

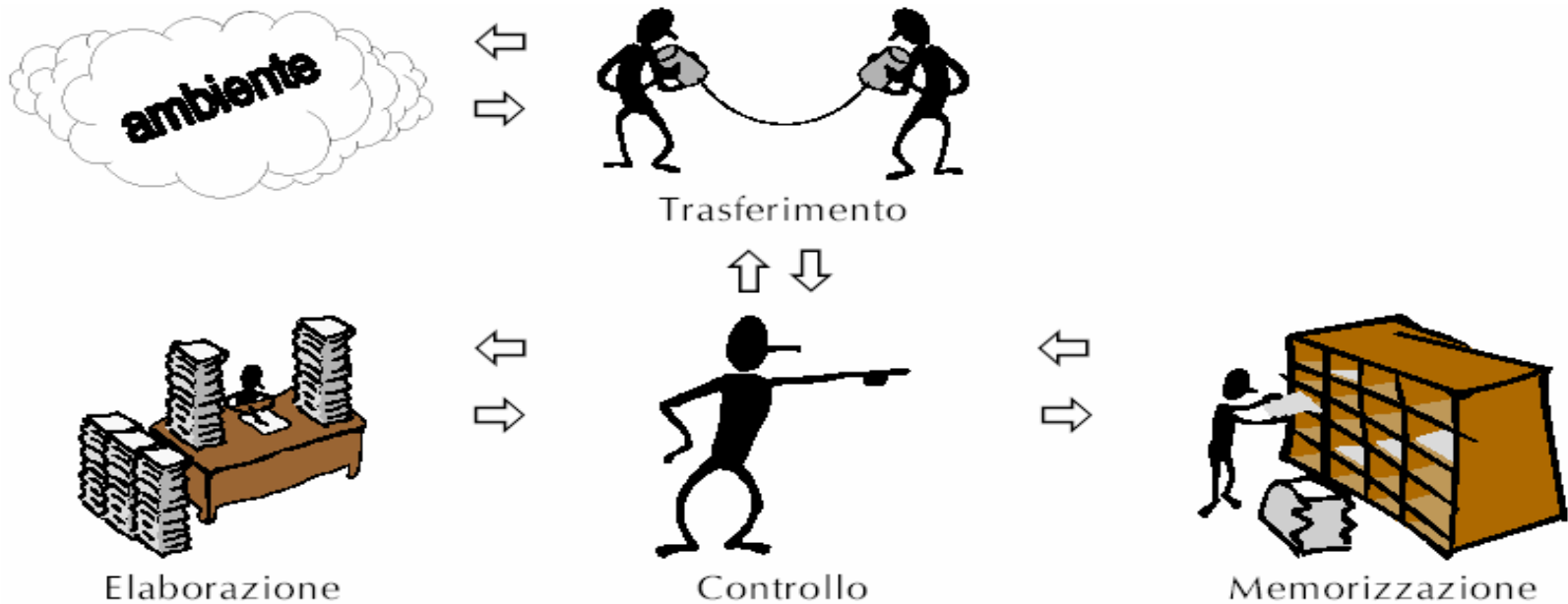
Introduzione all'Informatica

Potenziamento in Informatica

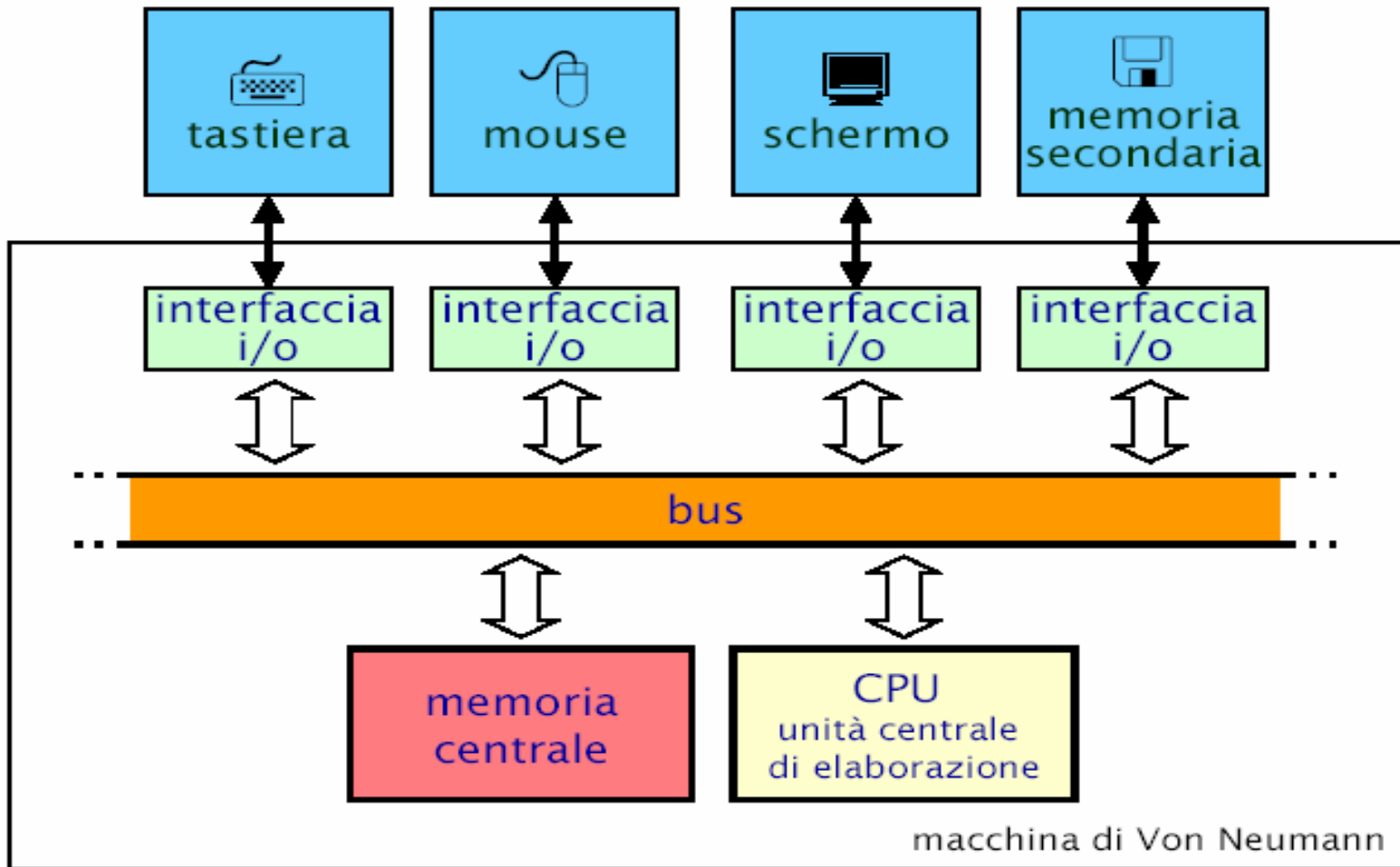
Architettura del Calcolatore

FUNZIONI DI UN CALCOLATORE

- ◆ Elaborazione
- ◆ Memorizzazione
- ◆ Trasferimento
- ◆ Controllo



MACCHINA DI VON NEUMANN



TRASFERIMENTO

- ◆ Obiettivo: permettere lo scambio di informazioni tra le varie componenti funzionali del calcolatore
 - trasferimento dei dati e delle informazioni di controllo
- ◆ Due possibili soluzioni
 - collegare ciascun componente con ogni altro componente
 - collegare tutti i componenti a un unico canale (**bus**)
- ◆ L'utilizzo di un bus favorisce la modularità e l'espandibilità del calcolatore

BUS

◆ Componenti del bus:

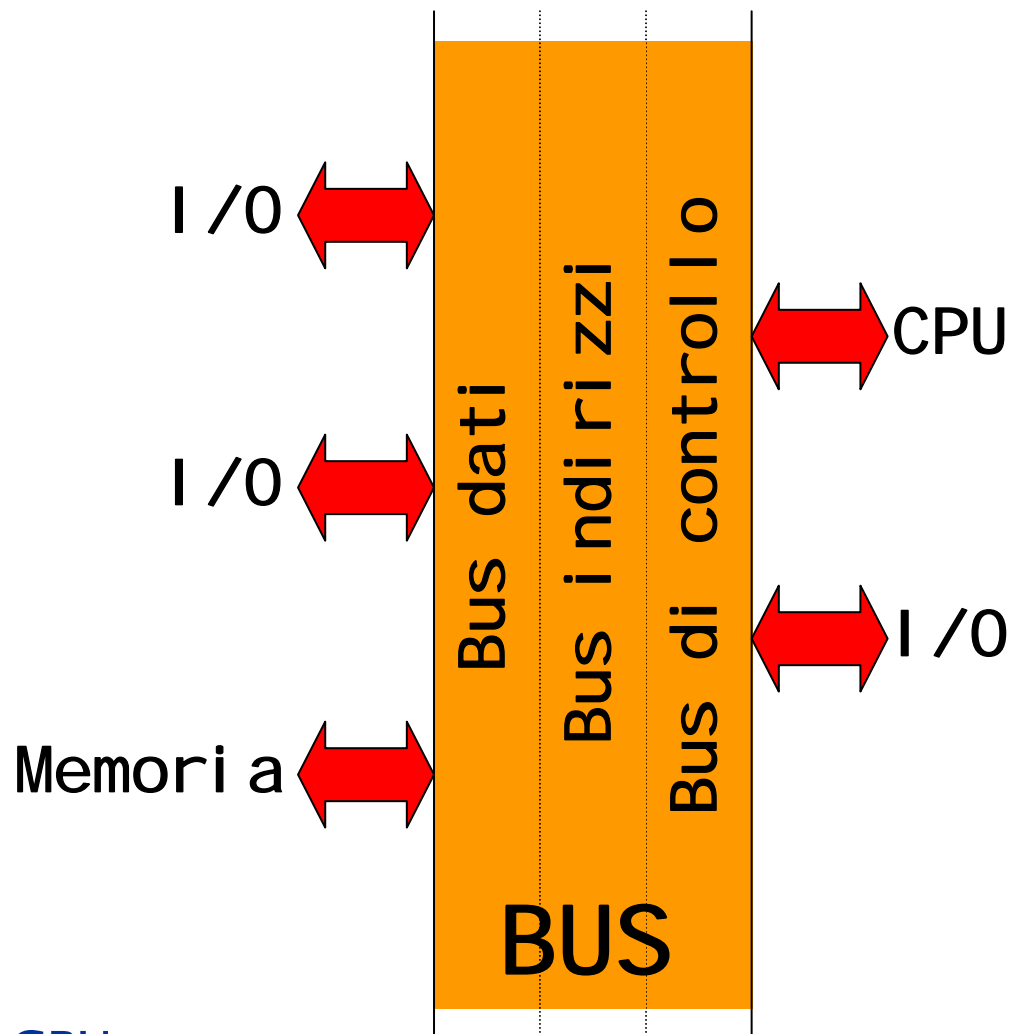
- Bus dati
- Bus indirizzi
- Bus di controllo

◆ Vantaggi

- Semplicità
- Estendibilità
- Standardizzabilità

◆ Svantaggi

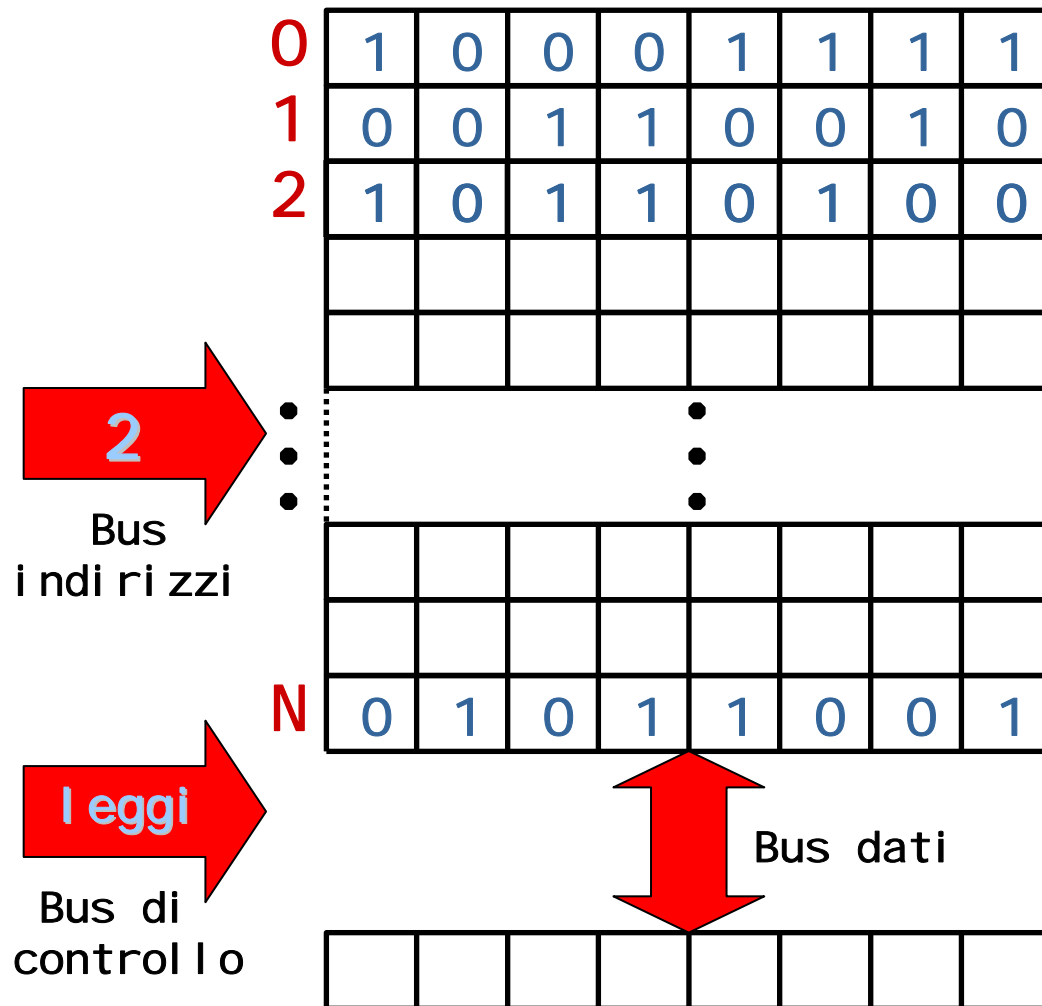
- Lentezza
- Limitata capacità
- Sovraccarico della CPU



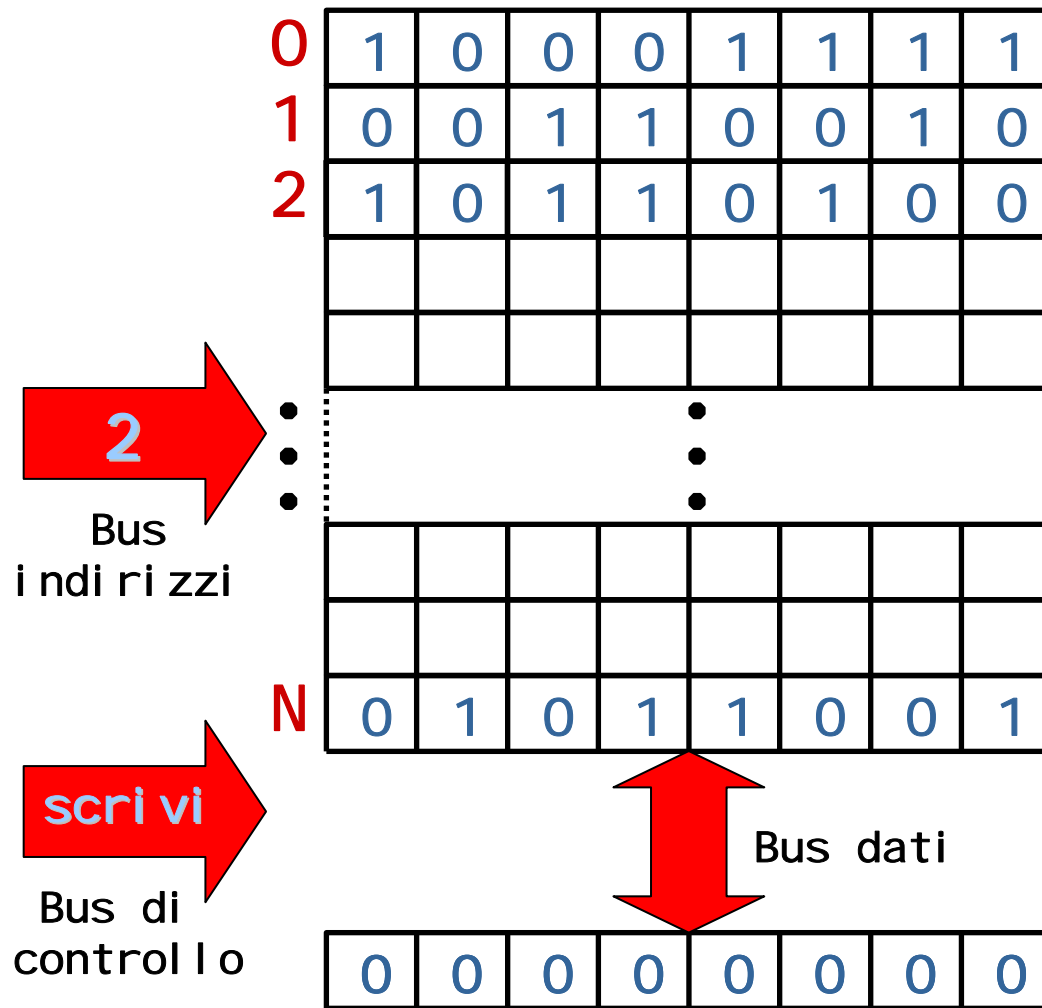
MEMORIZZAZIONE

- ◆ La Memoria Centrale contiene:
 - **dati**, che rappresentano informazioni di interesse
 - **programmi**, per l'elaborazione dei dati
- ◆ Organizzazione:
 - è organizzata in celle o **bit** (0/1)
 - gruppi di 8 bit formano un **byte**
 - a ciascun byte è associato un **indirizzo**, che lo identifica
 - una **word** è un gruppo di byte (capacità del bus dati o dimensione di un registro della CPU)
- ◆ Operazioni
 - **scrittura**, memorizzazione di un valore in un byte/word
 - **lettura**, accesso al valore memorizzato in un byte/word

MEMORIA CENTRALE: LETTURA



MEMORIA CENTRALE: SCRITTURA



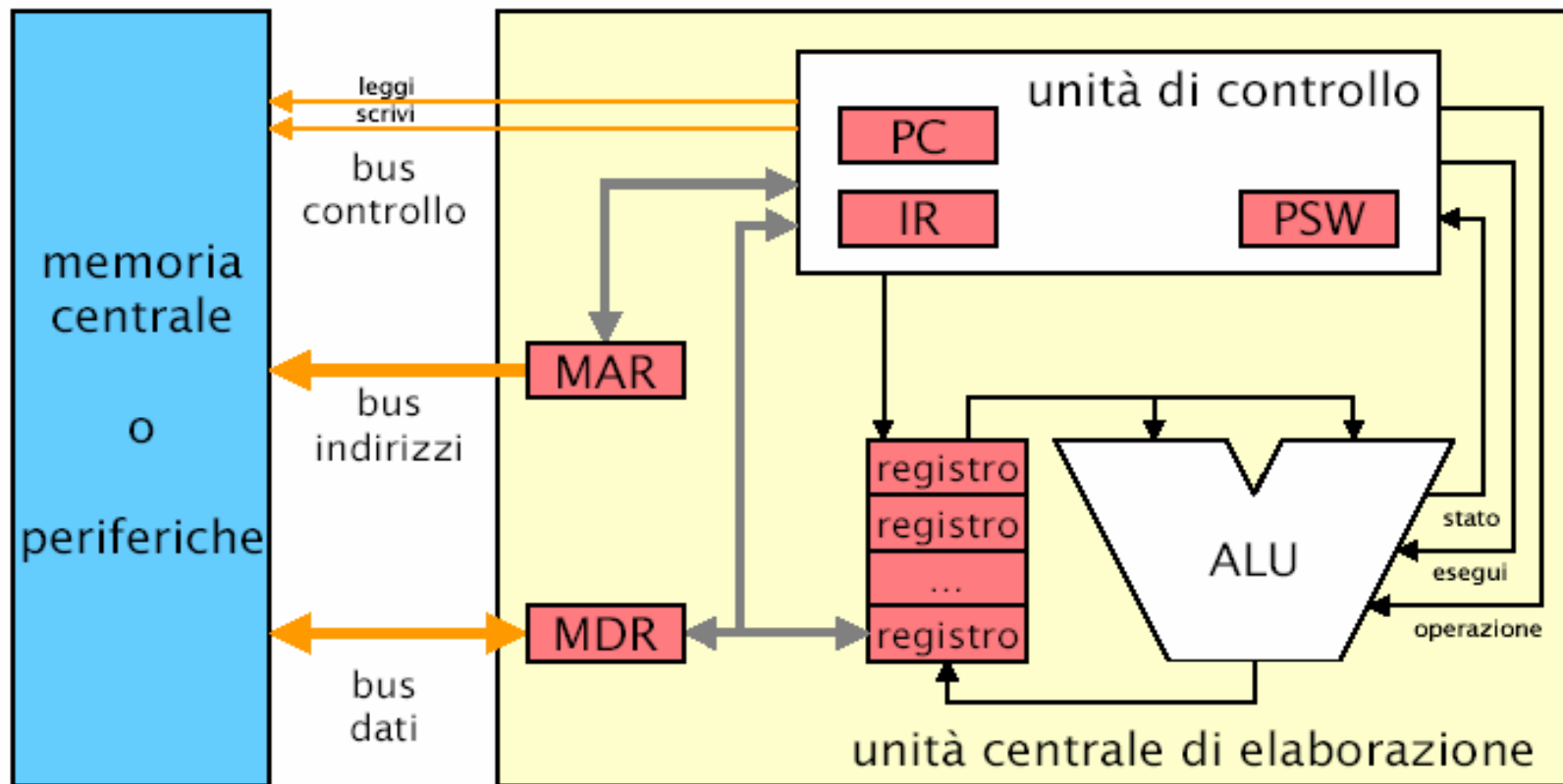
ELABORAZIONE

- ◆ Le istruzioni del **linguaggio macchina** corrispondono ad operazioni elementari di elaborazione
 - operazioni aritmetiche
 - operazioni relazionali (confronto tra dati)
 - operazioni booleane
 - altre operazioni
- ◆ Un calcolatore sa svolgere poche tipologie di operazioni elementari ma in modo molto efficiente
 - un calcolatore può eseguire decine o centinaia di milioni di istruzioni del linguaggio macchina al secondo
- ◆ L'elaborazione è svolta dall'**unità aritmetico-logica**, che è un componente dell'unità centrale di elaborazione

CONTROLLO

- ◆ Il coordinamento tra le varie parti del calcolatore è svolto dall'**unità di controllo**
 - è un componente dell'unità centrale di elaborazione
 - ogni componente del calcolatore esegue solo le azioni che gli vengono richieste dall'unità di controllo
- ◆ il controllo consiste nel coordinamento dell'esecuzione temporale delle operazioni
 - sia internamente all'unità di elaborazione sia negli altri elementi funzionali
 - il controllo avviene in modo sincrono rispetto alla scansione temporale imposta dall'orologio di sistema (**clock**)

CPU (CENTRAL PROCESSING UNIT)



REGISTRI

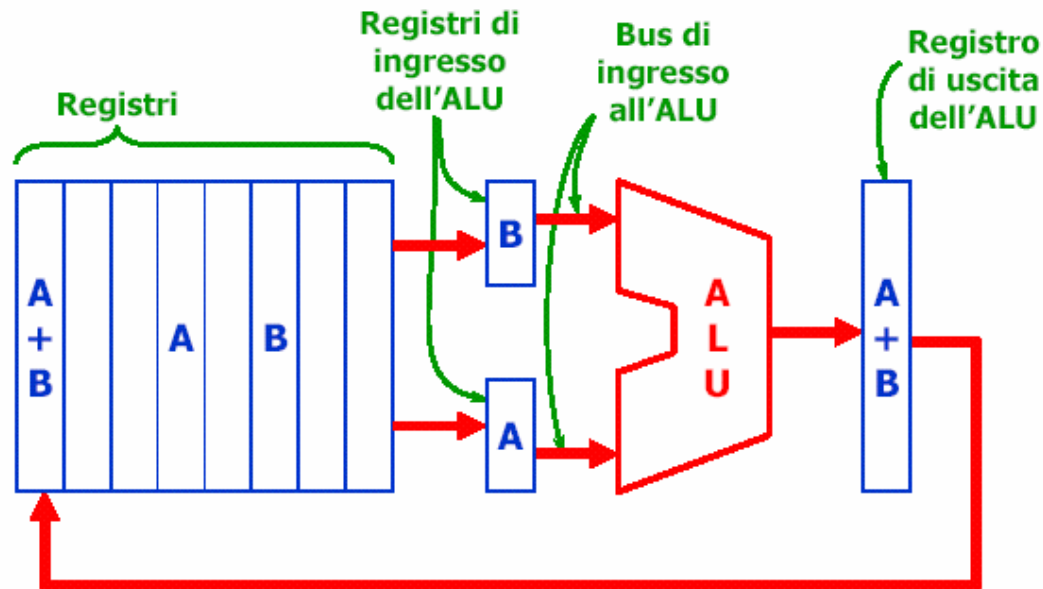
- ◆ Un microprocessore ha un numero limitato di celle di memoria (registri) con scopi specifici:
 - **PC: contatore delle istruzioni (program counter)**
 - contiene l'indirizzo della prossima istruzione da eseguire
 - **IR: registro delle istruzioni (instruction register)**
 - contiene l'istruzione che deve essere eseguita
 - **PSW: parola di stato del processore**
 - contiene informazioni, opportunamente codificate, sull'esito dell'ultima istruzione che è stata eseguita

REGISTRI

- **MAR:** registro indirizzi della memoria
 - indirizzo della cella di memoria che deve essere acceduta o memorizzata
- **MDR:** registro dati della memoria
 - dato che è stato acceduto o che deve essere memorizzato
- **registri generali**
 - per memorizzare gli operandi ed il risultato di una operazione

UNITA' ARITMETICO-LOGICA

- ◆ L'**Unità Aritmetico-Logica (ALU)** è costituita da un insieme di circuiti in grado di svolgere le operazioni di tipo aritmetico e logico
- ◆ La ALU legge i valori presenti in alcuni registri, esegue le operazioni e memorizza il risultato in un altro registro



CICLO DI ESECUZIONE DELLE ISTRUZIONI

- ◆ L'unità di controllo esegue un'istruzione mediante le tre seguenti operazioni di base:
 - **Fetch** (lettura)
 - **Decode** (decodifica)
 - **Execute** (esecuzione)
- ◆ Fetch-Decode-Execute
 1. Prendi l'istruzione corrente, vale a dire quella individuata dal registro PC, e mettila nel registro IR (**fetch**)
 2. Incrementa il PC in modo che contenga l'indirizzo dell'istruzione successiva
 3. Determina il tipo di istruzione da eseguire (**decode**)
 4. Se l'istruzione necessita di un dato in memoria determina dove si trova e caricalo in un registro della CPU
 5. Esegui l'istruzione (**execute**)
 6. Torna al punto 1

ESEMPIO FETCH-DECODE-EXECUTE

1000

Load	3568	R1
Add	R1	R2
Store	R1	3568
Jump	1000	

1001

1002

1003

3568

44

Registri CPU

R1

R2

30

PC

1000

IR

MAR

MDR

ESECUZIONE ISTRUZIONE 1000: FETCH (1/2)

1000

Load	3568	R1
Add	R1	R2
Store	R1	3568
Jump	1000	

1001

1002

1003

3568

44

Registri CPU

R1
R2

PC

IR

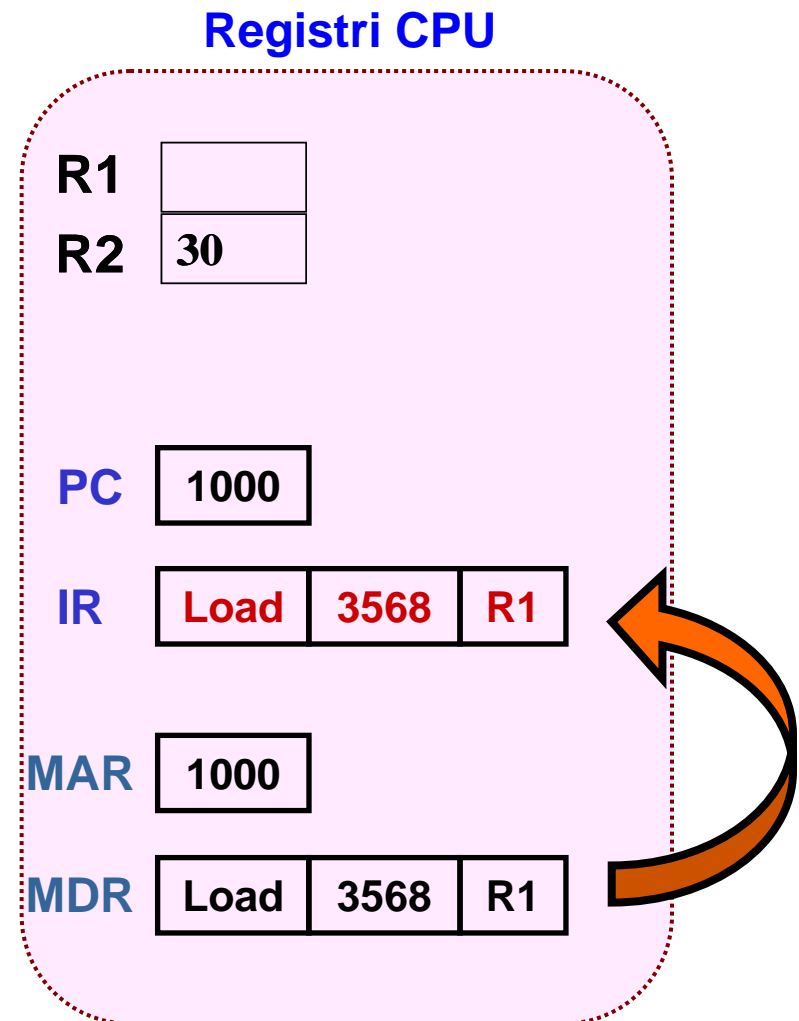
MAR

MDR

ESECUZIONE ISTRUZIONE 1000: FETCH (2/2)

1000	Load	3568	R1
1001	Add	R1	R2
1002	Store	R1	3568
1003	Jump	1000	

3568	44
------	----



ESECUZIONE ISTRUZIONE 1000: DECODE & EXECUTE

1000

Load

3568

R1

1001

Add

R1

R2

1002

Store

R1

3568

1003

Jump

1000

3568

44

Registri CPU

R1

44

R2

30

PC

1001

IR

Load

3568

R1

MAR

1000

MDR

Load

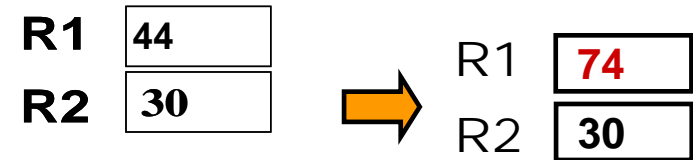
3568

R1

ESECUZIONE ISTRUZIONE 1001

1000	Load	3568	R1
1001	Add	R1	R2
1002	Store	R1	3568
1003	Jump	1000	

3568	44
------	-----------



NB.:

E' stata attivata la ALU

$$R1 = 44 + 30 = 74$$

ESECUZIONE ISTRUZIONE 1002

1000	Load	3568	R1	R1	74
1001	Add	R1	R2	R2	30
1002	Store	R1	3568		
1003	Jump	1000			
3568		74			

ESECUZIONE ISTRUZIONE 1003

1000

Load

3568

R1

1001

Add

R1

R2

1002

Store

R1

3568

1003

Jump

1000

R1

74

R2

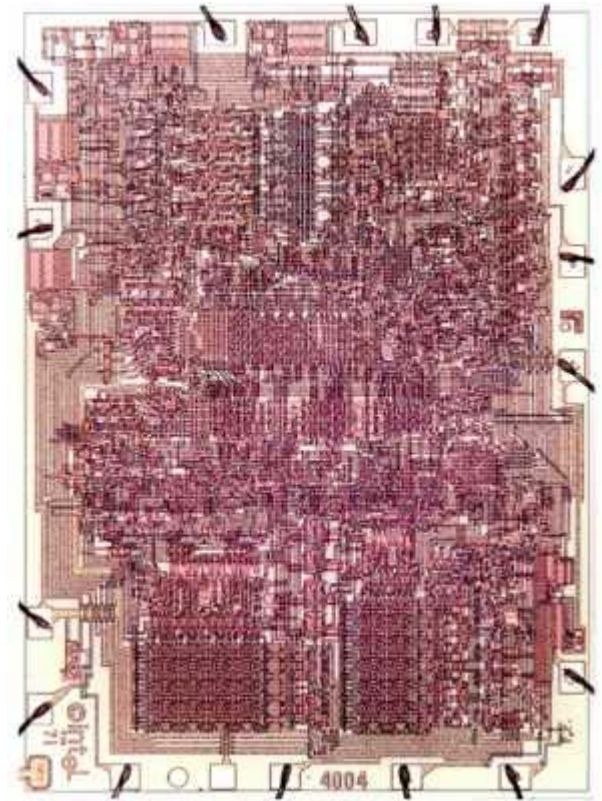
30

3568

74

MICROPROCESSORE

- ◆ Nel 1971, tre ingegneri della Intel, Federico Faggin, Ted Hoff e Stan Mazer costruirono il primo microprocessore.
- ◆ Riuscirono ad inserire 2.250 transistor su una piastrina di silicio di 4×3 mm, che formavano il cuore di un intero calcolatore in grado di elaborare in parallelo 4 bit.
- ◆ Da allora sono seguiti numerosi altri modelli, sempre più sofisticati e potenti che, grazie al loro basso costo, hanno determinato l'attuale enorme diffusione dei calcolatori.



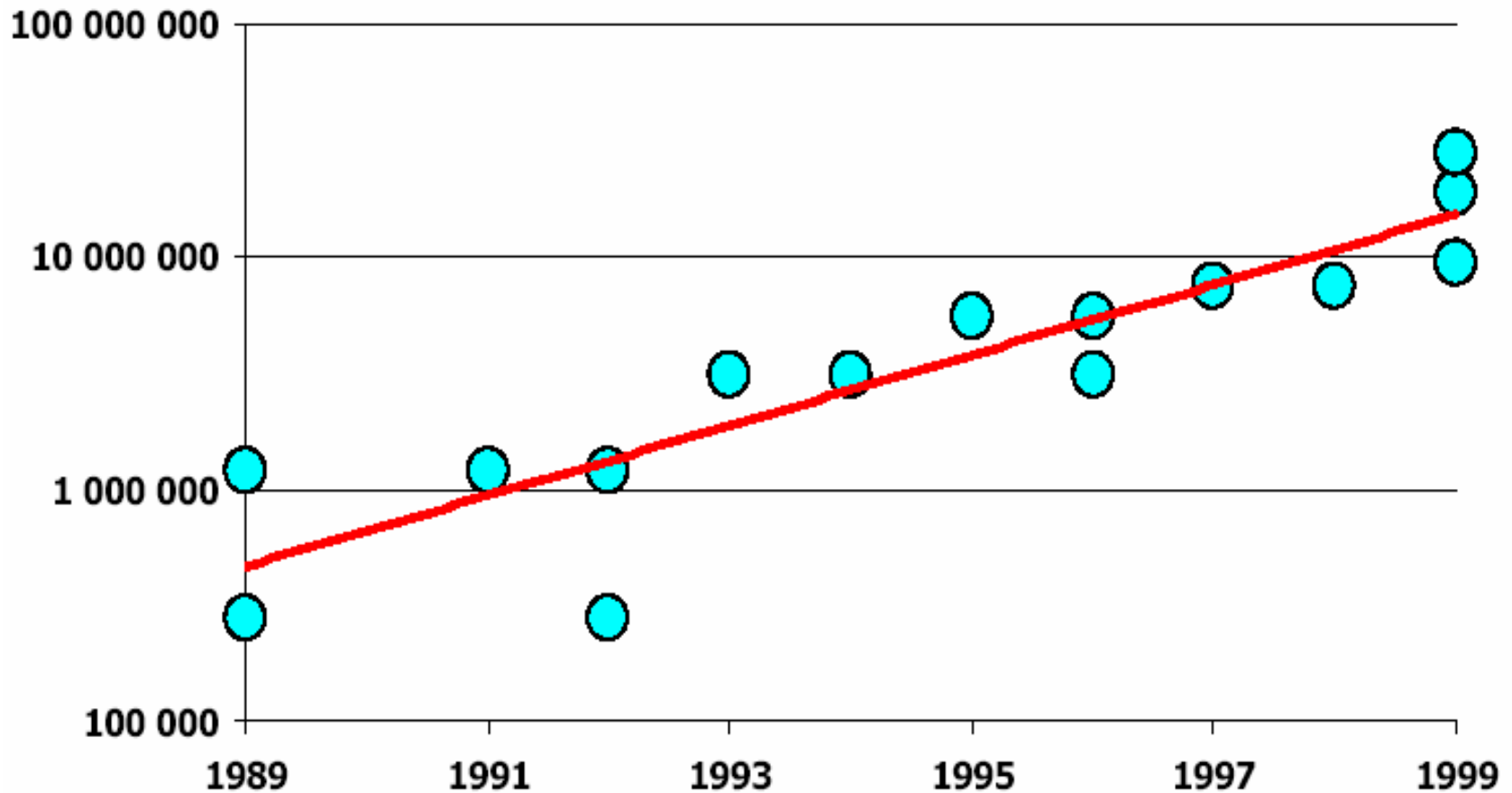
**Ingrandimento dell'Intel
4004 (1971)**

EVOLUZIONE DEI MICROPROCESSORI

CPU	Anno	Frequenza (MHz)	Dimensione registri / bus dati	Numero di transistor
8086	1978	4.77 — 12	8 / 16	29 000
80286	1982	8 — 16	16 / 16	134 000
80386	1986	16 — 33	32 / 32	275 000
80386 SX	1988	16 — 33	32 / 16	275 000
80486	1989	33 — 50	32 / 32	1 200 000
Pentium	1993	60 — 200	32 / 64	3 100 000
Pentium II	1997	233 — 400	32 / 64	7 500 000
Pentium III	1999	450 — 1133	32 / 64	24 000 000
Pentium 4	2000	1600 — 2000	32 / 64	42 000 000

NUMERO DI TRANSISTOR (CPU INTEL)

Il numero di transistor per cm² raddoppia ogni 18 mesi!



MEMORIA

◆ Caratterizzazione

- Capacità
- Costo per bit
- Velocità di accesso
 - Velocità di trasferimento (bit/s o Byte/s, dati trasferiti/secondo)
- Volatilità

◆ Categorie

- Memoria centrale
- Memoria di massa

MEMORIA

- ◆ Tipo di accesso
 - Sequenziale (nastro)
 - Casuale (memoria centrale)
 - Misto (disco)

- ◆ RAM (*Random Access Memory*)
 - Memoria centrale, Volatile, Lettura/scrittura, Accesso casuale

- ◆ ROM (*Read Only Memory*)
EPROM (*Erasable Programmable ROM*)
 - Permanente, Sola lettura (ROM) / Cancellabili e riscrivibili (EPROM)
 - BIOS

PRINCIPIO DI LOCALITA'

◆ Località spaziale:

quando si accede all'indirizzo **A**, è molto probabile che gli accessi successivi richiedano **celle vicine ad A**.

- le istruzioni del codice vengono in genere lette da locazioni consecutive della memoria
- Gli accessi a strutture dati sono “vicini”

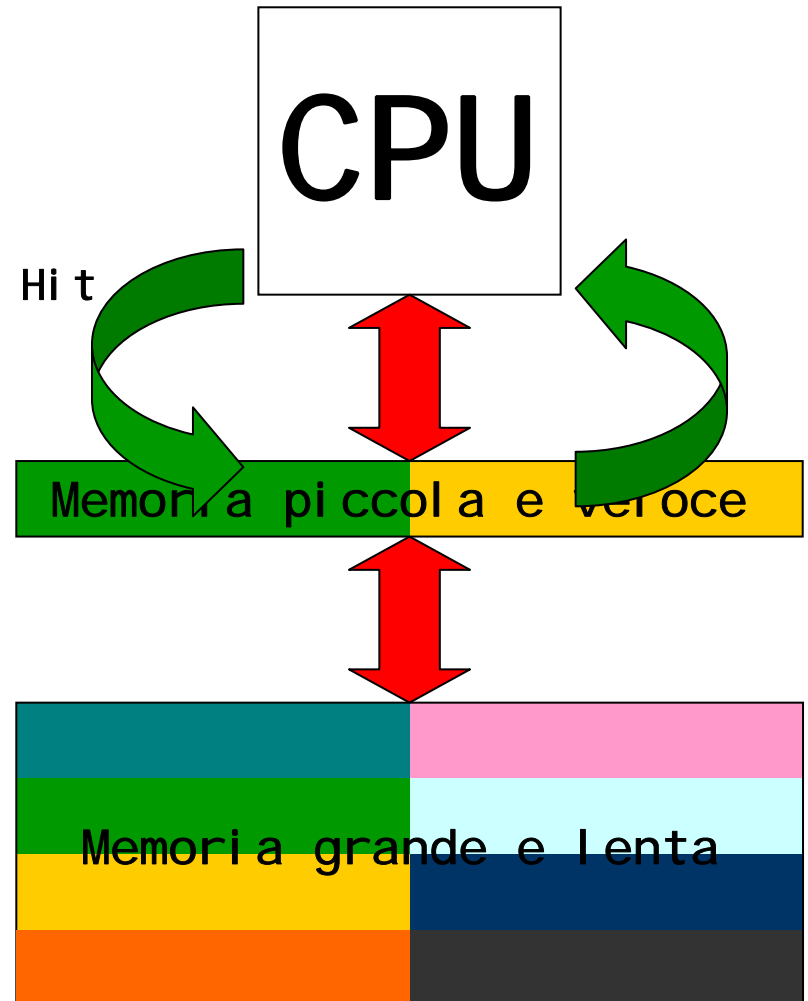
◆ Località temporale:

quando si accede all'indirizzo **A**, è molto probabile che negli accessi successivi si richieda **di nuovo la cella A**.

- cicli di istruzioni accedono ripetutamente alle stesse locazioni di memoria
- istruzioni vicine tendono ad utilizzare le stesse variabili

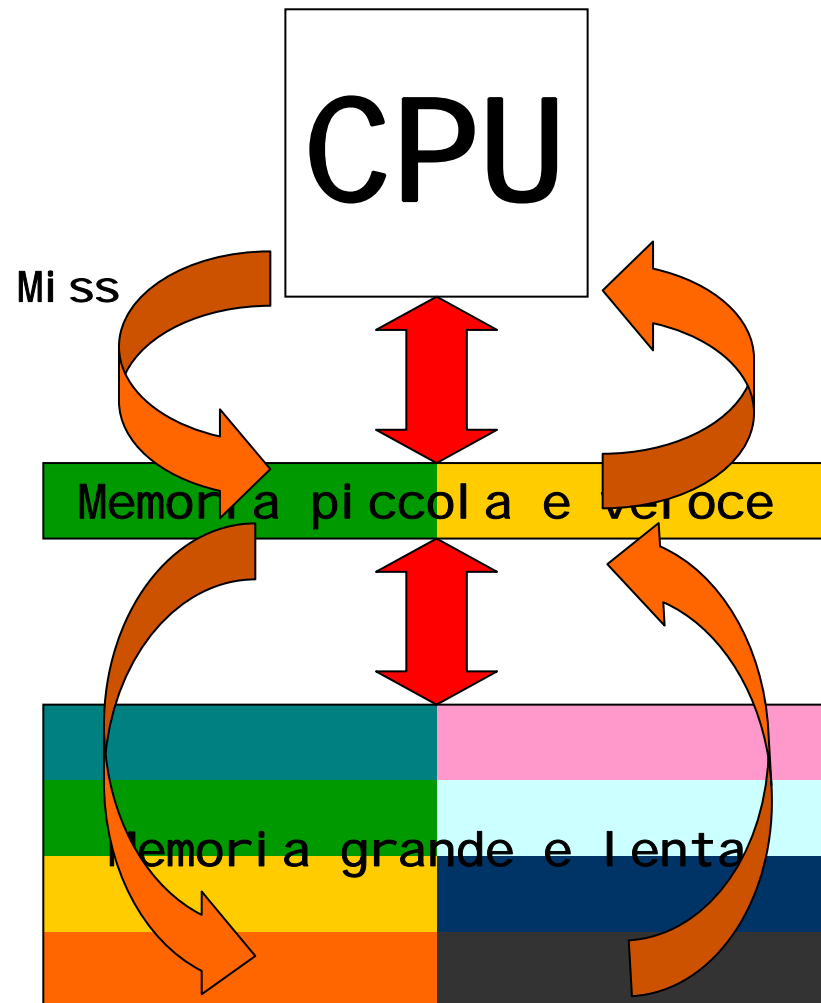
GERARCHIA DI MEMORIA

- ◆ Obiettivi
 - Dimensione elevata
 - Velocità elevata
 - Costo limitato
- ◆ I dati prelevati dalla MGL vengono conservati il **più a lungo possibile**
- ◆ Quando si copia un dato dalla MGL si copiano anche i **dati vicini**
- ◆ h , **hit ratio** (frequenza di successo) pari al 99%.
 $1 - h$, **miss ratio**

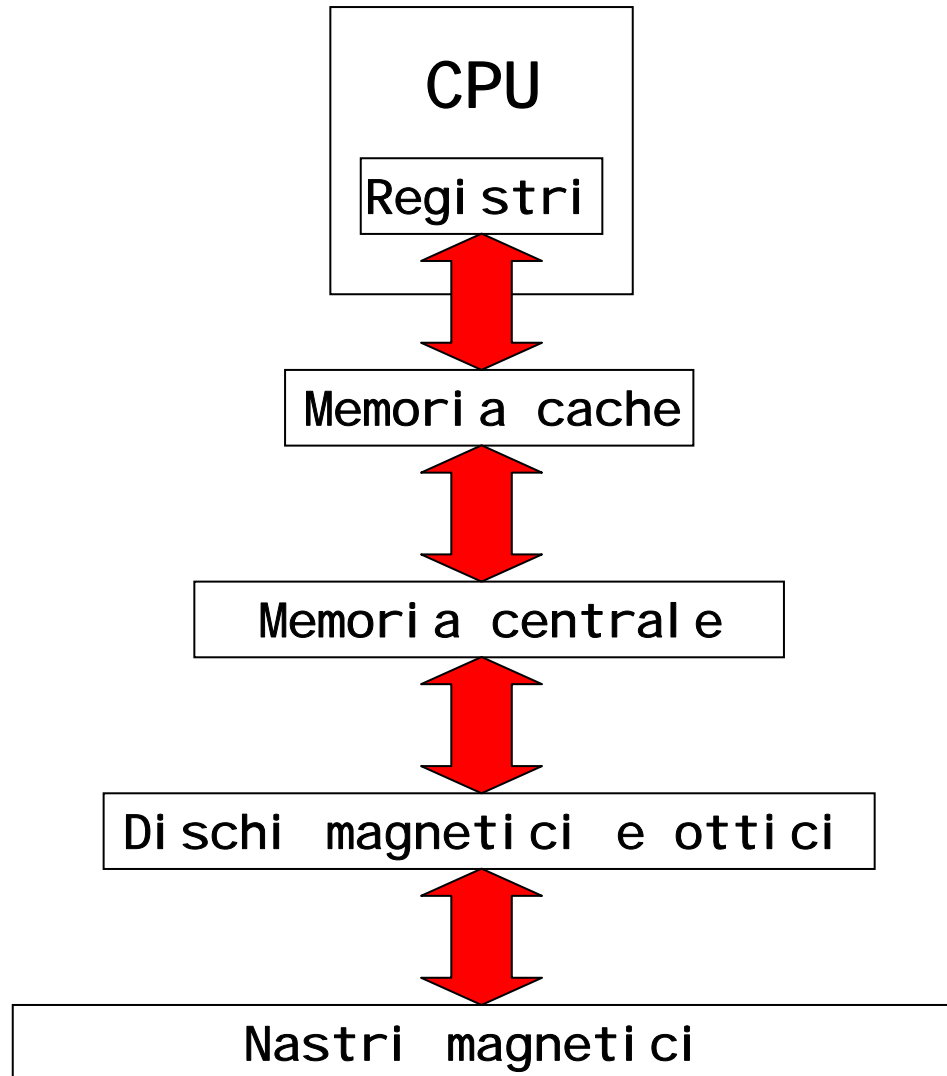


GERARCHIA DI MEMORIA

- ◆ Obiettivi
 - Dimensione elevata
 - Velocità elevata
 - Costo limitato
- ◆ I dati prelevati dalla MGL vengono conservati il **più a lungo possibile**
- ◆ Quando si copia un dato dalla MGL si copiano anche i **dati vicini**
- ◆ $h = 0.99, T_1 = 1, T_2 = 10$
 $T_{medio} = T_1 h + T_2 (1 - h) = 1.09!$



GERARCHIA DI MEMORIA

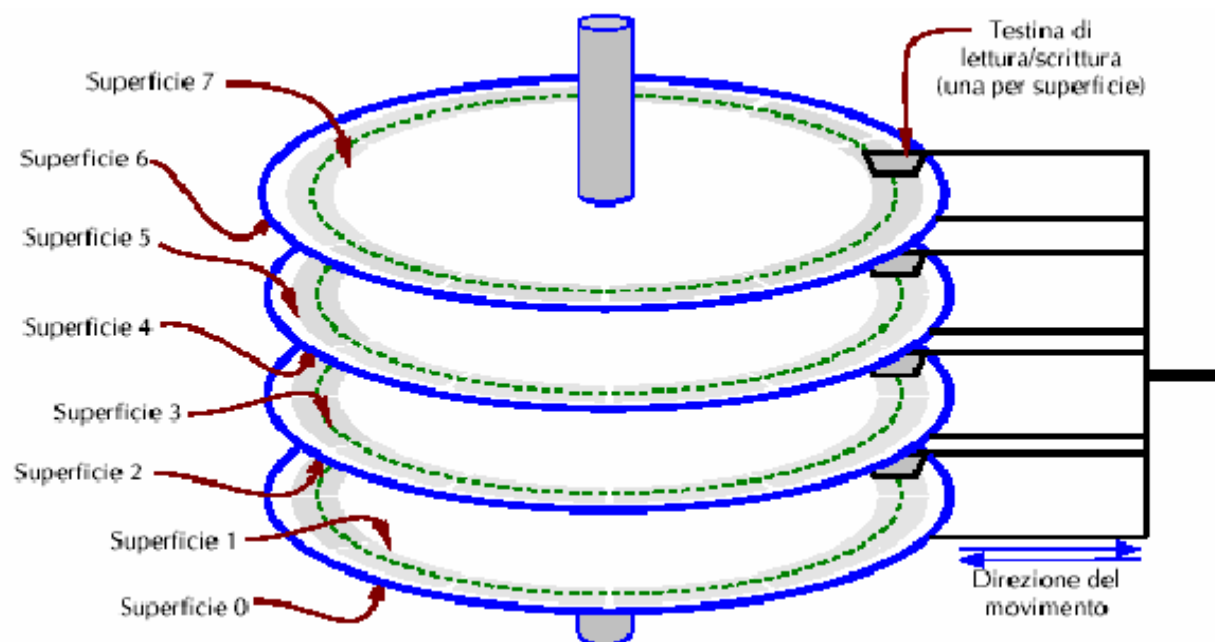


GERARCHIA DI MEMORIA

	Capacità	Velocità (TA)	€/MByte
registri	~1KB	~1ns	NA
cache	64 ÷ 1024 KB	~10ns	300
RAM	64 ÷ 2048 MB	~100ns	2
HD	8 ÷ 100 GB	~10ms	0.005
nastri/CD	~GB per unità	~100ms	0.005

DISCHI MAGNETICI: HARD DISK

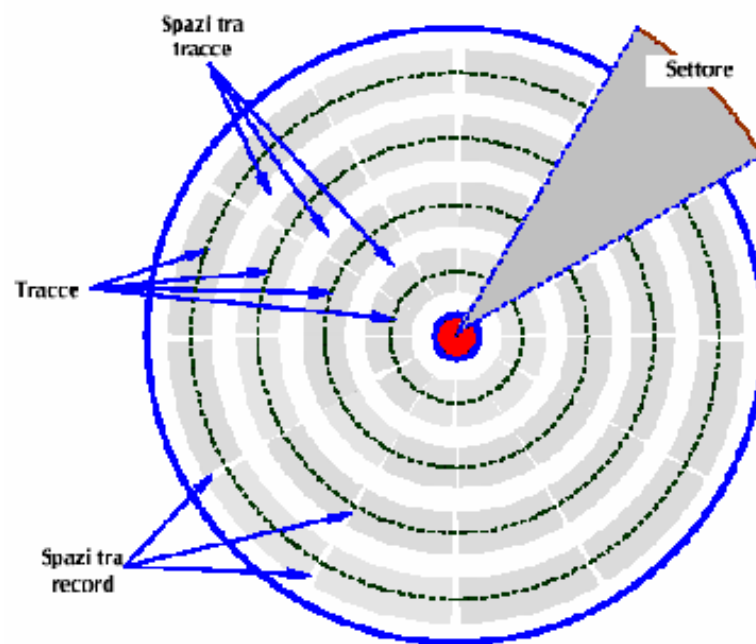
- ◆ Un hard disk consiste di un insieme di piatti con due superfici magnetizzabili
 - ogni superficie ha una propria testina di lettura/scrittura
 - i dischi ruotano attorno ad un perno centrale



DISCHI MAGNETICI: HARD DISK

◆ Organizzazione fisica dei record

- le superfici sono organizzate in cerchi concentrici (**tracce**) e in spicchi di pari grandezza (**settori**) separati da parti vuote (**gap**)
- tutte le tracce equidistanti dal centro (su più piatti) forma un **cilindro**
- ogni traccia contiene lo stesso numero di bit (densità di memorizzazione variabile dalla periferia verso il centro)



PRESTAZIONI DEGLI HARD DISK

◆ Tempo di accesso

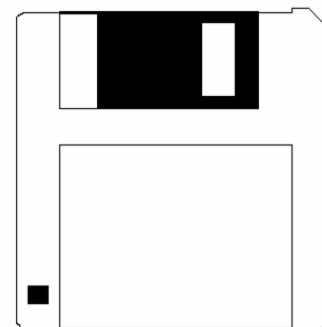
- *Seek Time*: la testina deve arrivare alla traccia giusta
 - dipende dalla meccanica
 - misurato in millisecondi (10-100ms)
- *Latency Time*: il disco deve ruotare fino a portare il record nella posizione giusta
 - dipende dalla velocità di rotazione, misurata in giri/min (RPM)

◆ Transfer Rate

- *Velocità di trasferimento del disco*
 - dipende dalla densità e dalla velocità di rotazione
 - misurata in MB per secondo (MBps)
 - valore tipico: 5-80 MBps

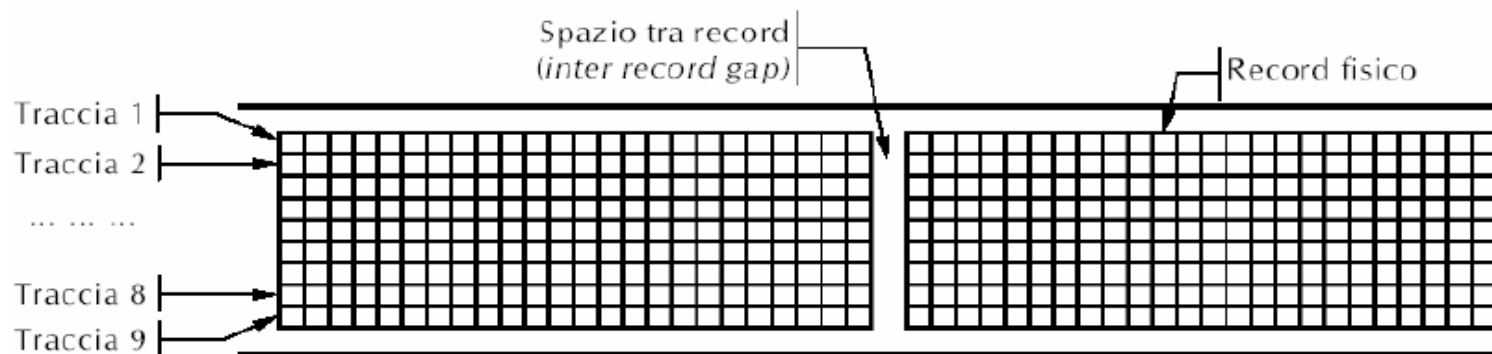
DISCHI MAGNETICI: FLOPPY DISK

- ◆ Sono dischi magnetici:
 - di piccola capacità
 - portatili
 - usati per trasferire informazioni (file) tra computer diversi
- ◆ Sono costituiti da un unico disco con due superfici
- ◆ Si ferma quando non è acceduto (ritardo per avvio della rotazione 0.5sec)
- ◆ Storicamente ne sono stati creati vari tipi identificati dal loro diametro (3.5, 5.25 e 8 pollici).
 - oggi sopravvivono solo da 3.5" (1.4 Mbyte)



NASTRI MAGNETICI

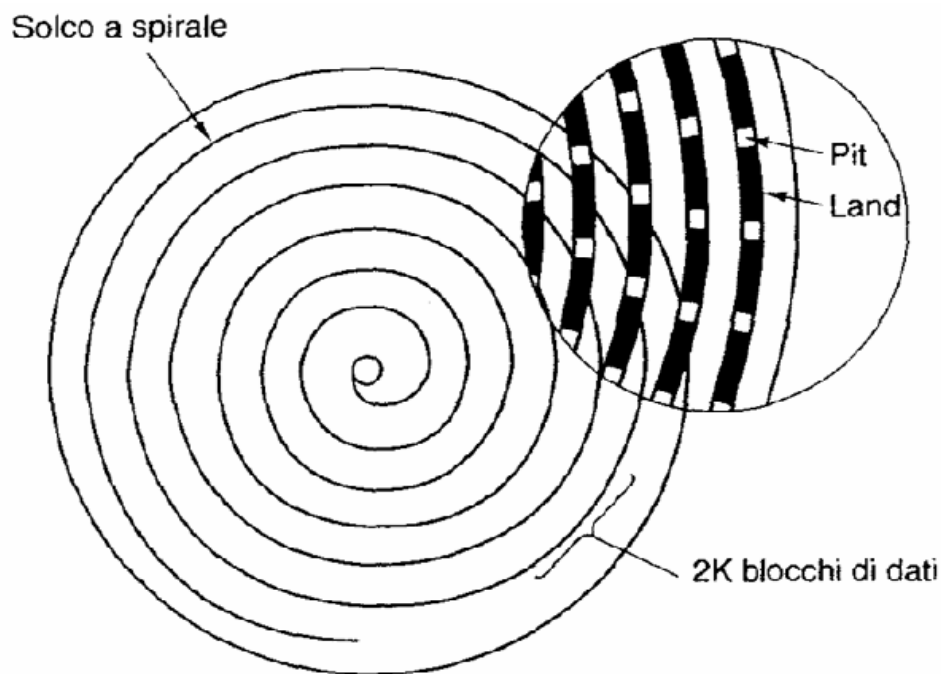
- ◆ Sono nastri di materiale magnetizzabile raccolti su supporti circolari, o in cassette (es.: DAT, *Digital Audio Tape*)
- ◆ Sul nastro sono tracciate piste orizzontali parallele (**tracce**)
 - di solito 9: un byte di dati + il bit di parità
- ◆ I dati sul nastro sono organizzati in zone contigue (**record**), separate da zone prive di informazione (**inter record gap**)
- ◆ Accesso sequenziale



DISCHI OTTICI

- ◆ La superficie di un disco presenta una successione di tratti disposti secondo un'unica traccia a spirale
 - **pit**: tratto di superficie avvallata
 - **land**: tratto di superficie liscia
- ◆ Il passaggio da pit a land (e viceversa) rappresenta 1 mentre l'assenza di variazione rappresenta 0

**riflettono raggi luminosi
in modo diverso**



DISPOSITIVI OTTICI

- ◆ 1984, CD-ROM (Compact-Disc Read-Only Memory)
 - Disco 12cm di diametro di alluminio e materiale plastico
 - Sola lettura
 - Capacità di oltre 650 Mbyte e costo inferiore a €1
 - Velocità di trasferimento:
 - originariamente 150 KByte / secondo (“1X”)
 - OGGI: 12, 16, 24, 48 volte tanto...
 - CD-R (CD Recordable)
 - CD-RW (CD Rewritable)
- ◆ 1997, DVD (Digital Versatile Disc)
 - Evoluzione del CD-ROM
 - Capacità 4.7 - 17 GByte
 - Velocità di trasferimento paragonabile a quella dei CD-ROM



FINE