

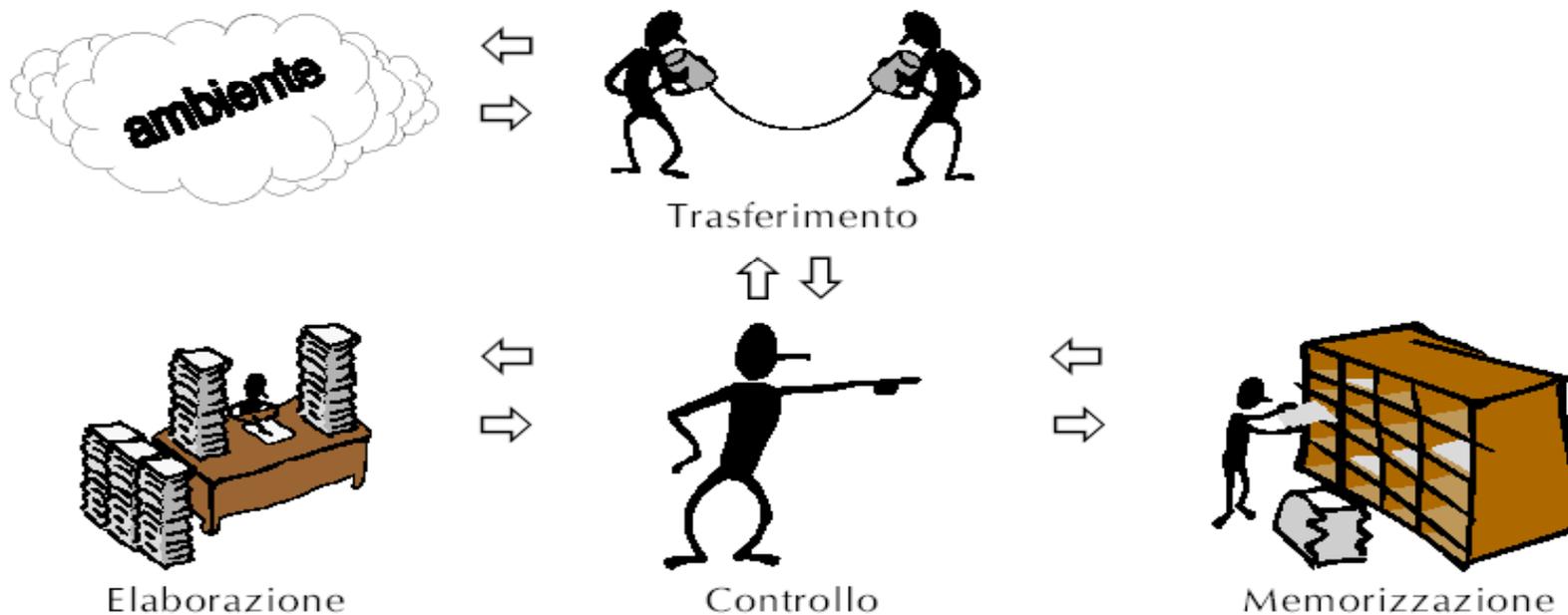
Introduzione all'Informatica

Francesco Folino

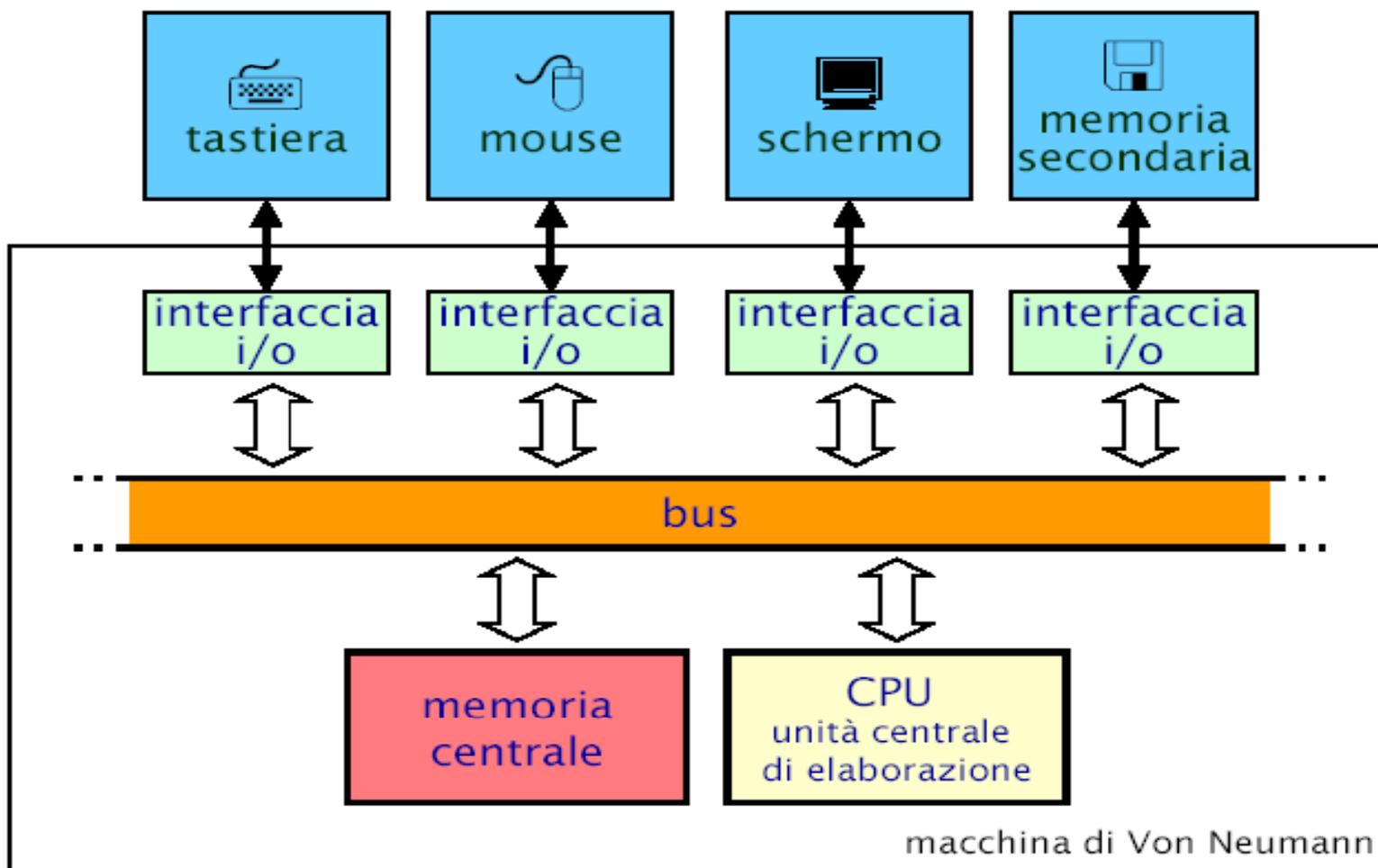
Architettura del Calcolatore

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:

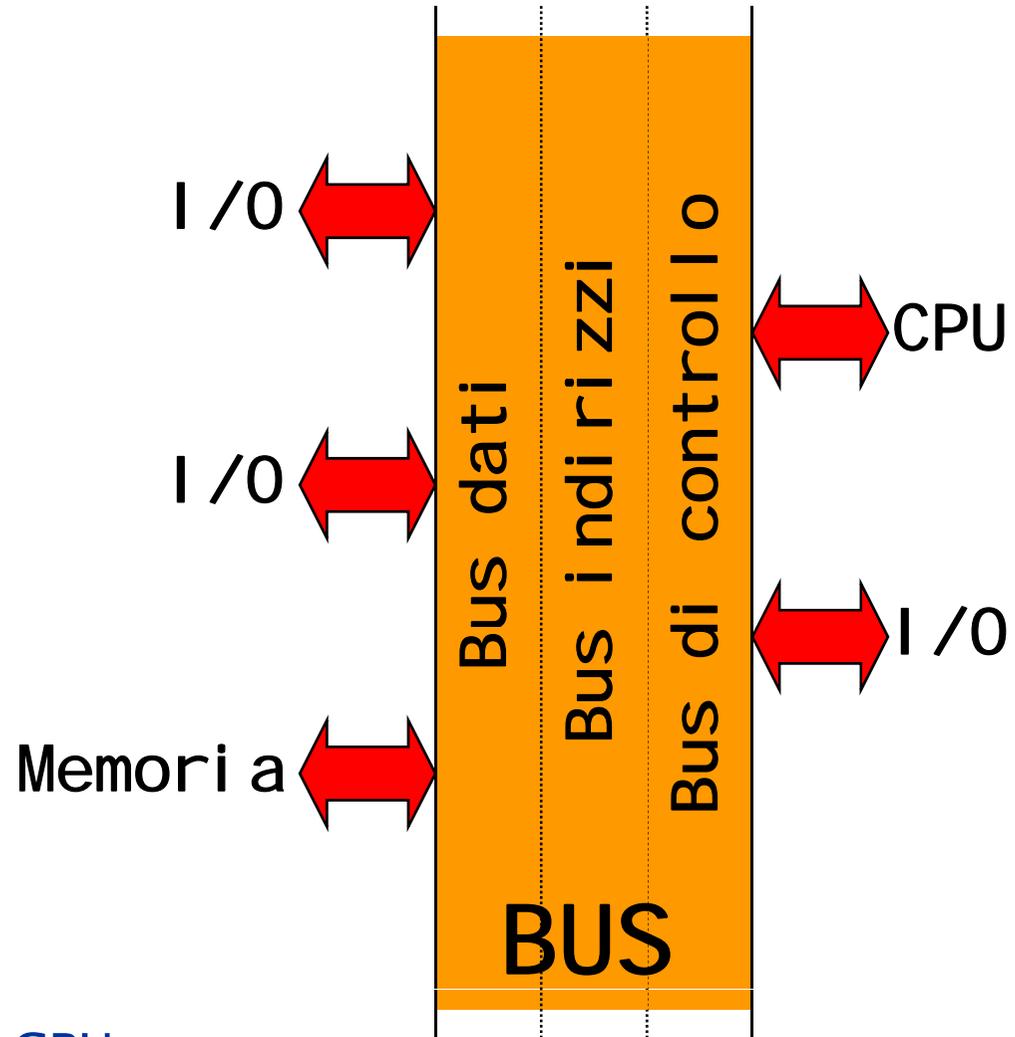
- Bus dati
- Bus indirizzi
- Bus di controllo

◆ Vantaggi

- Semplicità
- Estendibilità
- Standardizzabilità

◆ Svantaggi

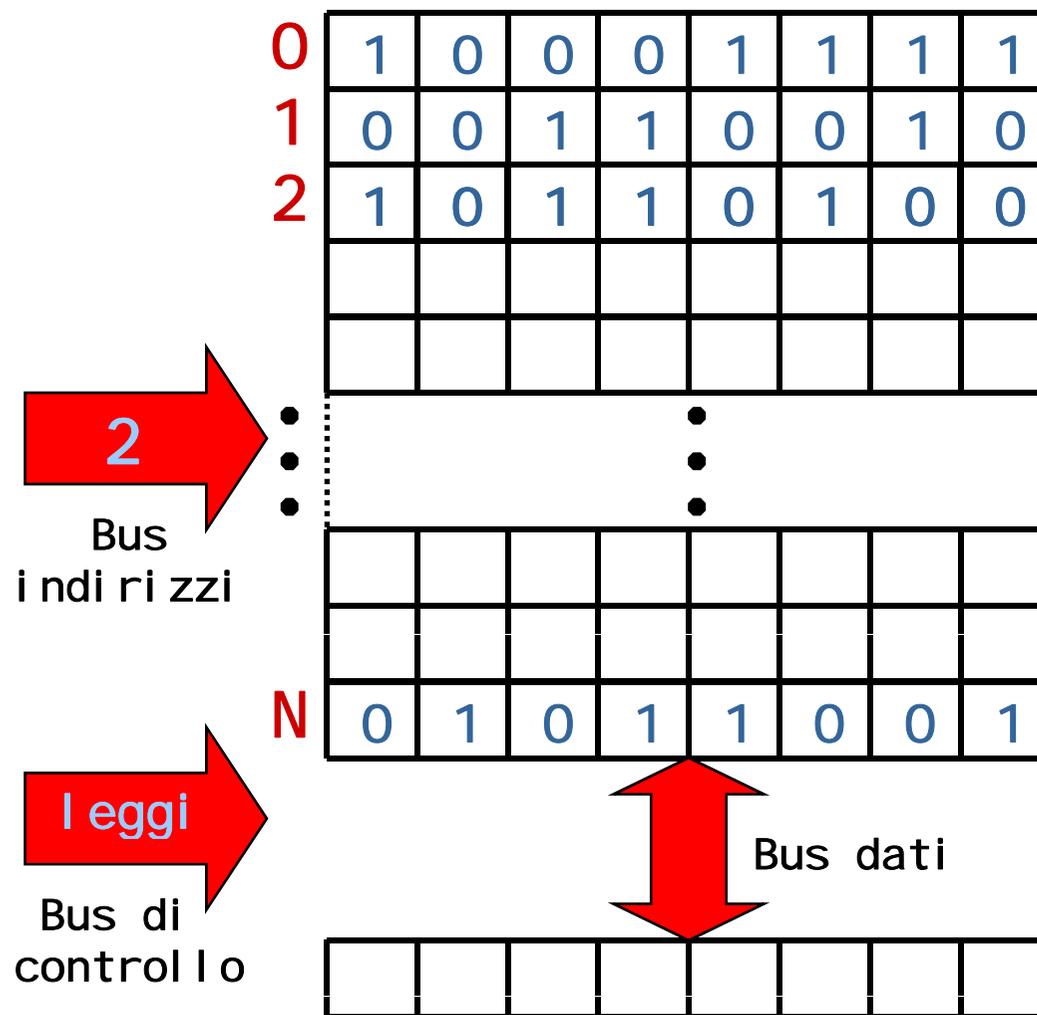
- Lentezza
- Limitata capacità
- Sovraccarico della CPU



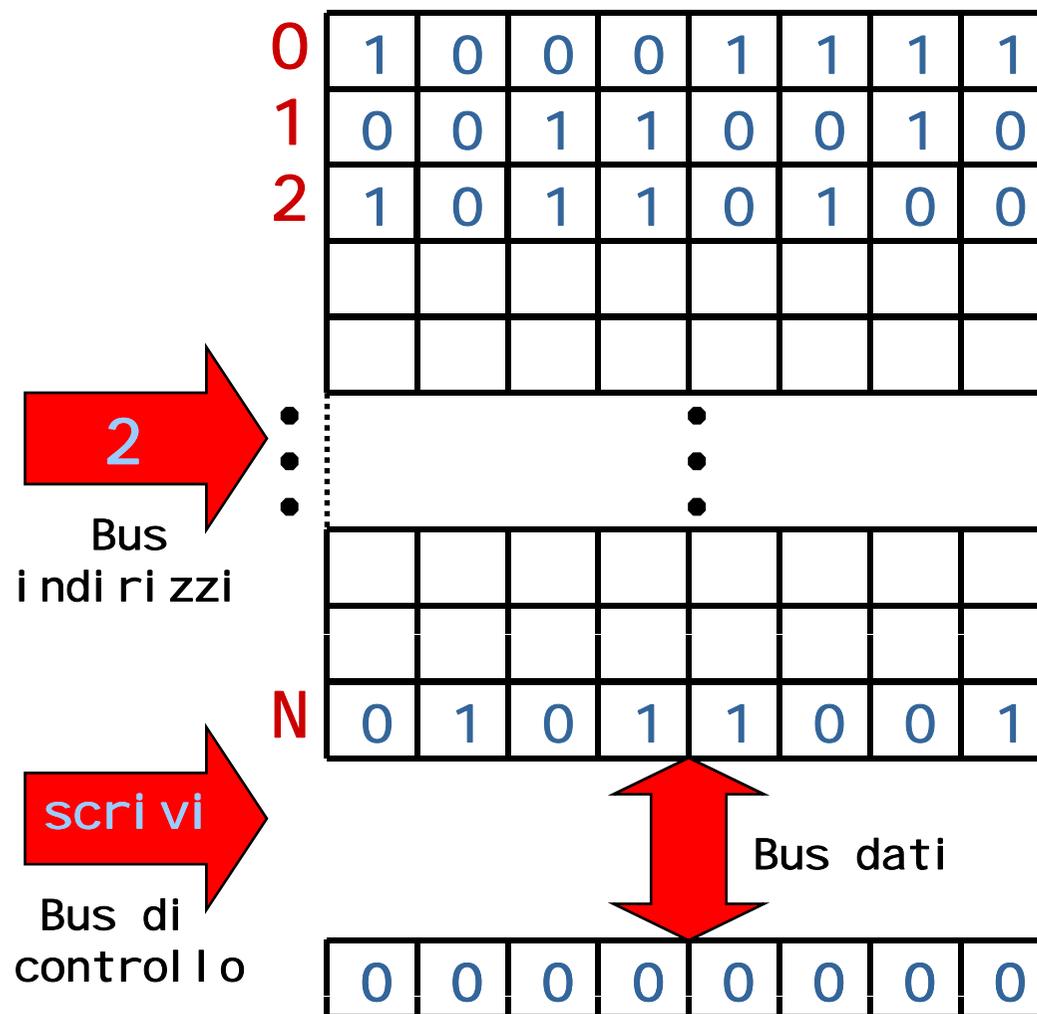
MEMORIZZAZIONE

- ◆ 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



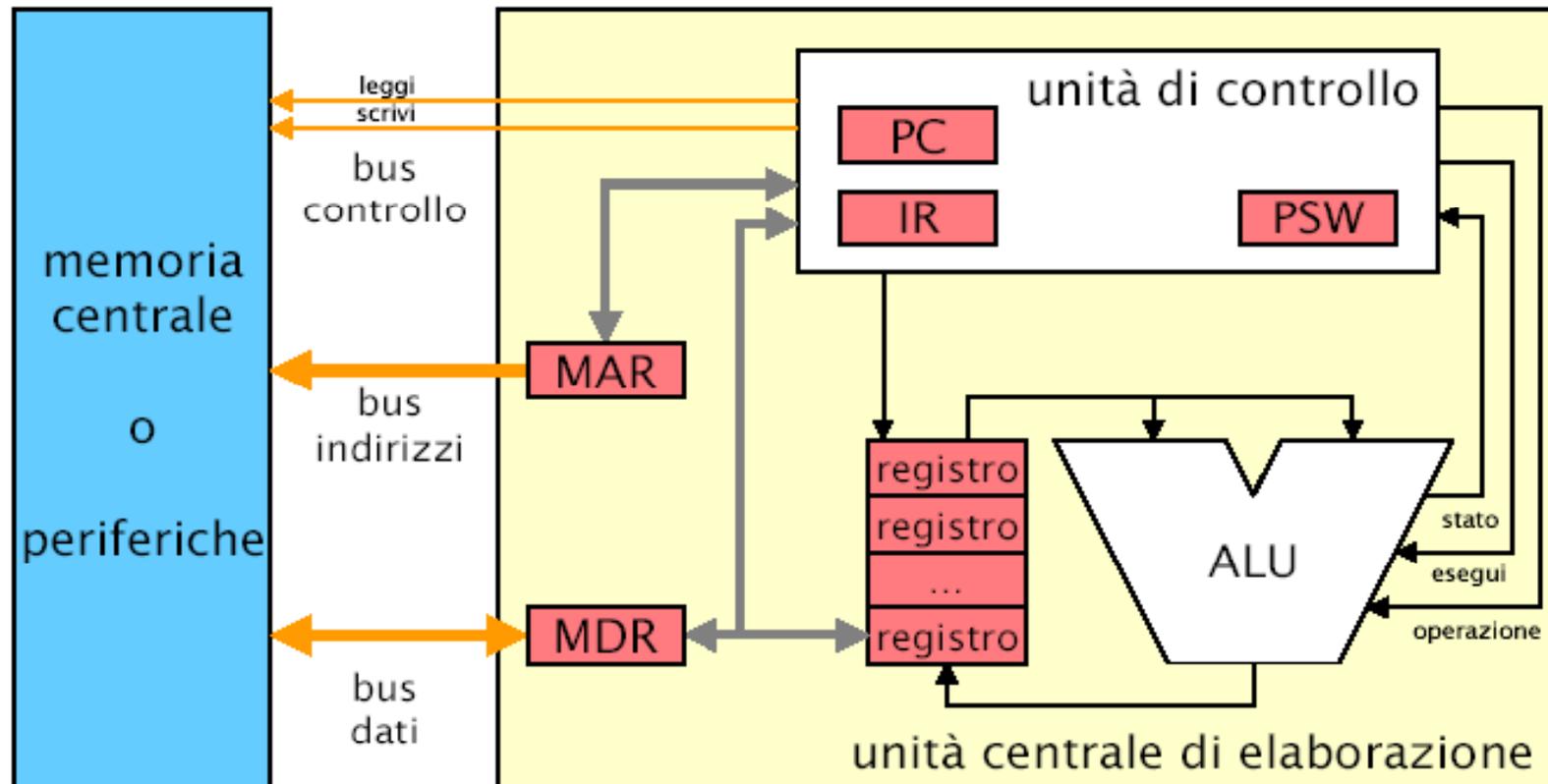
ELABORAZIONE

- ◆ 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

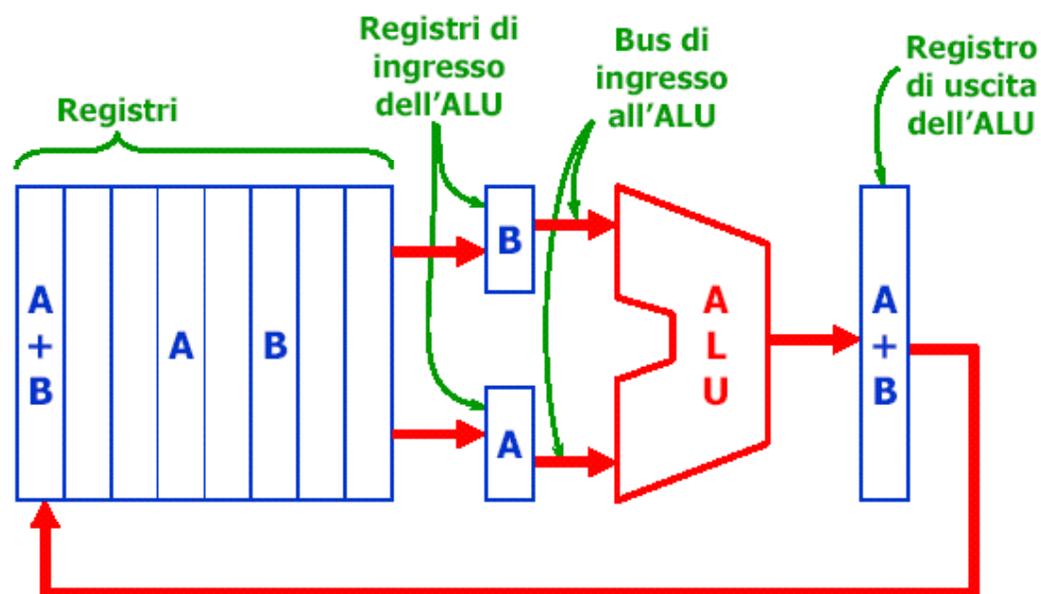
- ◆ Un microprocessore ha un numero limitato di celle di memoria (registri) con scopi specifici:
 - **PC: contatore delle istruzioni (program counter)**
 - contiene l'indirizzo della prossima istruzione da eseguire
 - **IR: registro delle istruzioni (instruction register)**
 - contiene l'istruzione che 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

PC

IR

MAR

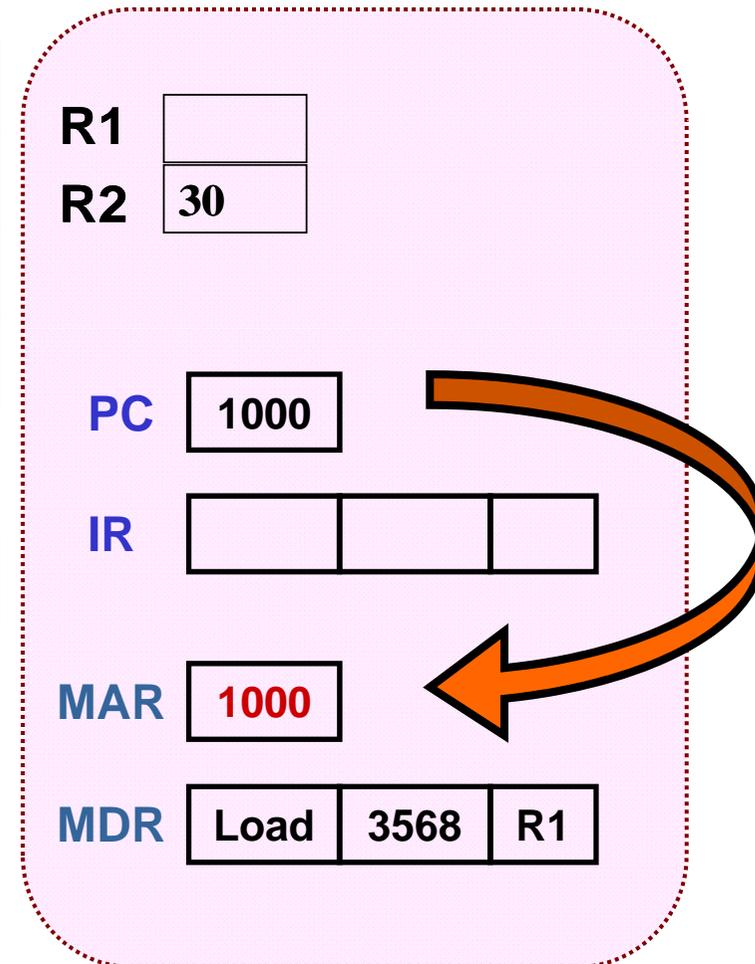
MDR

ESECUZIONE ISTRUZIONE 1000: FETCH (1/2)

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

| | |
|------|-----------|
| 3568 | 44 |
|------|-----------|

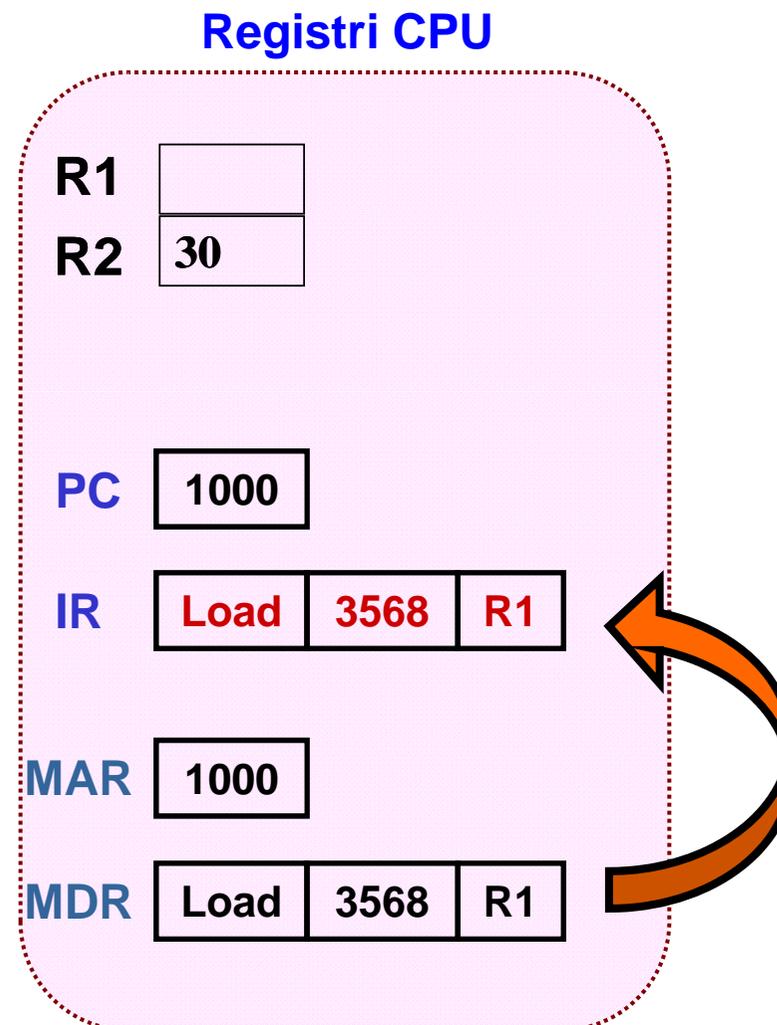
Registri CPU



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**

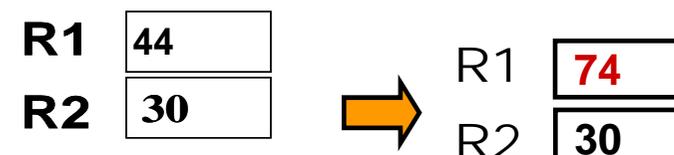
MAR **1000**

MDR **Load 3568 R1**

ESECUZIONE ISTRUZIONE 1001

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

| | |
|------|----|
| 3568 | 44 |
|------|----|

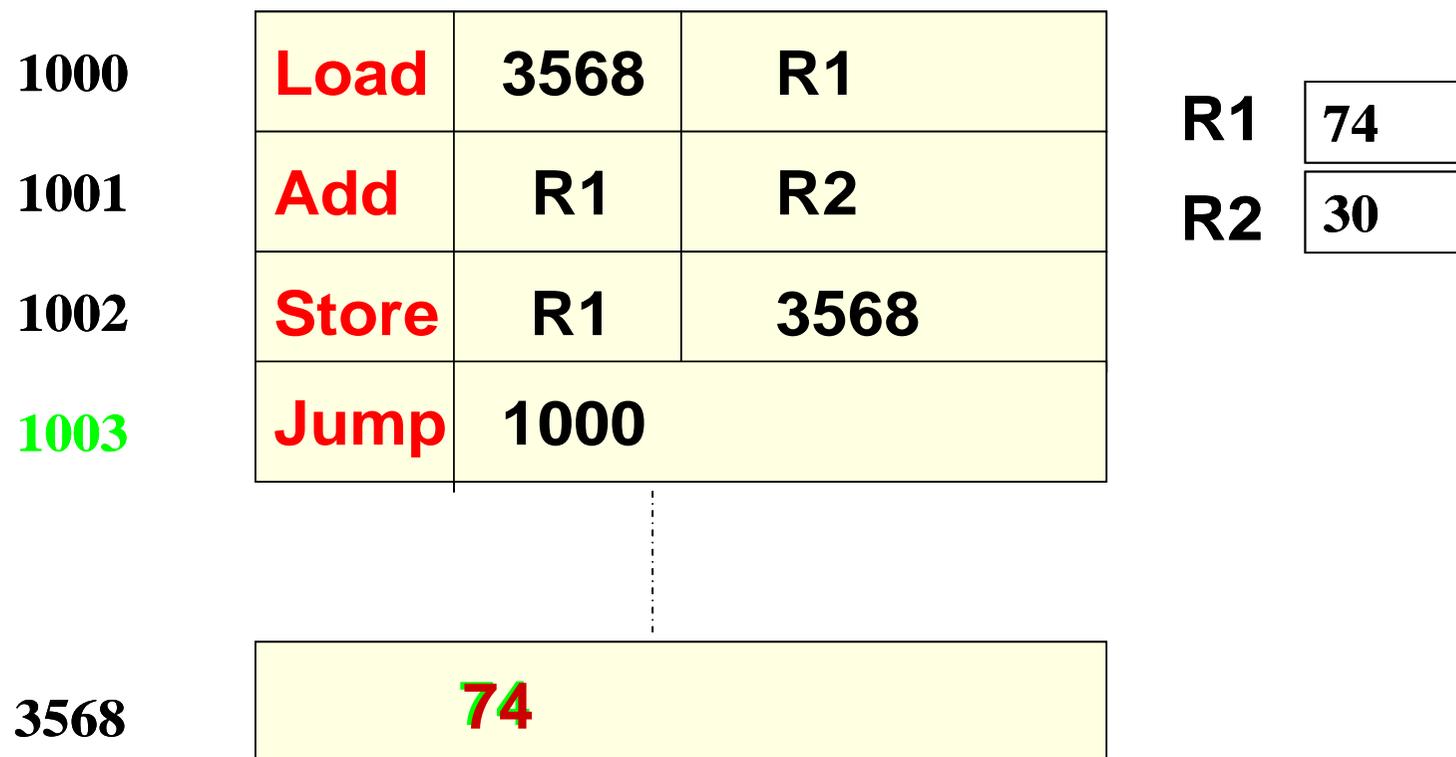


NB.:

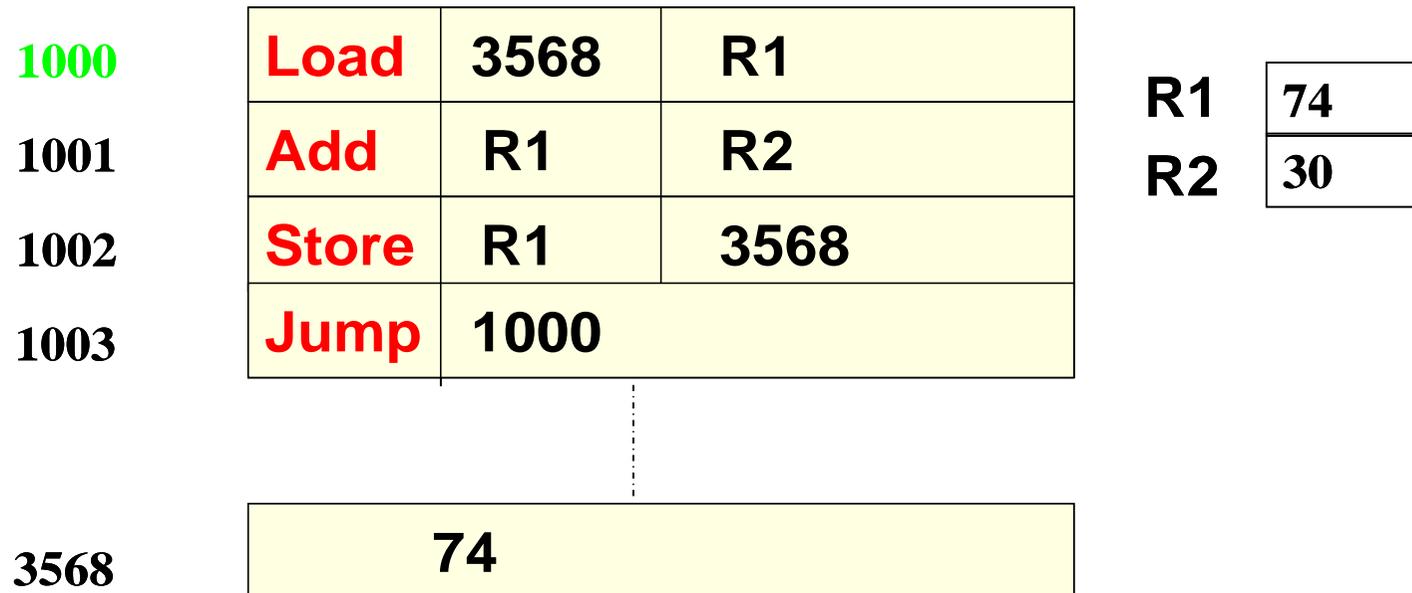
E' stata attivata la ALU

$$R1 = 44 + 30 = 74$$

ESECUZIONE ISTRUZIONE 1002

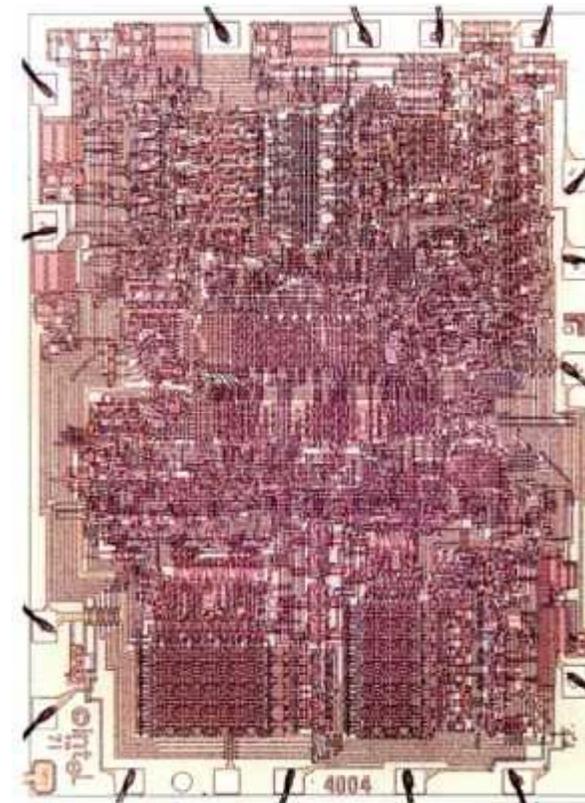


ESECUZIONE ISTRUZIONE 1003



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.



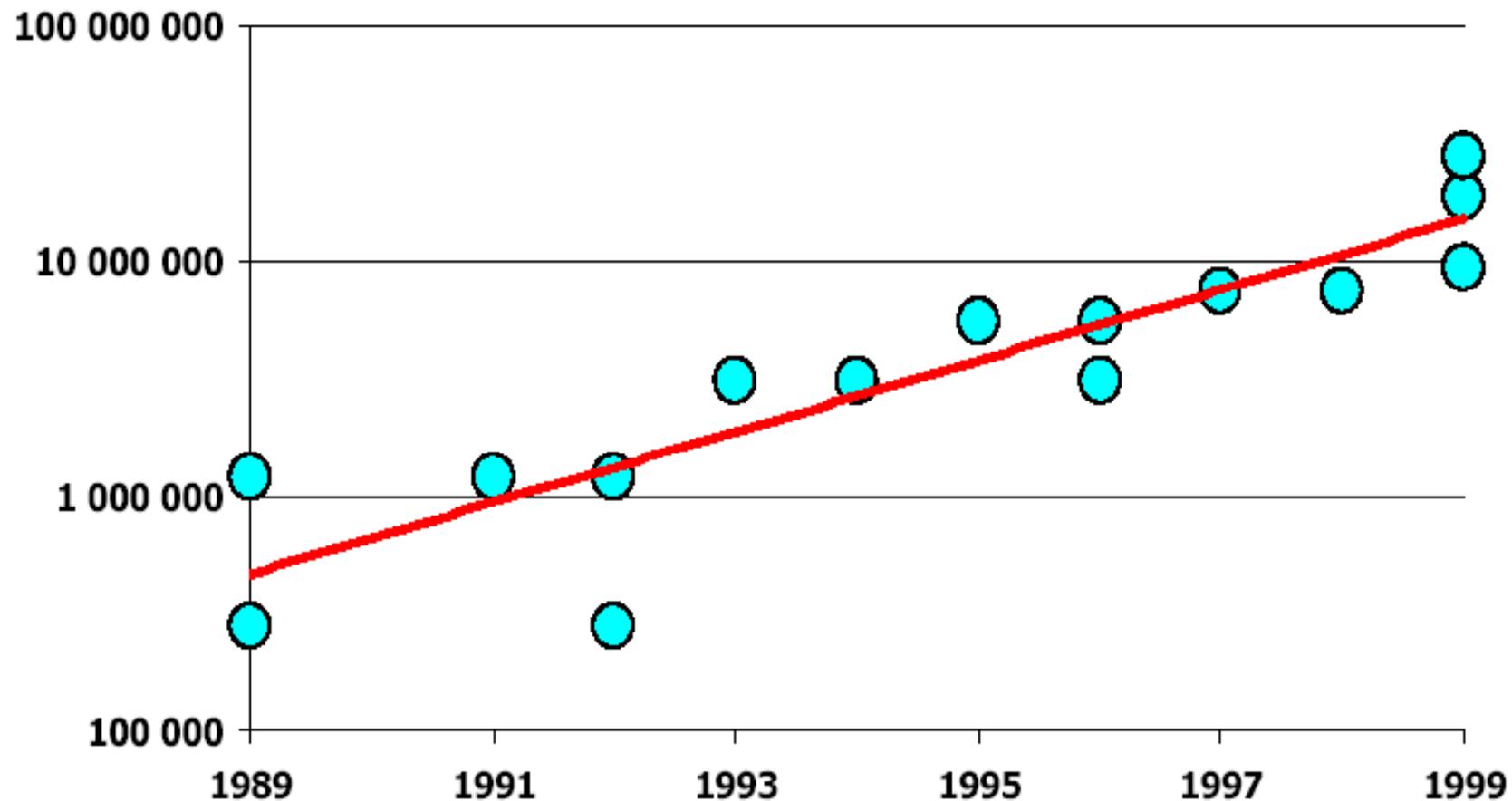
**Ingrandimento dell'Intel
4004 (1971)**

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