

# **Informatica di base e Laboratorio**

**a.a. 2022/2023**

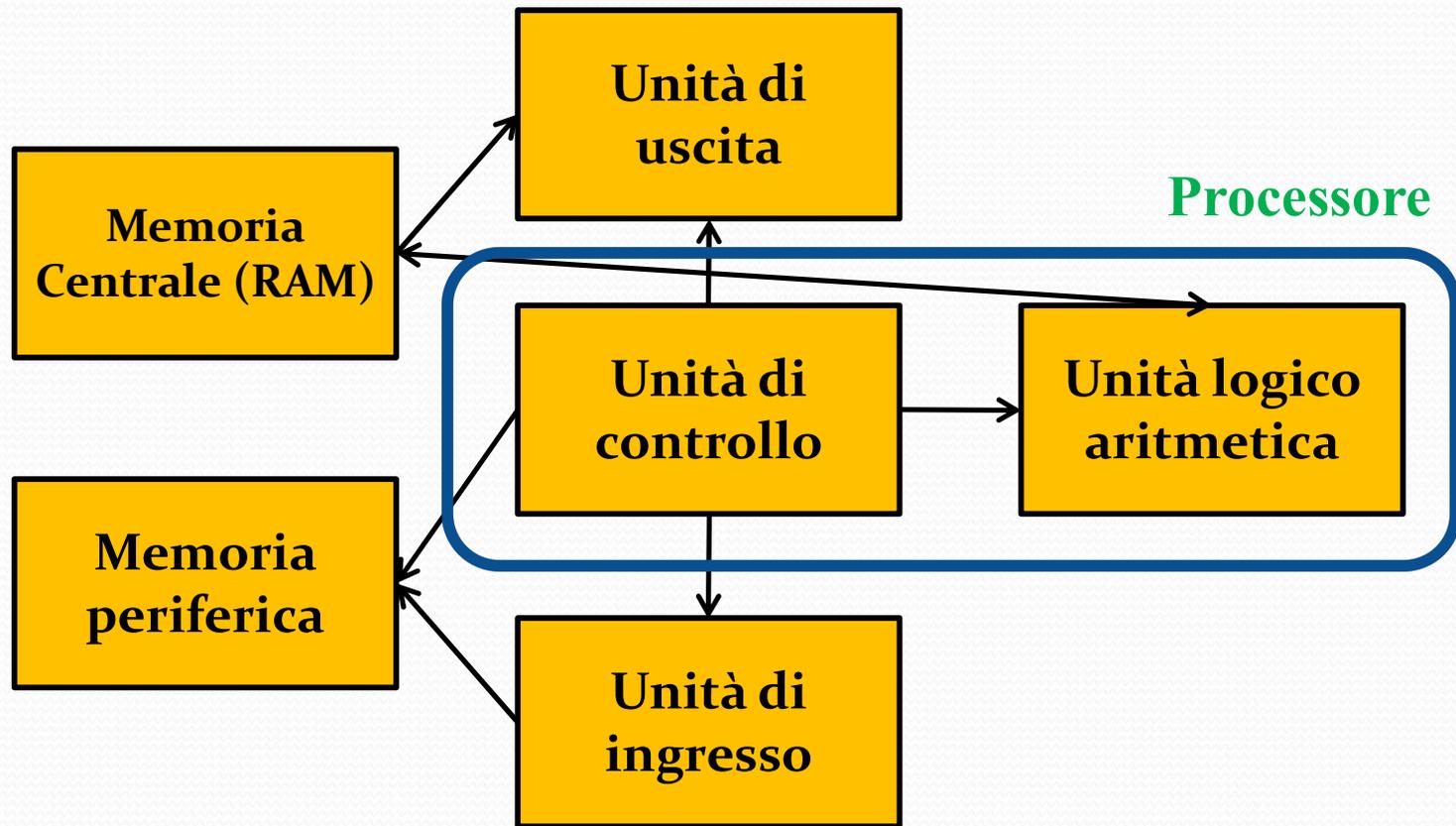
# Sommario della Lezione

---

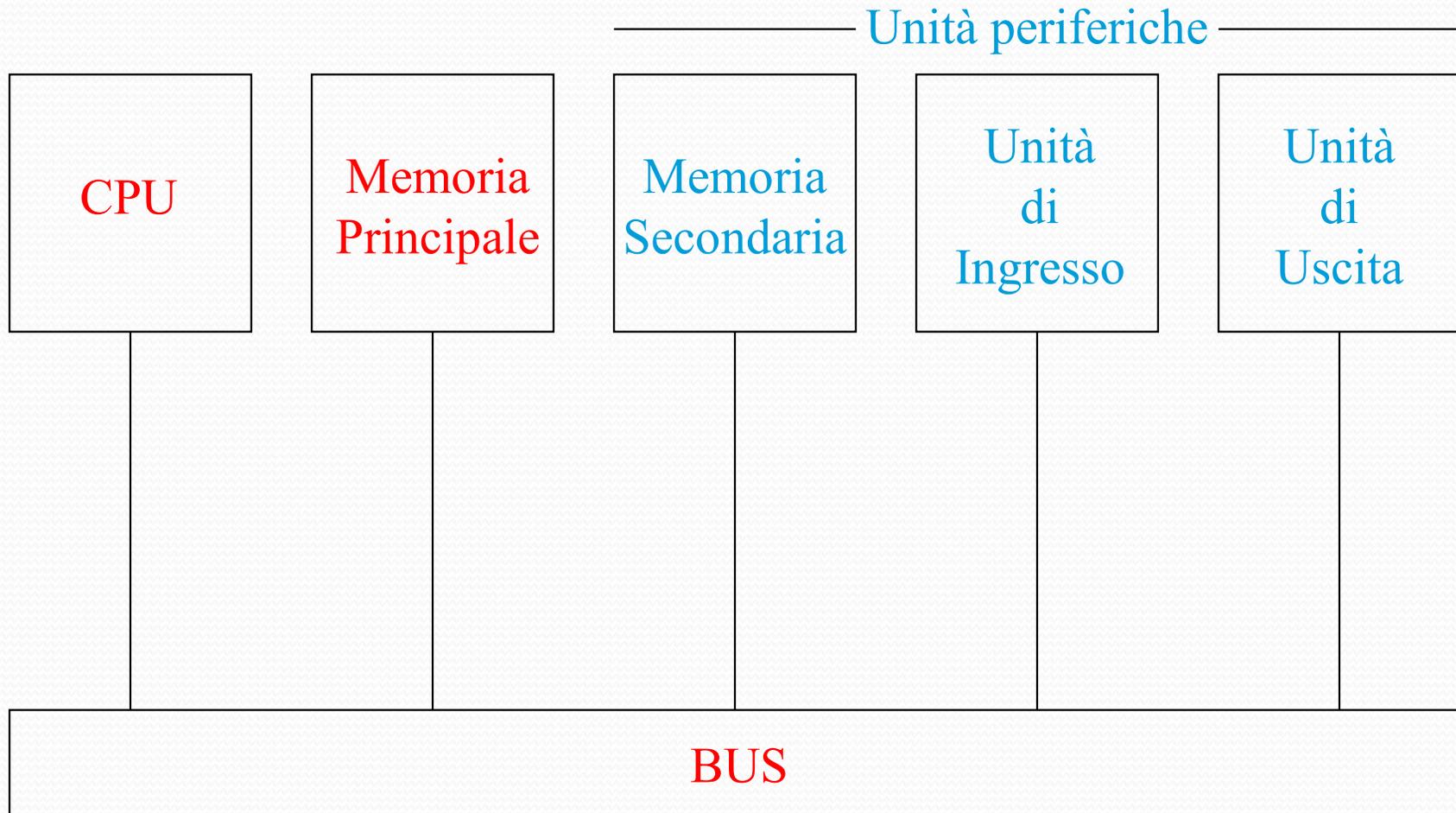
- **La struttura di base di un calcolatore:**
  - CPU, ALU, memoria centrale.

# Architettura generale di un calcolatore (1)

- Tutti i computer hanno la stessa struttura astratta, o logica, detta “macchina di von Neumann”



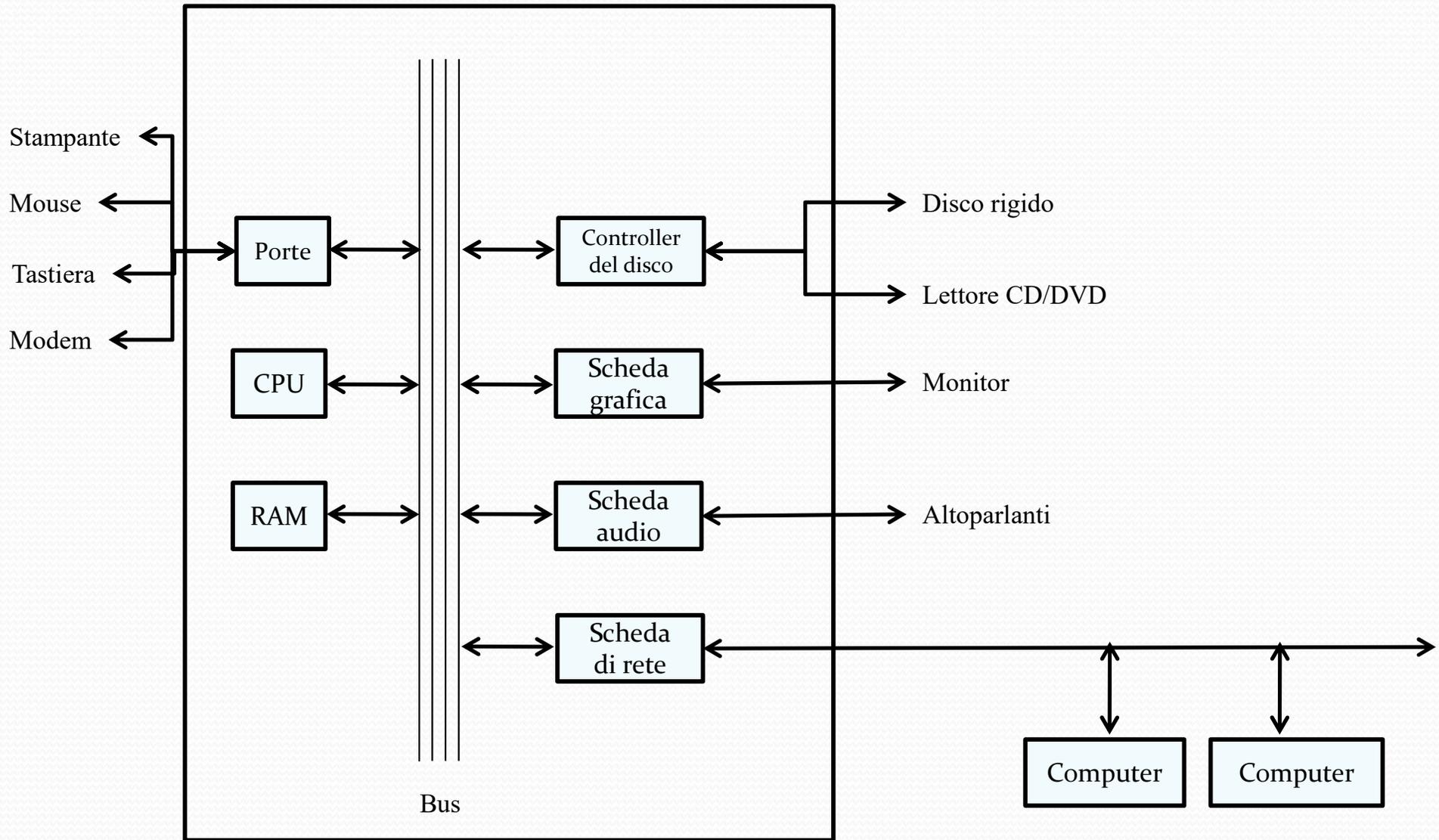
# Architettura di Von Neumann estesa



# Architettura generale di un calcolatore

- L'architettura di Von Neumann riflette le funzionalità richieste da un elaboratore:
  - Memorizzare i dati e i programmi:  
**memoria principale**
  - I Dati devono essere elaborati:  
**unità di elaborazione (CPU)**
  - Comunicazione con l'esterno:  
**unità di ingresso/uscita (periferiche)**
  - Le componenti del sistema devono scambiarsi informazioni :  
**bus di sistema**

# Diagramma di un PC



**Diagramma schematico di un personal computer**

# Componenti di base di un PC

- Unità centrale.
- Memoria centrale
- Memoria di massa.
- Unità periferiche di ingresso e di uscita.
- Bus

# L'Unità Centrale di Elaborazione (CPU)

- L'**Unità Centrale di Elaborazione** (in inglese Central Processing Unit, abbreviato CPU) è il microchip presente nel computer capace di elaborare i dati in ingresso e fornire una risposta in uscita, eseguendo:
  - Istruzioni di calcolo
  - Istruzioni di controllo
  - L'elaborazione avviene in accordo a sequenze di istruzioni (istruzioni macchina)
  - Il linguaggio in cui si scrivono queste istruzioni viene chiamato **linguaggio macchina**

# Esempio di Microprocessore

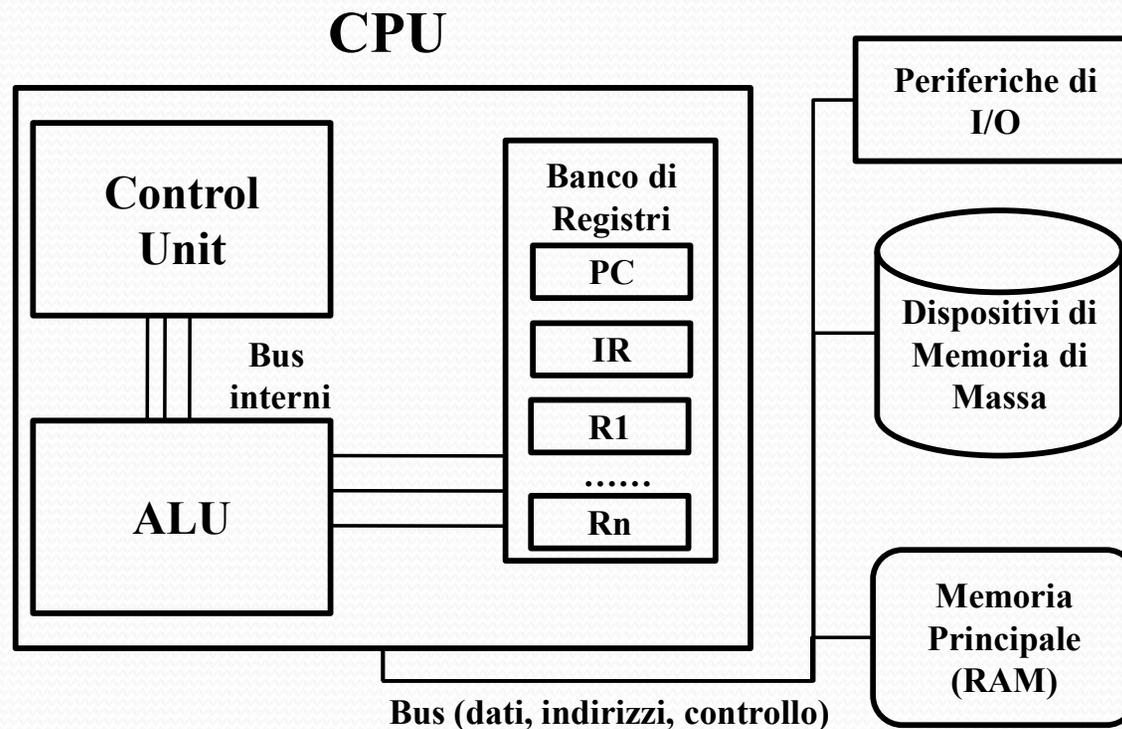


# Coprocessori e processori paralleli

- Nei moderni computer la CPU è “coadiuvata” da altri processori “specializzati” nel trattamento di particolari tipologie di dati.
- Un coprocessore è un processore “dedicato” che, sotto il controllo della CPU e del S.O. svolge operazioni specialistiche (evitando dispendi di tempo della CPU):
  - Processore sulla scheda video
  - Processore sulla scheda audio
- **NOTA** *Microprocessori ad hoc sono incorporati in automobili, telefoni, termostati, schede telefoniche carte di credito.*

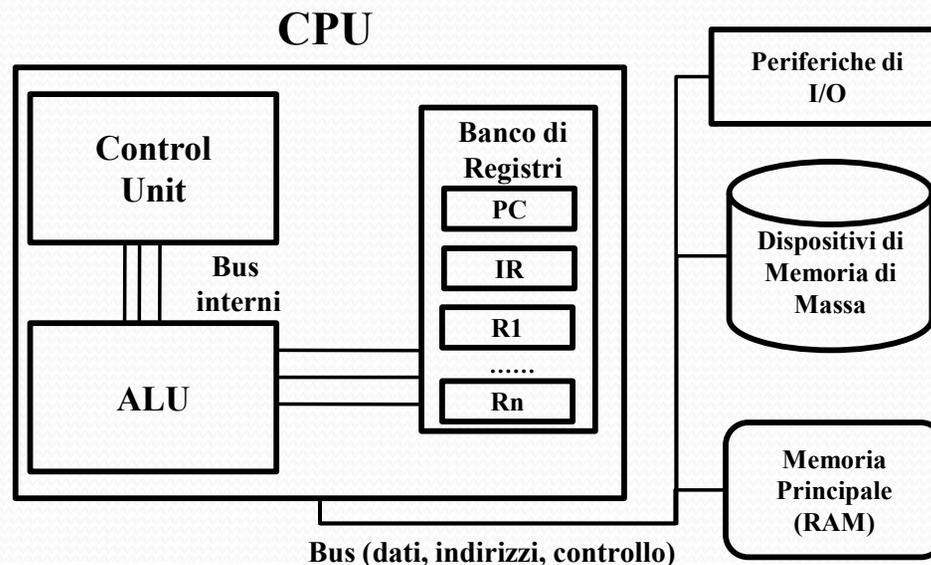
# Struttura e componenti della CPU

- La CPU coordina le attività di tutte le componenti del calcolatore interpreta le istruzioni che compongono il programma e le esegue. Ha tre componenti principali:
  - **Unità logico-aritmetica (ALU):** esegue operazioni aritmetiche e logiche.
  - **Unità di controllo:** sovrintende all'elaborazione dei dati e alle operazioni di input e output.
  - **Registri:** memoria locale per memorizzare dati e lo stato di avanzamento delle istruzioni.



# Come lavora la CPU (1)

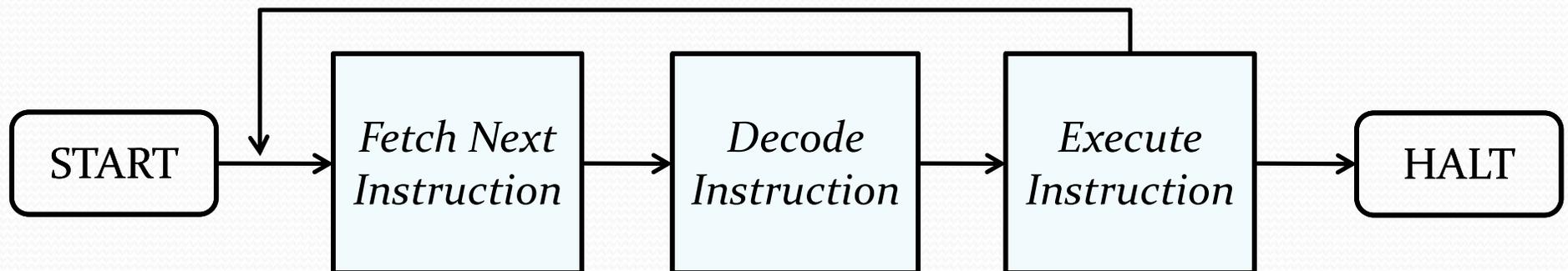
- Il processore possiede zone di memoria chiamate **registri**, dove vengono scritti/letti i dati su cui operare ed i loro risultati
  - un registro importante è il **Program Counter** (PC) che registra l'indirizzo della prossima istruzione da eseguire
  - un altro registro importante è l' **Instruction Register** (IR) che contiene la prossima istruzione da eseguire.
- L'**ALU (Arithmetic Logic Unit)** riceve nell'IR un dato dalla memoria. Il dato è composto dal tipo di operazione e dagli operandi (un'operazione matematica, uno spostamento di dati da una parte all'altra della memoria); esegue l'operazione e determina quale istruzione deve essere eseguita di seguito.
- L'**Unità di Controllo (Control Unit)** usando il registro PC recupera dalla memoria e pone in IR l'istruzione successiva da eseguire.



# Come lavora la CPU (2)

- Fase di *fetch* : caricare nel registro IR l'istruzione il cui indirizzo si trova in PC e incrementare il valore di PC
- fase di *decode* : decodificare l'istruzione in IR
  - se l'istruzione è HALT **allora** l'esecuzione termina; **altrimenti** determinare i dati necessari da prelevare dalla Memoria;
  - se sono necessari altri dati **allora** vengono estratti i dati dalla Memoria e poi vengono caricati nei registri della CPU
- fase di *execute* :
  - eseguire l'istruzione e depositare il risultato all'indirizzo appropriato; torna alla fase di fetch.

# Come lavora la CPU (3)

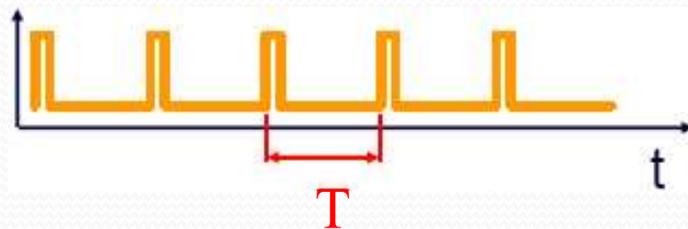


# Caratteristiche importanti della CPU

- ***data capacity***: quantità di bit che possono essere elaborati simultaneamente; tipicamente da 8 a 128 bit
- ***velocità di elaborazione***: misurata in quantità di istruzioni per secondo (o milioni di istruzioni per secondo **MIPS**)

# CLOCK

- Tutte le attività interne alla CPU sono regolate da un orologio (clock) che genera impulsi regolari ad una certa frequenza (ad es. 800 MHz, 1 GHz, 2GHz, ...) e serve per sincronizzare le operazioni svolte.
- Ogni operazione elementare del processore avviene in corrispondenza di un impulso del clock (le operazioni sono eseguite a scatti)
- La velocità del clock si misura in hertz
- L'hertz è il numero di commutazioni tra i due livelli logici "0" e "1" che il clock effettua in un secondo
  - 1 hertz (Hz) = 1 ciclo al secondo
  - 1 megahertz (MHz) = 1 milione di cicli al secondo
  - 1 gigahertz (GHz) = 1 miliardo di cicli al secondo



$T = \textit{periodo di clock}$

$f = \textit{frequenza di clock} (= 1/T)$

# Prestazioni della CPU

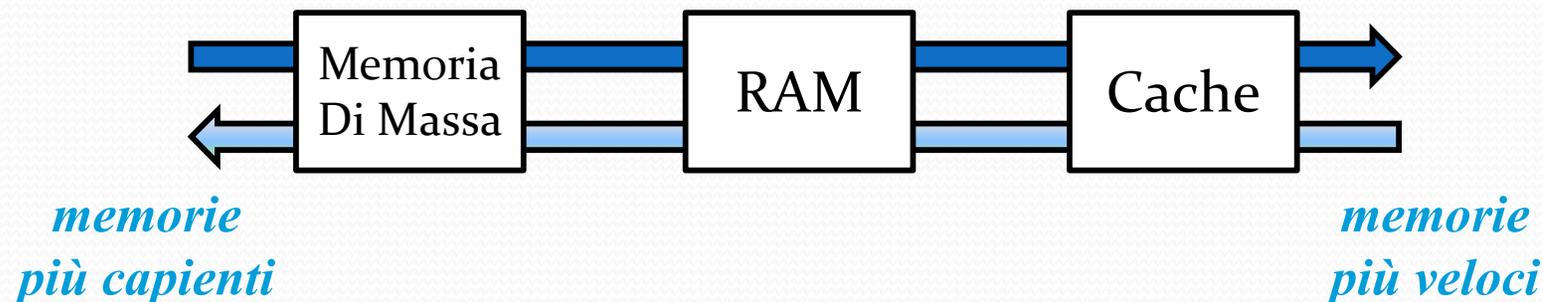
- **MIPS** (Milioni di Istruzioni al secondo)
- **MFLOPS** (Milioni di Operazioni su numeri reali al secondo)
- **Benchmark:**
  - Tempo richiesto per eseguire una suite di programmi applicativi con calcoli reali/interi.
  - Viene restituito un indice (valore numerico) delle prestazioni.

# Prestazioni della CPU

- **In pratica:**
  - Un PC moderno è in grado di eseguire circa 1000 milioni di operazioni reali in un secondo (1000 MFLOPS)!
  - Il computer più potente ha superato la barriera dei TeraFLOPS ( $10^{12}$  FLOPS = 1000 miliardi di FLOPS)!

# Gerarchie di Memorie

- Ogni computer opera utilizzando diversi tipi di memoria, che sono organizzati in **modo gerarchico**:
  - tutti i dati sono memorizzati su supporti lenti ma capienti (*memoria di massa*)
  - quelli usati più frequentemente sono nella memoria centrale (*RAM*)
  - una piccola porzione di dati che è stata acceduta più recentemente si trova nella cache



# Caratteristiche delle memorie

1. Tipo d'accesso (**sequenziale o random**)
2. Velocità
3. Capacità
4. Costo
5. tecnologia di fabbricazione
6. Rimovibilità

## Esempi:

- RAM: **1.random; 2.alta; 3.bassa; 4.alto; 5.elettronica; 6.assente**
- floppy disk: **1.random; 2.bassa; 3.bassa; 4.basso; 5.magn.; 6.presente**
- hard disk: **1.random; 2.alta; 3.alta; 4.medio; 5.magn.; 6.assente**
- CD ROM: **1.random; 2.basso; 3.alta; 4.basso; 5.ottica; 6.presente**

# La Memoria Centrale (1)

---

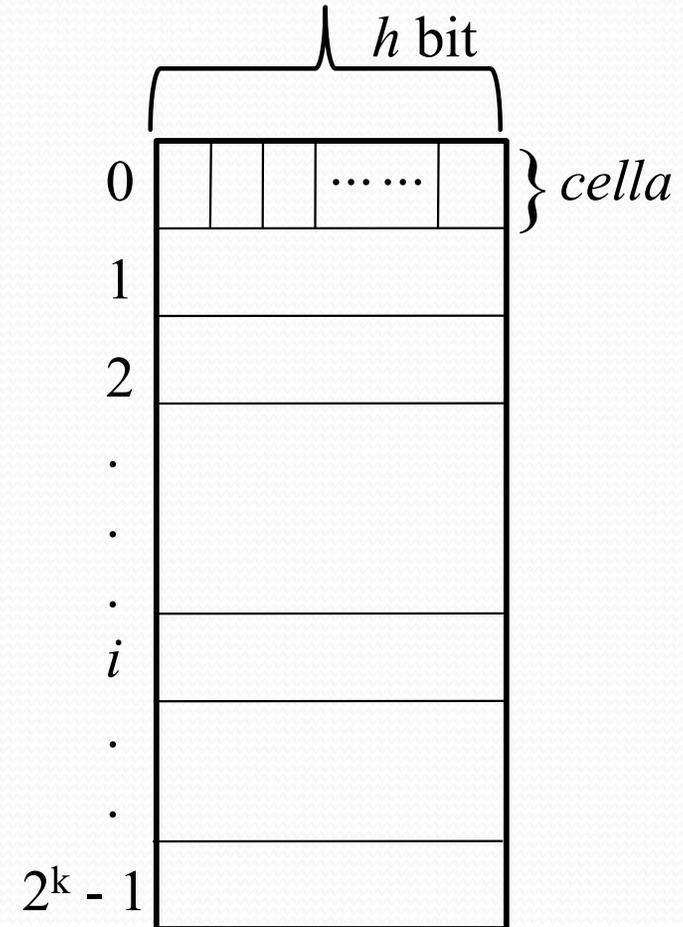
- Contiene:
  - dati
  - programmi
- Memoria volatile
  - necessita di alimentazione elettrica

# La Memoria Centrale (2)

- Può essere vista come una lunga sequenza di componenti elementari, ognuna delle quali può contenere un'unità di informazione (un bit)
- Le componenti elementari sono aggregate tra di loro e formano delle strutture complesse dette celle (otto bit formano un byte)
- La memoria può essere vista come una sequenza di celle

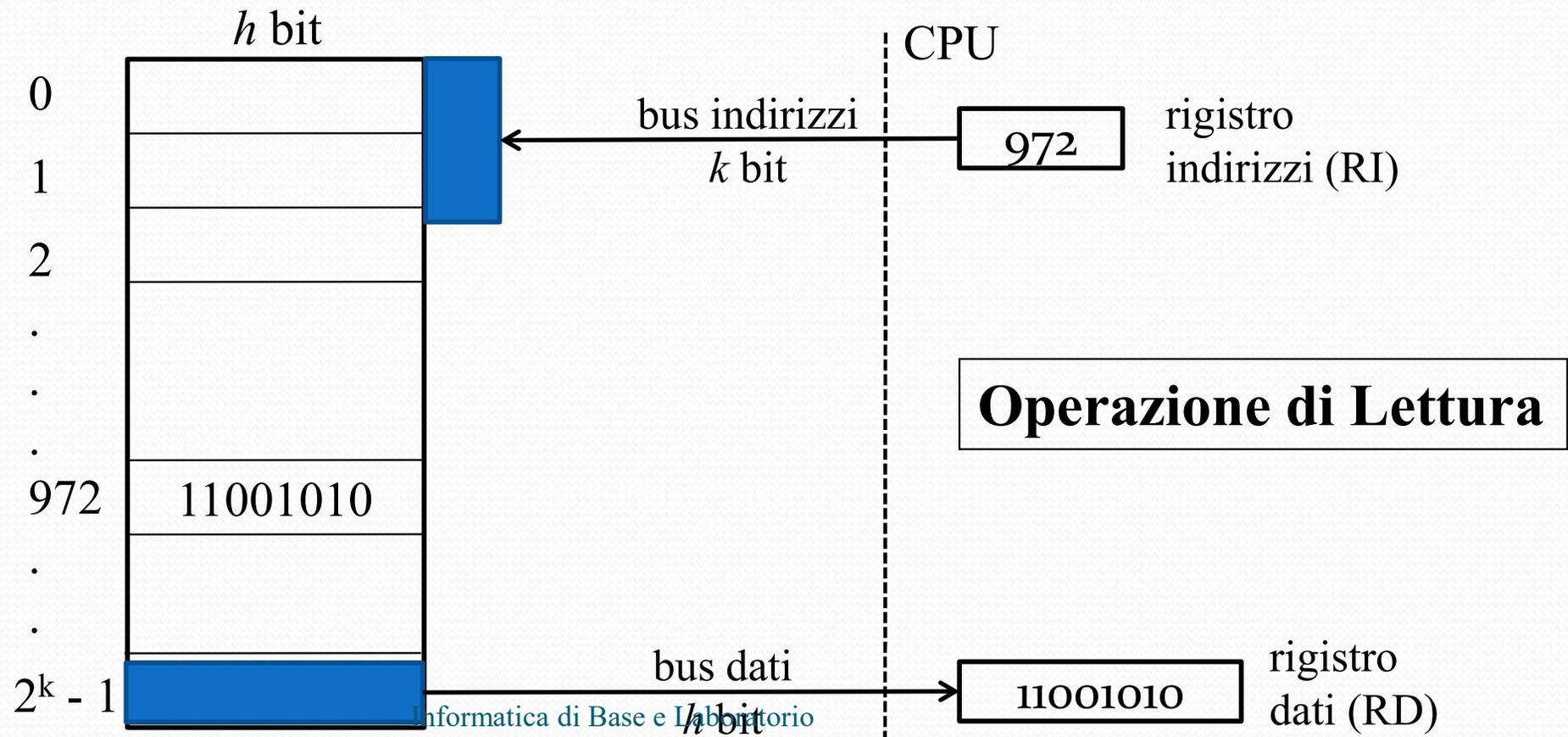
# La Memoria Centrale (3)

- Ciascuna cella è caratterizzata da un **indirizzo**
- Gli indirizzi corrispondono all'ordinamento delle celle nella sequenza
- Gli indirizzi sono numeri interi (partono da 0)
- Il numero di bit  $k$  necessari per l'indirizzo dipende dal numero di celle di memoria.



# La Memoria Centrale (4)

- Operazione di lettura:
  1. La CPU scrive l'indirizzo della cella di memoria da cui leggere nel registro degli indirizzi (RI)
  2. Esegue l'operazione ("apre i circuiti")
  3. Il valore della cella indirizzata viene trasferito nel registro dati (RD)
- Operazione di scrittura: al contrario



# La Memoria Centrale (5)

- Un altro nome con cui viene indicata la memoria centrale è **RAM (Random Access Memory)**.
- Questa definizione indica che il tempo di accesso ad una cella è lo stesso indipendente dalla posizione della cella.
- Le operazioni che si possono effettuare sulla memoria sono le operazioni di lettura e scrittura di informazioni nelle celle.

# La Memoria Centrale (6)

- Le dimensioni della memoria centrale variano a seconda del tipo di computer e vengono espresse mediante le seguenti unità di misura:
  - 1 Megabyte (MByte) corrisponde a 1024 Kbyte
  - 1 Gigabyte (GByte) corrisponde a 1024 Mbyte
- Nei computer attuali le dimensioni tipiche della memoria centrale vanno dal 4 a 8 Gbyte.

- La memoria ROM-BIOS (Basic Input Output System) è un insieme di procedure registrate in un chip di ROM all'interno dei PC
  - Contiene le procedure che gestiscono funzioni di input/output, comprese quelle grafiche
  - Contiene il programma che il computer esegue appena acceso (bootstrap)
  - Il BIOS esteriormente appare come un piccolo “chip elettronico” con tanti piedini di metallo

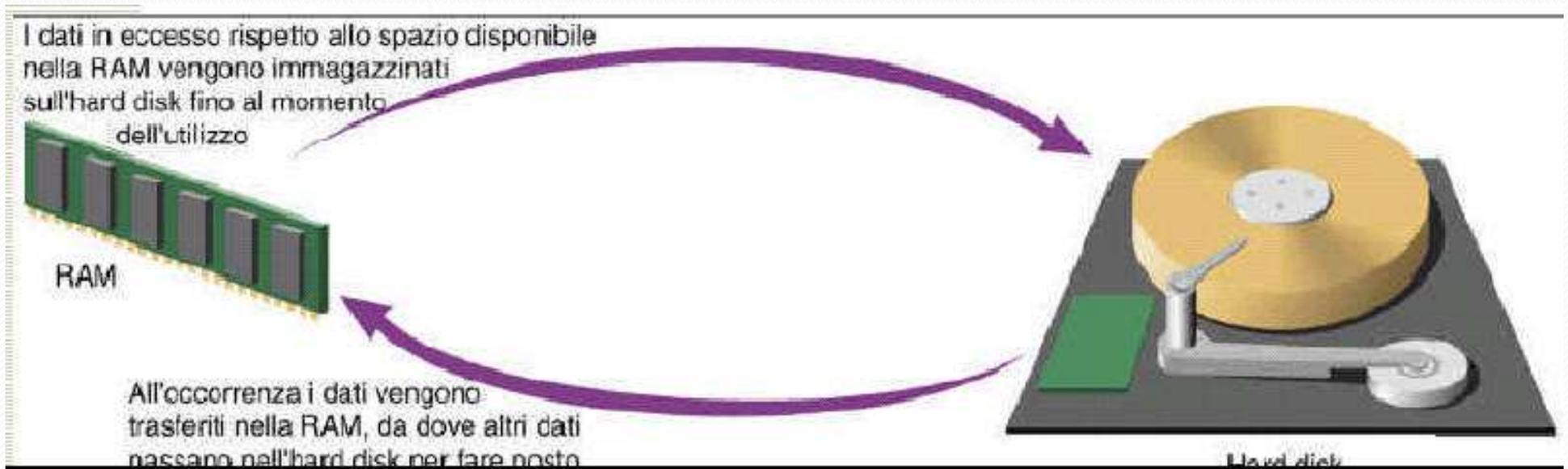
- Una piccola parte di RAM (CMOS) è presente anche nel BIOS
- La memoria CMOS è una memoria statica (SRAM) che mantiene i dati con un'alimentazione a batteria (simile a quella usata per gli orologi da polso)
- Essa contiene le informazioni sulla composizione fisica del computer (informazioni di setup)
- Quando l'hardware subisce modifiche (espansione di memoria, installazione di nuove periferiche...) è sufficiente aggiornare questa parte del BIOS.

# Come si avvia il PC

- Il bootstrap è un programma che permette al PC di “partire”, esso risiede nella memoria ROM nel BIOS (la ROM non è volatile), viene attivato subito dopo l'accensione, ed effettua le seguenti operazioni:
  - Check-up dell'hw del computer, verificando:
    - La corrispondenza tra le informazioni contenute nello stesso BIOS e la componentistica reale della macchina (è possibile apportare modifiche tramite il SETUP)
    - Il funzionamento di tali hw (processore, RAM, video, tastiera, memorie di massa, ecc..)
  - Se il controllo ha esito positivo il BIOS accede al disco che contiene il “sistema operativo”, lo carica in RAM e gli cede il controllo, altrimenti si blocca e l'unica cosa che è possibile fare è spegnerlo!!!

# La memoria virtuale

- La RAM non è infinita, per cui è possibile che essa si saturi, soprattutto quando sono in esecuzione molti applicativi o sono aperti documenti molto grandi.
- In questo caso il S.O. provvede a “fare spazio” all’interno della RAM utilizzando una particolare area del disco fisso (area di SWAP) per spostarvi (parti di) dati o (parti di) programmi dalla RAM.



# Swapping

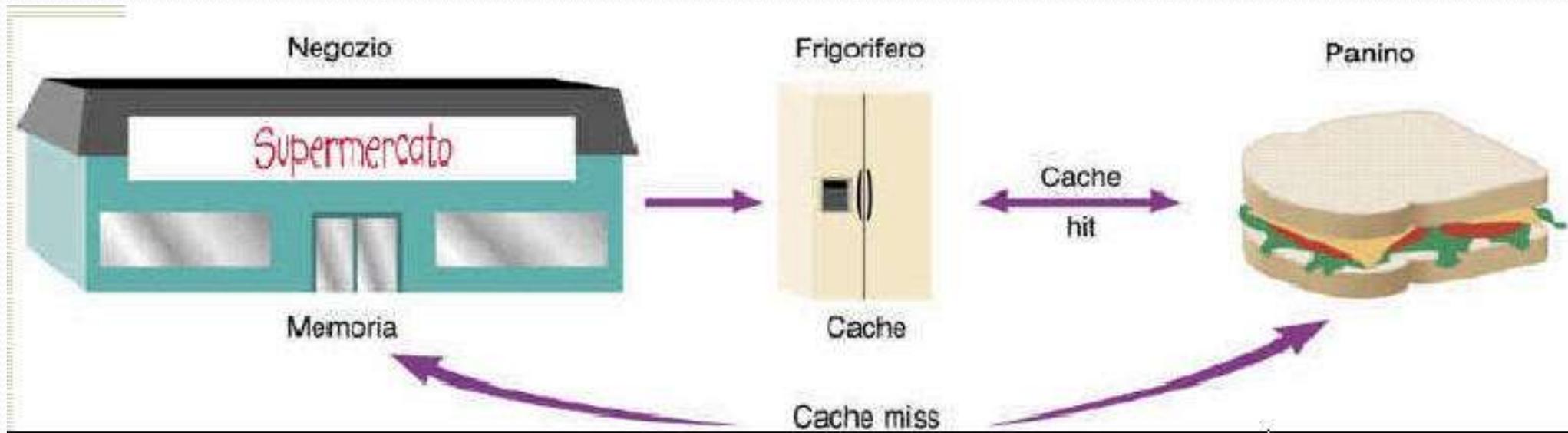
- Il S.O. sceglie ciò che va spostato nell'area di swap utilizzando varie strategie, ad esempio sposta ciò che in RAM è inutilizzato da più tempo
- Tale uso combinato di RAM e di Hard Disk prende il nome di Memoria Virtuale
- L'operazione di spostamento è detta di **swapping**, tale operazione è molto costosa in termini di tempo

# Memoria cache (1)

- Per elaborare i dati, questi devono trovarsi nella CPU.
- Per velocizzare questa operazione la tecnica più comune utilizzata nelle moderne architetture di processore è di memorizzare i dati in un area di memoria ad accesso più veloce chiamata **cache**.
- Tipicamente si usano due **cache** in cui sono mantenuti i dati più recenti, una direttamente integrata al processore e l'altra sulla scheda madre.
- la memoria cache è “**volatile**” cioè il suo contenuto viene perso quando il PC viene spento.

# Memoria cache (2)

- Nella cache vengono memorizzati:
  - Una parte dei dati contenuti nella memoria principale (ad esempio quelli utilizzati ultimamente o quelli 'vicini' fisicamente all'istruzione in esecuzione)
- Quindi si cerca il dato/istruzione prima di tutto nella cache:
  - Se c'è lo si usa (cache hit)



# Memoria cache (3)

- Cache di livello 1 (detta anche interna o primaria o L1) fa fisicamente parte del chip del processore. È velocissima ma anche non molto capiente (256-512-1024 Mega)
- Cache di livello 2 (detta anche esterna o secondaria o L2) è costituita da chip di memoria alloggiati sulla scheda madre. È più lenta di L1 ma notevolmente più veloce della memoria centrale.