

Elementi fondamentali del calcolatore

L'elaboratore è costituito da 4 elementi funzionali fondamentali:

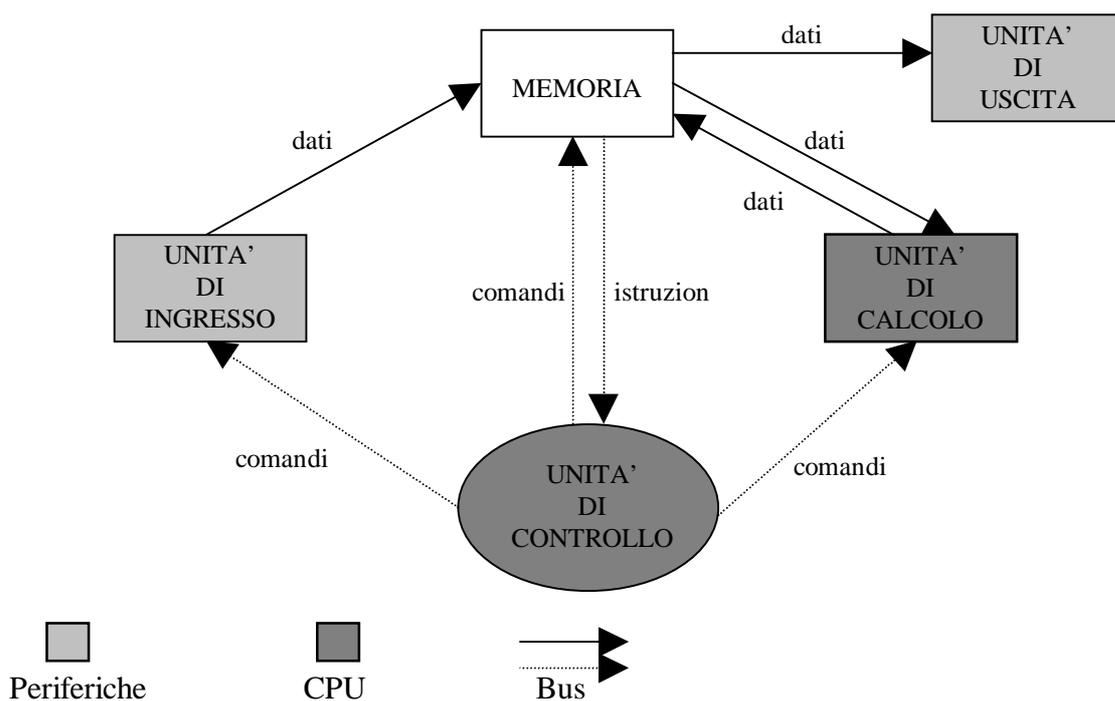
- le *periferiche*
- la *memoria centrale*
- l'*unità di elaborazione*
- il *bus di sistema*

Le **periferiche** consentono il flusso di informazioni tra l'elaboratore e l'esterno: le unità di input verso l'elaboratore, quelle di output verso l'esterno.

La **memoria centrale** spesso indicata come RAM (*Random Access Memory*) contiene, in forma binaria, le informazioni necessarie all'esecuzione di un programma (istruzioni e dati).

L'**unità di elaborazione** o CPU (*Central Processing Unit*) o **microprocessore** è il cuore del computer, elabora i dati presenti in memoria seguendo le indicazioni dei programmi (software) e coordina/controlla il funzionamento delle periferiche.

Il **bus di sistema** opera il collegamento fra questi elementi funzionali.

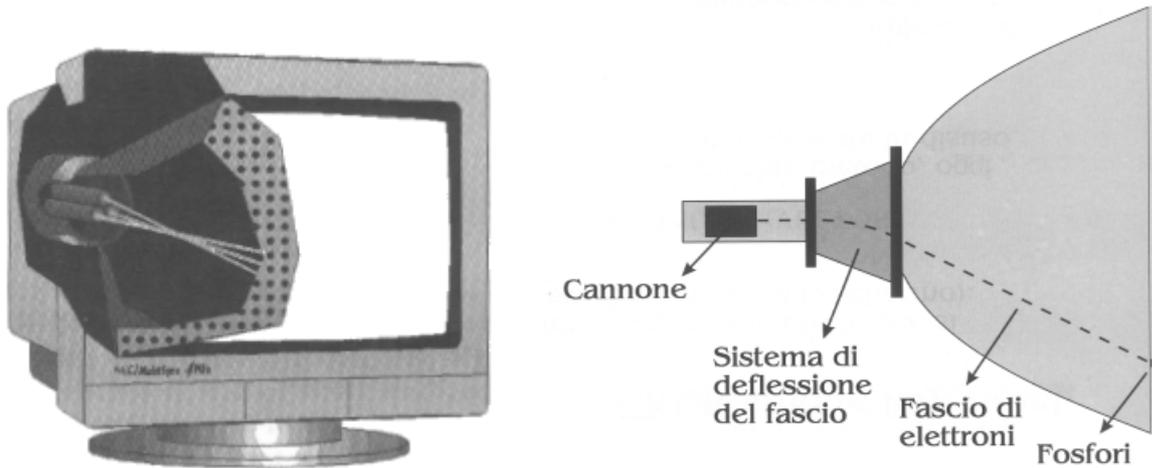


Periferiche

Una tipica *periferica di output* è il **monitor**.

È essenzialmente simile ad un televisore, eccetto il fatto che riceve le immagini dall'unità centrale invece che da una stazione televisiva. Il monitor (che in inglese significa *controllo*) visualizza tutte le attività svolte dal computer: dai comandi digitati sulla tastiera ai risultati finali delle elaborazioni.

I monitor più diffusi sono quelli con tubo a raggi catodici (**CRT** *Catod Ray Tube*) e quelli a cristalli liquidi (**LCD** *Liquid Crystal Display*). Questi ultimi sono usati soprattutto per i computer portatili ma si stanno diffondendo anche per quelli da tavolo essendo molto sottili.



Monitor CRT e principio di funzionamento



Monitor LCD

Le caratteristiche principali di un monitor sono: la *dimensione*, la *frequenza*, la *risoluzione* e il *dot pitch*.

La *dimensione* viene calcolata con la lunghezza in pollici ($1'' = 1 \text{ pollice} = 2,53 \text{ cm}$) della diagonale principale (come nella figura precedente). I monitor più diffusi hanno dimensione 15'' e 17'' ma, soprattutto nel caso di applicazioni grafiche, si utilizzano monitor di 19'', 20'' o 24''.

La *frequenza*, misurata in *Hertz* ($1 \text{ Herz} = \text{sec}^{-1}$), indica quante volte al secondo l'immagine viene rinnovata (*refresh*); più alta è la frequenza e minore sarà il tremolio dell'immagine (*flickering*).

La *risoluzione* è il numero di *pixel* (punti elementari di colore) contenuti su un monitor, espressa in termini di numero di pixel sull'asse orizzontale e verticale del monitor. La chiarezza di un'immagine dipende dalla risoluzione e dalla grandezza del monitor. La stessa risoluzione fornirà immagini più chiare su un monitor piccolo rispetto ad uno grande. La risoluzione massima del monitor dipende dal *dot pitch*. Un sistema con risoluzione massima di 1280×1023 pixel può supportare risoluzioni di 1024×768 , 800×600 (risoluzione usualmente utilizzata) e 640×480 pixel.

Il *dot pitch* indica per un monitor quanto può essere chiara l'immagine mostrata. Il dot pitch è misurato in millimetri (mm) e un piccolo valore indica una immagine più chiara. Nei monitor da tavolo, i dot pitch più comuni sono 0,31 mm, 0,28 mm, 0,27 mm, 0,26 mm e 0,25 mm. Gli utenti di personal computer di solito preferiscono 0,28 mm o meno. Il dot pitch si può pensare come il più piccolo componente fisico di visualizzazione del monitor. Un *pixel* è la più piccola area del monitor

che può essere controllata e alla massima risoluzione è proprio un *dot* (*punto*) mentre a risoluzioni più basse un pixel coinvolge più dot.

Un'altra caratteristica significativa dei monitor è il numero di colori che si possono rappresentare. I vecchi monitor bianco e nero sono stati sostituiti, prima, da monitor a 16 e 256 colori e ora a 64K o 16M (*true color*) di colori.

Un'altra tipica periferica di output è la stampante. Una stampante è un dispositivo che accetta testo e grafica da un computer e che trasferisce tali informazioni sulla carta, di solito in fogli di formato standard (A4). Le stampanti solitamente vengono acquistate separatamente. Ve ne sono differenti tipi dipendentemente dalla grandezza, velocità di stampa, sofisticazione e costo. Le stampanti per personal computer di solito stampano alcune pagine al minuto. Le stampanti più costose sono quelle ad alta risoluzione e a colori.



Stampante laser

Possono essere distinte in stampanti a *impatto* e *non-impatto*. Le prime stampanti a impatto lavoravano come una macchina da scrivere automatica (un percussore battendo su un nastro con inchiostro lascia l'impronta sulla carta) e potevano stampare solo caratteri e alcuni simboli grafici. Furono sostituite dalle stampanti a *matrici di punti* che componevano la stampa una linea alla volta. Le più note stampanti a non-impatto sono le *inkjet*, di cui vi sono vari modelli a colori a basso costo, e le stampanti *laser*. La *inkjet* spruzza l'inchiostro, da uno o più contenitori (*cartucce*) attraverso degli ugelli, sulla carta che scorre tramite dei rulli. La stampante laser utilizza il raggio laser riflesso su uno specchio per attrarre l'inchiostro (chiamato *toner*) su aree selezionate della carta mentre questa scorre lungo una direzione.

Le caratteristiche più importanti delle stampanti sono: *colori*, *risoluzione*, *velocità* e *memoria*.

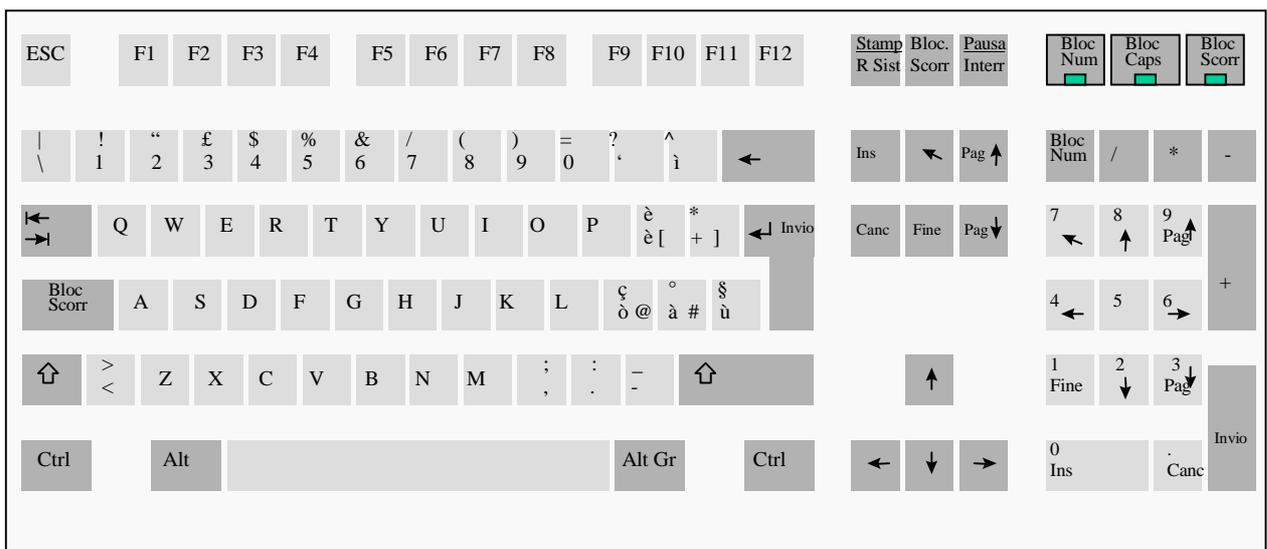
Normalmente le stampanti a *colori* sono le *inkjet* ma vi sono anche alcune stampanti laser estremamente costose. Le stampanti laser normali utilizzano i toni di grigio per sostituire i colori. La *risoluzione* è misurata in *dpi* (dots per inch = punti per pollice). Molte stampanti consentono risoluzioni fino a 600 dpi. La *velocità* è importante per chi utilizza spesso la stampante. Stampanti poco costose stampano da 3 a 6 fogli al minute. Le stampanti a colori sono le più lente e le stampanti laser sono molto più veloci delle *inkjet*. La *memoria* consente di liberare il calcolatore dalla stampa da effettuare e viene misurata in megabyte. Mentre la maggior parte delle stampanti viene collegata alla porta parallela (vedi più avanti) alcune consentono la connessione alla porta seriale.

La **tastiera** è la tipica unità *periferica di input*.

Consente di introdurre dati e di impartire comandi per l'esecuzione dell'elaborazione.

Le caratteristiche peculiari della tastiera sono:

- la *nazionalità* della tastiera: consente di avere a disposizione i caratteri tipici di una lingua, ad esempio nella tastiera italiana vi sono le vocali accentate
- il *numero di tasti*: è oggi un valore standard per i P.C. ed è fissato in 102 tasti che comprendono il tastierino numerico, i tasti funzione, le frecce direzionali ed altri tasti con compiti particolari (in realtà sono ormai diffusissime tastiere a 105 - 109 tasti).

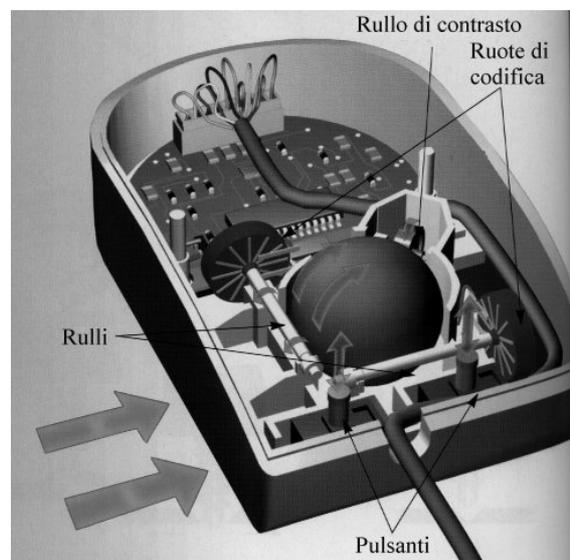


La tastiera

Un'altra tipica unità di input è il **mouse**. È un piccolo dispositivo che l'utente del computer fa scorrere sulla superficie della scrivania per *puntare* su una zona del video attraverso una freccetta chiamata *puntatore* al fine di selezionare una o più azioni. L'azione tipica è il *clic*, ossia la pressione di uno dei due o tre tasti. Per fare scorrere meglio il mouse sulla scrivania si utilizzano dei tappetini chiamati *mousepad*.



Mouse a tre tasti



Interno di un mouse a due tasti

Altre periferiche di input sono:



Telecamera

La **telecamera** per il calcolatore, anche nota come *WebCam* ossia telecamera per il Web, si usa per effettuare delle teleconferenze utilizzando Internet.

Lo **scanner** utilizzato per *digitalizzare*, ossia per trasformare in informazione binaria immagini e testi.



Scanner

Il **joystick** utilizzato come il mouse per controllare gli spostamenti all'interno del calcolatore, soprattutto nel caso di giochi e di simulatori



Joystick

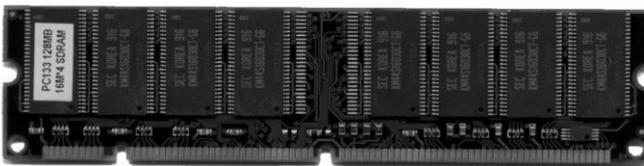
Memoria centrale

La **memoria centrale** o **RAM** (*Random Access Memory*) è una memoria ad **accesso casuale volatile**. *Accesso casuale* indica che il processore può accedere a qualunque cella di memoria direttamente, individuando direttamente la posizione (*indirizzo*) fisica dei dati depositati. *Volatile* perché il suo contenuto viene perduto quando il calcolatore non è alimentato.

Abbiamo vari tipi di RAM dipendentemente dal circuito:

- SRAM o RAM statiche
- DRAM o RAM dinamiche

Le RAM dinamiche sono quelle che oggi vengono maggiormente utilizzate, in particolare le SDRAM (memorie dinamiche sincrone ad accesso casuale).



Un modulo DRAM da 128 Mbyte



Un elemento della DRAM

I parametri significativi che contraddistinguono un circuito di memoria RAM, in prima sintesi, sono: *tempo di ciclo* e *capacità*.

Il *tempo di ciclo* indica l'intervallo di tempo che intercorre tra la richiesta di un dato alla memoria, in fase di lettura, a quando la memoria è in grado di accettare una nuova richiesta. Il tempo di ciclo si misura in nanosecondi (ns) ossia miliardesimi di secondo.

La *capacità* è il numero di bit che è possibile inserire all'interno di un singolo circuito e viene misurata in numero di bit per circuito o chip (n° bit/chip).

Per avere un'idea, le RAM statiche hanno tempi di ciclo dell'ordine delle decine di ns mentre quelle dinamiche di circa 100 ns; quindi le SRAM sono più attraenti in termini di velocità di accesso.

Per quanto concerne le capacità oggi un elemento di RAM dinamica contiene da 1 a 16 milioni di byte, mentre le RAM statiche molto di meno. Le RAM dinamiche prima adoperate su grossi calcolatori e su parti limitate della memoria dei piccoli elaboratori, oggi vengono usate estensivamente. Vi sono anche delle memorie dette EDO RAM che sono sempre RAM di tipo dinamico ma hanno costi molto inferiori alle DRAM.

Le RAM non sono gli unici dispositivi di memoria perché hanno un piccolo difetto: quando si spegne l'elaboratore, l'informazione si perde completamente e ciò in alcuni casi è indesiderato.

È necessario avere dunque anche dei circuiti che memorizzino in modo permanente l'informazione ("permanente" in questo contesto equivale a "anche quando il circuito non è alimentato").

Questa categoria di circuiti viene chiamata memoria di tipo **ROM** (*Read Only Memory*) ossia memorie di sola lettura.

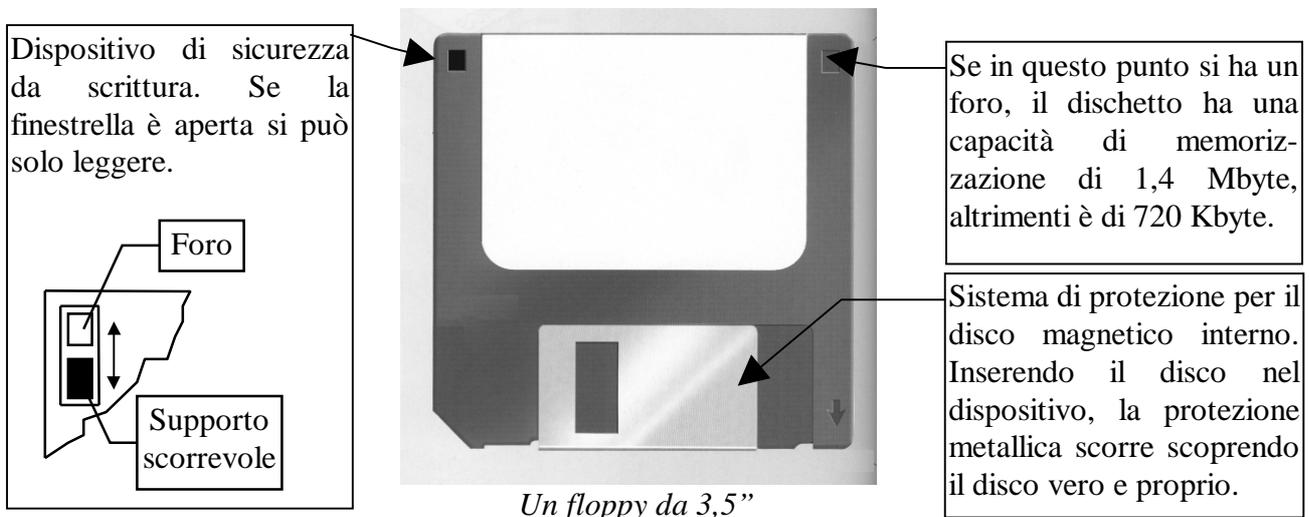
Le ROM sono utilizzate per memorizzare programmi fondamentali per il funzionamento del calcolatore. Esistono diversi tipi di memorie ROM:

- ROM, programmabili una sola volta in fabbrica;
- PROM, (Programmable ROM) programmabili una sola volta dall'utente;
- EPROM, (Erasable PROM) cancellabili e riprogrammabili più volte dall'utente.

Memorie di massa

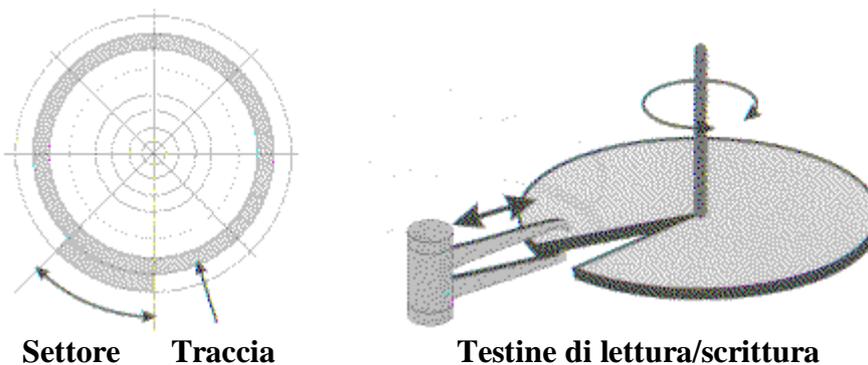
Per memorizzare i software (Word, Excel ...) e i file (documenti, lettere ...), vengono utilizzate le **memorie di massa**. In questo tipo di memoria l'informazione è persistente ed in generale aggiornabile. È costituita dai *floppy disk*, dall'*hard disk*, ma anche dai *lettori e masterizzatori CD*, dai lettori *ottici* e dai *nastri magnetici* (questi ultimi due ormai poco diffusi).

Vediamo prima di tutto il floppy disk (FD).





Dispositivo di lettura/scrittura per il floppy disk



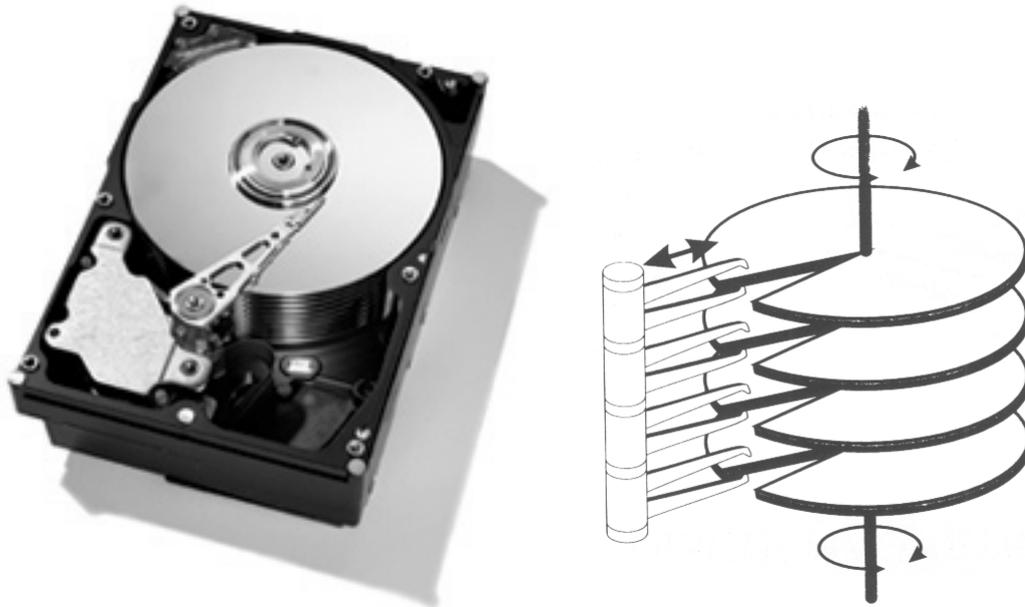
Settore Traccia Testine di lettura/scrittura

Organizzazione logica di un disco magnetico

Una caratteristica fondamentale delle memorie è il **tempo di accesso** ossia il tempo richiesto per accedere ad una informazione memorizzata in memoria centrale o in memoria di massa. Nel caso di RAM e ROM il tempo di accesso è molto basso, dell'ordine dei **nanosecondi**, mentre nel caso delle memorie di massa è dell'ordine dei **millisecondi**. Per i floppy il tempo di accesso è di 200-300 msec mentre per gli hard disk si parla di 7-15 msec. Per questo si utilizzano le memorie RAM durante l'esecuzione dei programmi. Un'altra caratteristica è la **capacità**. Questa viene misurata in Mega byte. Per i dispositivi a dischi queste variano da 1,4 Mbyte (dischetti da 3,5") ad alcuni Gbyte (per gli hard disk o dischi fissi).



Disco rigido



Struttura di un disco rigido

La **velocità di trasferimento** è invece la quantità di informazione che viene letta/scritta in un secondo e viene misurata in bps (byte per secondo). Si intuisce che tanto più elevata è questa velocità tanto più alte sono le prestazioni del disco. Allo stesso modo è preferibile avere tempi di accesso bassi. La velocità di trasferimento varia dagli 80 Kbps di un FD agli 800 Kbps per gli HD.

Per migliorare la velocità di accesso del processore alla memoria di massa si utilizza la **memoria cache**. Questa è di dimensioni ridotte (256Kb fino a 4Mb), interposta fra memoria RAM e microprocessore, e ha tempi di accesso paragonabili a quelli della CPU.

L'uso di una memoria cache ad alta velocità è basato sul presupposto che usualmente l'elaborazione richiede dati e istruzioni che sono vicini fra loro nella memoria principale. Di conseguenza nella cache vengono caricate le aree della memoria principale che sono contigue al dato e all'istruzione "corrente" con evidenti vantaggi in termini di tempo di esecuzione.

In generale quasi tutte le periferiche hanno al loro interno una memoria cache. Per esempio le stampanti sono molto lente rispetto alla CPU e se il sistema dovesse attendere il completamento della stampa la CPU rimarrebbe a lungo inattiva. I dati invece vengono temporaneamente memorizzati in una memoria cache chiamata anche buffer di stampa. Più grande è il buffer e tanto meno l'elaboratore risente della lentezza della stampante.



Letto CD



Masterizzatore

Unità di elaborazione

L'unità di elaborazione o CPU (*Central Processing Unit*) è composta da:

- unità di controllo;
- Unità Aritmetico-Logica o **ALU** (*Arithmetic Logic Unit*);
- un insieme di registri.



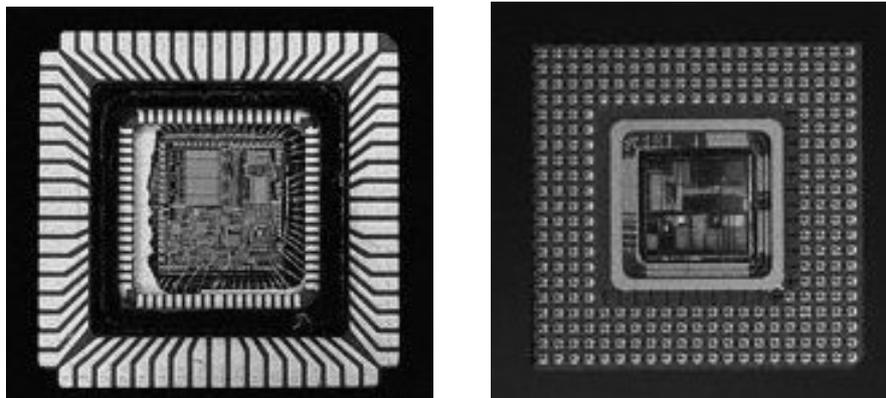
All'interno



Come appare esternamente

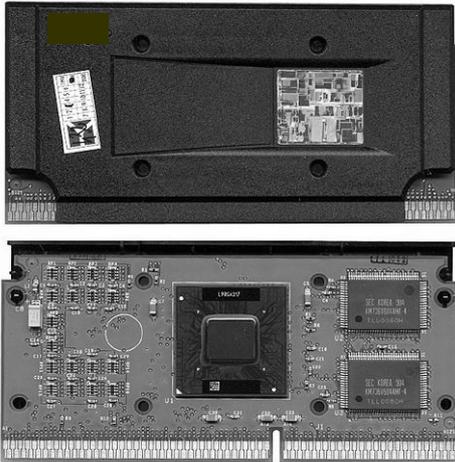
L'**unità di controllo** ha come compito fondamentale quello di coordinare e controllare l'esecuzione dei programmi e le unità periferiche, impartendo i comandi necessari per ottenere i risultati richiesti dagli utenti tramite il software. L'**ALU** esegue i calcoli, le operazioni logiche e di confronto richieste dall'unità di controllo. Per svolgere queste operazioni l'ALU legge i dati dai registri contenuti nella CPU. I **registri** contengono i dati da elaborare provenienti dalla memoria centrale su ordine dell'unità di controllo.

Un'unità della *potenza* delle CPU è il MIPS (*Milioni di Istruzioni Per Secondo*) che misura il numero di comandi interni eseguiti dall'unità di controllo in un secondo. Strettamente correlata al MIPS è la *frequenza di clock* della **scheda madre** su cui viene montata la CPU. Negli ultimi 10 anni le frequenze sono passate da 8 Mhz a 500 Mhz (fino a 1000 MHz). Ciò è dovuto al progresso tecnologico che ha limitato il problema del riscaldamento del microprocessore all'aumentare della frequenza di lavoro.



Due microchip per CPU

Aumentando la frequenza di una CPU aumenta anche il calore sviluppato. Per questo motivo si utilizzano dei dissipatori di calore che vengono appoggiati sulla CPU.



Un nuovissimo processore



Dissipatore

Bus

I **bus** hanno il compito di trasportare, nelle due direzioni, i bit dalle unità periferiche alla memoria ed alla CPU. Si distinguono due tipi di bus: *seriale* e *parallelo*.

Il **bus seriale** è un unico canale che permette il passaggio dei bit in modo sequenziale (incolonnati uno dietro l'altro). Il **bus parallelo** è costituito da n canali che consentono il trasferimento di n bit contemporaneamente ad ogni ciclo di clock. Il bus parallelo è evidentemente più veloce di quello seriale e viene utilizzato per i collegamenti all'interno del calcolatore. Tale bus per assicurare il corretto trasferimento necessita della sincronia dei bit trasmessi: sugli n canali i bit dovrebbero giungere a destinazione contemporaneamente per consentire l'esatta interpretazione dell'informazione trasferita. Se avessi un bus di 4 canali potrei trasferire 4 bit a volta. Se per esempio l'informazione iniziale fosse "1011" ed il bit più significativo arrivasse in ritardo l'informazione ricevuta diventerebbe "0011" con un evidente errore.

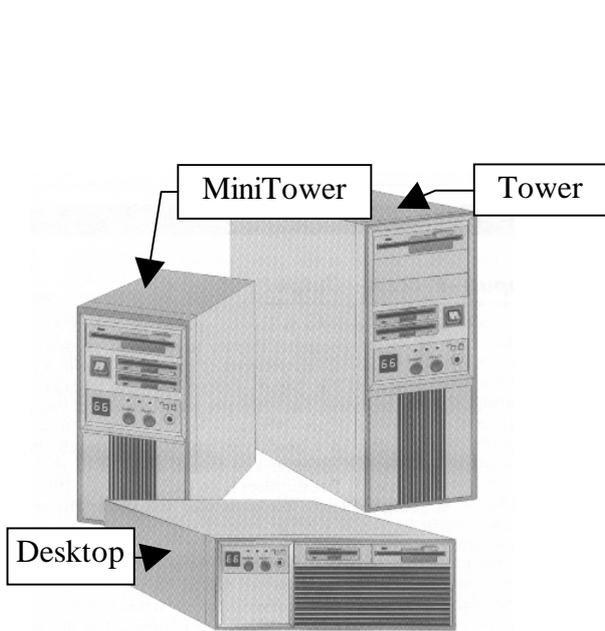
Unità centrale

L'**unità centrale** del P.C. è costituita esternamente da un contenitore rigido, chiamato *case*.

All'interno del case vi è la vera e propria unità centrale. Essa interpreta ed esegue le istruzioni dei programmi e controlla le operazioni effettuate al suo interno e sulle unità periferiche

L'elemento essenziale dell'unità centrale è la **scheda madre** che è un circuito stampato con numerosi componenti elettronici collegati tra loro tramite un **bus**. I componenti principali collegati alla scheda madre sono:

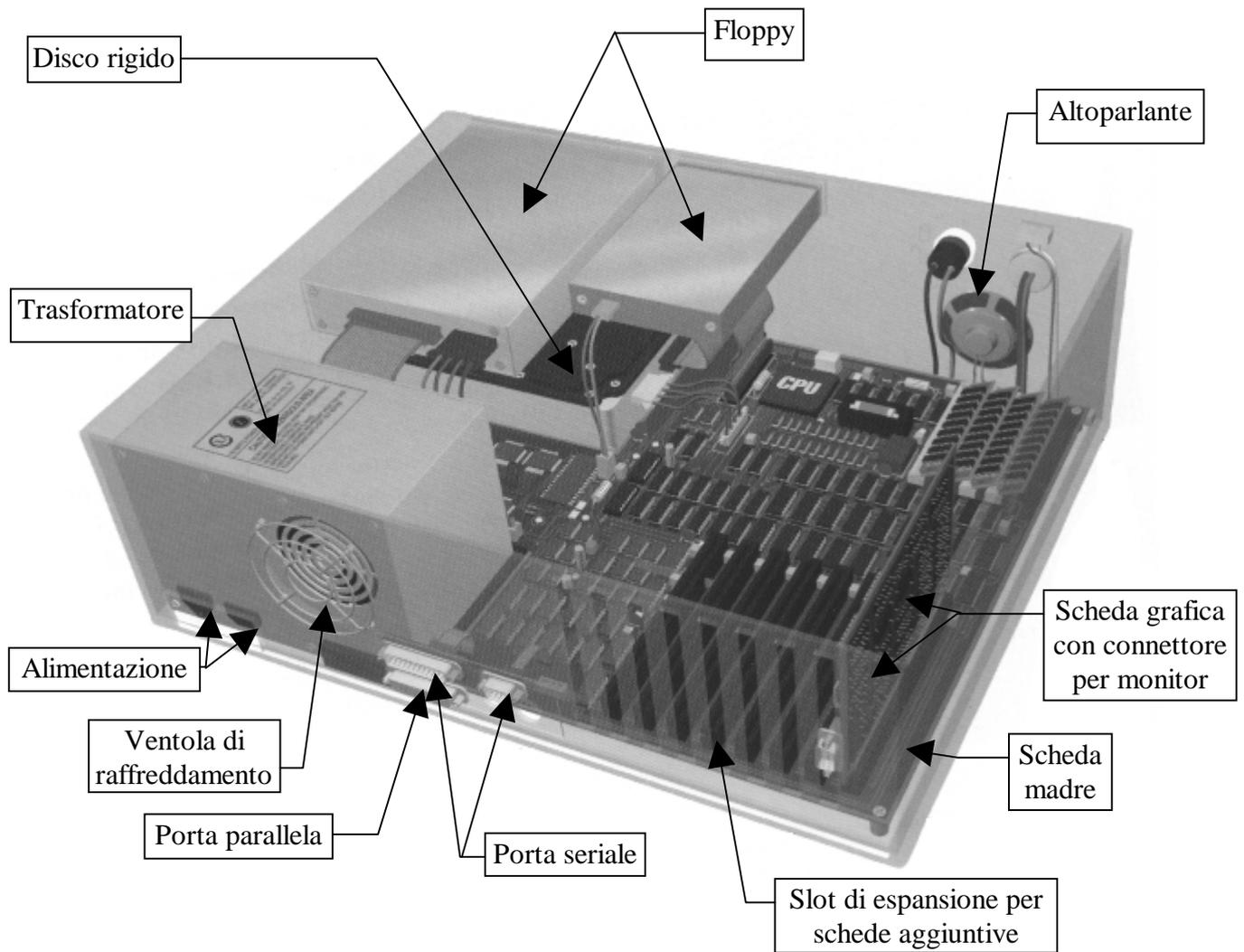
- la CPU
- il clock
- le memorie RAM, ROM, e CACHE
- la scheda di interfaccia grafica per il video
- le porte seriali e parallele
- gli slot (connettori) per schede aggiuntive



Vari tipi di case



Un PC completo e un portatile

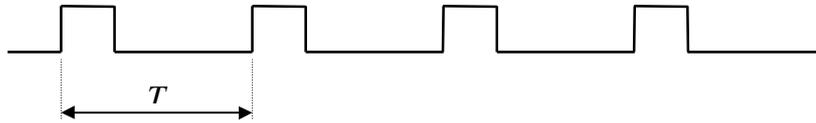


Unità centrale

Clock

Il **clock** è un segnale periodico di periodo fisso che sincronizza gli eventi in un elaboratore e determina l'evoluzione delle operazioni. Il segnale di clock è inviato a tutte le unità che si adeguano alla temporizzazione data.

Il segnale di clock è caratterizzato da un periodo (T) e dalla sua frequenza (f).



$$T = \text{periodo} \qquad f = \frac{1}{T} = \text{frequenza} \qquad T = \frac{1}{f} (*)$$

L'hertz è l'unità di misura della frequenza e corrisponde a una oscillazione o ciclo per secondo. Un *hertz* è dato ad esempio da un pendolo che in un secondo compie un'oscillazione completa. **Un ciclo al secondo corrisponde a un hertz.** Il Kiloherz corrisponde a 1.000 hertz e il Megahertz corrisponde a 1.000.000 di hertz, quindi ad un milione di cicli al secondo.

Se ho un P.C. a 25 Mhz, la sua frequenza è 25 Mhz e per la (*) il suo periodo è:

$$T = \frac{1}{25\text{MHz}} = \frac{1}{25} \cdot \frac{1}{10^6} = 0,04 \cdot 10^{-6} = 40 \cdot 10^{-9} = 40 \text{ nsec (nanosecondi).}$$

Ciò vuol dire che il calcolatore effettuerà 25 milioni di operazioni elementari al secondo, 1 operazione ogni 40 nsec. Se il calcolatore fosse a 500 MHz, avrei:

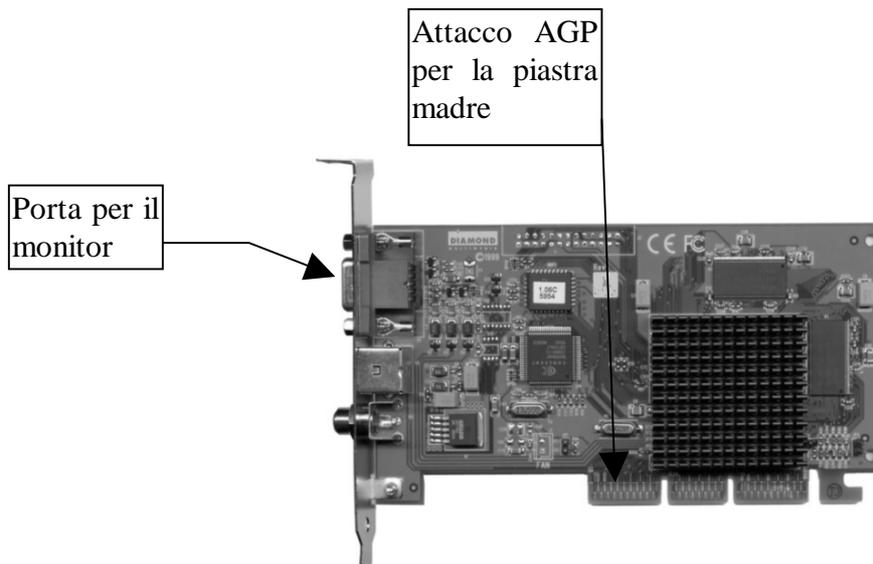
$$T = \frac{1}{500\text{MHz}} = \frac{1}{100} \cdot \frac{1}{10^6} = 0,002 \cdot 10^{-6} = 2 \cdot 10^{-9} = 2 \text{ nsec (nanosecondi)}$$

Il calcolatore effettuerà 500 milioni di operazioni elementari al secondo, 1 operazione ogni 2 nsec e sarà 20 volte più veloce di quello a 25 MHz. Ecco il motivo per cui quando si parla di calcolatori più potenti ci si riferisce soprattutto alla frequenza!

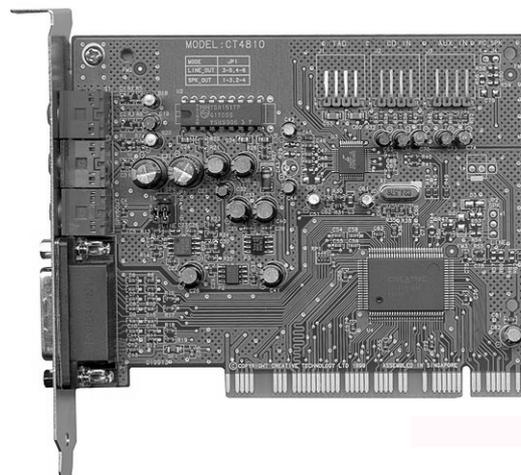
In un P.C. le oscillazioni sono prodotte da una piastrina di quarzo che, sollecitata elettricamente, vibra ad una velocità di alcuni milioni di oscillazioni o cicli al secondo. Ad ogni oscillazione o ciclo il processore esegue una operazione elementare.

Scheda di interfaccia grafica

La **scheda di interfaccia grafica** per il video costituisce il tramite tra P.C. e monitor. La scheda video ha una sua RAM utilizzata per memorizzare le immagini secondo un reticolato di **pixel**. Ogni cella del reticolato contiene il colore e la luminosità di un pixel. Si ha una corrispondenza biunivoca fra posizione orizzontale e verticale del pixel nel video e coordinate della cella. Ad esempio la cella (0,0) fornisce le informazioni del pixel in alto a sinistra. Si è visto che nei monitor la risoluzione è misurata in dpi. In termini di scheda grafica si usa più propriamente una risoluzione definita dal numero di pixel orizzontali per numero di pixel verticali. Tipicamente la scheda più recente **SVGA** ne supporta 1600×1280. Usualmente per i monitor 17" vengono utilizzate risoluzioni 800×600 o 1024×768.



Scheda grafica (AGP)



Scheda sonora

Scheda madre

La **scheda madre** è un circuito stampato che collega tra loro la CPU, le memorie, la scheda di interfaccia grafica per il video, le porte seriali e parallele e gli slot (connettori) per schede aggiuntive. Sulla scheda madre trovano posto il **BIOS** e la circuiteria di controllo delle periferiche.

Il **BIOS** è una ROM che contiene il software che effettua le operazioni fondamentali per l'avvio del computer. Tali operazioni effettuano il controllo: delle periferiche installate, della memoria, della CPU, dei dischi fissi, della memoria cache, della scheda grafica ...

La **circuiteria di controllo delle periferiche** è costituita da un elevato numero di microchip (processori) che hanno compiti e funzioni di vario tipo.

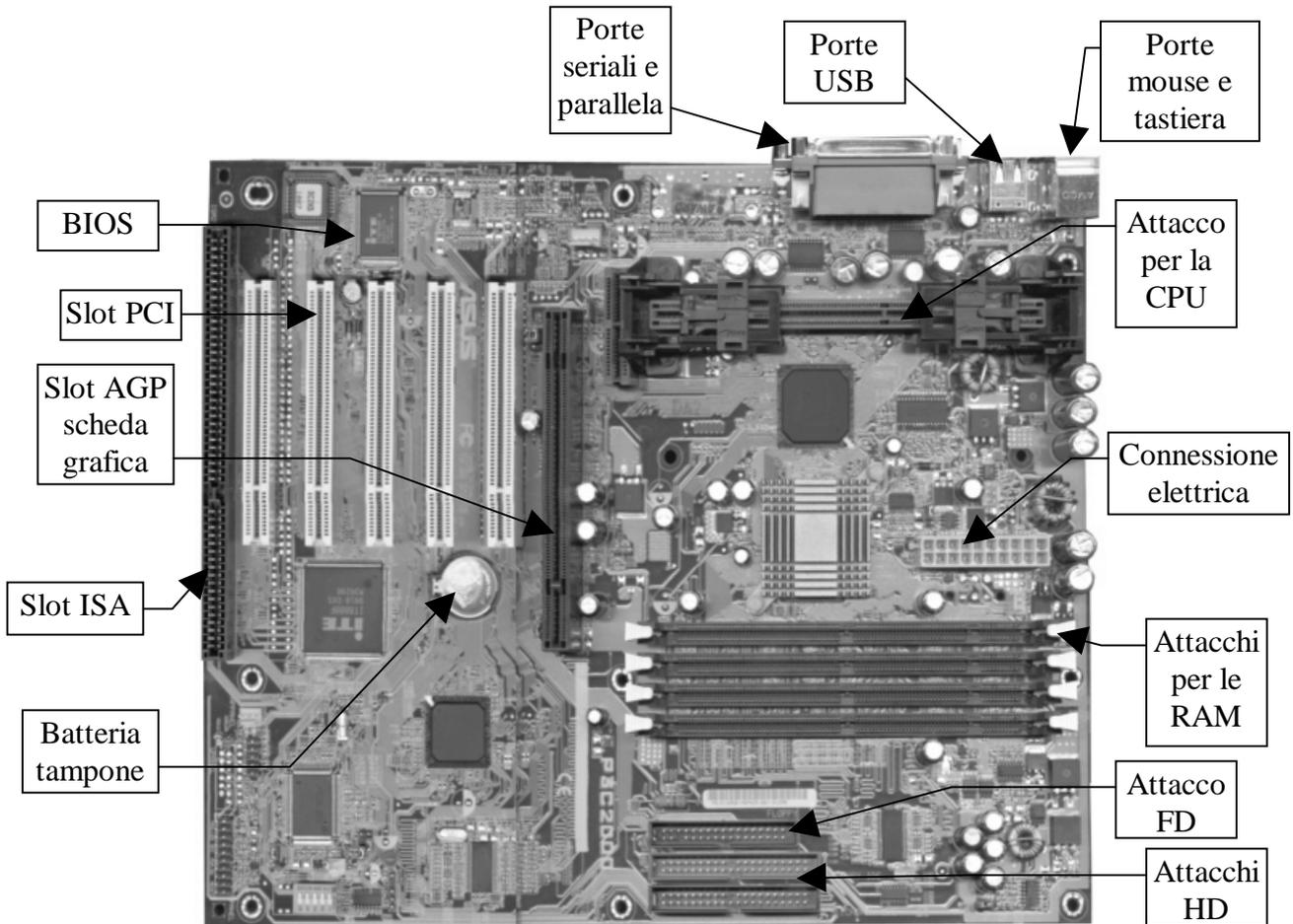
Le porte

Le porte sono quei dispositivi che servono a collegare le periferiche al computer. I tipi di porte più comuni sono: le *porte parallele* e le *porte seriali*.

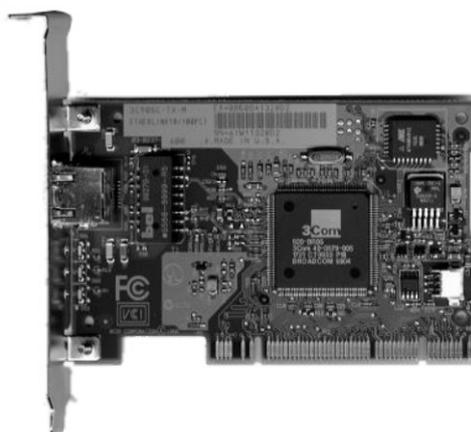
Le **porte parallele** consentono la trasmissione di un byte per volta; gli 8 bit viaggiano parallelamente su 8 fili diversi. Tipico collegamento alla porta parallela è quello con la stampante. La porta parallela non è affidabile per collegamenti a lunga distanza

Le **porte seriali** collegano tutte le periferiche attive ossia di input/output e possono essere utilizzate per il collegamento con altri computer

Tipiche periferiche sono ad esempio il mouse e il modem.



Scheda madre



Scheda di rete