

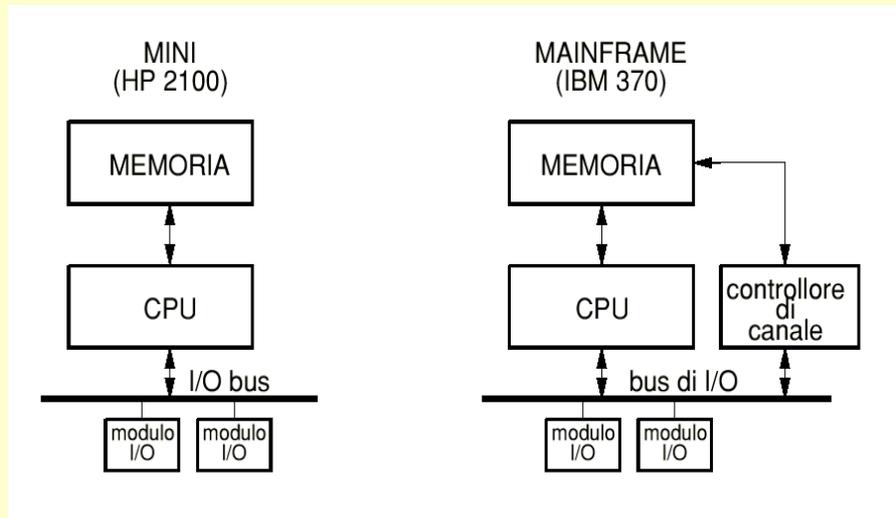
# Architettura dei Calcolatori Elettronici

Prof. Orazio Mirabella

*L'architettura del Calcolatore: esame delle sue caratteristiche Fondamentali*

- Capacità di eseguire sequenze di istruzioni memorizzate
- **Calcolatore** = Unità di Elaborazione + Unità di Controllo
  - 1. Preleva le istruzioni dalla memoria
  - 2. Interpreta i codici di istruzione
  - 3. Effettua le azioni che questi prevedono
- **Programma** = Insieme organizzato di istruzioni

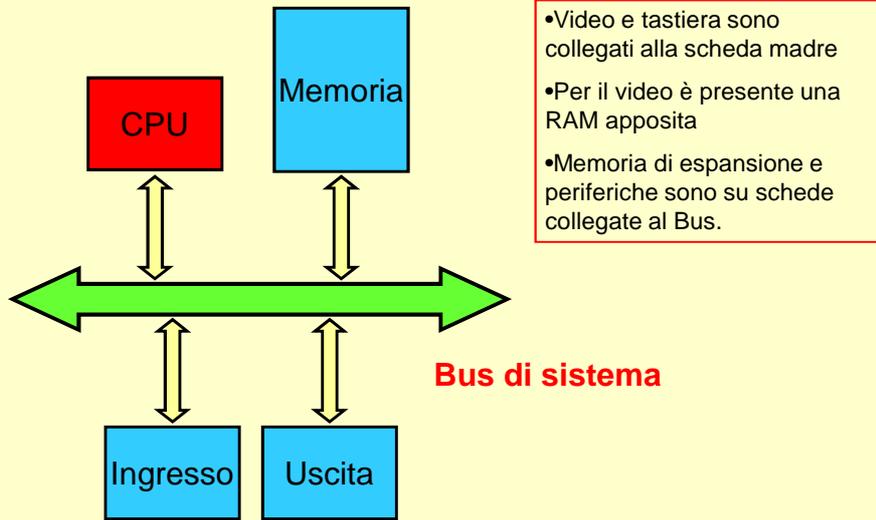
## Struttura del calcolatore negli anni 70



## Struttura del calcolatore negli anni 70

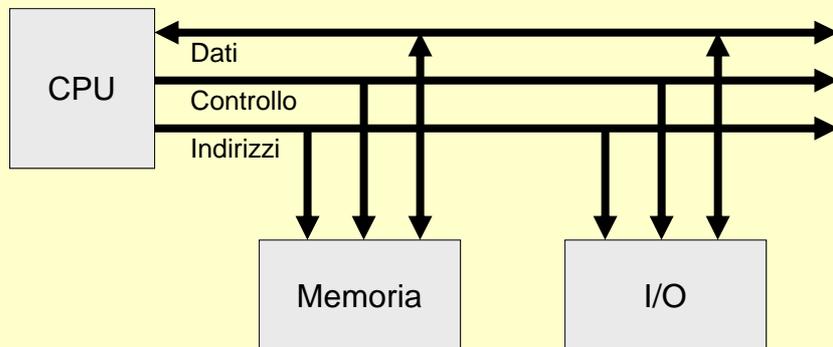
- Come si nota dalle architetture mostrate, sono presenti tre elementi fondamentali:
- La CPU (Central Processing Unit) che costituisce il cuore del sistema.
- La Memoria, che immagazzina dati e programmi.
- Le porte di I/O (Input e Output) che permettono al computer di scambiare dati con le periferiche.
  
- Il Bus di I/O (rappresentato come una linea) è un insieme di conduttori che trasporta informazioni e comandi fra la CPU e le porte di I/O. Nelle versioni successive di computer il BUS interconetterà tutti gli elementi del sistema, compresa la memoria.

## Organizzazione Generale

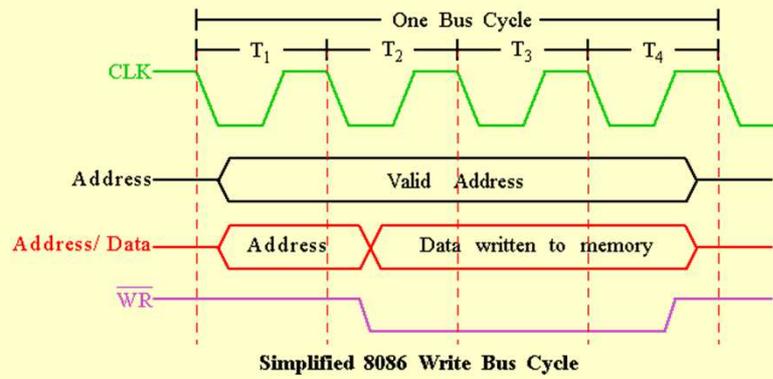


## Schema di Riferimento

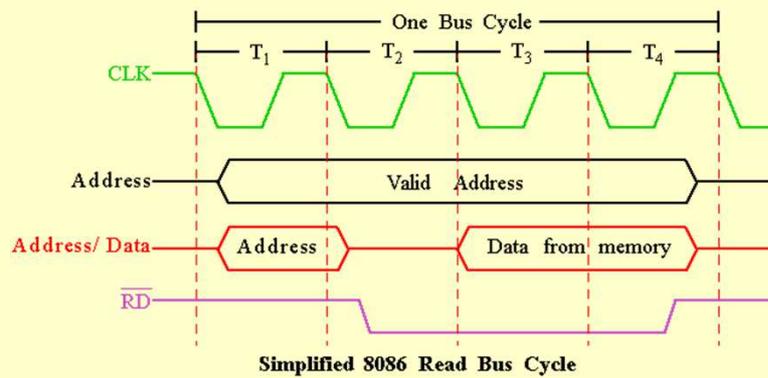
- Per il momento lo schema di riferimento sarà quello di figura
- Corrisponde allo schema dei PC anni 80
- Tuttora in largo uso nei sistemi di controllo



## Ciclo di Scrittura (semplificato)

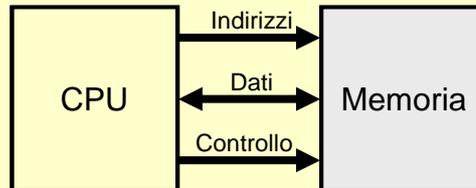


## Ciclo di Lettura (semplificato)



## Architettura di Von Neumann

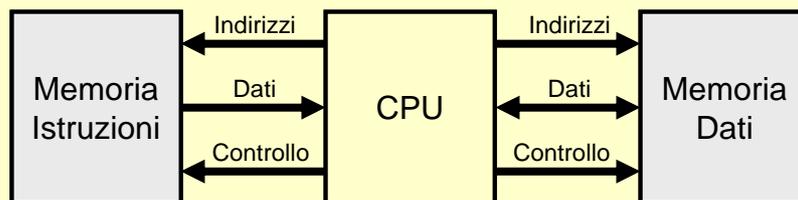
- Burks, Goldstein e Von Neumann sono stati i primi a proporre che il codice del programma potesse essere memorizzato nella stessa memoria dei dati



- Memoria indifferenziata per dati o istruzioni
- Solo l'interpretazione da parte di CPU stabilisce se una data configurazione di bit è da riguardarsi come un dato o come un'istruzione
- **Svantaggi**
  - La limitata larghezza di banda della memoria ha un'impatto negativo sulla velocità di esecuzione dell'applicazione
  - Questo fenomeno è noto come "Von Neumann bottleneck"

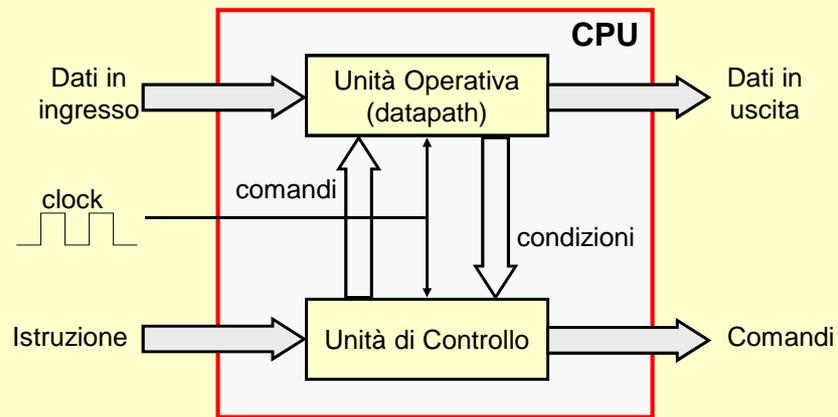
## Architettura Harvard

- Altre organizzazioni memorizzano dati e programmi in memorie diverse



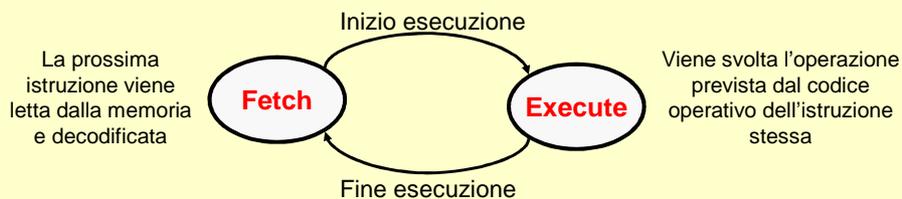
- E' principalmente utilizzata nei processori ad alte prestazioni e nelle architetture dedicate per applicazioni di elaborazione digitale dei segnali (DSP)

## Struttura di una CPU



## Fetch-Esecuzione

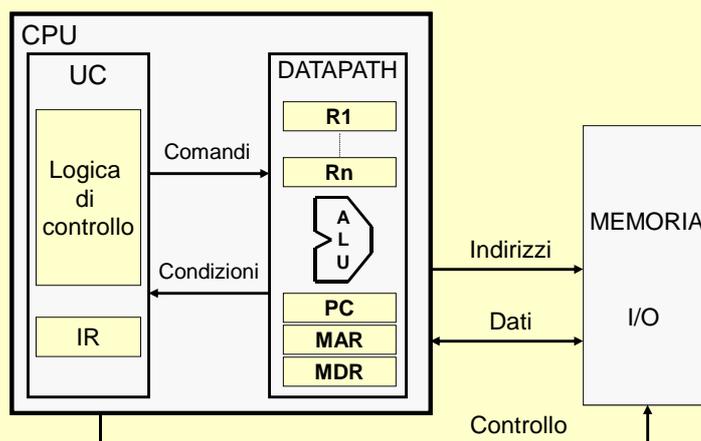
- Fetch
  - Prelievo e decodifica dell'istruzione
  - Fase comune a tutte le istruzioni
- Esecuzione
  - Fase in cui vengono eseguite le azioni previste dal codice di operazione
  - Fase diversa da istruzione a istruzione



## Il Programma

- Programma = Sequenza di istruzioni
- Le istruzioni sono in memoria a indirizzi contigui
- Occorre un registro per memorizzare l'indirizzo della prossima istruzione da eseguire
  - Usualmente denominato **Program Counter** (PC)
- A termine dell'esecuzione di un'istruzione, PC deve puntare alla prossima istruzione
  - Le istruzioni sono a lunghezza fissa (stesso # di bytes)
    - ✓ PC è incrementato di una quantità pari a tale numero
  - Le istruzioni hanno lunghezza variabile
    - ✓ PC deve essere incrementato di volta in volta della dimensione in byte dell'istruzione appena eseguita
  - Le istruzioni di salto hanno l'effetto di aggiornare il PC con l'indirizzo di destinazione del salto

## Elementi Fondamentali di una CPU



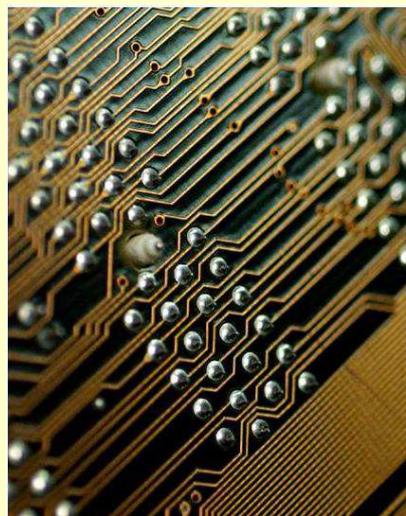
## Registri della CPU

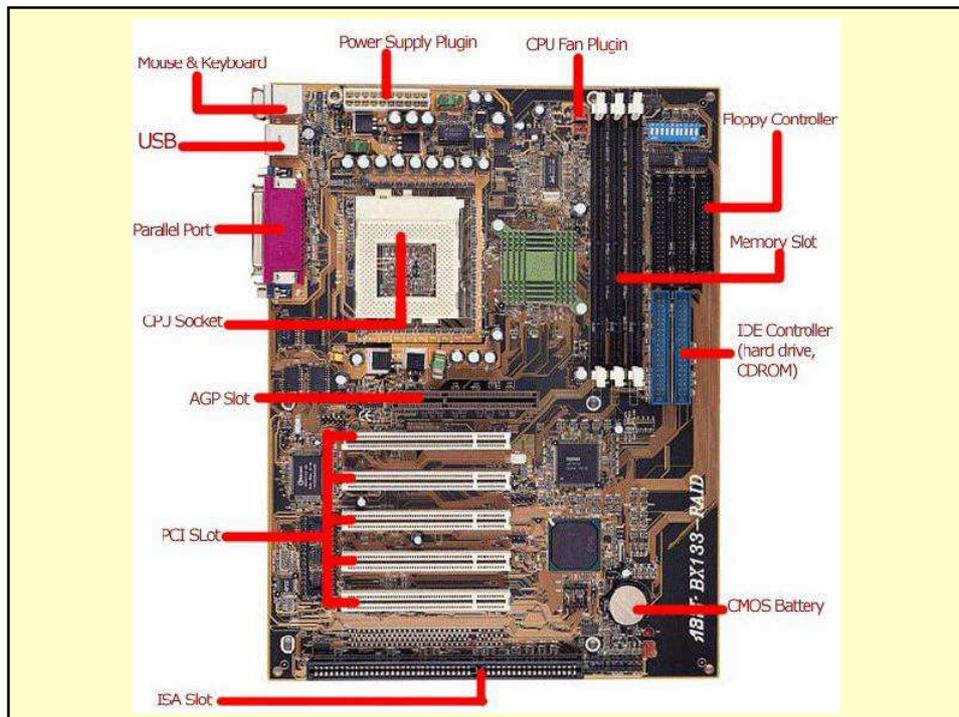
- **IR:** Usato per contenere l'istruzione in corso di esecuzione
  - Caricato in fase di fetch
  - Rappresenta l'ingresso che determina le azioni svolte durante la fase di esecuzione
- **PC:** Tiene traccia dell'esecuzione del programma
  - Contiene l'indirizzo di memoria in cui è memorizzata la prossima istruzione da eseguire
- **MAR:** contiene l'indirizzo della locazione di memoria da leggere o scrivere
  - La dimensione di MAR determina l'ampiezza dello spazio di memoria fisica
  - Dalla fine degli anni '80 vengono prodotti microprocessori con bus indirizzi a 32 bit
- **MDR:** Registro attraverso il quale viene scambiata l'informazione tra la memoria e la CPU
  - Tradizionalmente la dimensione di MDR dà la misura del grado di parallelismo della macchina (8, 16, 32, 64 bit)
- **R0, R1,...Rn:** Registri di uso generale

## Struttura Hardware

La maggior parte dei componenti di un computer si trova oggi su un'unica scheda di circuito stampato, detta **scheda madre** o *di sistema*.

Essa offre un supporto meccanico e un collegamento elettrico ai diversi componenti elettronici, tramite tracce conduttive incise su lamine di rame e depositate su un substrato isolante.





## Memorie Interne RAM, ROM e Cache

- Misura della Memoria
- Classificazione della Memoria:
  - ➔ Interna ed Esterna
- Memoria Interna: Caratteristiche Generali
- RAM Statica/Dinamica
- ROM, PROM, EPROM, EEPROM, Flash Memory
- Memoria Cache

## Misura della Memoria

- Informazione di base = bit
- Raggruppamenti utilizzati:
  - 1 byte = 8 bit
  - 1 word = N byte
- Multipli (bit/byte)
  - K (Kilo) =  $2^{10}$  (=1024) circa  $10^3$
  - M (Mega) =  $2^{20}$  (=1024\*1024=1.048.576) circa  $10^6$
  - G (Giga) =  $2^{30}$  circa  $10^9$
  - T (Tera) =  $2^{40}$  circa  $10^{12}$
  - P (Peta) =  $2^{50}$  circa  $10^{15}$

## Memoria centrale

La memoria centrale è suddivisa, dal punto di vista funzionale, in una **memoria di sola lettura** o ROM (da Read Only Memory), e in una di **lettura e scrittura** o RAM (da Random Access Memory).

La RAM viene utilizzata per contenere dati e Programmi

La RAM è volatile

La ROM è una memoria permanente, di sola lettura, programmata direttamente in fabbrica e non modificabile dall'utente.

Essa contiene i *programmi di sistema*, detti anche servizi base di ingresso/uscita o BIOS (da Basic Input/Output Services), per cui è detta anche ROM-BIOS.

## Evoluzione tecnologica delle memorie

- Attualmente la memoria centrale è realizzata con circuiti a semiconduttore, secondo una delle tecnologie seguenti:
- TTL (da Transistor-Transistor Logic)
- ECL (da Emitter-Coupled Logic)
- n-MOS o c-MOS.
- Nel passato sono state usate tecnologie con tubi a vuoto e/o a nuclei di ferrite

