

Elementi di Informatica

Facoltà di Economia

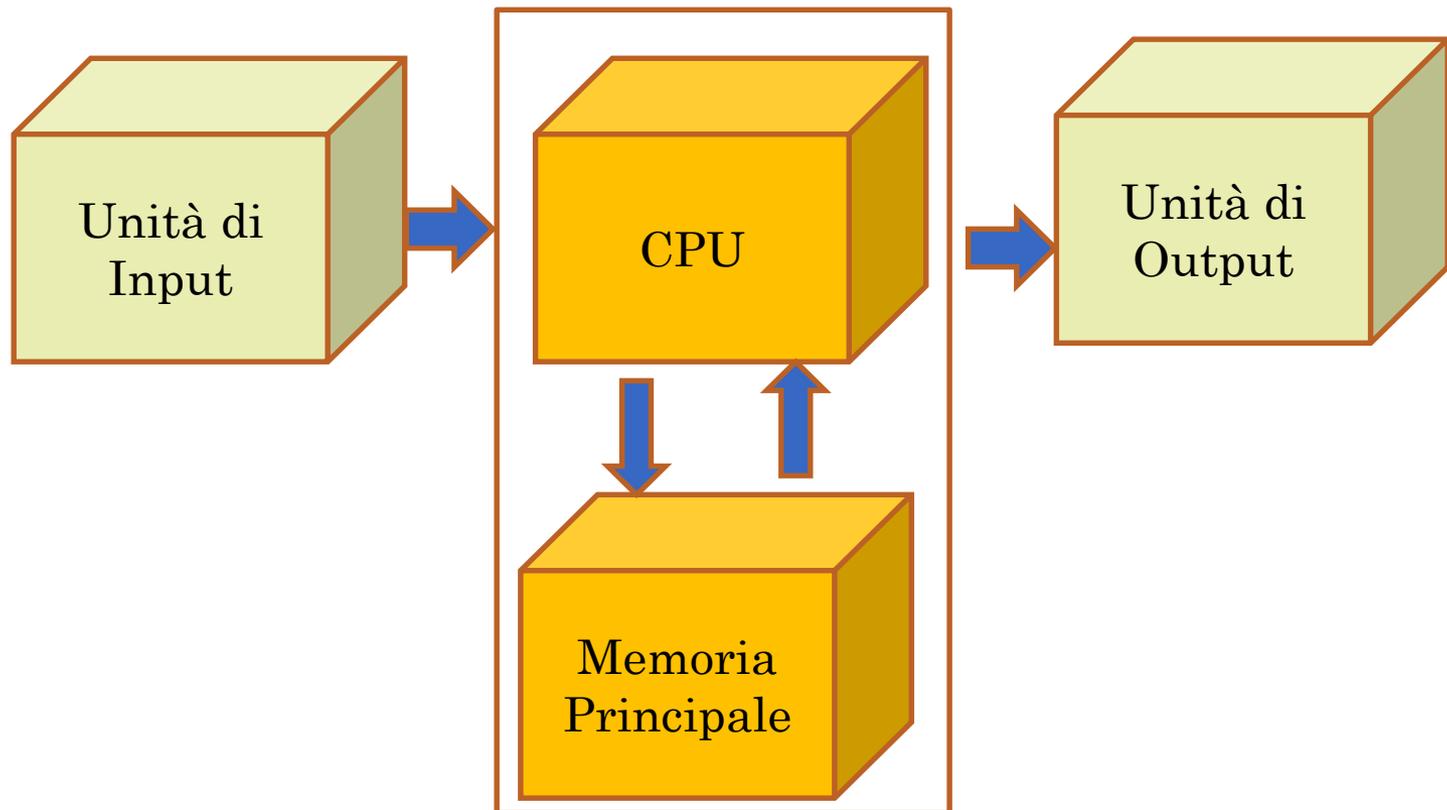
Architettura dei Computer

Lezione: 17/10/19



ARCHITETTURA DEI COMPUTER

In un Computer la circuiteria che esegue operazione sui dati è denominata CPU (*Central Process Unit*) o più semplicemente processore. L'architettura che si utilizza ancora oggi come schema è quella di **Von Neumann** (1945).



ARCHITETTURA DEI COMPUTER

- Una **memoria centrale, supporto in grado di registrare** le singole istruzioni di un programma e i dati sui quali operare.

- Una **unità centrale di elaborazione**, insieme di circuiti elettronici, in grado di effettuare le operazioni richieste dal programma e di prendere decisioni sulla base dei risultati ottenuti; l'unità centrale di elaborazione deve, inoltre, provvedere alle operazioni di trasferimento tra la memoria centrale e le unità periferiche, governando lo smistamento dei dati di ingresso e uscita dalla memoria centrale.

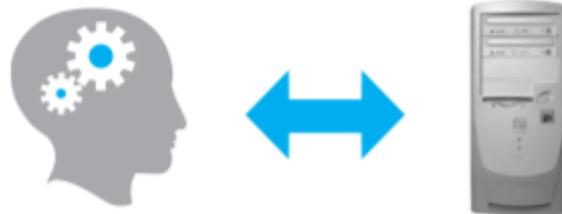
- Le **unità periferiche, di input e di output**, unità in grado di svolgere funzioni di comunicazione tra l'ambiente esterno e l'elaboratore, come l'inserimento nel sistema del programma e dei dati e l'uscita dei risultati.



Case (termine mutuato dall'inglese *computer case*), **cabinet** o **chassis** (anche *telaio*), in informatica indica il contenitore dentro cui sono montati i componenti principali di un computer.



Paragonandolo al corpo umano, potremmo dire che il modulo base rappresenta la “testa” ossia la parte del corpo contenente il cervello e il “centro della memoria”. Tale dispositivo, infatti, contiene tutte le componenti fondamentali necessarie per poter “manipolare” le informazioni.



Come viaggiano le informazioni all'interno della macchina? Il collegamento fisico tra le varie unità funzionali di un computer è realizzato da un insieme di linee, dette bus.



Il bus è costituito da una serie di collegamenti hardware (è simile a un gruppo di fili), su cui viaggiano tutti i dati che vengono scambiati tra l'unità centrale, la memoria e le unità di input/output.

In un sistema di elaborazione si trovano tre bus principali.

Il bus degli indirizzi (address bus),



Il bus degli indirizzi

È il bus attraverso il quale la **CPU** decide in quale indirizzo andare a scrivere o a leggere informazioni; sia le celle di memoria sia le periferiche di I/O (Input/Output) sono infatti divise in zone, ognuna delle quali ha un dato indirizzo. Dopo aver comunicato l'indirizzo tramite questo bus, la scrittura o lettura avviene normalmente tramite il bus dati. L'unico dispositivo abilitato a inviare informazioni su questo bus, che è **unidirezionale**, è la CPU



Il bus dei dati

il bus dei dati viene utilizzato per lo scambio di informazioni tra i vari dispositivi. È **bidirezionale**, in quanto l'invio di dati non è di sola pertinenza della CPU

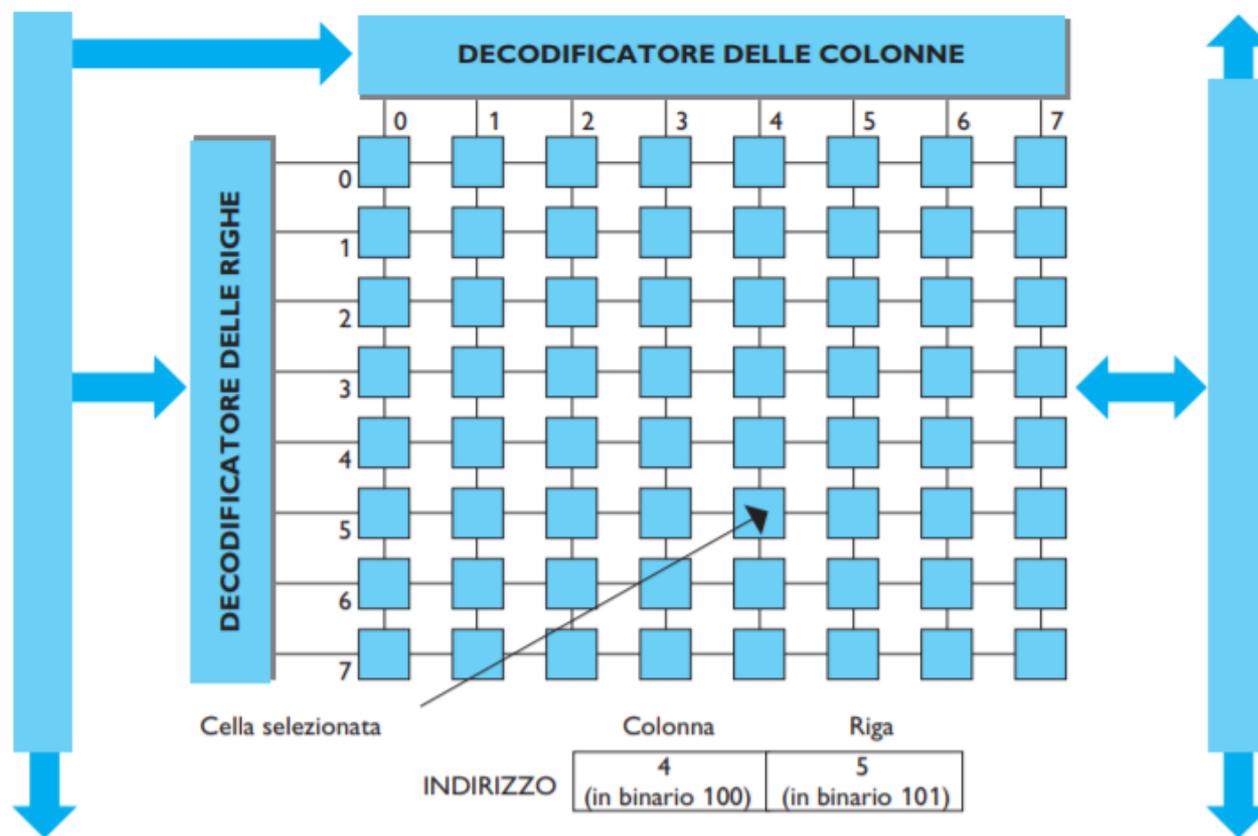
Il bus di controllo

Il suo scopo principale è, di coordinare e controllare il traffico di tutte le informazioni che viaggiano sugli altri due bus. Anch'esso è **bidirezionale**.

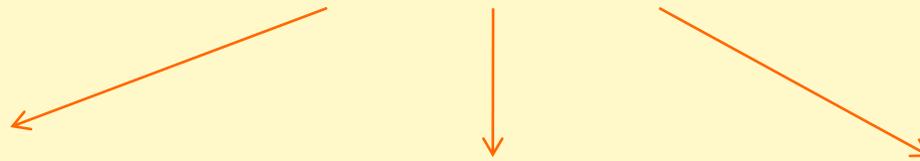


La memoria centrale

Le celle della memoria sono organizzate in una matrice quadrata. A ogni intersezione tra le colonne e le righe si trovano le celle di memoria. L'indirizzo di memoria, quindi, è composto da due parti: la prima a destra individua la riga e la restante parte individua la colonna.



Altre componenti logiche della memoria centrale indispensabili per poter realizzare il dialogo con la CPU sono i registri.



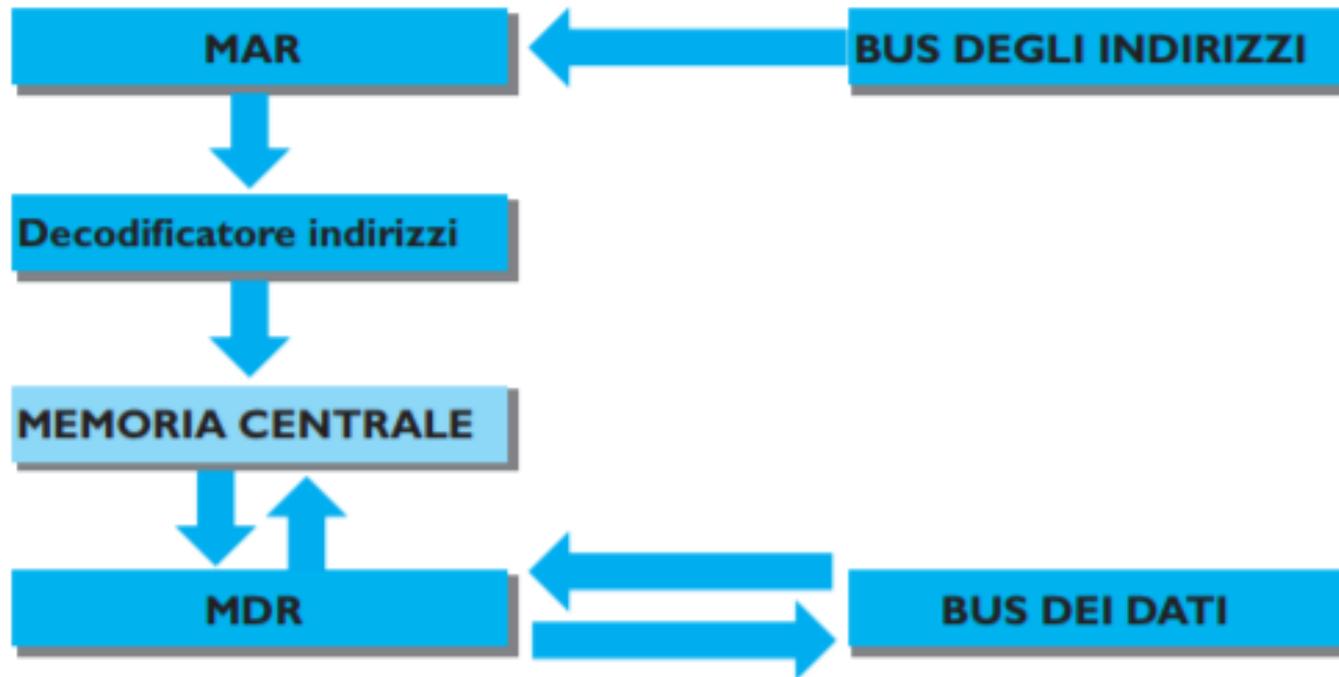
- MAR (Memory Address Register). È il registro degli indirizzi di memoria e contiene l'indirizzo della cella di memoria in cui la CPU deve scrivere o da cui deve leggere un dato.

- MDR (Memory Data Register). È il registro dei dati di memoria e contiene la parola che deve essere scritta o quella appena letta.

- CONTR. Questo registro contiene appositi messaggi provenienti dalla memoria stessa e dalle altre unità. Ad esempio, dopo un accesso, la memoria imposta in esso un messaggio di pronto, mentre le altre unità, caricano in esso un messaggio di lettura o di scrittura.

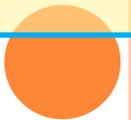


Vediamo, ora, come avviene tecnicamente la lettura di un dato.



Quando la CPU necessita di un dato, invia al MAR, sul bus degli indirizzi, l'indirizzo della cella di memoria che intende leggere. Contemporaneamente la CPU invia al CONTR, sul bus di controllo, il messaggio di lettura. Una volta ricevuti questi ordini, la memoria si posiziona sulla cella riportante l'indirizzo indicato dal MAR, legge il dato e lo deposita nel registro MDR, poi imposta nel registro CONTR un messaggio di pronto e invia il tutto sugli appositi bus. La lettura è così compiuta.

Questo insieme di azioni (necessarie per poter compiere un'operazione di lettura) prende il nome di ciclo di memoria e il tempo necessario per realizzarlo si chiama tempo di accesso che, negli attuali elaboratori, è dell'ordine dei nanosecondi (1 nanosecondo = 1 miliardesimo di secondo).



La memoria centrale è generalmente costituita da tre memorie:

- la memoria RAM (Random Access Memory = memoria ad accesso casuale);
- la memoria ROM (Read Only Memory = memoria a sola lettura);
- la memoria CACHE o memoria tampone.

La memoria CACHE è una particolare memoria RAM caratterizzata da un'elevatissima velocità. È utilizzata come memoria intermedia tra CPU e memoria centrale, per aumentare la velocità e le prestazioni del computer.

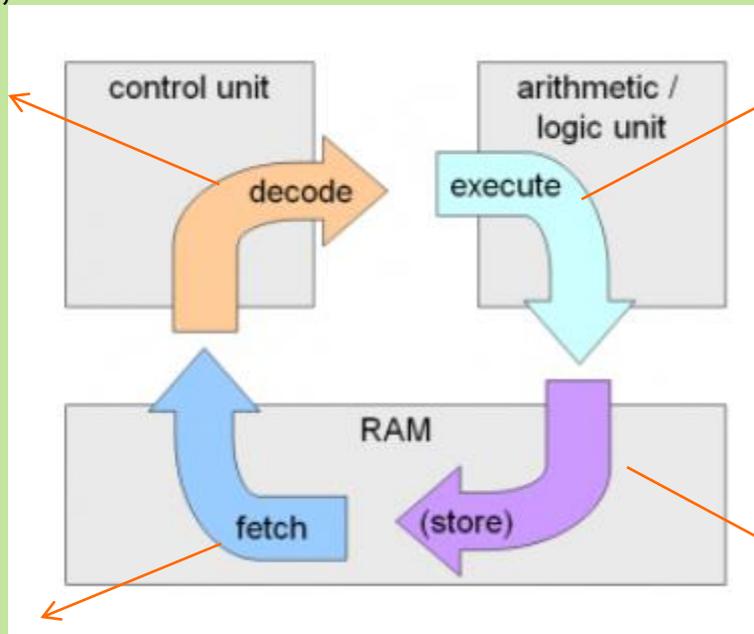
Essenzialmente è una memoria di transito con accesso molto rapido e viene utilizzata per memorizzare i dati temporanei usati più frequentemente, rendendoli disponibili senza doverli prelevare ogni volta dalla memoria RAM che è decisamente meno veloce.



CPU "Central Processing Unit"

Si tratta del componente che esegue le istruzioni dei vari programmi, e sovrintende al funzionamento dell'intera macchina. Esegue tutti i calcoli, gestisce il trasferimento di dati attraverso le memorie e i dischi e attiva o disattiva i componenti della macchina.

Tutti i dati presenti nella memoria vengono tradotti in **linguaggio binario**, così da poter essere compresi dalla **CPU**

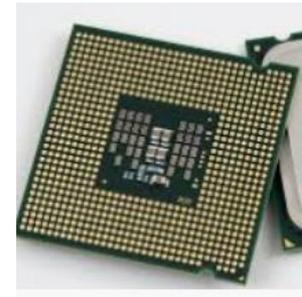


raccoglie tutti i dati e gli elabora con complesse operazioni matematiche al fine di restituirci ciò che gli abbiamo chiesto.

la **CPU** recupera dalla memoria tutti i dati necessari per eseguire l'operazione

il risultato viene copiato all'interno della memoria e si passa all'istruzione successiva.

La CPU rappresenta il nucleo di tutto il sistema di elaborazione ed è responsabile dell'esecuzione e del controllo dei processi



chip di silicio

È composta da

Questa unità funzionale è composta da:

- un'unità di controllo detta CU (Control Unit);
- un'unità aritmetico-logica detta, generalmente, ALU (Arithmetic Logic Unit);
- alcuni registri.

Ha il compito di

- provvedere alla registrazione in memoria centrale dei dati e delle istruzioni dei programmi;
- riconoscere e interpretare le istruzioni del programma da eseguire;
- eseguire le operazioni logiche e aritmetiche;
- controllare tutte le operazioni necessarie per eseguire il processo di elaborazione e gestire il traffico di informazioni con l'esterno.

Il coordinamento tra le varie parti del calcolatore è svolto dall'unità di controllo „

il controllo consiste nel coordinamento dell'esecuzione temporale delle operazioni .

„Il controllo avviene in modo sincrono rispetto alla scansione temporale imposta dall'orologio di sistema (clock).

L'elaborazione è svolta dall'unità aritmetico-logica, che è un componente dell'unità centrale di elaborazione. Le istruzioni del linguaggio macchina corrispondono ad operazioni elementari di elaborazione „operazioni aritmetiche „operazioni relazionali (confronto tra dati) „operazioni su caratteri e valori di verità „altre operazioni numeriche.

Un calcolatore sa svolgere poche tipologie di operazioni elementari ma in modo molto efficiente „

Un calcolatore può eseguire decine o centinaia di milioni di istruzioni del linguaggio macchina al secondo.

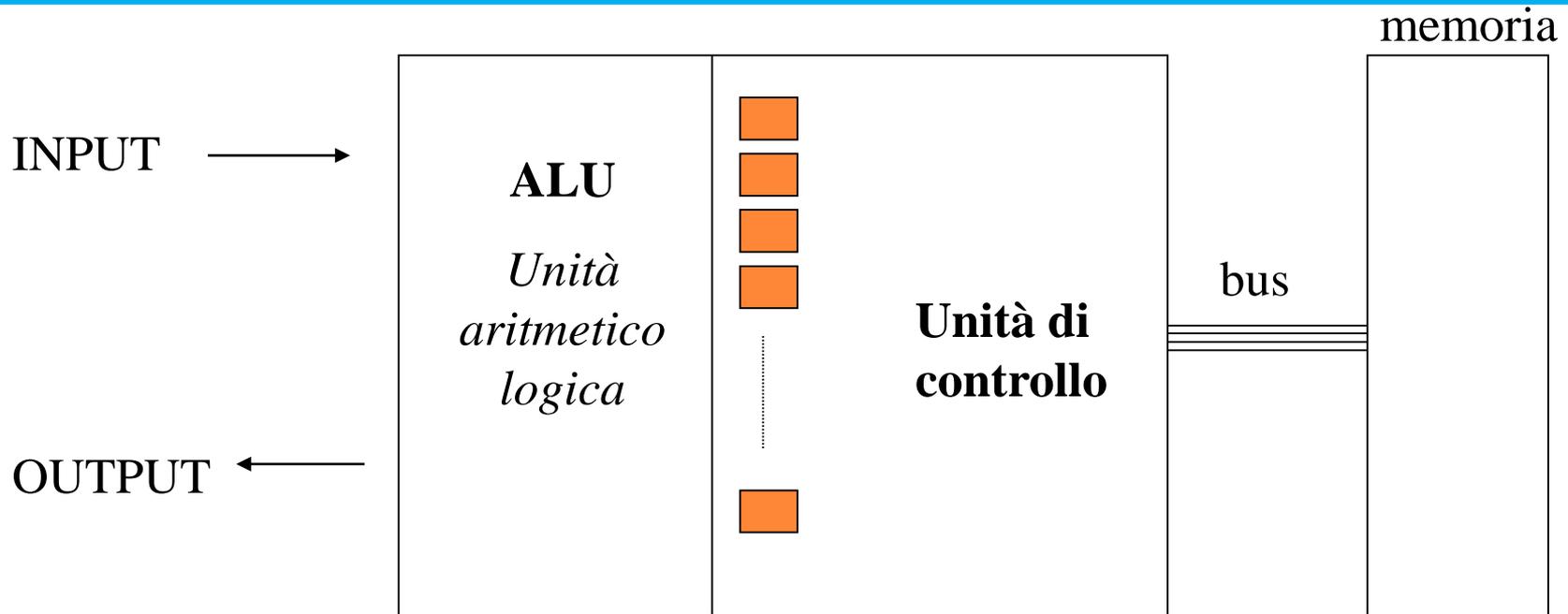


ARCHITETTURA DEI COMPUTER

La CPU è suddivisa in due grandi unità, ALU, CU

ALU: *esegue l'elaborazione dei dati: somma, sottrazione, etc*

CU: *contiene i circuiti necessari per coordinare le attività della macchina.*



ARCHITETTURA DEI COMPUTER

Per la memorizzazione temporanea delle informazioni, la CPU contiene delle cellette di memorie dette registri

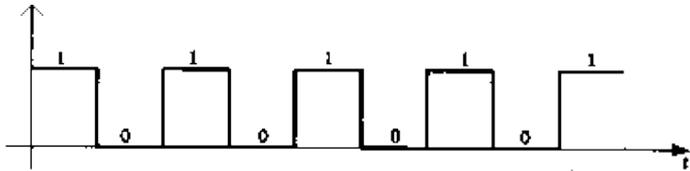
Vediamo come una semplice operazione di addizione viene svolta :

- 1) Prendi dalla memoria uno dei valori e ponilo nel registro 1
- 2) Prendi dalla memoria il secondo valore e ponilo nel registro 2
- 3) Attiva la ALU e addiziona i numeri
- 4) Trasferisci ad un altro registro il risultato
- 5) Stop



Poiché la CPU è una macchina sequenziale è necessaria la presenza di qualcosa che scandisca il tempo. Un opportuno circuito elettronico “orologio”, il clock, genera dei “tick” periodici.

Il clock è l’orologio interno al computer, e serve a sincronizzare le operazioni eseguite dalle sue componenti. Il clock determina la velocità con cui la CPU esegue i suoi compiti.



Il **clock** è un segnale periodico (onda quadra) che serve per sincronizzare il funzionamento dei dispositivi elettronici digitali.

frequenza di clock è il numero di cicli compiuti dal segnale periodico in un secondo, ovvero il numero di commutazioni tra i due livelli logici “0” e “1” che i circuiti logici interni ad un microprocessore sono in grado di eseguire nell’unità di tempo.

In un processore i vari circuiti logici preposti ad eseguire operazioni diverse interagiscono tra loro scambiandosi informazioni. Perché tale operazione avvenga correttamente però è necessario che ad ogni circuito sia indicato il momento esatto in cui può ritenere validi i segnali che riceve in ingresso. Il clock è il segnale che si occupa di questo ed è condiviso tra tutti i circuiti.

Riassumendo, maggiore è la frequenza di clock, più sono le operazioni che possono essere eseguite nello stesso lasso di tempo. Per aumentare le prestazioni di una CPU quindi è possibile agire sul clock.



Evoluzione delle CPU

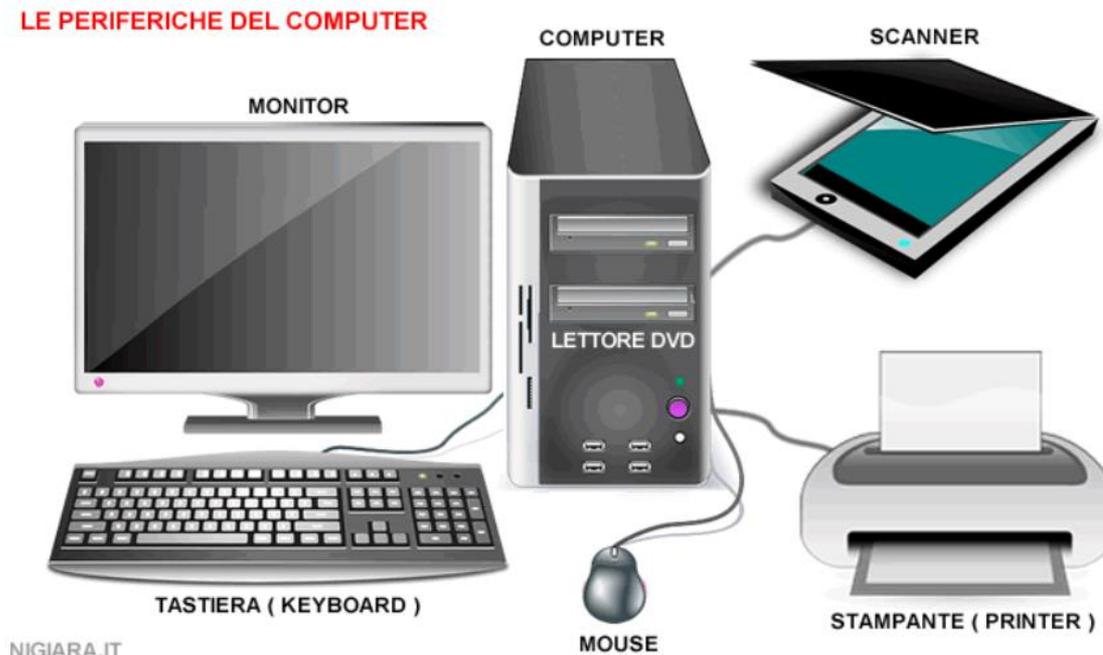


CPU	Anno	Frequenza (MHz)	Dimensione registri / bus dati	Numero di transistor
8086	1978	4.77 — 12	8 / 16	29 000
80286	1982	8 — 16	16 / 16	134 000
80386	1986	16 — 33	32 / 32	275 000
80386 SX	1988	16 — 33	32 / 16	275 000
80486	1989	33 — 50	32 / 32	1 200 000
Pentium	1993	60 — 200	32 / 64	3 100 000
Pentium II	1997	233 — 400	32 / 64	7 500 000
Pentium III	1999	450 — 1133	32 / 64	24 000 000
Pentium 4	2000	1600 — 2000	32 / 64	42 000 000

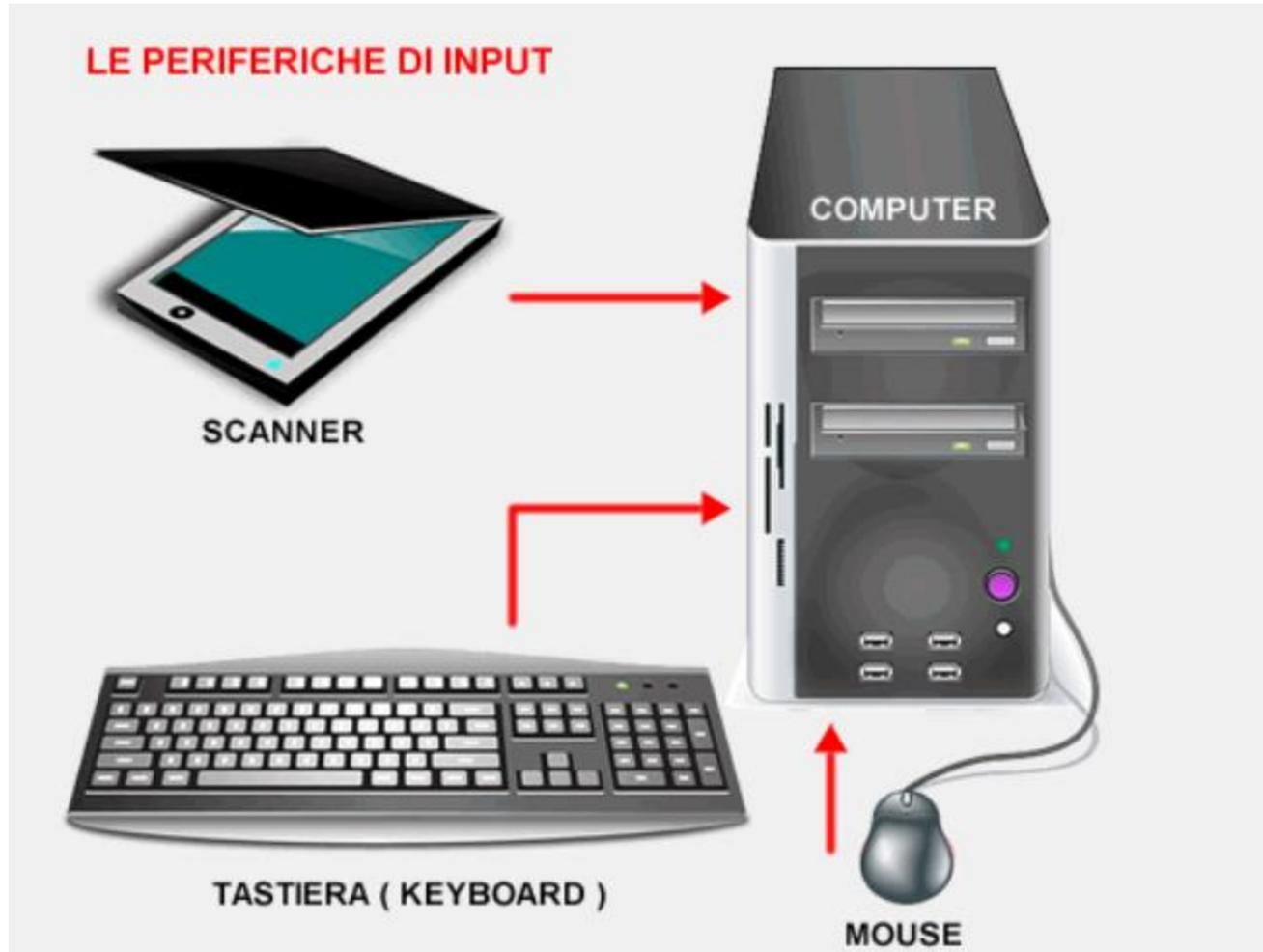
I processori moderni hanno di fatto già raggiunto il limite massimo superiore delle frequenze di clock (3GHz) al di sopra delle quali la maggior produzione di calore durante l'elaborazione non può essere smaltita efficacemente causando danni al processore stesso; per ovviare a ciò e continuare ad aumentare le capacità di calcolo di un sistema di elaborazione si sono sviluppate tecniche di esecuzione parallela attraverso il ricorso ad architetture hardware a multiprocessore.

I dispositivi di input/output (anche detti periferiche), permettono di realizzare l'interazione tra l'uomo e la macchina

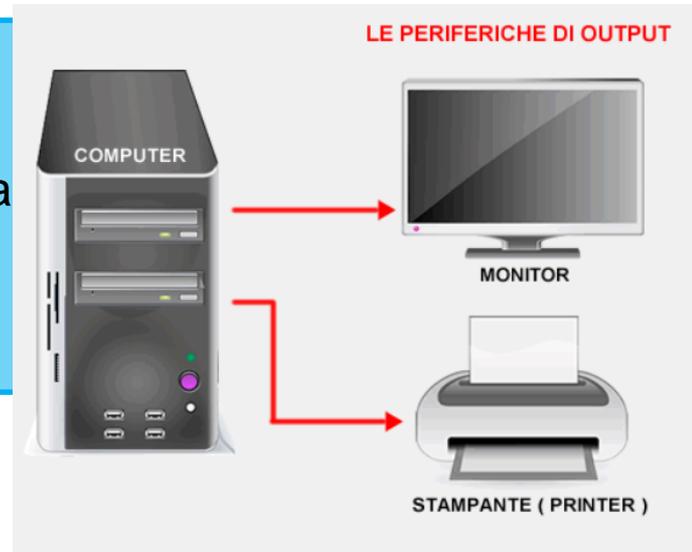
La loro funzione primaria è quella di consentire l'immissione dei dati all'interno dell'elaboratore (input), o l'uscita dei dati dall'elaboratore (output)



La *periferica di input* (anche chiamata *periferica di ingresso*) è una periferica che immette dati nella memoria centrale del computer lavorando in maniera unidirezionale. (es. tastiera e mouse).



La *periferica di output* (anche chiamata *periferica di uscita*) è una periferica che riceve dati dalla memoria centrale del computer lavorando in maniera unidirezionale



La *periferica di input/output* (anche chiamata *periferica di ingresso/uscita*) è una periferica che immette dati nella memoria centrale del computer e riceve da essa dati lavorando in maniera bidirezionale.



Ogni periferica (dispositivo di I/O) è costituita da 3 componenti:



Una componente visibile, il dispositivo in senso lato detto dispositivo

Una componente elettronica di controllo chiamata controller

Una componente software driver (come per i dispositivi di memoria secondaria)



CONTROLLER

Gestisce il coordinamento tra processore, memoria e dispositivo

- Riceve gli ordini dal microprocessore e li trasferisce al dispositivo fisico
- Risiede su un circuito ed è solitamente esterno all'unità periferica ed all'interno del case
- Il collegamento tra il controller e la periferica avviene attraverso opportuni connettori.

DRIVER

- Componente software necessaria per la gestione della periferica
- Ogni periferica ha un proprio driver che viene consegnato su un disco all'atto dell'acquisto della periferica
- Prima di utilizzare la periferica è necessario installare il driver corrispondente.



- Una caratteristica comune a tutti i dispositivi è quella di operare in modo asincrono rispetto al processore.

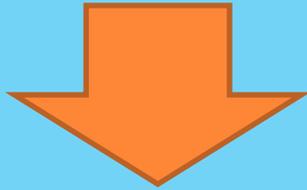


Consideriamo una tastiera che produce dei dati di input. Il processore non è in grado di prevedere e di controllare il momento in cui un dato di input sarà a disposizione.

Allo stesso modo, il processore non può prevedere il momento in cui un dispositivo in output avrà terminato di produrre i dati in uscita.



Sono pertanto necessarie delle forme di sincronizzazione tra i dispositivi e il processore



- • Un dispositivo di input deve avvertire il processore quando un dato di input è disponibile
- • Un dispositivo di output deve avvertire il processore quando ha terminato di produrre dati in uscita
- • Le operazioni di sincronizzazione delle attività sono fondamentali nell'interazione tra il processore e i dispositivi



I vari dispositivi di input/output sono collegati al processore attraverso un bus, su ognuno dei quali viene inserito una componente hardware, il controller, che gestisce la comunicazione con il dispositivo e con il resto del sistema.



Le memorie di massa o memorie ausiliarie sono quelle sulle quali è solo possibile conservare dati e programmi: da esse però non può dipendere alcun tipo di elaborazione. Quindi, per poter elaborare dei dati o per poter eseguire programmi registrati su una memoria di massa occorre dapprima trasferire dati o programmi nella memoria centrale, unica memoria sulla quale la CPU è in grado di operare. Queste memorie presentano le seguenti caratteristiche:

- conservano permanentemente i dati;
- possono contenere grandissime quantità di informazioni;
- sono memorie trasportabili;
- sono meno costose della memoria centrale;
- sono più lente della memoria centrale.

I dispositivi di memoria di massa più comuni sono: le memorie magnetiche e le memorie ottiche.



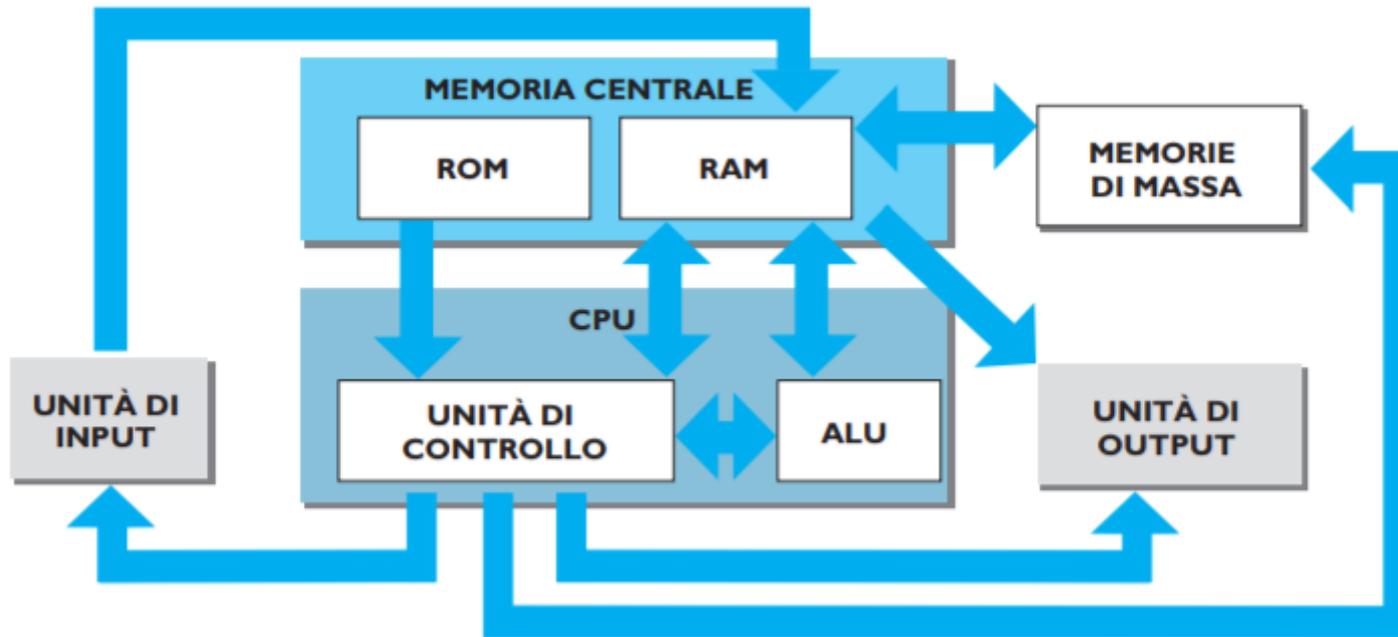
Con **memoria magnetica** si indicano memorie di dati il cui principio di funzionamento ovvero di memorizzazione delle informazioni è basato su principi relativi al magnetismo della materia.

Appartengono a questa categoria i dischi magnetici quali ad esempio **hard disk e floppy disk**.

Nelle **memorie ottiche** perchè le informazioni sono scritte e lette grazie a dei laser. Appartengono a questa categoria i **CD (compact disk) e i DVD (Digital Versatile Disk)**.



Alla luce di quanto detto, siamo ora in grado di completare il modello di von Neumann.



La classificazione dei computer

Tecnicamente, i computer vengono classificati in categorie a seconda delle funzioni, delle prestazioni, delle dimensioni, del costo e della velocità di elaborazione.



I supercomputer sono i più potenti, costosi e veloci computer disponibili attualmente (raggiungono una velocità di 1000 miliardi di operazioni al secondo). Sono utilizzati particolarmente nelle università e nei centri di ricerca per simulare modelli, verificare teorie scientifiche e risolvere problemi che richiedono un esorbitante numero di calcoli.



Elevata parallelizzazione



La più recente Top 500 dei supercomputer mondiali più veloci, aggiornata a novembre 2017, vede la Cina in testa per numero totale di sistemi in classifica: 202 contro i 143 statunitensi.

Summit IBM

Dipartimento dell'Energia degli Stati Uniti



Il supercomputer del Tennessee ha un valore che si aggira intorno ai 200 milioni di dollari. Consuma una quantità di elettricità pari a quella necessaria a illuminare 8.100 case americane. Funziona grazie a 9.126 processori della IBM



CAMPI DI APPLICAZIONE



fusione energetica,
 scienza dei materiali,
 studi sul clima,
 chimica computazionale,
 cosmologia.





I **mainframe** hanno costituito la grande potenza di riserva di calcolo dagli anni '60 agli anni '80. Lavoravano in modalità multiutenza

I supercomputer generalmente si focalizzano su problemi che sono limitati dalla velocità di calcolo, mentre i mainframe si focalizzano su problemi che sono limitati dall'input/output e l'affidabilità.

I minicomputer (sono elaboratori un po' più piccoli (in termini di potenza) dei mainframe, ma anch'essi in grado di gestire grosse quantità di dati in multiutenza. Per questo sono utilizzati dalle organizzazioni di medie dimensioni.



I **personal computer** sono macchine usate in ambito lavorativo e domestico da un solo utente alla volta.

I **palmari** (palmtop) sono computer di dimensioni estremamente ridotte, in grado di stare sul palmo della mano (da cui il nome). **Sono computer che uniscono alle funzionalità di calcolatrici e agende alcune funzioni tipiche dei calcolatori come la connessione a Internet, l'elaborazione di testi e di fogli elettronici.** Possono essere usati anche come telefoni cellulari.

