

Programma del corso

- *Introduzione agli algoritmi*
 - *Rappresentazione delle Informazioni*
 - ***Architettura del calcolatore***
 - *Elementi di Programmazione*
-

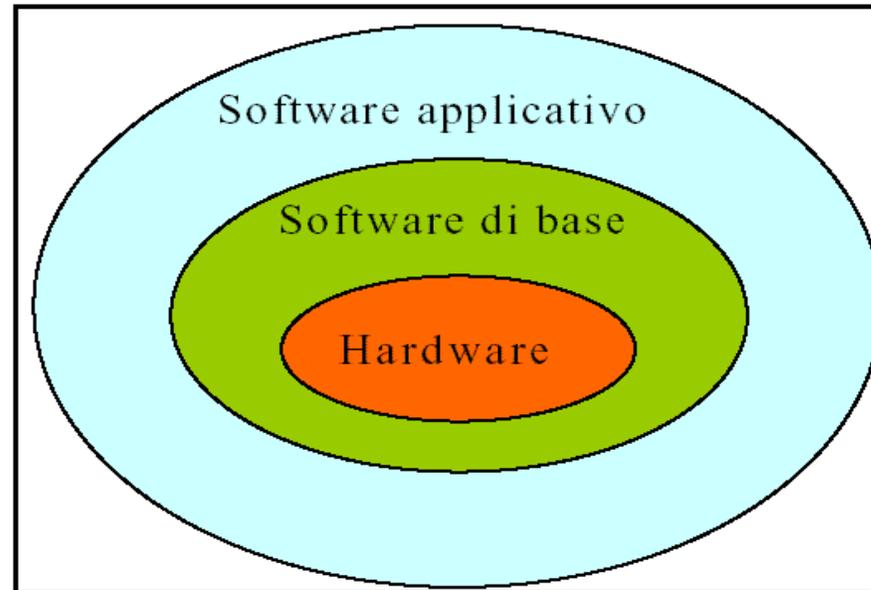
Cos'è un Calcolatore?

- Un **computer** (calcolatore) è una macchina in grado di accettare informazioni provenienti dall'esterno, di effettuare su di esse operazioni aritmetiche e logiche e quindi di fornire risultati in forma comprensibile
- Per svolgere ciascuna di queste funzioni possiede dei **dispositivi idonei**



Architettura del calcolatore

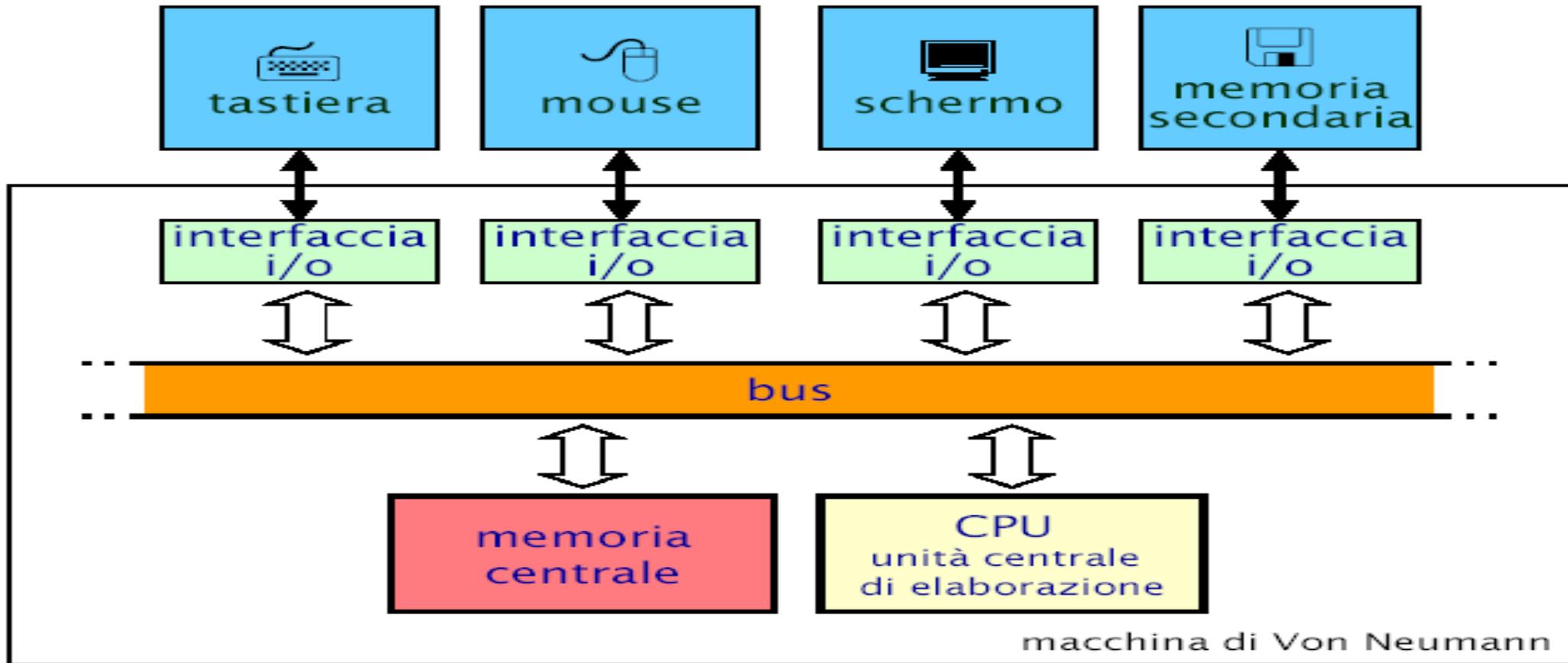
- La prima decomposizione di un calcolatore è relativa a due macro-componenti:
 - **Hardware**
 - **Software**



Architettura del calcolatore

- L'architettura dell'**hardware** di un calcolatore reale è molto complessa
 - La **macchina di von Neumann** è un modello semplificato dei calcolatori moderni
 - **John von Neumann**, matematico ungherese, progettò, verso il 1945, il primo calcolatore con programmi memorizzabili anziché codificati mediante cavi e interruttori
-

Macchina di Von Neumann



Macchina di Von Neumann

E' composta da 4 tipologie di componenti funzionali:

□ **Unità centrale di elaborazione (CPU)**

- esegue istruzioni per l'elaborazione dei dati
- esegue operazioni aritmetiche o logiche (**ALU**)
- svolge anche funzioni di controllo

□ **Memoria centrale (RAM)**

- memorizza e fornisce l'accesso a dati e programmi

□ **Interfacce di ingresso e uscita**

- componenti di collegamento con le periferiche del calcolatore

□ **Bus**

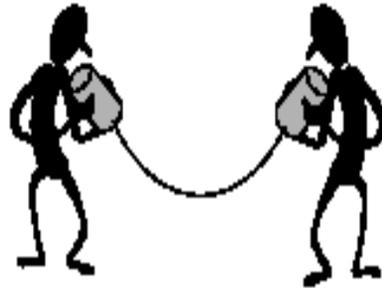
- svolge la funzionalità di trasferimento di dati e di informazioni di controllo tra le varie componenti funzionali

Macchina di Von Neumann

Il funzionamento di un calcolatore è descrivibile in termini di poche componenti (**macro-unità**) funzionali

- ogni macro-unità è specializzata nello svolgimento di **una tipologia omogenea** di funzionalità
 - ***Eccezione*: l'Unità Centrale di Elaborazione (CPU)**, che svolge sia funzionalità di **elaborazione** che di **controllo**
-

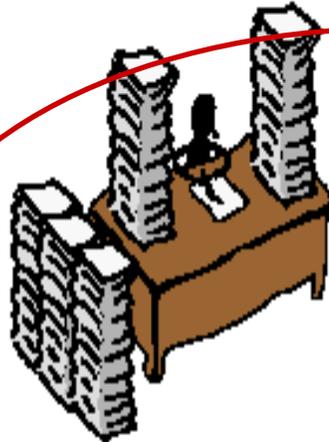
Macchina di Von Neumann



trasferimento



scambio di dati con l'utente



elaborazione



controllo



memorizzazione

Svolto dalla Unità Centrale di Elaborazione (CPU)

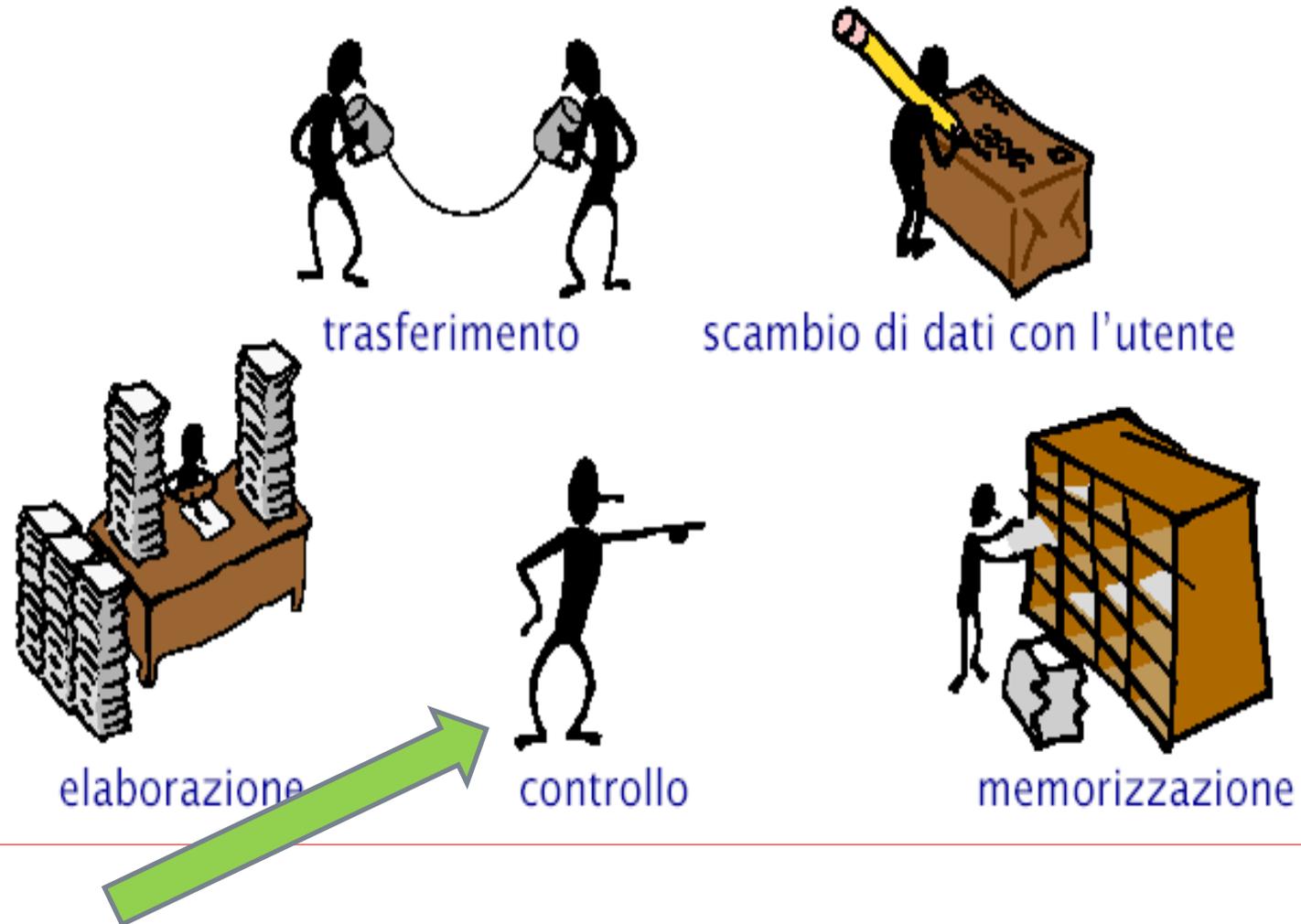
Elaborazione

- Un calcolatore sa svolgere poche tipologie di operazioni elementari ma in modo **molto efficiente**
 - un calcolatore può eseguire centinaia di milioni di istruzioni al secondo
 - L'elaborazione dei **dati** viene svolta dall'**unità aritmetico-logica (ALU)**, che è un componente dell'unità centrale di elaborazione (**CPU – Central Processing Unit**)
-

Elaborazione

- Le **istruzioni** di un programma corrispondono ad operazioni elementari di elaborazione
 - operazioni aritmetiche
 - operazioni relazionali (confronto tra dati)
 - operazioni su caratteri e valori di verità
 - altre operazioni numeriche
-

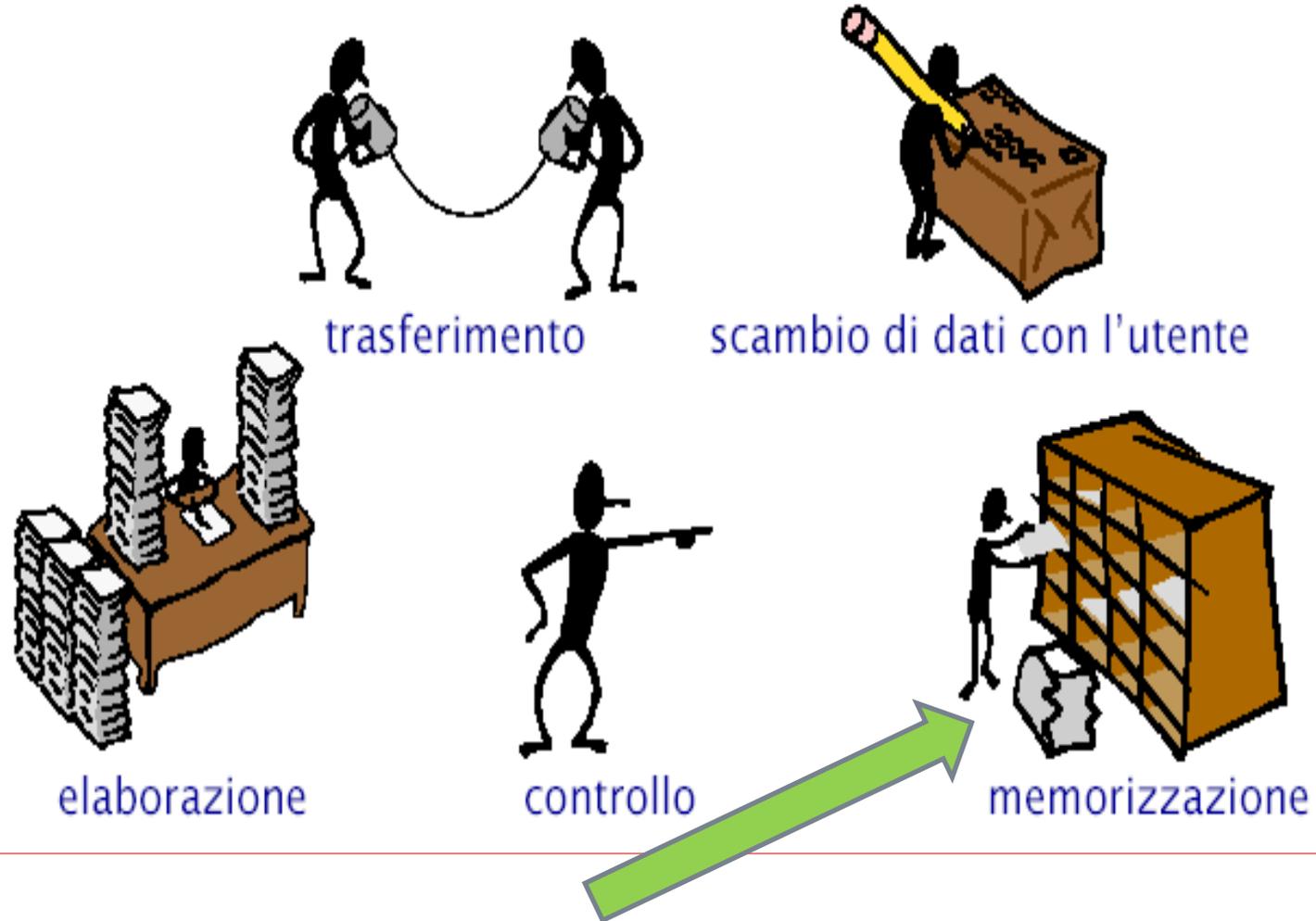
Macchina di Von Neumann



Controllo

- Il coordinamento tra le varie parti del calcolatore è svolto dall'**Unità di Controllo**
 - è un componente **dell'unità centrale di elaborazione (CPU)**
 - 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
-

Macchina di Von Neumann



Memorizzazione

- Un calcolatore memorizza
 - i **dati**, che rappresentano informazioni di interesse
 - i **programmi** per l'elaborazione dei dati
 - La **memoria** è l'unità responsabile della memorizzazione dei dati
 - Una unità di memoria fornisce **due** sole **operazioni**
 - memorizzazione di un valore (**scrittura**)
 - accesso al valore memorizzato (**lettura**)
-

Criteri di caratterizzazione di una memoria

- Velocità
 - tempo di accesso (quanto passa tra una richiesta e la relativa risposta)
 - velocità di trasferimento (quanti byte al secondo si possono trasferire)
- Volatilità
 - cosa succede quando la memoria non è alimentata?
 - per quanto tempo i dati vi rimangono immagazzinati?
- Capacità
 - quanti byte può contenere? qual è la dimensione massima?
- Costo (per bit)
- Modalità di accesso
 - diretta (o casuale): il tempo di accesso è indipendente dalla posizione
 - sequenziale: il tempo di accesso dipende dalla posizione
 - mista: combinazione dei due casi precedenti
 - associativa: indicato il dato, la memoria risponde indicando l'eventuale posizione che il dato occupa in memoria.

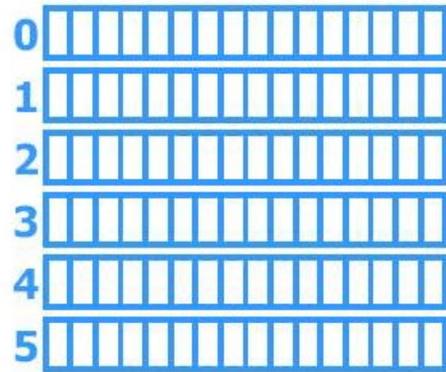
Indirizzi di memoria

- I bit nelle memorie sono raggruppati in **celle**:
 - tutte le celle sono formate dallo **stesso numero di bit**;
 - una cella composta da **k bit**, è in grado di contenere una qualunque tra **2^k combinazioni** diverse di bit.
- Ogni cella ha un **indirizzo**:
 - serve come accesso all'informazione;
 - in una memoria con **N celle** gli indirizzi vanno da **0** a **N-1**.
- **La cella è l'unità indirizzabile più piccola.**
In quasi tutti i calcolatori è di **8 bit** (un **byte**).
- I byte vengono raggruppati in **parole** (che oggi sono di **32/64 bit**), su cui la CPU esegue le operazioni.

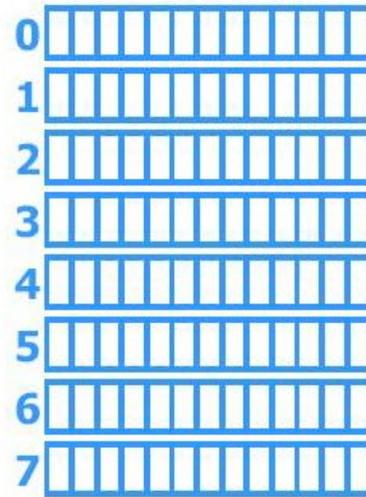
Organizzazione della memoria

- Anche gli indirizzi della memoria sono rappresentati come numeri binari:
 - un indirizzo di **M** bit consente di indirizzare **2^M** celle;
 - per 6 o 8 celle bastano 3 bit, per 12 celle ne servono 4;
 - il **numero di bit nell'indirizzo** determina il **numero massimo di celle indirizzabili** nella memoria ed è indipendente dal numero di bit per cella (una memoria con 2^{12} celle richiede sempre 12 bit di indirizzo, quale che sia la dimensione di una cella).
- Una memoria può essere organizzata in diversi modi:
 - con 96 bit possiamo avere 6 celle di 16 bit ($6 \cdot 16 = 96$), o 8 celle di 12 bit ($8 \cdot 12 = 96$) o 12 celle di 8 bit ($12 \cdot 8 = 96$).

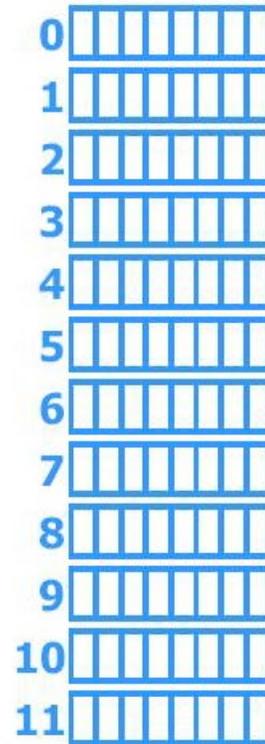
Organizzazione della memoria



6 parole da 16 bit



8 parole da 12 bit



12 parole da 8 bit

Dispositivi di memorizzazione

Memorie d'uso

Ram (Random Access Memory o

Memoria ad accesso casuale

Rom (Read Only Memory o memoria di sola lettura; si attiva all'accensione del Computer)



Memorie di Massa

Hard Disk

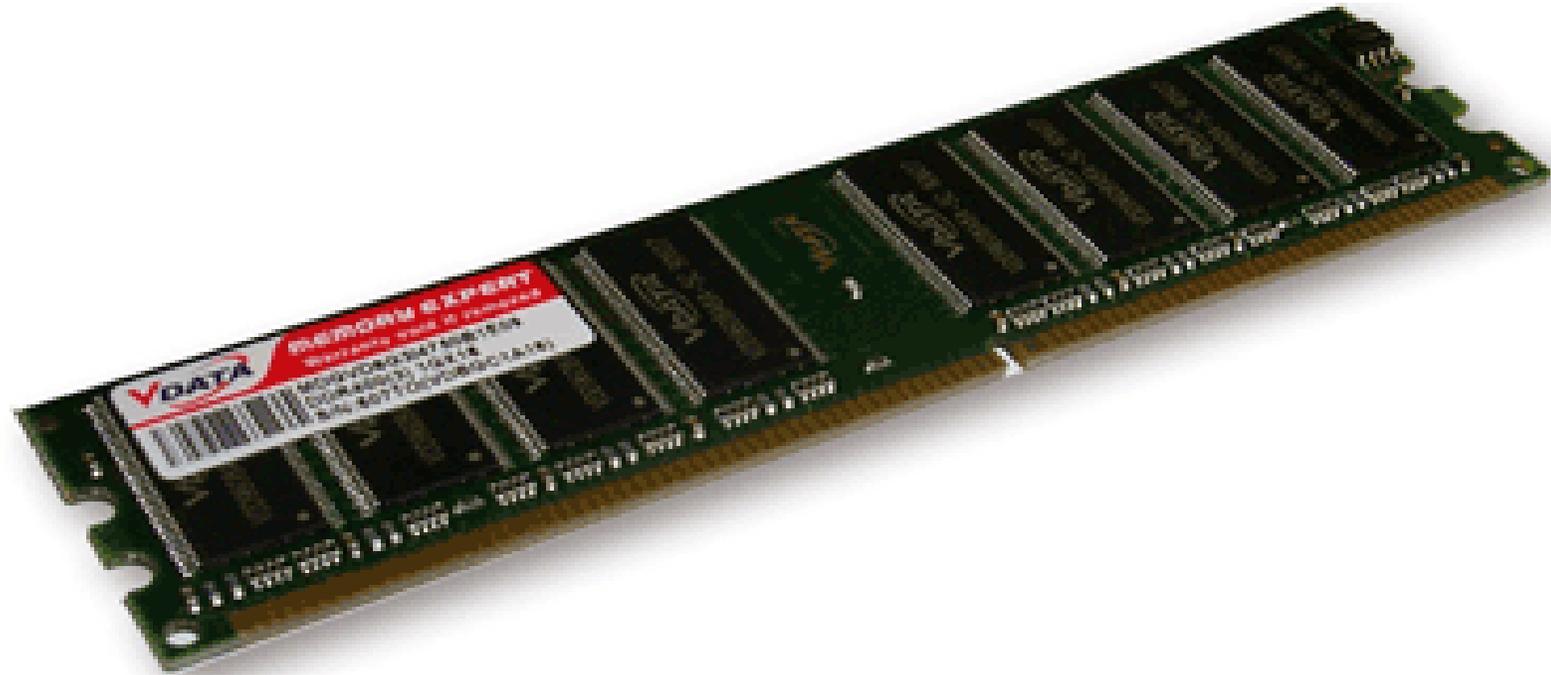
Floppy Disk

Cd -rom

Unità di Back-up

Penne USB

Memoria centrale



Memoria centrale (o principale)

- E' la componente del calcolatore in cui vengono immagazzinati e da cui vengono acceduti i dati e i programmi (solitamente di tipo **RAM** – Random Access Memory)
 - E' la memoria che può essere acceduta direttamente dal processore
 - è costituita da sequenze di **celle** (o **locazioni**)
 - ogni cella può contenere una quantità fissata di memoria (numero di bit), detta **parola** di memoria
-

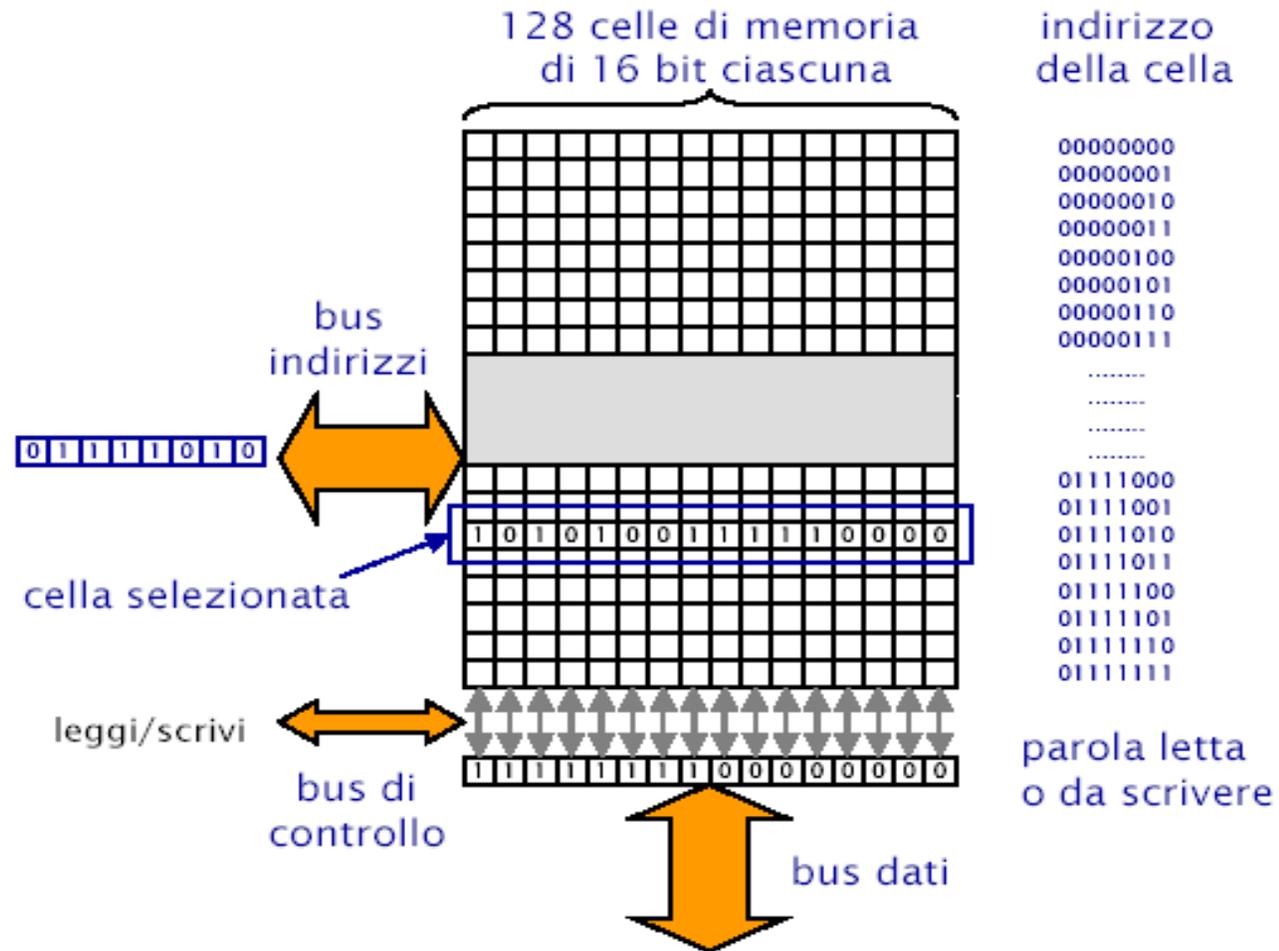
Altre informazioni sulla RAM: la **PAROLA** o **WORD**

- La **parola (word)** di un computer:
quanti bit possono essere letti/scritti/usati
dalla CPU con un unico accesso alla memoria
(16, 32, 64, 128 bit)
 - Tra le altre caratteristiche, più grande è la
parola, maggiore è la "potenza" del
computer
-

Memoria centrale

- Ogni cella è caratterizzata da
 - un **indirizzo**, che è un numero che identifica la cella e ne consente l'accesso
 - un **valore**, che è la sequenza di bit memorizzata dalla cella
 - La memoria fornisce le operazioni di
 - **lettura**: consultazione del valore di una cella con un dato indirizzo
 - **scrittura**: modifica del valore di una cella con un dato indirizzo
-

Struttura della RAM



Dimensioni della RAM

- **Spazio di indirizzamento**: insieme o numero delle celle indirizzabili direttamente
 - Il numero di celle indirizzabili e' una potenza di due. Con:
 - 16 bit si indirizzano 2^{16} celle = 65.536 celle
 - 32 bit si indirizzano 2^{32} = 4.294.967.296 celle
 -
-

Dimensioni tipiche della RAM

- Nei Personal Computer:
 - 1 GByte, 2 Gbyte, etc
 - **una volta era un lusso avere 64 KB**
 - Nei Mainframe/Workstations:
 - 4, 8, 16... GByte
 - Ricordatevi che la memoria e' espandibile (fino ad un certo limite)
-

Proprietà della RAM

- La RAM e' **veloce**
 - per leggere/scrivere una cella ci vogliono, in media 5 - 30 nanosecondi (millesimi di milionesimi di secondo = $30 * 10^{-9} s$)

 - la RAM e' **volatile**
 - e' fatta di componenti elettronici, e se togliete l'alimentazione perdetete tutto

 - La RAM e' **costosa** (relativamente)
-

Memorie ROM

- Le memorie **ROM** (read only memory)
 - permettono **solo** la **lettura** dei dati
 - sono **persistenti** (mantengono il suo contenuto anche quando non c'è alimentazione)
 - in questa memoria si trovano i programmi che servono per l'avvio della macchina, i cosiddetti programmi di sistema e il **BIOS** (Basic Input Output System) sistema di base per il controllo di entrata ed uscita (cioè il **FIRMWARE**)
-

Memorie secondarie

- Dette anche **Memoria di massa**
 - memorizza ***grandi masse*** di dati
 - i dati memorizzati “sopravvivono” all’esecuzione dei programmi
 - **non può** essere acceduta direttamente dalla CPU
 - i dati di una memoria secondaria per essere elaborati dal processore devono passare nella memoria centrale
-

Caratteristiche delle memorie secondarie

□ non volatilità

- i dati memorizzati non si perdono allo spegnimento del calcolatore (perché memorizzati in forma magnetica o ottica anziché elettronica)

□ grande capacità

- capacità maggiore (anche di diversi ordini di grandezza) rispetto alla memoria centrale

□ bassi costi

- il costo per bit di una memoria secondaria è minore (di diversi ordini di grandezza) rispetto alla memoria centrale

□ bassa velocità di accesso

- tempi di accesso maggiori (di qualche ordine di grandezza) rispetto a quelli della memoria principale
-

La memoria secondaria

- Programmi e dati risiedono normalmente in memoria secondaria
 - Quando si lancia un programma questo viene copiato dalla memoria secondaria in memoria primaria. Questa operazione si chiama **caricamento**
-

Dischi magnetici: l'HARD DISK

- E' fatto di supporti magnetici permanenti, gestiti mediante dispositivi meccanici
- Tempi di accesso dell'ordine dei micro/millisecondi
- Spazio disponibile:
 - 250GB, 500 GB, 1 TB, etc

(una volta era un lusso avere 10 Megabyte)

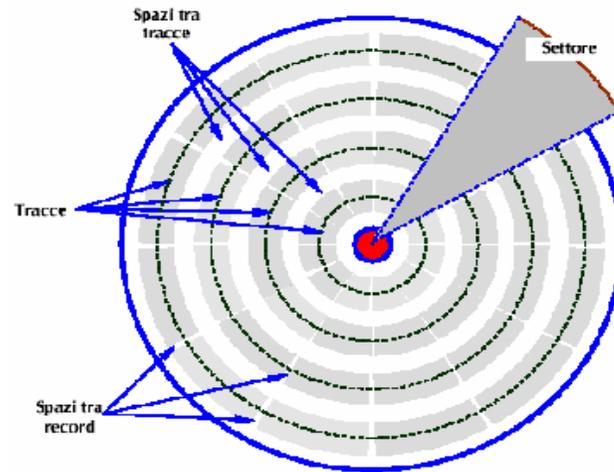


Dischi magnetici: l'HARD DISK

- Nell'hard disk la memoria è organizzata in blocchi di dimensione fissa (512B, 1KB, 2KB,..) **indirizzabili direttamente**
 - La lettura/scrittura del disco avviene sempre in blocchi, per risparmiare tempo (pensate al tempo perso se si dovesse leggere un byte per volta!)
 - Il disco è quindi **formattato** in blocchi
-

Dischi magnetici: L'HARD DISK

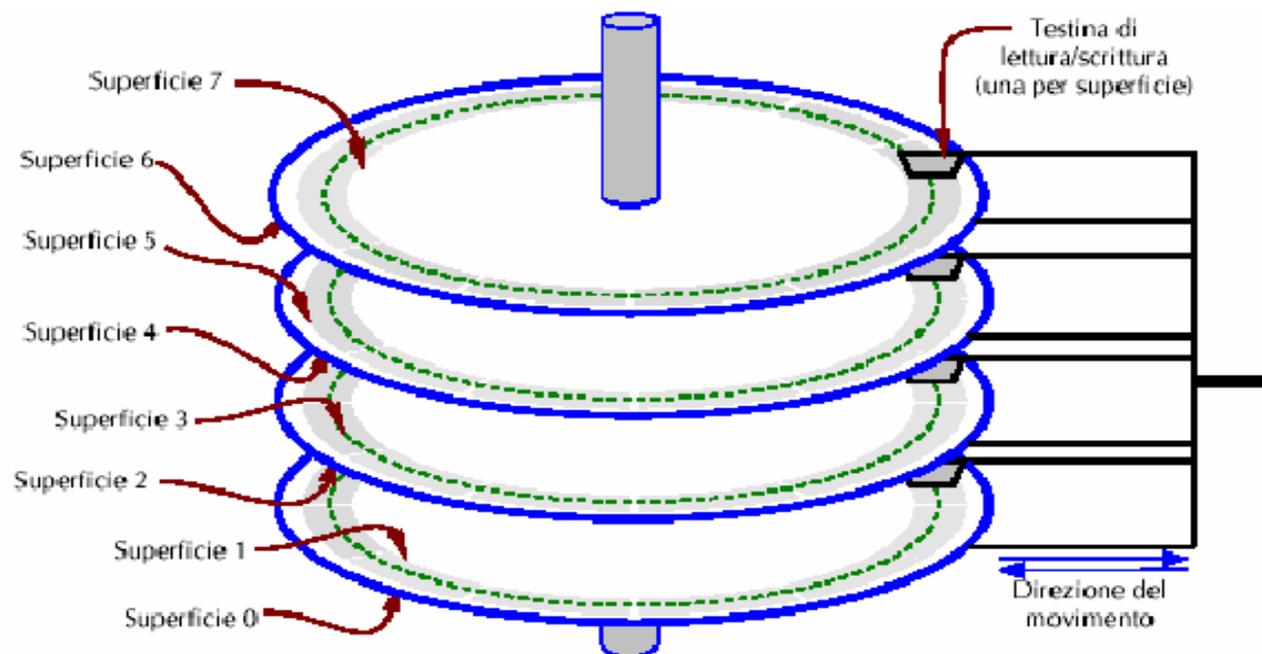
- Un disco consiste in un certo numero di **piatti** con due superfici che ruotano attorno ad un perno centrale
 - ogni superficie dispone di una propria testina di lettura / scrittura



- Le superfici sono organizzate in cerchi concentrici (**tracce**) e in spicchi di ugual grandezza (**settori**)
 - un bit corrisponde ad uno stato di polarizzazione (positiva o negativa) del materiale magnetico che costituisce i dischi
-

Dischi magnetici: l'HARD DISK

Le tracce equidistanti dal centro formano un **cilindro**.



Memoria primaria vs memoria secondaria

RAM

veloce (nanosec)

piccola (pochi Gigabyte)

volatile

HARD DISK

lenta (microsec)

grande (pochi Terabyte)

permanente

Notate che, in teoria, il computer potrebbe funzionare con la sola RAM o il solo hard disk

Gli attuali HD sono di tipo SSD (Solid State Drive), i quali utilizzano delle memorie flash rispetto ai classici dischi rigidi

Altre memorie secondarie...

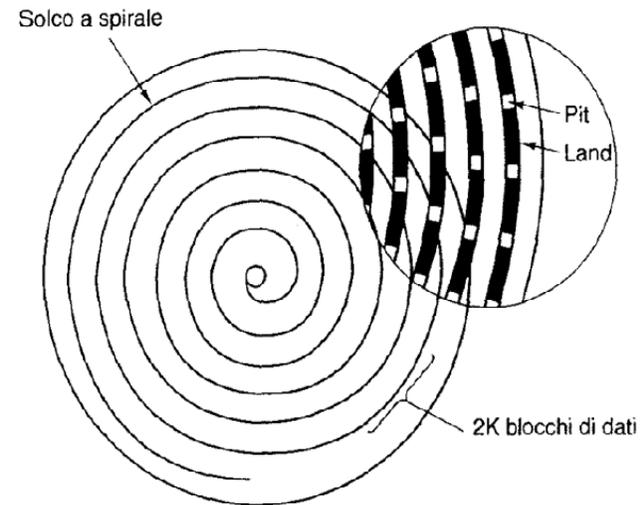
Dischi magnetici: floppy disk

- ❑ Sono dischi magnetici di piccola capacità, portatili, usati per trasferire informazioni (file) tra computer diversi.
- ❑ Sono costituiti da un unico disco con due superfici.
- ❑ Storicamente ne sono stati creati vari tipi identificati dal loro diametro (3.5, 5.25 e 8 pollici).
 - oggi sopravvivono solo dischetti da 3.5" (1.4 Mbyte)



Dischi ottici

- La superficie di un disco presenta una successione di tratti disposti secondo un'unica traccia a spirale
 - **pit**: tratto di superficie avvallata
 - **land**: tratto di superficie liscia
- riflettono raggi luminosi in modo diverso**
- Il passaggio da pit a land (e viceversa) rappresenta 1 mentre l'assenza di variazione rappresenta 0



Dispositivi ottici

- ❑ **CD-ROM** (Compact Disk): sono esattamente gli stessi CD usati per la musica
- ❑ la sigla ROM (Read Only Memory) indica il fatto che i dati, una volta scritti su CD, sono indelebili e potranno essere soltanto letti
- ❑ la capacità tipica è di 650 MByte (che nei CD audio corrisponde a 74 minuti di registrazione), ma esistono anche modelli leggermente più capienti.



Dispositivi ottici

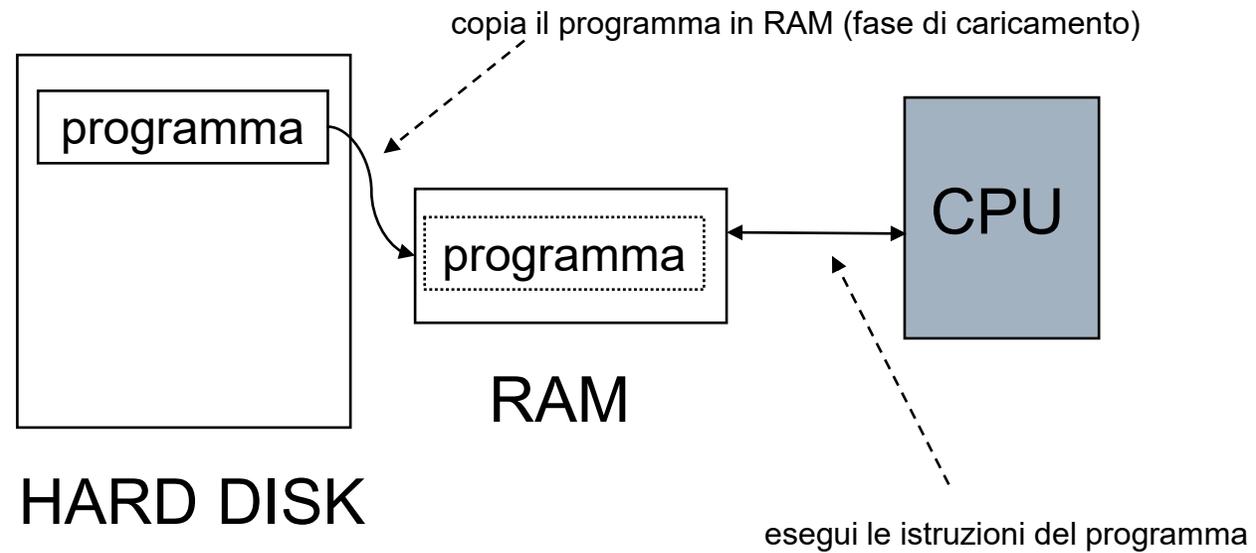
- ❑ **DVD (Digital Versatile Disk)**: Esteriormente sono in tutto simili ai CD-ROM, ma possono contenere da 9 a 17 GByte (cioè fino a 25 volte la capacità di un normale CD).
- ❑ Sono usati da alcuni anni soprattutto per i film digitali, tuttavia possono benissimo contenere anche i normali dati come i CD-ROM.
- ❑ Per leggere i DVD occorre un lettore CD appropriato (i normali drive per CD non sono in grado di farlo). Il lettore DVD è invece sempre in grado di leggere anche i normali CD-ROM.



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** e' in grado di eseguire le istruzioni di cui sono composti i programmi
-

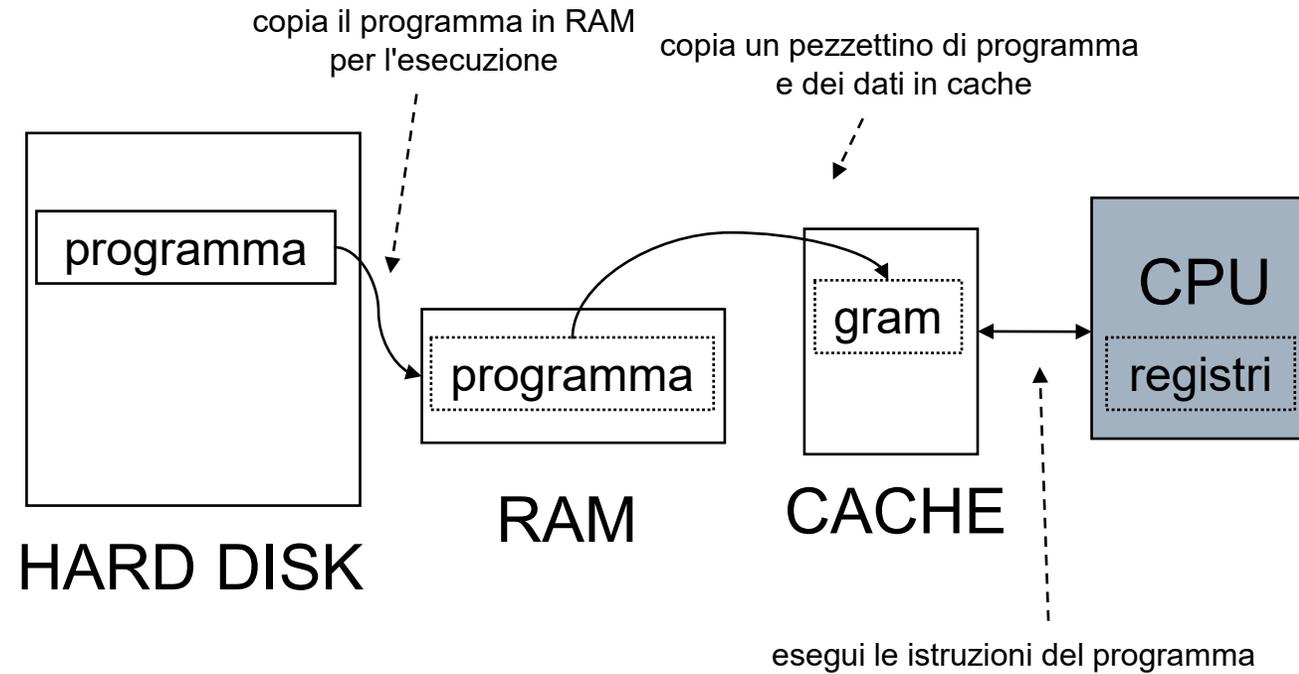
Funzionamento



MEMORIA CACHE

- ❑ Livello di **memoria intermedio** tra i registri e la ram
 - ❑ Per memorizzare i dati usati piu' spesso senza doverli recuperare in memoria
 - ❑ Valori tipici: 512KB, 1MB, 2MB
 - ❑ **Interna** o **esterna** alla CPU
 - ❑ Influisce moltissimo sulle prestazioni e il costo della CPU (e quindi del computer)
 - ❑ I computer attuali hanno spesso **più livelli** di cache (Es: L1, L2, L3)
-

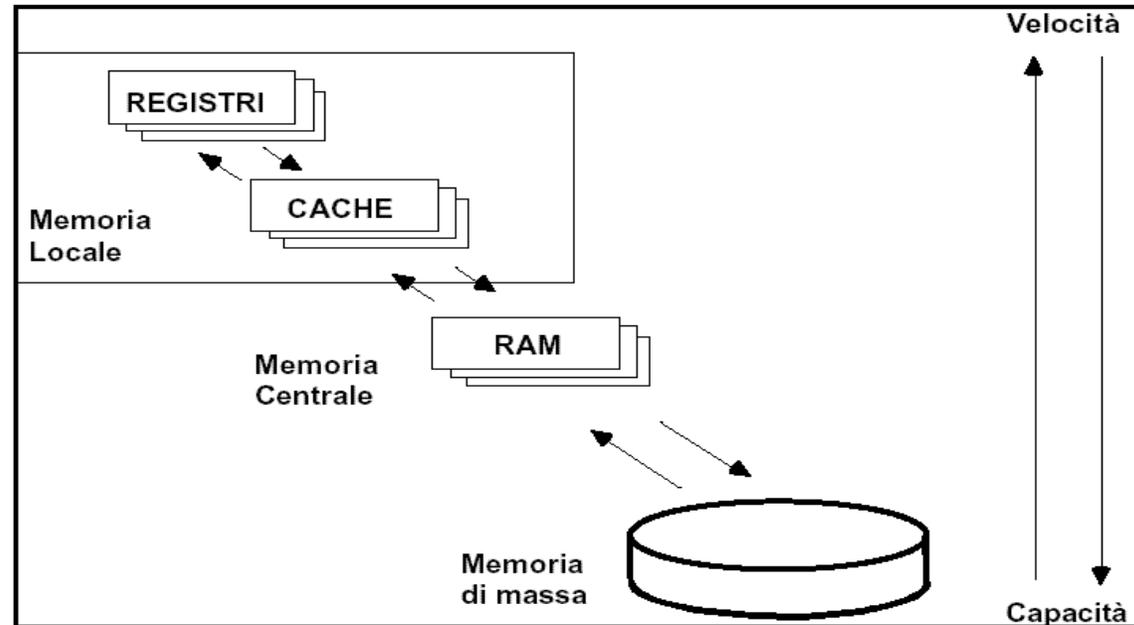
MEMORIA CACHE



Memorie di un computer

		Tempi di accesso
Registri	< 1 KByte	100 * picosecondi
Cache	< 4 MByte	nanosecondi
RAM	< 16 Gbyte	10 * nanosec
Hard disk	> 250 GByte	10 * microsec
Dischi ottici	650MB-17GB	micro/millisecondi
Nastri	> 10 GByte	10 * millisecondi

Gerarchia delle memorie



Il processore - CPU **(CENTRAL PROCESSING UNIT)**

Caratteristiche dei microprocessori

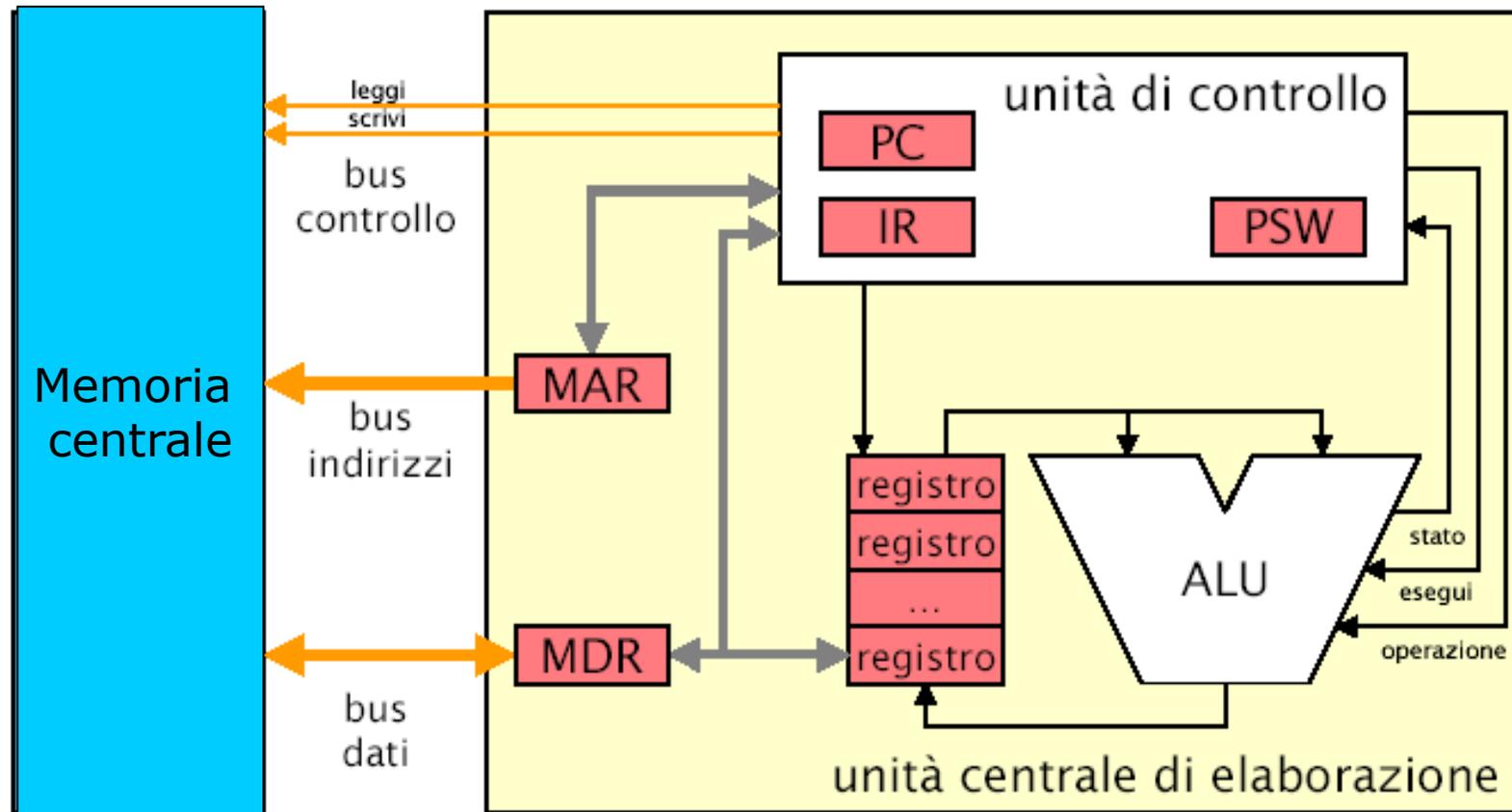
- **Repertorio di istruzioni**
 - L'insieme delle istruzioni che costituiscono il linguaggio macchina del processore
 - **Frequenza di clock**
 - l'esecuzione di una istruzione può richiedere più cicli macchina
 - **Ampiezza del bus**
 - numero di bit nel bus interno del processore
 - **Co-processor**
 - processori specializzati per operazioni complesse (es: co-processore matematico)
 - **Memoria cache**
 - una memoria veloce locale al processore, che consente di accedere più velocemente ai dati da elaborare
-

Frequenza di clock

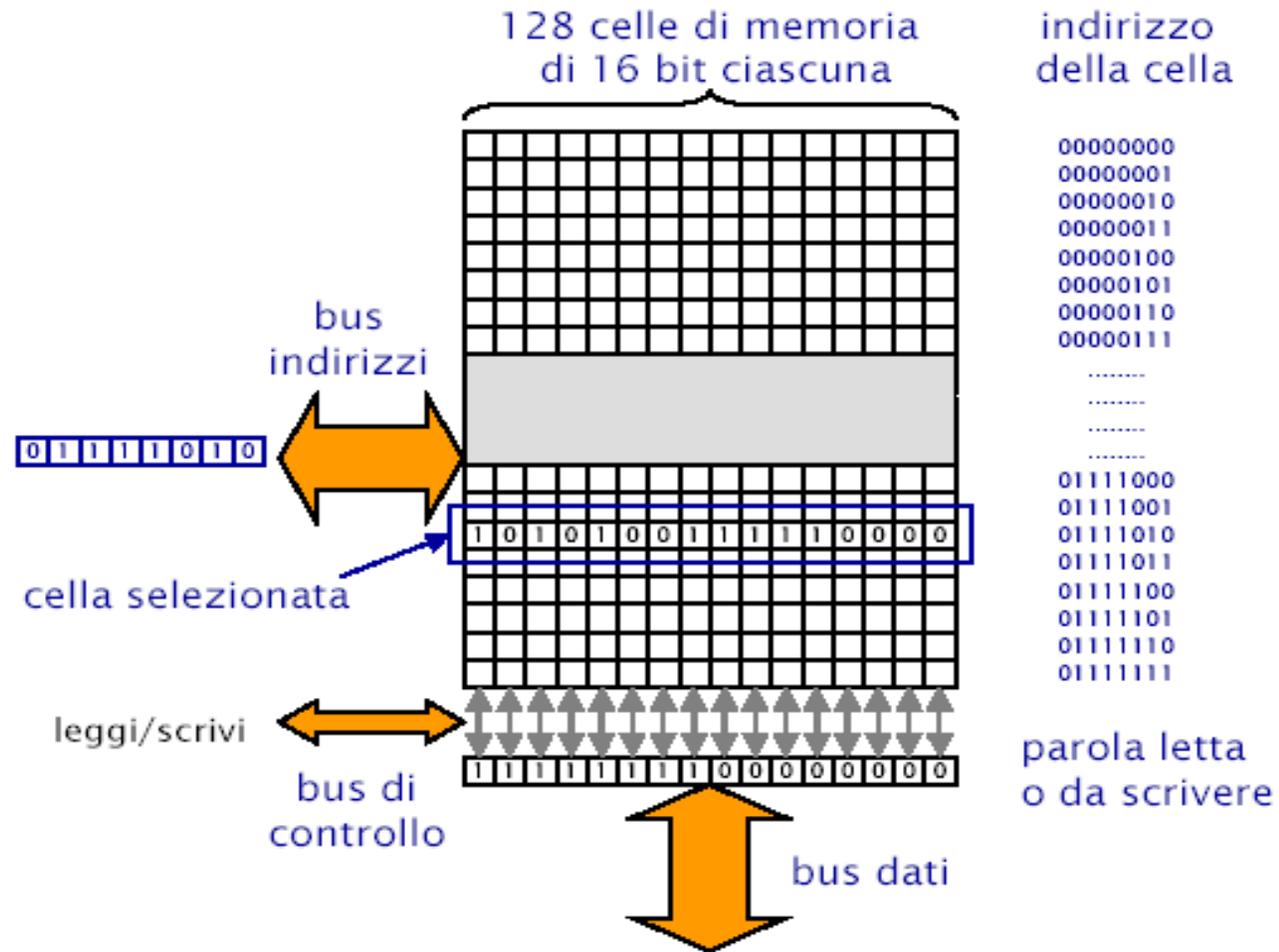
La frequenza con cui si eseguono i cicli di esecuzione è scandita dal **clock** (orologio interno)

- ad ogni impulso di clock l'unità di controllo esegue un ciclo di esecuzione (**ciclo macchina**)
 - la velocità di elaborazione di un microprocessore dipende dalla frequenza del suo clock (1, 1.5, 2.2, ... GHz) (es.: 1GHz = 1 miliardo di cicli al secondo). Attualmente si parla solo di GHz
-

Struttura del processore (CPU)



BUS ...

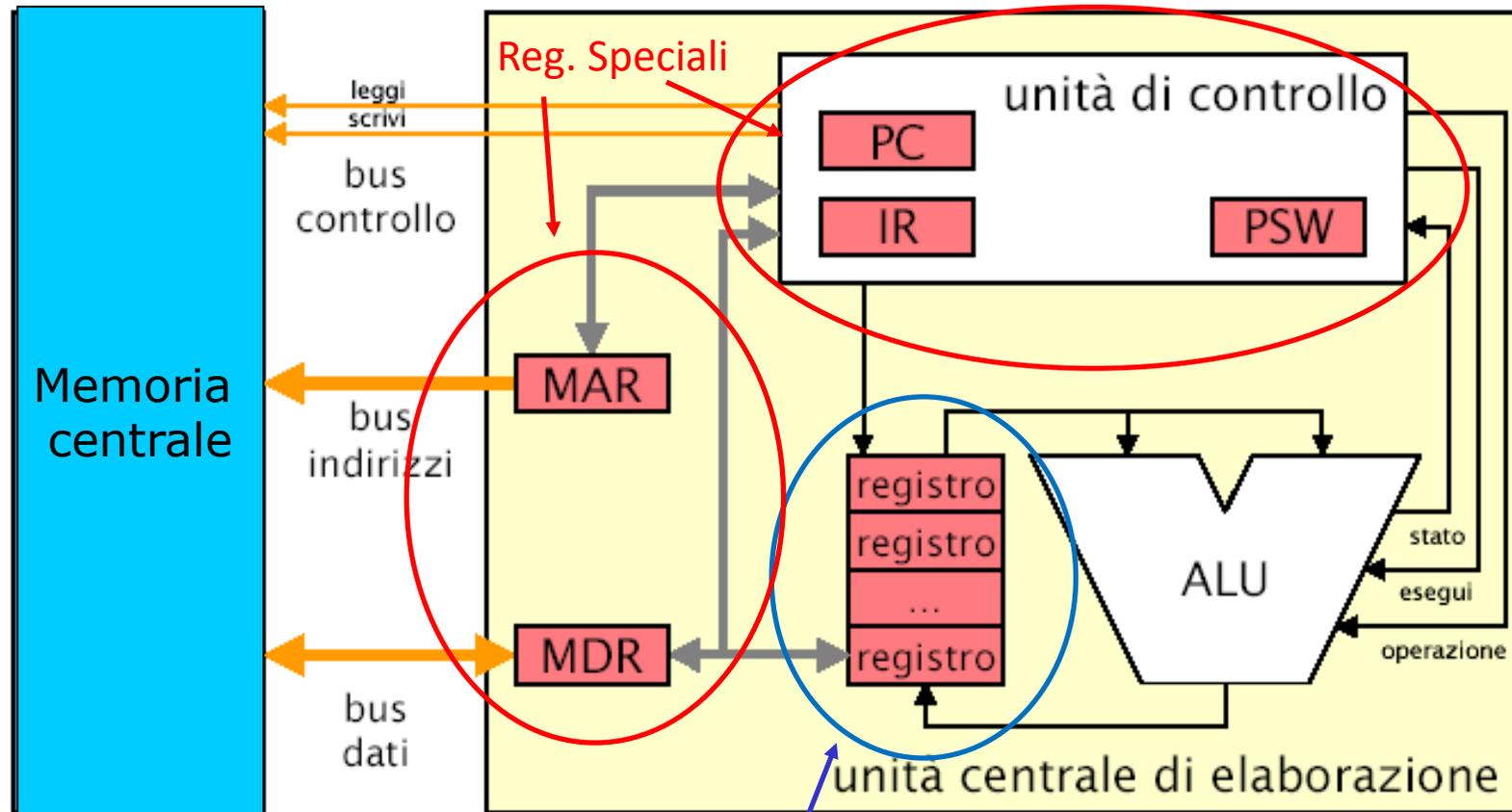


Le componenti della CPU:

I REGISTRI

- Sono piccole unita' di memoria (2, 4, 8 byte) con tempi di accesso molto piu' bassi delle celle della memoria primaria
 - Ospitano le informazioni necessarie per eseguire l'istruzione corrente
 - In numero molto limitato (10, 20, 64) si dividono in registri **speciali** e **generali**
-

Struttura del processore (CPU)



Reg. Generali

Le componenti della CPU:

I REGISTRI SPECIALI

□ Il Program Counter (PC)

- Contiene l'indirizzo in memoria centrale della **prossima istruzione** da eseguire
 - All'inizio dell'esecuzione di un programma viene caricato con l'indirizzo della prima istruzione di quel programma
 - Ad ogni istruzione eseguita il PC viene modificato per contenere l'indirizzo della istruzione successiva
-

Le componenti della CPU:

I REGISTRI SPECIALI

□ L'Instruction Register (IR)

- Contiene l'istruzione correntemente in esecuzione
- La CPU legge l'istruzione contenuta nell'Instruction Register e la esegue

□ IL Registro di stato (PSW)

- Descrive lo stato corrente della esecuzione
 - Segnala eventuali errori (ad es.: overflow)
-

Le componenti della CPU:

I REGISTRI SPECIALI

□ Registro Indirizzi Memoria (MAR)

- contiene l'indirizzo della cella da cui leggere o in cui scrivere un dato

□ Registro Dati Memoria (MDR)

- contiene il dato letto dalla memoria o da scrivere in memoria
-

Le componenti della CPU:

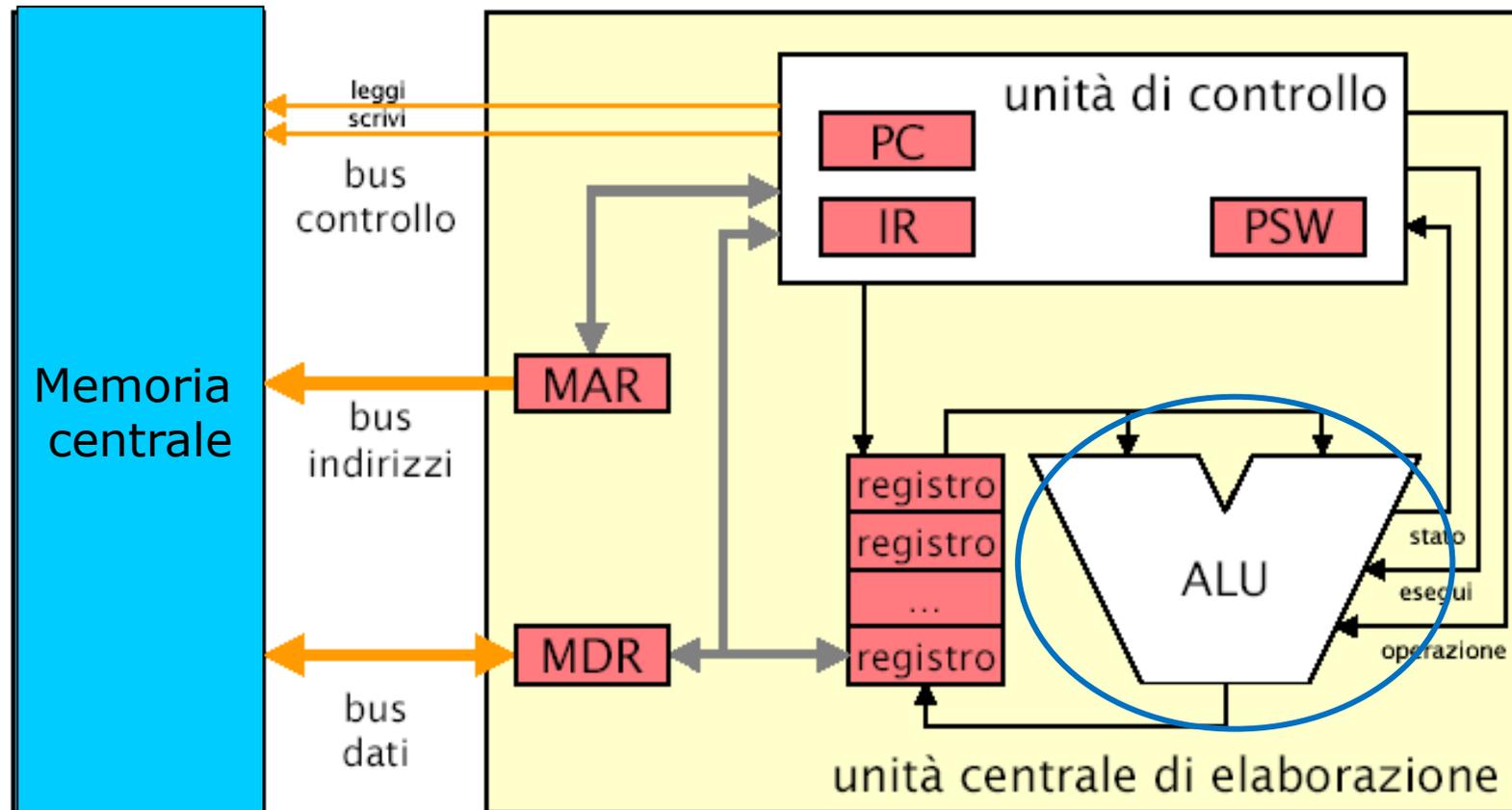
I REGISTRI GENERALI

□ I registri generali

- in numero di 8, 16, 64
 - sono usati come memorie temporanee per contenere gli operandi delle istruzioni e i risultati parziali durante l'esecuzione delle istruzioni
-

Le componenti della CPU:

ARITHMETIC-LOGIC UNIT (ALU)

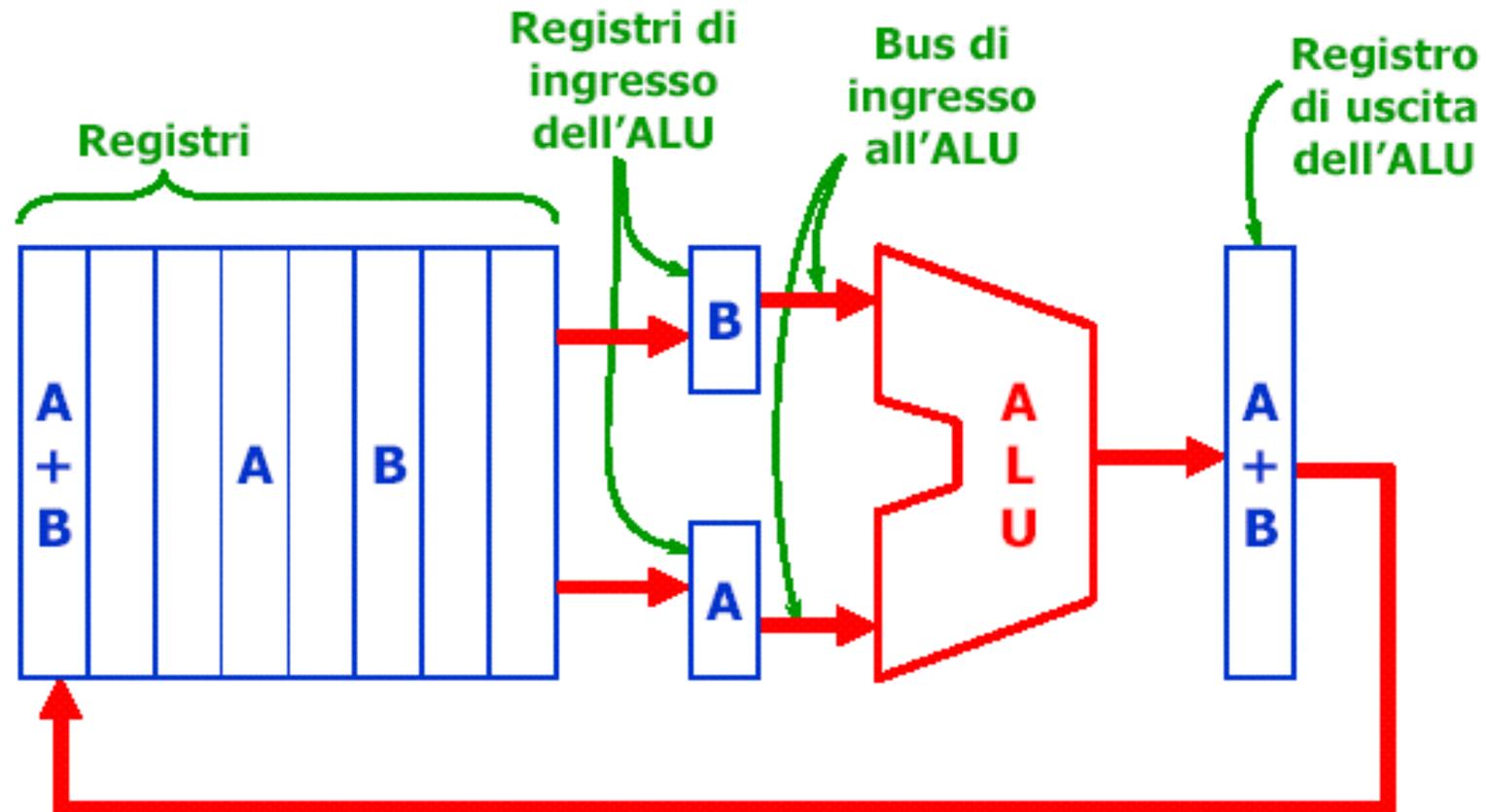


Le componenti della CPU:

ARITHMETIC-LOGIC UNIT (ALU)

- Si occupa di eseguire le operazioni di tipo aritmetico/logico: somme, confronti...
 - Preleva gli operandi dai / deposita il risultato delle operazioni nei: registri generali
 - A volte e' affiancata da un **co-processore matematico**
-

Le componenti della CPU: ARITHMETIC-LOGIC UNIT (ALU)



Linguaggio macchina e assembler

□ Linguaggio macchina :

linguaggio comprensibile direttamente dal processore della macchina
(binario)

□ Assembler :

versione simbolica del linguaggio macchina in cui i nomi delle operazioni e degli operandi sono indicati con codici simbolici (Es: ADD=Somma; LOAD=Carica in memoria, etc)

□ Assemblatori :

programmi che traducono il codice simbolico in sequenze di 0 e 1

Il linguaggio macchina e la codifica delle istruzioni assembler

Si vuole scrivere un programma che sommi la paga base e la paga straordinaria di un impiegato per calcolare la paga lorda

LINGUAGGUO MACCHINA	LING. ASSEMBLER	ALTO LIVELLO (es: Visual Basic)
+1300042774 +140593419 +1200274027	LOAD pagabase ADD straordinario STORE pagalorda	pagaLorda = pagaBase + Straordinario

Esempio di scrittura di uno **stesso** spezzone di programma in diversi linguaggi di programmazione: Linguaggio macchina, Linguaggio Assembler, Visual Basic
