

# Architettura di un calcolatore

Nota:

- Parte del testo riportato in questi lucidi sono tratti dal libro: Lazzari, Marco. *Informatica umanistica*. McGraw-Hill, 2014.

# Architettura del calcolatore

## Il calcolatore è:

- ❖ uno strumento **programmabile** per rappresentare, memorizzare ed elaborare informazioni
- ❖ Un **sistema**, costituito da molte componenti

## Studiare l'architettura di un sistema significa:

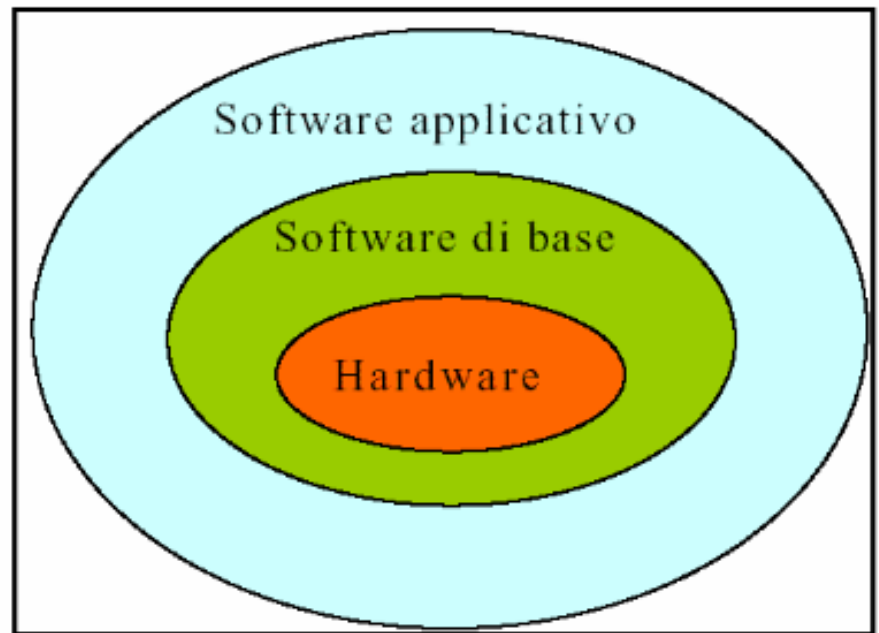
- ❖ Individuare ciascun componente del sistema
- ❖ Comprendere i principi generali di funzionamento di ciascun componente
- ❖ Comprendere come le varie componenti interagiscono

# Architettura del calcolatore

La prima decomposizione di un calcolatore è relativa a due macro-componenti:

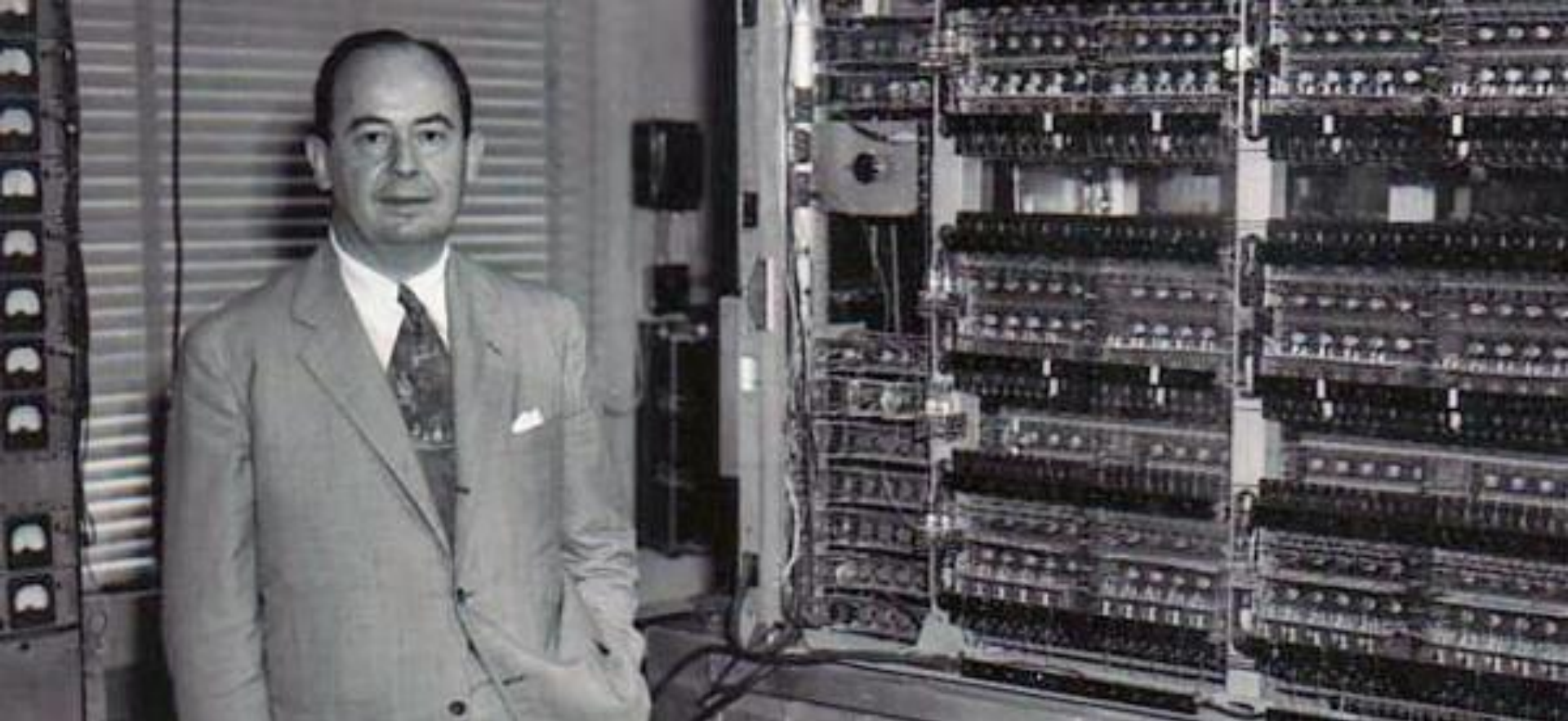
❖ Hardware

❖ Software



**unIMC**  
UNIVERSITÀ DI MACERATA

**l'umanesimo che innova**



# Hardware: architettura

- ❖ L'architettura dell'hardware di un calcolatore reale è molto complessa
- ❖ La Macchina di Von Neumann è un modello semplificato dei calcolatori moderni.

# Modello della macchina di Von Neumann

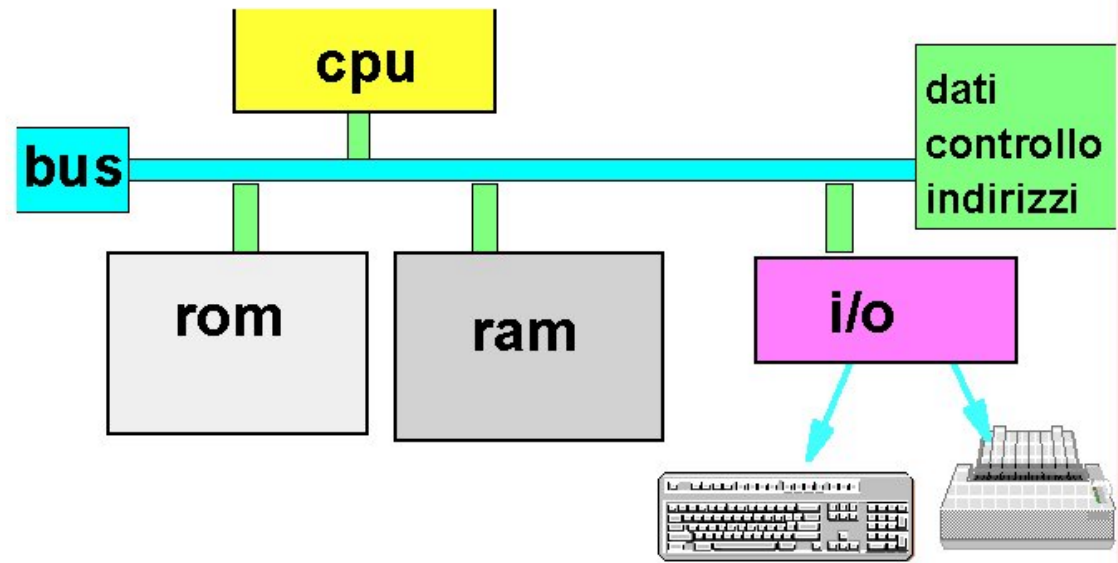
Tramite questo modello è possibile schematizzare le diverse operazioni che vengono svolte durante un ciclo di calcolo o di elaborazione:

- **operazioni di ingresso dati** ossia assegnazioni di valori alle variabili del programma, queste avvengono fra l'unità di ingresso e la memoria;
- **operazioni di trasferimento** dati dalla memoria ai registri dell'ALU (Unità Aritmetico Logica, dedicata alla esecuzione delle operazioni aritmetiche e logiche) ( e viceversa);
- **operazioni aritmetiche e logiche** eseguite all'interno dell'ALU;
- **operazioni di uscita** ossia l'elaboratore restituisce all'esterno i risultati della elaborazione, queste avvengono fra la memoria e l'unità di uscita.

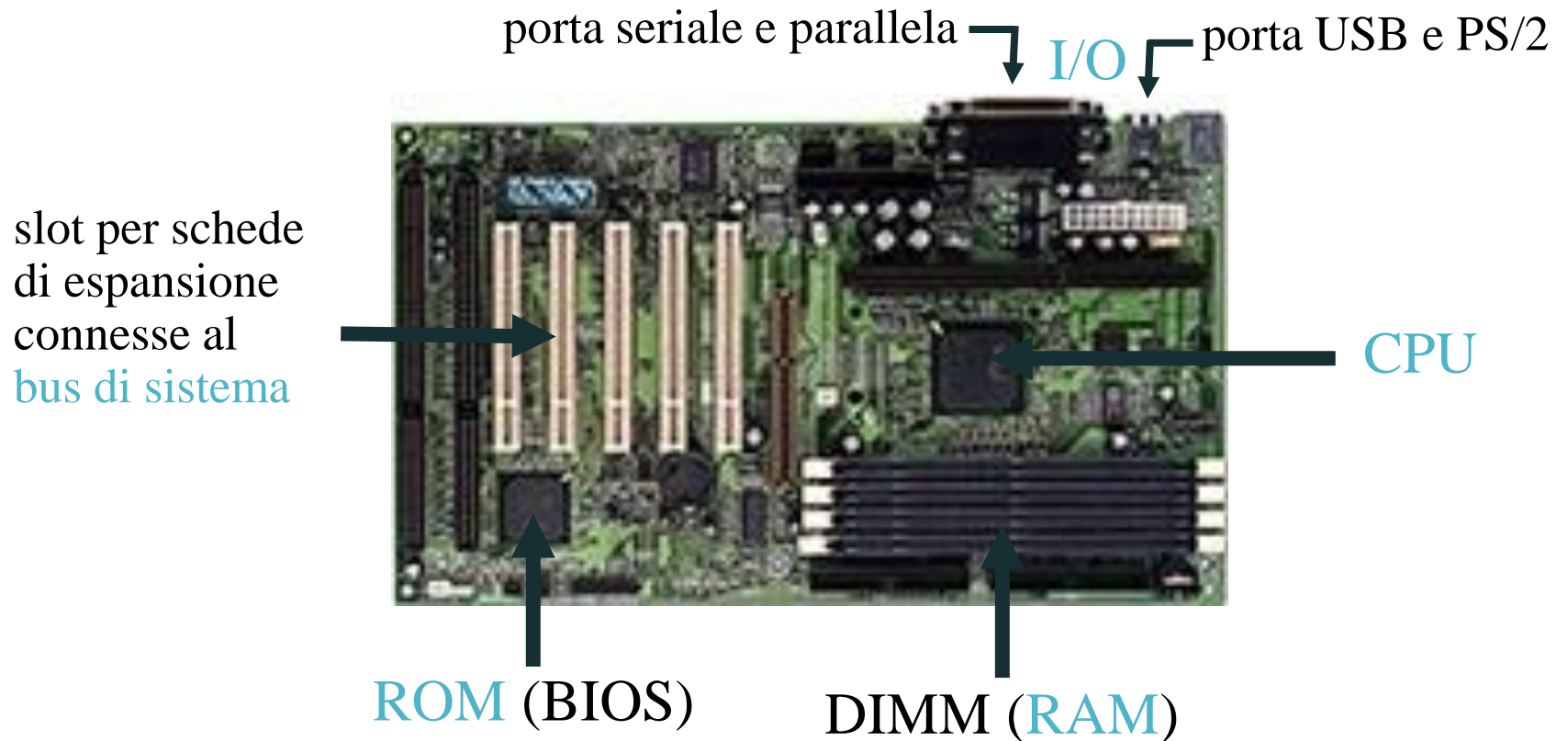
# Modello della macchina di Von Neumann

UNITÀ FUNZIONALI fondamentali:

1. Processore (**CPU**, Central Processing Unit)
2. Unità di **I/O** (Input / Output)
3. **Memoria** Centrale (RAM & ROM)
4. **Bus** di sistema



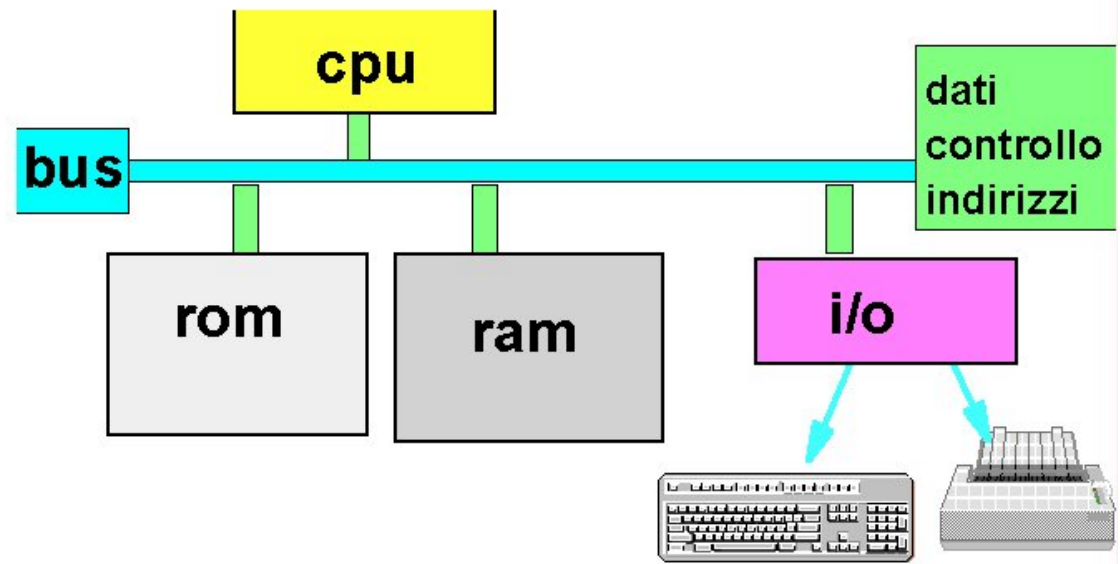
# Motherboard



# Modello della macchina di Von Neumann

UNITÀ FUNZIONALI fondamentali:

## 1. Processore (CPU, Central Processing Unit)



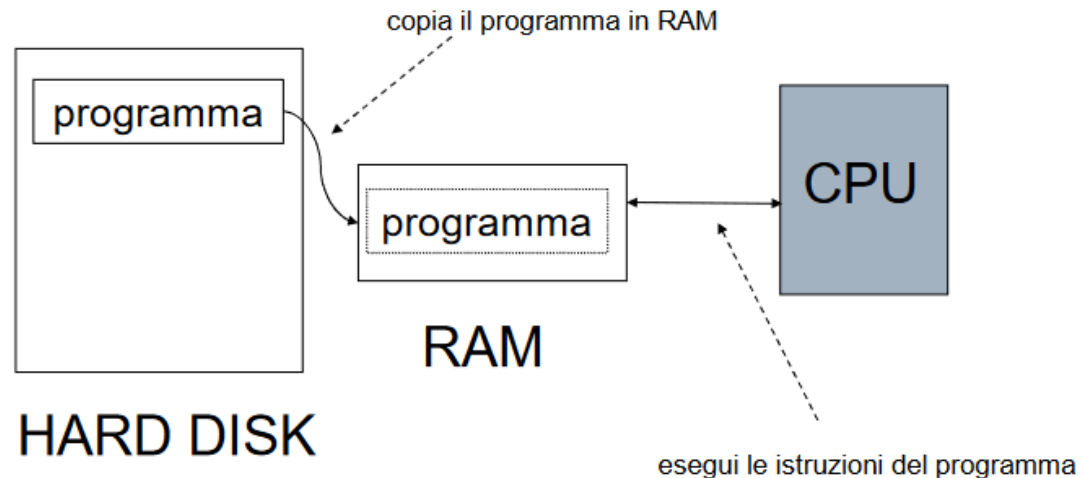


# L'unità centrale di elaborazione

L'unità centrale di elaborazione (CPU) o processore presiede all'esecuzione di un programma.

- ❖ Programmi e dati risiedono in file memorizzati in memoria secondaria
- ❖ Per essere eseguiti (i programmi) e usati (i dati) vengono copiati nella memoria primaria.
- ❖ La CPU è 'in grado di eseguire le istruzioni di cui sono composti i programmi

## ❖ FUNZIONAMENTO:



# L'unità centrale di elaborazione

- ❖ Si occupa di eseguire i programmi
- ❖ i programmi che la CPU è in grado di eseguire sono scritti in linguaggio macchina
- ❖ istruzioni macchina:

**Codice istruzione | argom. 1 | argom. 2**

- 16 o 32 bit di lunghezza
- gli argomenti possono mancare



**unIMC**  
UNIVERSITÀ DI MACERATA

**l'umanesimo che innova**

# L'unità centrale di elaborazione

❖ Un programma in linguaggio macchina (ASSEMBLER)

1000	LOAD 3568 R1
1004	LOAD 3574 R2
1008	ADD R1 R2
1012	STORE R1 3568
1016	JUMP 1000

# L'unità centrale di elaborazione

## ❖ Istruzioni per l'elaborazione dei dati

- aritmetiche
- logiche (AND, OR, NOT)
- relazionali (maggiore, minore, uguale, ...)

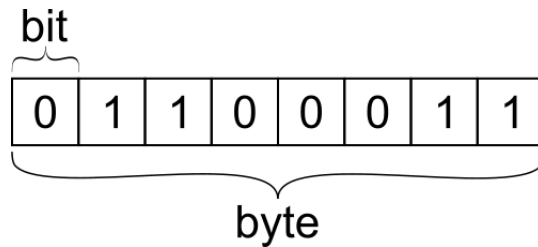
## ❖ Controllo del flusso delle istruzioni

- Sequenza
- Selezione
- Ciclo

## ❖ Trasferimento di informazioni

- dati ed istruzioni fra CPU e memoria
- dati fra CPU e dispositivi di I/O (tramite interfacce)

# L'unità centrale di elaborazione



Nei calcolatori ogni informazione è codificata in bit

Se un bit può assumere due configurazioni possibili, 0 e 1, quando si considerino tutte le sequenze diverse che è possibile realizzare con 2 o più bit si ottiene:

2 bit:  $4(=2^2)$  sequenze possibili: 00, 01, 10, 11;

3 bit:  $8(=2^3)$  sequenze possibili: 000, 001, 010, 011;

.....

Si definisce byte una sequenza di 8 bit.

# L'unità centrale di elaborazione

Simbolo	Equivalente in Byte	Equivalente nell'unità precedente	Nome dell'unità di misura
1 b	1/8 byte		Binary Digit (bit)
1 B	1 Byte	-	Byte
1 KB	1 024 B	1 024 Byte	Kilobyte
1 MB	1 048 576 B	1024 KB	Megabyte
1 GB	1 073 741 824 B	1024 MB	Gigabyte
1 TB	1 099 511 627 776 B	1024 GB	Terabyte
1 PB	1 125 899 906 842 624 B	1024 TB	Petabyte
1 EB	1 152 921 504 606 846 976 B	1024 PB	Exabyte
1 ZB	1 180 591 620 717 411 303 424 B	1024 EB	Zettabyte
1 YB	1 208 925 819 614 629 174 706 176 B	1024 ZB	Yottabyte



# L'unità centrale di elaborazione

**CPU** è la responsabile dell'esecuzione delle istruzioni, è costituita da 4 elementi:

1. il clock
2. l'unità aritmetico logica (Arithmetic and Logic Unit - ALU)
3. i registri
4. l'unità di controllo .

# L'unità centrale di elaborazione

## 1.CLOCK

Il **clock** dà la base dei tempi necessaria per mantenere il **sincronismo** fra le operazioni imponendo che l'esecuzione di ogni operazione impieghi un tempo al massimo uguale al **periodo** di clock.



# L'unità centrale di elaborazione

## 2.REGISTRI

- I registri sono **locazioni** usate per memorizzare dati, istruzioni, o indirizzi **all'interno della CPU**.
- L'**accesso** ai registri è **molto veloce**.
- **Numero** e **dimensione** dei registri variano da macchina a macchina.
- Due classi:
  - **general purpose** (A, B, C, ...)
  - **specializzati** (PC, IR, MAR, MDR, RINT, PSW)

# L'unità centrale di elaborazione

## 2.1 I REGISTRI SPECIALIZZATI

### Program Counter (PC)

- Indica l'indirizzo della cella di memoria che contiene la prossima istruzione da eseguire

### Instruction Register (IR)

- Contiene l'istruzione da eseguire.

### Memory Address Register (MAR)

- Contiene l'indirizzo della cella di memoria da selezionare per il trasferimento di un dato con la CPU

### Memory Address Register (MDR)

- Contiene il dato attualmente oggetto di elaborazione e il risultato al termine dell'esecuzione

# L'unità centrale di elaborazione

## 2.2 ALTRI REGISTRI

### Registro Interruzioni (RINT)

- Serve per gestire le interruzioni (hw e sw).

### Program Status Word (PSW)

- Ogni bit-flag indica la presenza/assenza di una proprietà nell'ultimo risultato generato dalla ALU. Altri bit riassumono lo stato del processore.

### Registri di uso generale (A,B,C,...)

- Sono usati per contenere sia dati (in particolare, operandi di operazioni aritmetico/logiche) sia indirizzi.

# L'unità centrale di elaborazione

## 3. ALU (Arithmetic & Logic Unit)

Esegue operazioni aritmetiche, logiche e confronti sui dati della memoria centrale o dei registri. Può essere semplice oppure (più spesso) molto complessa e sofisticata.

**ESEMPIO:** ALU in grado di eseguire **somma, sottrazione, prodotto, divisione** con due operandi contenuti nei registri A e B.

1. I due operandi vengono caricati nei registri A e B.
2. La ALU viene attivata da un comando inviato dalla CPU che specifica il tipo di operazione.
3. Nel registro A viene caricato il risultato dell'operazione eseguita dalla ALU.
4. Il registro PSW riporta sui suoi bit indicazioni sul risultato dell'operazione (riporto, segno, etc.).

# L'unità centrale di elaborazione

## 4. CPU: UNITÀ DI CONTROLLO

L'unità di controllo fa funzionare l'elaboratore

Da quando viene acceso a quando è spento, essa esegue in continuazione il ciclo:

***prelievo / decodifica / esecuzione***

( ***fetch / decode / execute*** )

# L'unità centrale di elaborazione

## 4.1 IL CICLO fetch / decode / execute

### FETCH

- si accede alla **prossima istruzione** (cella il cui indirizzo è contenuto nel registro **PC**) ...
- ... e la si porta dalla memoria centrale, memorizzandola nel *Registro Istruzioni* (IR)

### DECODE

- si decodifica il tipo dell'istruzione in base al suo *OpCode* (codice operativo)

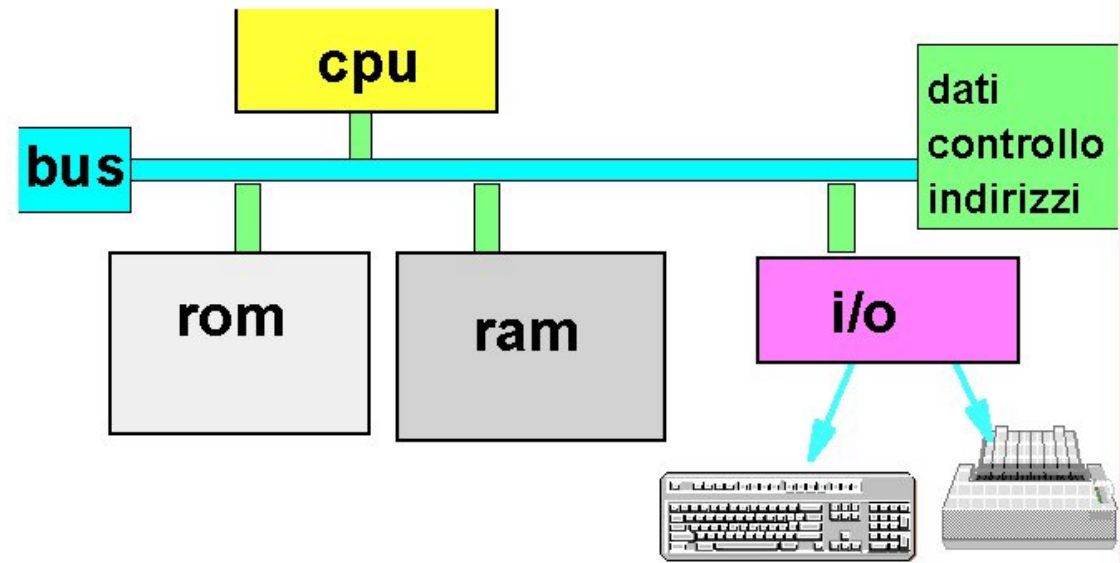
### EXECUTE

- si individuano i dati usati dall'istruzione
- si trasferiscono tali dati nei registri opportuni
- si esegue l'istruzione.

# Modello della macchina di Von Neumann

UNITÀ FUNZIONALI fondamentali:

1. Processore (**CPU**, Central Processing Unit)
2. **Unità di I/O** (Input / Output)
3. **Memoria** Centrale (RAM & ROM)
4. **Bus** di sistema



# UNITA' DI I/O

## PERIFERICHE

- Tastiera e Mouse
- Video e Stampante
- Scanner e tavoletta grafica
- **Dispositivi di memoria di massa**
- ...

**INTERFACCE** dispositivi che consentono all'elaboratore di comunicare con le periferica.

Sono molto diverse tra loro (dipendono dal tipo di unità periferica da connettere).



# Dispositivi di INPUT ATTIVI



tastiera



mouse



tavoletta grafica



touch-screen



joystick



trackball



gamepad



spaceball



**unimc**  
UNIVERSITÀ DI MACERATA

**l'umanesimo che innova**

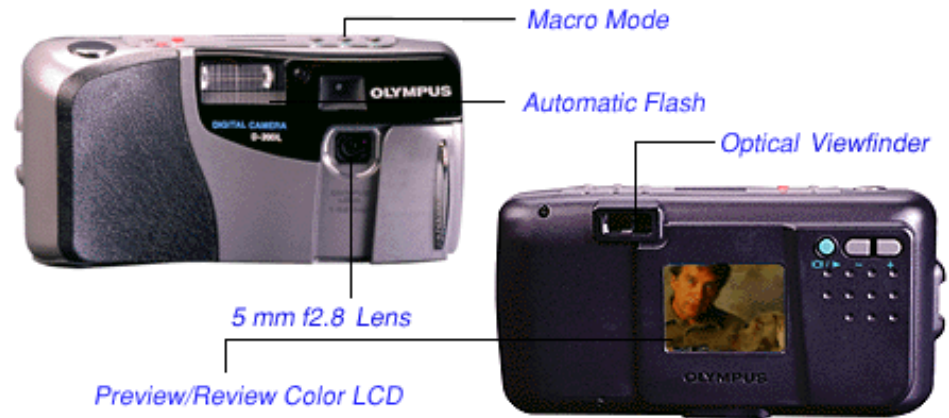
# Dispositivi di INPUT PASSIVI



scanner



telecamera



fotocamera



**unIMC**  
UNIVERSITÀ DI MACERATA

**l'umanesimo che innova**

# Dispositivi di OUTPUT

Schermo



Casse acustiche



Plotter



LCD



Stampanti



**unIMC**  
UNIVERSITÀ DI MACERATA

**l'umanesimo che innova**

# Collegamenti delle periferiche: le porte e i connettori



- **Porta parallela** (25 pin) stampante
- **Porta seriale** (9/25 pin) mouse, modem ...
- **Porta PS/2** (circolare) mouse
- **Porta video** (15 pin) schermo
- **Porte audio** (connettori jack) casse audio

Le seguenti porte permettono di collegare più componenti in cascata alla stessa porta:

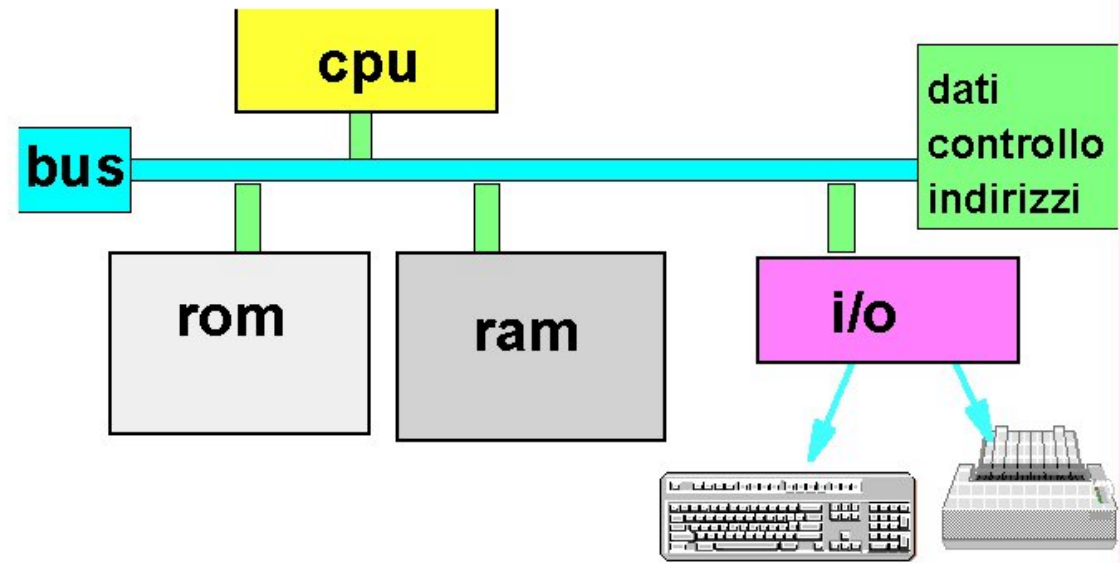
- **Porta SCSI** ("scasi")
- **Porta USB** (Universal Serial Bus) nuovo tipo di connessione seriale ad alta velocità

- Per ogni porta è definito il **protocollo di comunicazione** per specificare: velocità di trasmissione, comunicazione sincrona o asincrona ...

# Modello della macchina di Von Neumann

UNITÀ FUNZIONALI fondamentali:

1. Processore (**CPU**, Central Processing Unit)
2. Unità di **I/O** (Input / Output)
3. Memoria Centrale (**RAM & ROM**)
4. **Bus** di sistema



# La memoria centrale

- Dimensioni relativamente limitate
- Accesso molto rapido
- E' composta da:
  - **RAM** (Random Access Memory) è **volatile** (perde il suo contenuto quando si spegne il calcolatore)
    - usata per memorizzare dati e programmi
  - **ROM** (Read Only Memory) è **persistente** (mantiene il suo contenuto quando si spegne il calcolatore) ma il suo **contenuto è fisso e immutabile**
    - usata per memorizzare programmi di sistema

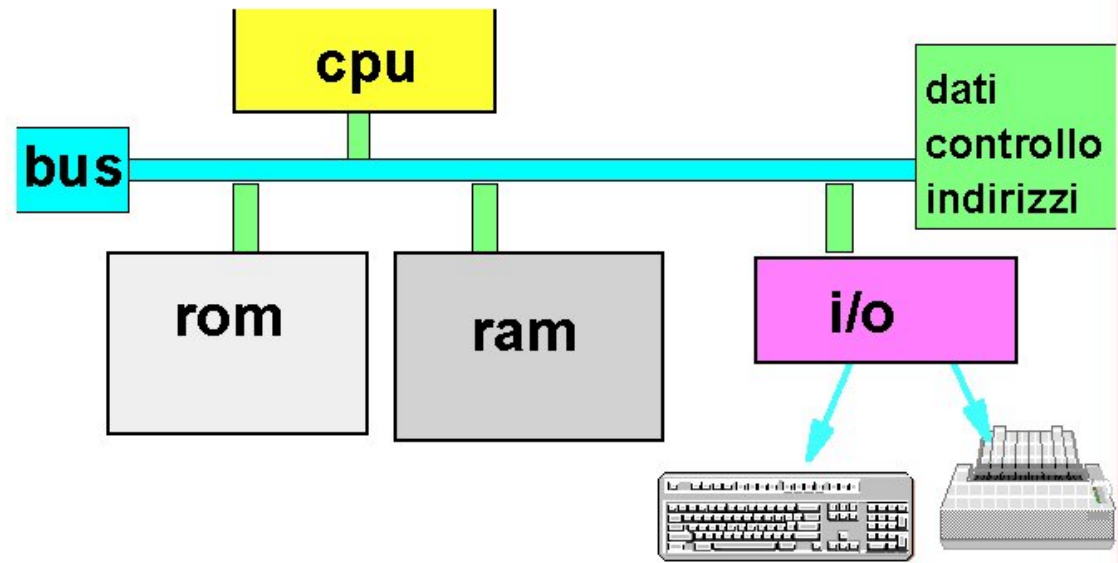
# Le memorie di massa (periferica)

- memorizza **grandi quantità** di informazioni
- **persistente** (le informazioni non si perdono spegnendo la macchina)
- **accesso molto meno rapido** della memoria centrale  
(**millisecondi** contro **nanosecondi**  $\Rightarrow$  differenza  $10^6$ )

# Modello della macchina di Von Neumann

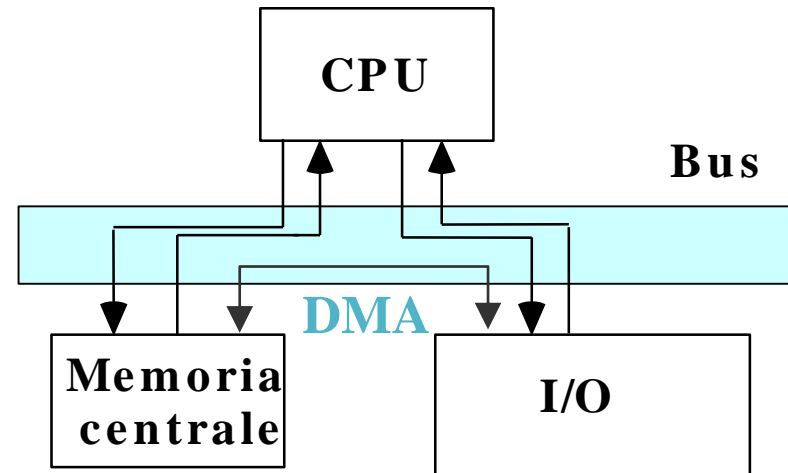
UNITÀ FUNZIONALI fondamentali:

1. Processore (**CPU**, Central Processing Unit)
2. Unità di **I/O** (Input / Output)
3. **Memoria Centrale** (RAM & ROM)
4. **Bus di sistema**





# Bus di sistema



Il Bus collega ***due unità funzionali alla volta***:

- **una trasmette...**
- **... e l'altra riceve.**

Il trasferimento dei dati avviene o **sotto il controllo della CPU**, o mediante *accesso diretto alla memoria (DMA)*.

# Bus di sistema

Il Bus è un insieme di “linee di comunicazione” diverse:

- bus dati (*data bus*)
- bus indirizzi (*address bus*)
- bus comandi (*command bus*)



**unIMC**  
UNIVERSITÀ DI MACERATA

**l'umanesimo che innova**

# Bus di sistema

## BUS DATI

- **bidirezionale**
- serve per trasmettere dati ***dalla memoria o viceversa.***

## BUS INDIRIZZI

- **unidirezionale**
- serve per trasmettere ***il contenuto del registro indirizzi alla memoria***  
(si seleziona una specifica cella su cui viene eseguita o un'operazione di lettura o una operazione di scrittura)

# Bus di sistema

## BUS COMANDI

- **bidirezionale**
- tipicamente usato per ***inviare comandi verso la memoria*** (es: lettura o scrittura) o ***verso una periferica*** (es. stampa verso la stampante → interfaccia)
- può essere usato per ***inviare comandi verso il processore*** nel caso di DMA (accesso diretto alla memoria) (o interfacce di I/O)