Architettura del calcolatore

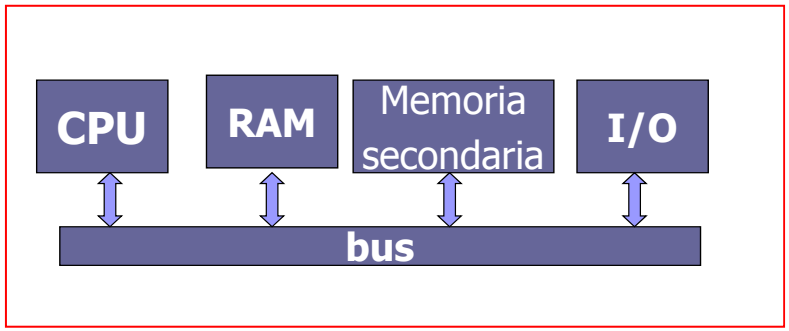
Calcolatori (1)

- Introdotti all'inizio degli anni 1940
- Costruiti assemblano **componenti elettronici elementari** per memorizzare informazioni ed eseguire programmi
- **informazioni** manipolate per ottenere i risultati desiderati
- informazioni inserite tramite sequenze di cifre **0,1**
  - **0**: presenza di **tensione elettrica**
  - **1**: assenza di tensione elettrica
- Si parla di **informazione digitale**

Calcolatori (2)

- Programmi e dati dei programmi come sequenze di cifre binarie ➔ lavoro arduo per l'utente
- **Linguaggi di programmazione** per sollevare l'utente dalla scrittura dei programmi in binario
- L'architettura di base del calcolatore e` rimasta fondamentalmente la stessa: si tratta della cosiddetta **architettura di Von Neumann**

L'architettura di Von Neumann



RAM = Random Access Memory (memoria ad accesso casuale)

Nella RAM, come in ogni altra componente di un computer, le **informazioni** sono sempre rappresentate **digitalmente** tramite **sequenze di 0 e di 1**.

La RAM quindi memorizza numeri binari:

un **bit (=binary digit)** può contenere o **0 o 1**

un **byte** è una **sequenza di 8 bit** (es. 11001010)

una **parola** è una **sequenza di 4 byte** = 32 bit

Rappresentare gli interi in cifre binarie

- **Intero → binario** =in base 2
- Esempio **25**=16+8+1=$2^4+2^3+2^0$

  =1 1 0 0 1

  ↑ ↑ ↑ ↑ ↑

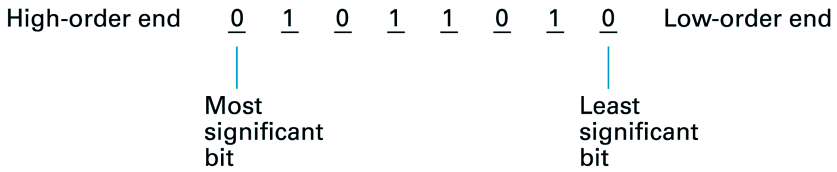
  2^4 2^3 2^2 2^1 2^0

- **Binario → Intero**
- Esempio: 1 1 0 1 = $2^3 \times 1+2^2 \times 1+2^1 \times 0+2^0 \times 1=$

  $=8+4+1=$ **13**

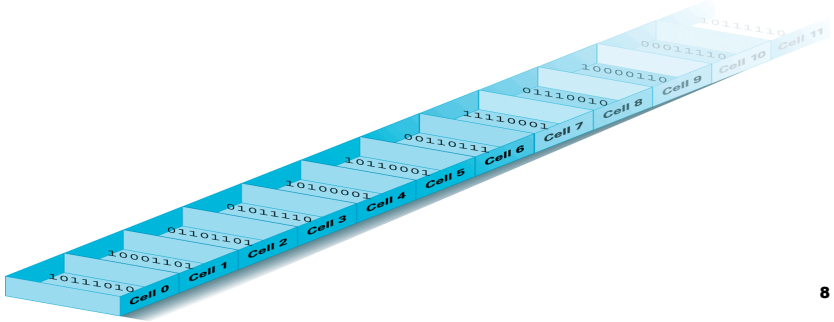
Memoria principale

- Celle di memoria: di solito 8 bit (1 byte)



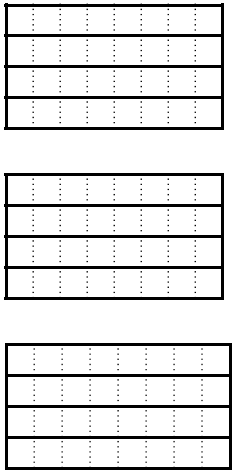
Indirizzi di memoria

- Per identificare ogni cella
- Parte da 0
- Segue secondo la numerazione binaria



Numerazione binaria degli indirizzi

Indirizzo parola	Indirizzo byte: Indirizzo decimale	Indirizzo byte: Indirizzo binario
0	0	000000 00
	1	000000 01
	2	000000 10
	3	000000 11
1	4	000001 00
	5	000001 01
	6	000001 10
	7	000001 11
2	8	000010 00
	9	000010 01
	10	000010 10
	11	000010 11



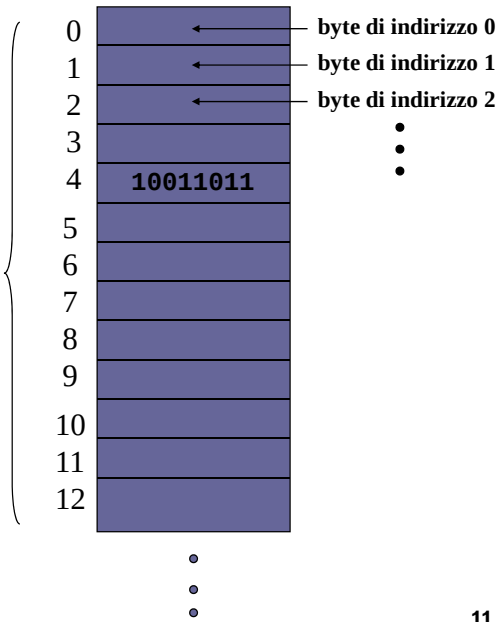
Accesso alla memoria

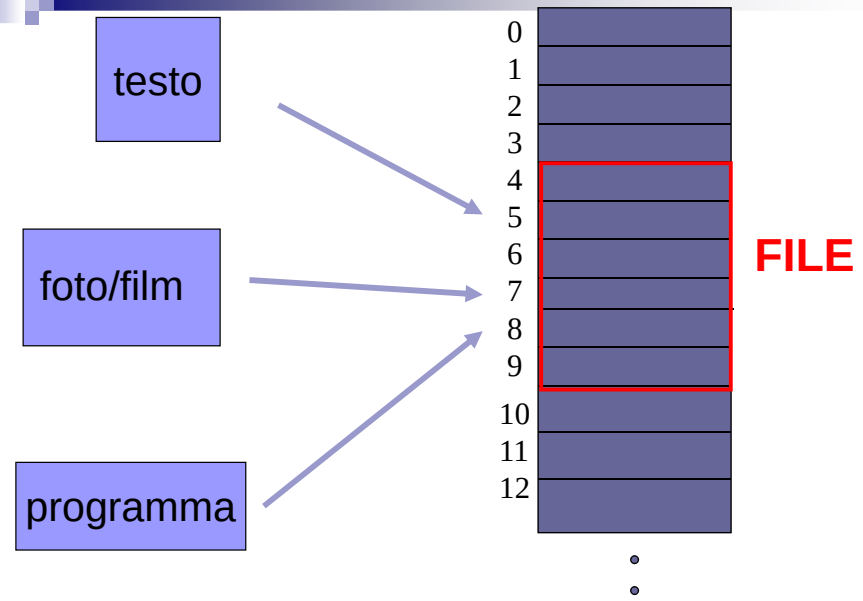
- Accesso diretto ad ogni cella, senza dover iniziare dalla cella 0
- Accesso a piccole unita': 8 bit (a differenza delle memorie secondarie)
- Tipi di accesso: lettura e scrittura

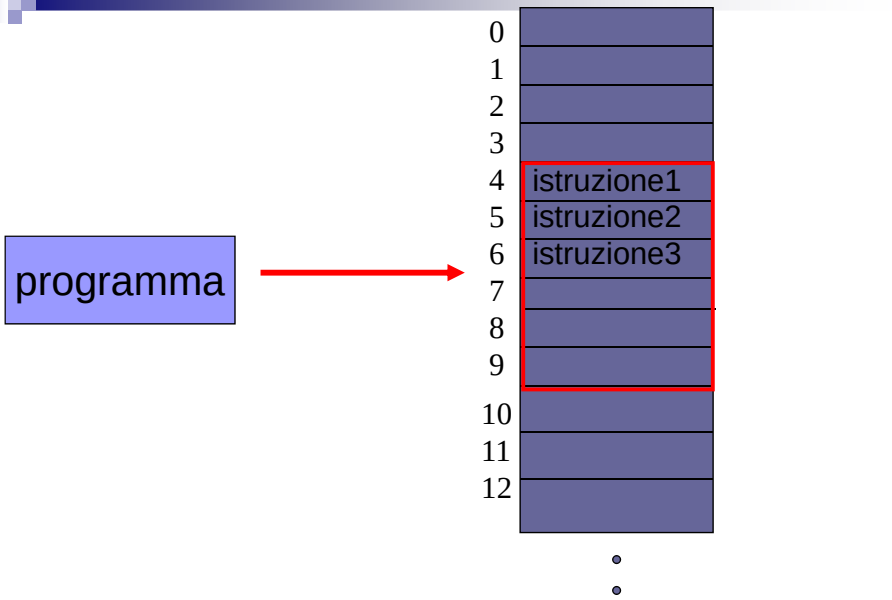
Quindi la **RAM** puo' **concettualmente** essere vista come una **sequenza di byte**

indirizzi

da cui si **leggono** ed in cui si **scrivono** **blocchi di byte consecutivi**







Unità di misura della RAM (e della memoria in generale)

1 **KiloByte** (KB) = 2^{10} **byte** = 1.024 byte; circa 1.000 byte

1 **MegaByte** (MB) = 2^{20} **byte** = 1.024 KB; circa 1.000.000 byte

1 **GigaByte** (GB) = 2^{30} **byte** = 1.024 MB; circa 1.000.000.000 byte

1 **TeraByte** (TB) = 2^{40} **byte** = 1.024 GB; circa 1.000.000.000.000 byte

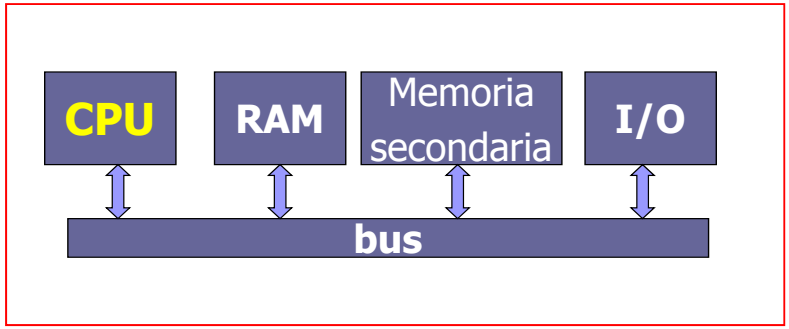
Proprietà della RAM

- RAM => **accedere ad ogni byte ha la stessa durata** (**10^{-7} sec**): non dipende da quale byte è stato acceduto prima
- è **volatile**: se tolgo la spina l'informazione è persa (c'è anche la **ROM**)
- ogni byte ha un **indirizzo** 0,1,2.....
- il **byte** e' la minima quantita' accessibile (attraverso il suo indirizzo)

Vari tipi di memoria …

- **CACHE** (**magazzino temporaneo**) e' una sottoparte della RAM disponibile al processore per un accesso piu' veloce, ha dimensione minori della RAM
- **ROM (Read Only Memory):** una parte di memoria su cui si possono fare solo accessi e non scritture. Contiene le istruzioni dei programmi di bootstrap dei sistemi operativi che permettono di avviarli ad ogni accensione. Viene mantenuta da una piccola batteria interna.

L'architettura di Von Neumann



CPU

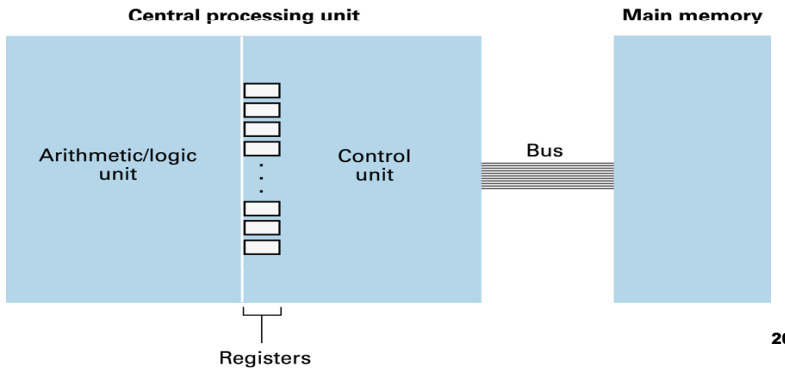
- La CPU (Central Processing Unit) e` in grado di eseguire dei **programmi**, cioe` sequenze di istruzioni elementari
- Idea fondamentale dell'architettura di Von Neumann: programmi e dati risiedono entrambi in memoria RAM
- Per poter essere eseguiti i programmi devono risiedere nella RAM, e quindi sono codificati digitalmente

Elementi della CPU

- Central Processing Unit, processore
  - **Unita' logica/aritmetica**: **elaborazione** dati
  - **Unita' di controllo**: **coordina** le attivita'
  - **Registri**: **memoria temporanea**, simili a celle di memoria principale
    - ***Generici***: per gli operandi di un'operazione logica/aritmetica, e il risultato
    - ***Speciali***: per operazioni particolari

CPU e memoria principale

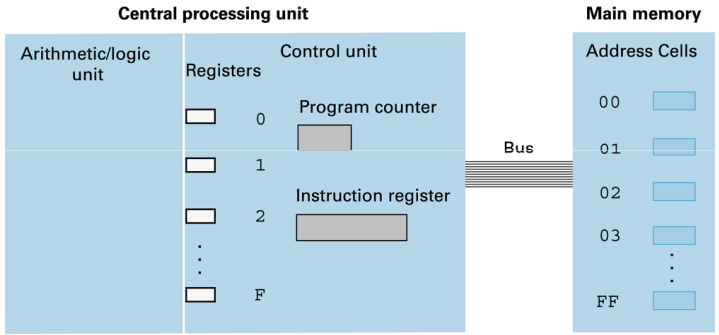
- Trasferimento dati in entrambe le direzioni (lettura e scrittura): bus



ALU e Registri della CPU

- L'ALU e' l'unità aritmetico-logica (ALU e' un acronimo dall'inglese) che **esegue** le istruzioni e **gestisce i registri** della CPU
- I registri servono per **memorizzare** gli operandi per le istruzioni di calcolo dell'ALU
- Registri particolari
  - **PC** (program counter): contiene l'**indirizzo** RAM **della prossima istruzione** da eseguire
  - **IR** (instruction register): contiene l'**istruzione** da eseguire

Esempio di architettura

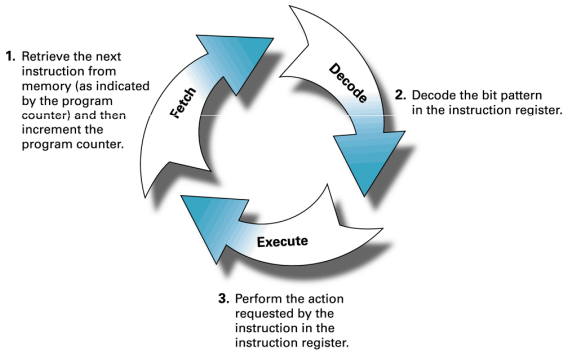


- 16 registri, 256 celle di memoria
- **Program counter:** indirizzo della prossima istruzione da eseguire
- **Instruction register:** istruzione da eseguire

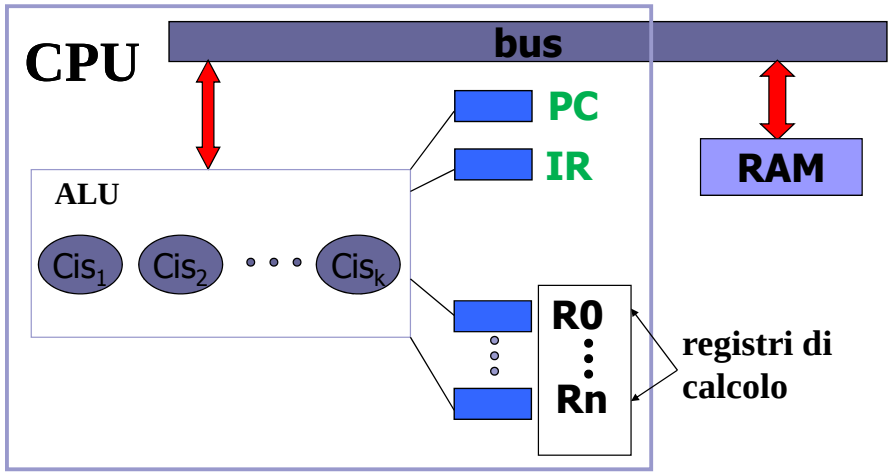
Ciclo FDE della CPU (10^{-9} sec)

- **Reperimento** dell'istruzione **(fetch)**:
  - **lettura della cella** di RAM il cui indirizzo e' contenuto nel **contatore** di programma
  - **caricamento del registro istruzione** con l'istruzione
  - **Incremento del contatore** programma
- **Decodifica** dell'istruzione **(decode)**:
  - **Trova gli operandi** a seconda del codice operativo
  - **Modifica contatore** programma se istruzione di salto
- **Esecuzione** dell'istruzione **(execute)**:
  - **Attiva i circuiti** necessari

Ciclo della CPU



Modello concettuale della **CPU**



Esecuzione delle seguenti istruzioni

1. Carica nel registro R3 il contenuto della cella di memoria 10
2. Carica nel registro R4 il contenuto della cella di memoria 11
3. **Somma di interi** sul contenuto dei registri R3 e R4, risultato nel registro R0
4. Trasferisci il contenuto del registro R0 nella cella 12
5. STOP

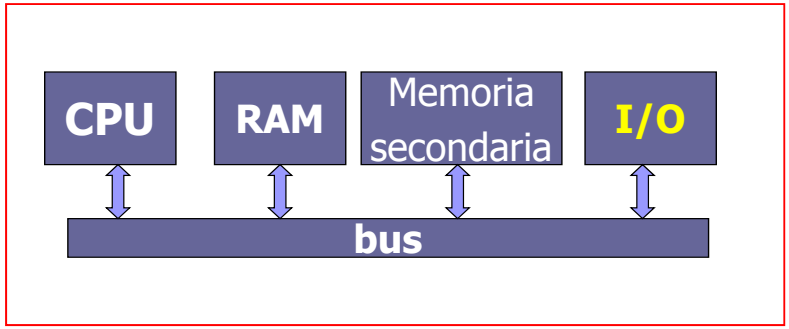
Memoria principale e secondaria

- **Volatilita'** della **memoria principale** (senza tensione perde il suo contenuto) e **dimensione limitata**
- → **memoria secondaria** (dischi magnetici e CD)
  - **permanente**
  - contiene tutto quello che si vuole salvare **anche dopo lo spegnimento**
  - memoria **sequenziale** (il tempo varia a seconda dell'accesso precedente)
  - **adatta** per **leggere/scrivere** grandi quantita' di dati (in **posizioni contigue**)

Dati e tipi di memoria

- Registri e cache ← dati in elaborazione
- RAM ← dati elaborati in un futuro immediato
- ROM (Read Only Memory)←dati permanenti
- CD e DVD ← dati di utilizzo non immediato

L'architettura di Von Neumann



Dispositivi di I/O (Input/Output)

Sono i dispositivi di comunicazione ed **interazione** tra **utente** e **computer**.

In un moderno PC:

- **input:** tastiera, mouse, touchpad, microfono, videocamera, scanner, connessione di rete, etc
- **output:** video, stampanti, audio, etc
- velocità diverse e molto maggiori delle altre componenti di un computer
  - **sec** per l'**input**
  - **decimi di sec** per l'**output**