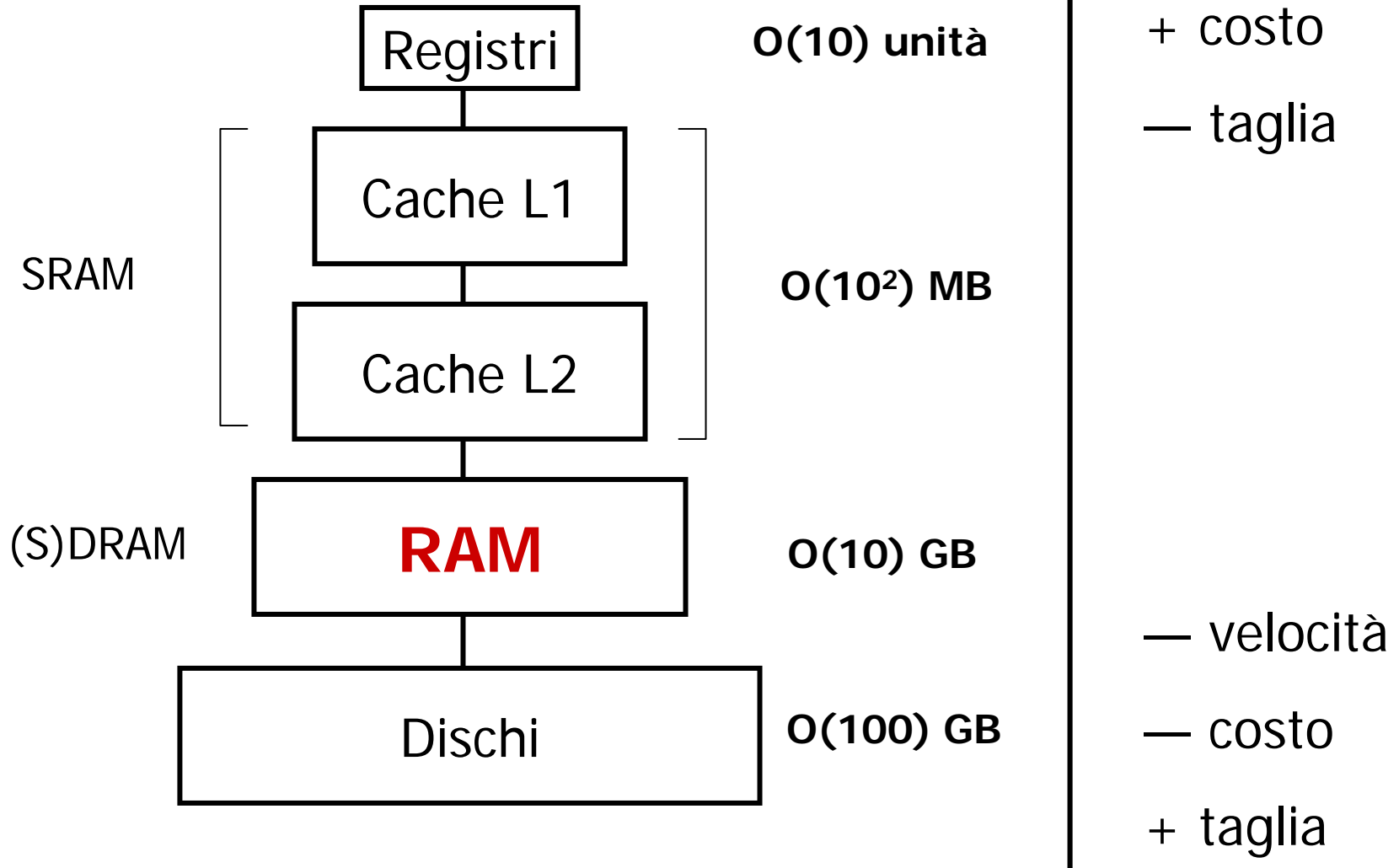
Clock rate	+30%	per anno
Memory access time	+7%	“ “
Performance	+55%÷80%	“ “ (su benchmark)

- Aumento della richiesta di memoria e di prestazioni da parte delle applicazioni (applicazioni più complesse e/o taglie di input maggiori)

⇒ **Gerarchia di memoria** e **parallelismo**

Gerarchia di memoria

Gerarchia di memoria:



Gerarchia di memoria

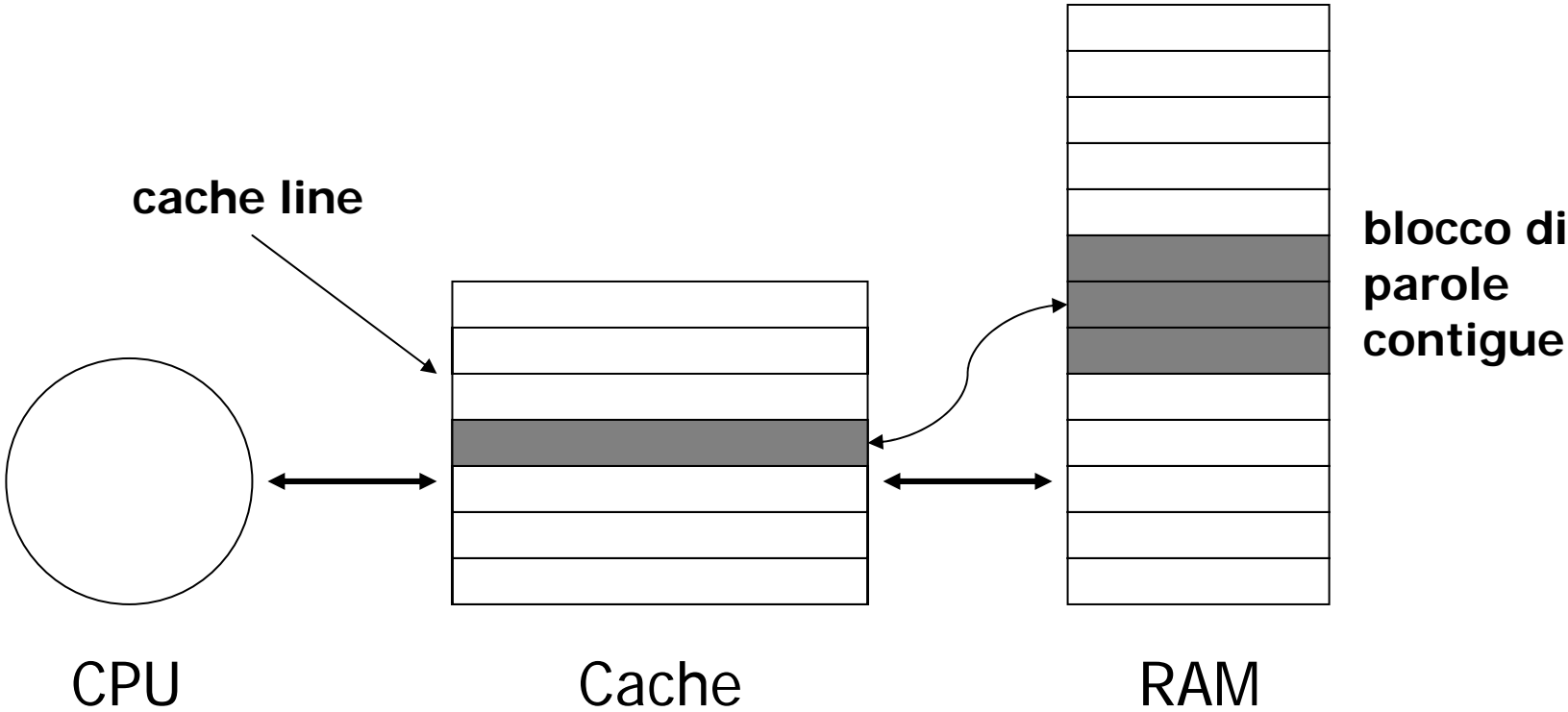
Obiettivo: Fornire molta memoria al costo delle tecnologie più economiche e con le prestazioni delle tecnologie più costose.

Principio di Località: I programmi accedono porzioni limitate dei memoria durante (breve) intervalli di tempo.

LOCALITA' TEMPORALE: riuso ravvicinato nel tempo delle stesse parole di memoria

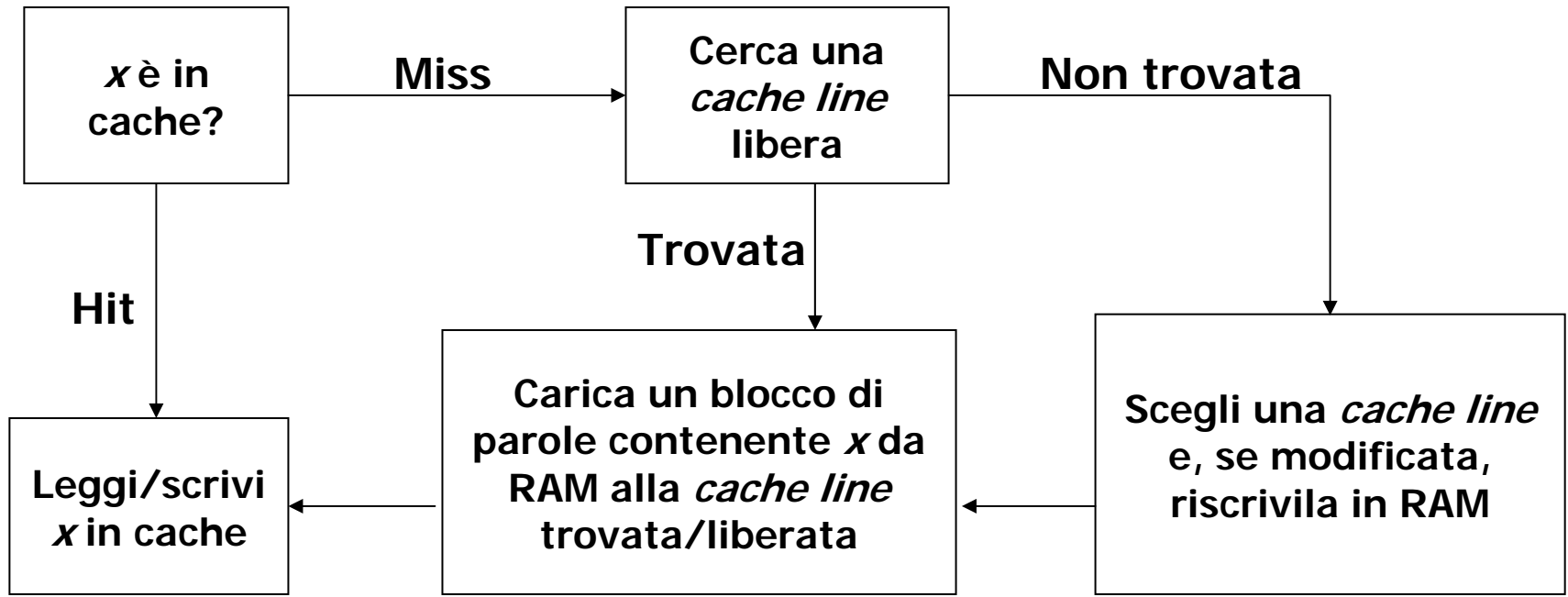
LOCALITA' SPAZIALE: Uso di parole consecutive in istanti di tempo successivi

Funzionamento della Cache



Gerarchia di memoria

Lettura/scrittura di una parola x :



Sfruttamento della Località:

Località Temporale → *accessi alla stessa parola in cache*

Località Spaziale → *accessi a parole consecutive nella stessa cache line*