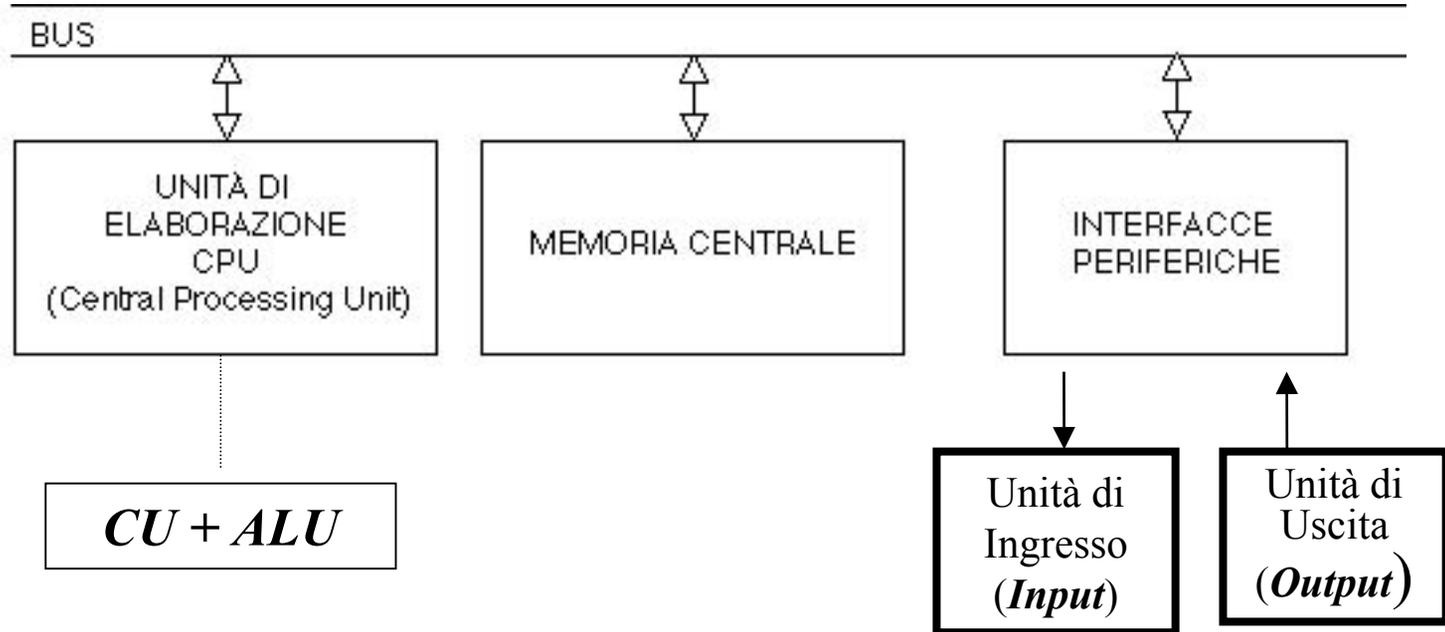


Struttura del computer



Il Computer

- dall'esterno
 - Dispositivi di input:
 - Tastiera
 - Mouse
 - Dispositivi di output
 - Monitor
 - Stampante
 - Altre periferiche
 - Memorie secondarie

- ... e dall'interno
 - Processore
 - Memoria principale
 - Bus

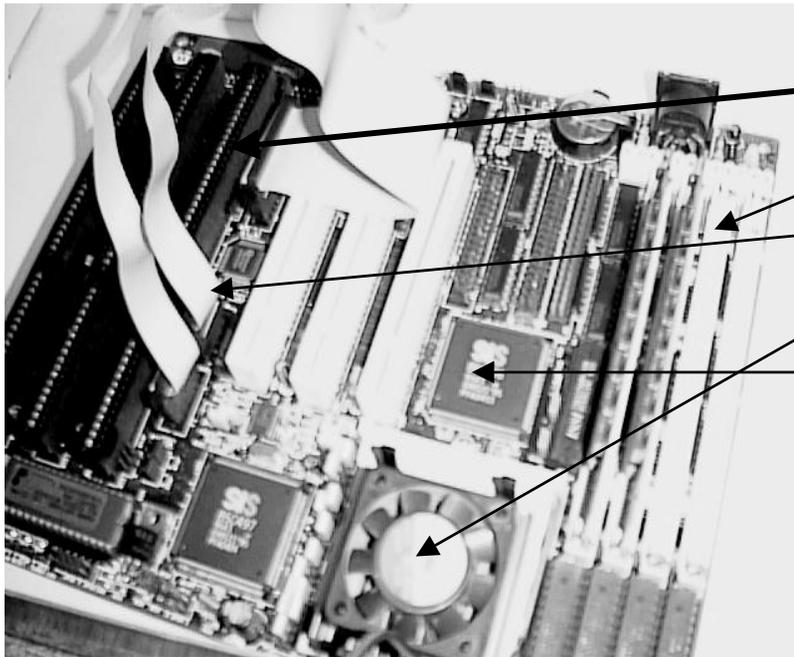
Il Personal computer

Il personal computer (PC) è composto da una Unità Centrale, racchiusa nel cabinet, nella quale sono raccolti i componenti essenziali al funzionamento del computer, alcuni di questi, alloggiati sulla scheda madre (processore, unità di memoria centrale, schede di espansione), altri connessi ad essa (unità di memoria di massa interna - *hard disk* e lettori - *driver* per le unità di memoria di massa esterne)

Collegate all'unità centrale vi sono le diverse periferiche esterne di input, per l'immissione dei dati e quelle di output per ottenere il risultato delle elaborazioni.



La scheda madre del computer



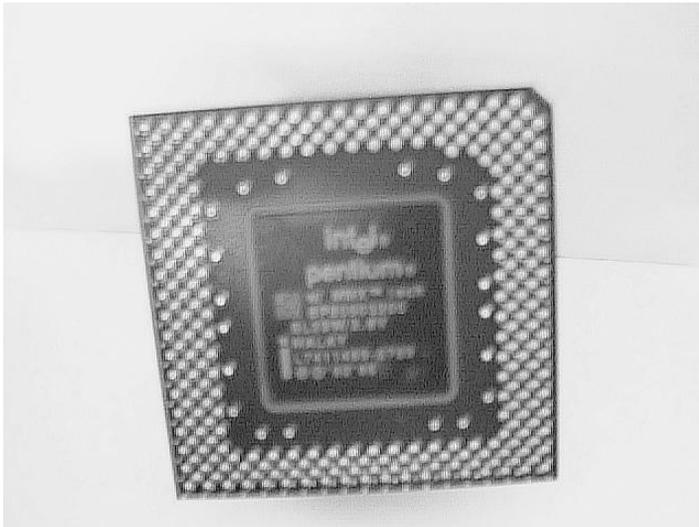
- slot per le schede di espansione
- slot per moduli RAM
- connessioni memorie di massa
- ventola di raffreddamento
- processore
- vari integrati

La scheda madre - *motherboard*- è il più grande circuito stampato del computer, su di essa vi sono gli alloggiamenti per il processore (*socket*), quelli per le schede di espansione (*slot*), le linee di collegamento da/per la CPU (*bus*) ed altri circuiti integrati.

Il Processore

Il processore, *CPU* (Central Processing Unit), è il componente più importante del computer ed è quello che nel tempo è stato maggiormente soggetto al processo di evoluzione tecnologica

Alloggiato sulla scheda madre, non è molto più grande di un francobollo e gli ultimi modelli sono dotati di una ventola per dissiparne il calore.



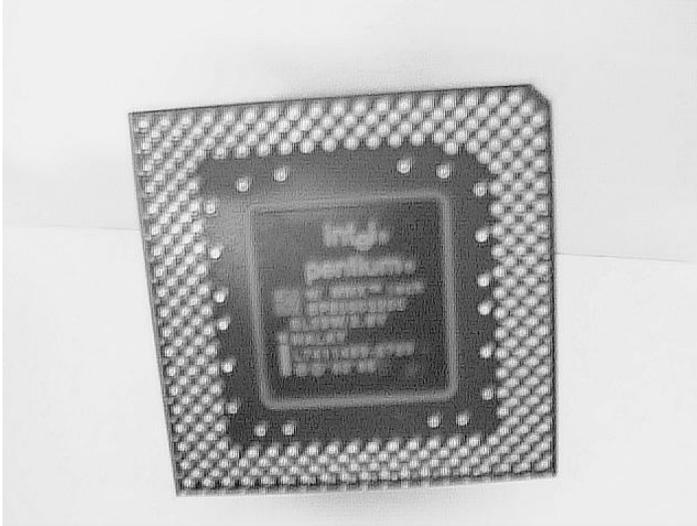
Nei primi PC (IBM XT del 1983) il processore conteneva circa 3.500 microcircuiti elettronici, attualmente, il processore INTEL Pentium-III, ne contiene più di 9.000.000.

E' al processore che i programmi necessari al funzionamento del computer inviano le istruzioni, ed è sempre questo componente a sincronizzare le comunicazioni tra i diversi componenti hardware e controllare la corretta esecuzione delle operazioni effettuate dall'ALU.

Il processo di sincronizzazione avviene tramite un orologio (clock) interno la cui frequenza in pulsazioni espressa in MHz, determina la velocità di elaborazione del computer.

Il MicroProcessore

Unità composta di un certo numero di chip standard a LSI o VLSI



Prestazioni CPU - dipendono da molti fattori:

- **insieme delle istruzioni** (instruction set) eseguite;

i.e. istruzioni semplici (addizioni) - veloci, complesse (moltiplicazioni) - lente.

- **dimensioni dei registri**

- **frequenza di clock**

Nome	Anno	N. transistor	Frequenza
4004	1971	2300	1 MHz
8080	1974	6000	2 MHz
8086	1978	29000	4,77 MHz
80286	1982	134000	20 MHz
386 DX	1985	275000	33 MHz
486	1989	1,2 M	100 MHz
Pentium	1993	3,1 M	266 MHz
Pentium II	1997	7,5 M	566 MHz
Pentium III	1999	16 M	866 MHz
Pentium IV	2001	35M	1,7 GHz

Memoria

- Insieme di locazioni ognuna contraddistinta da un “**indirizzo**”
- **Locazione** o **cella di memoria**: minima unità indirizzabile
- **Parola** o **word**: contenuto di una cella
 - *Byte* = 8 bit
 - *KiloByte*(Kb)= 1024 byte
 - *MegaByte*(Mb) = 1024 Kb \approx 1 milione di byte
 - *GigaByte* (Gb) = 1024 Mb \approx 1 miliardo di byte
 - *TeraByte* (Tb) = 1024 Gb \approx 1000 miliardi di byte

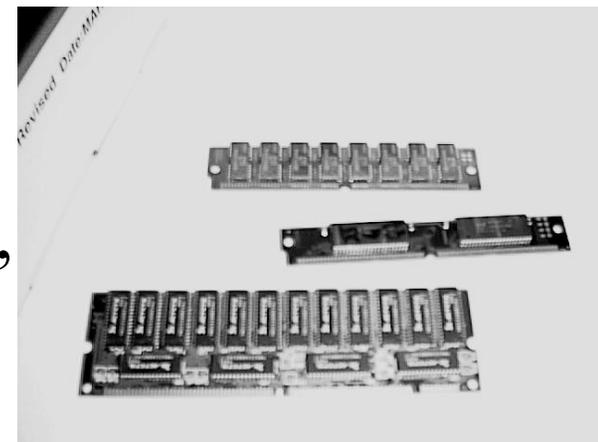
Le memorie del computer

Nel computer esistono due tipi di Unità di Memoria,
quella **Primaria** o **Centrale** e
quella **Secondaria** o di **Massa**:

Vi possono essere inoltre *memorie di transito* (buffer,cache) usate di solito per aumentare la velocità di trasferimento tra mezzi con proprietà diverse.

La Memoria Primaria o Centrale

La *memoria centrale* è la memoria interna al calcolatore, direttamente accessibile dalla **CPU**, contiene i programmi e i dati necessari all'esecuzione dei programmi. E' costituita solo da componenti elettronici, è molto veloce nelle operazioni di lettura e scrittura, è poco capiente e può essere del tipo **RAM** e **ROM**;

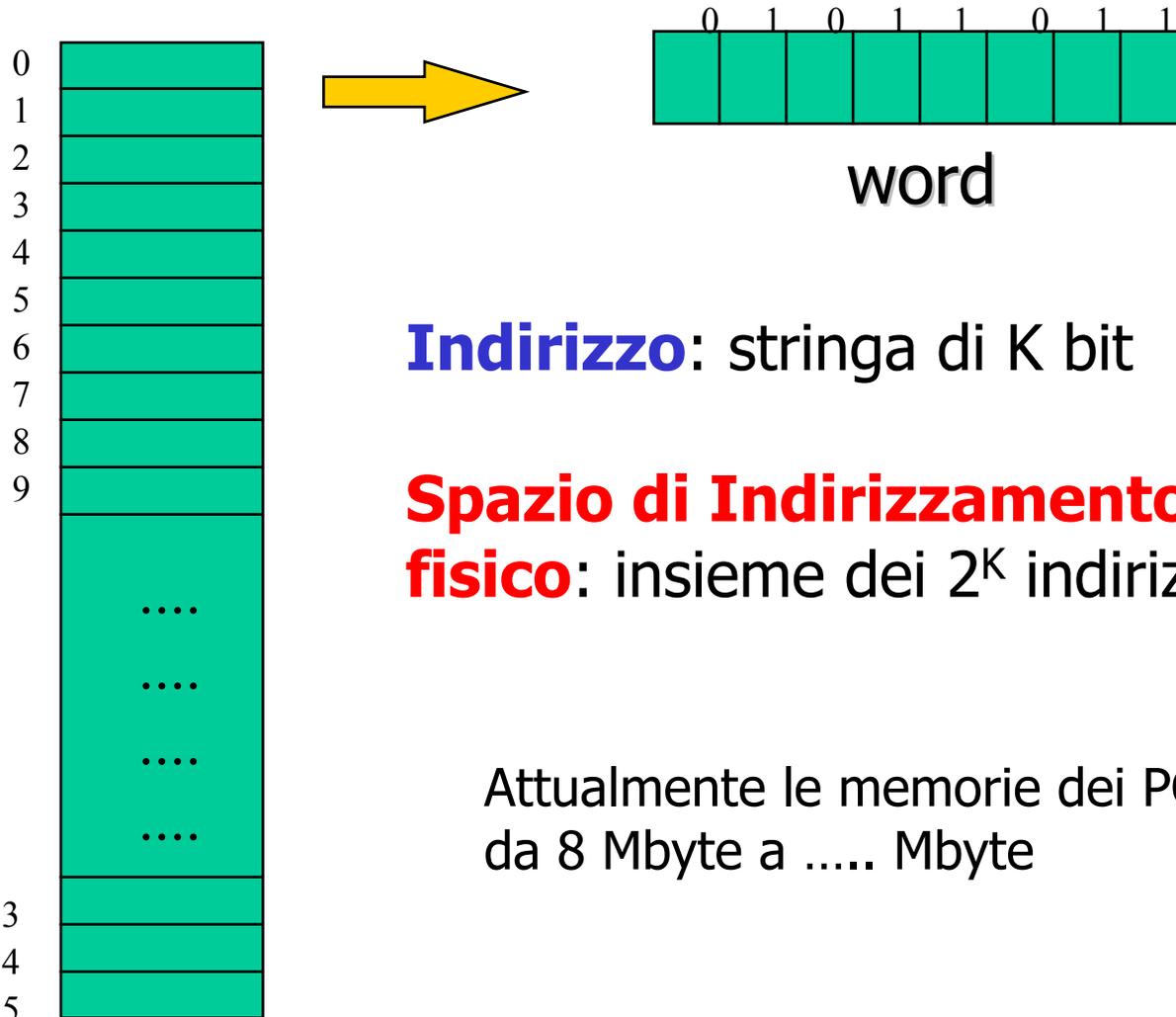


Moduli di memorie RAM

RAM (Random Access Memory), è volatile e viene utilizzata per l'immagazzinamento momentaneo di dati e istruzioni,

ROM (Read Memory Only) non è volatile e non può essere utilizzata dall'utente (e dai suoi dati) in quanto su di essa il costruttore del computer memorizza il programma per il caricamento in RAM del Sistema Operativo (*bootstrap*).

RAM (Random Access Memory)



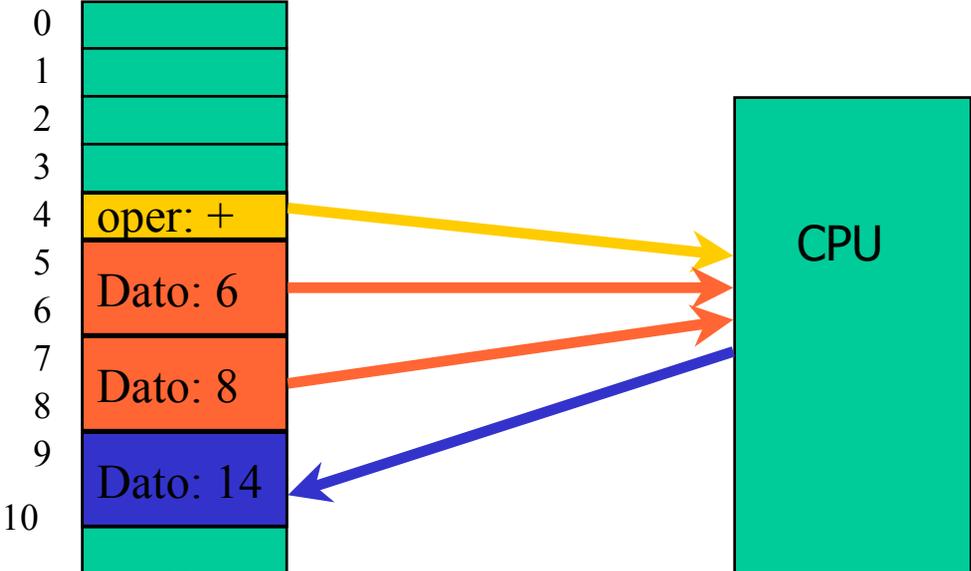
Indirizzo: stringa di K bit

Spazio di Indirizzamento fisico: insieme dei 2^K indirizzi

Attualmente le memorie dei PC variano da 8 Mbyte a Mbyte

Esempio: memoria di 16 Mbyte

RAM e CPU



Esempio di istruzione: $6 + 8 = 14$

16.277.213
16.277.214
16.277.215

Caratteristiche delle memorie:

- ***volatilità***: se si spegne il PC la RAM viene cancellata, le memorie di massa (floppy disk e hard disk) invece sono permanenti
- ***capacità*** (nota anche come spazio di indirizzamento) numero di unità elementari (byte o parole) di informazione che può essere immagazzinato in memoria; valori tipici sono:
 - 64, 128 Mb per la RAM
 - 1.44Mb per floppy disk
 - 4,8 Gb per l'hard disk

Caratteristiche delle memorie:

- *tempo di accesso*: tempo necessario per completare una richiesta di lettura o scrittura
- *velocità di trasferimento* : dei dati sia in lettura che in scrittura

Tipologie di accesso alla memoria:

sequenziale - casuale (diretto) - misto - associativo (hash)

Tecnologie per realizzare memorie:

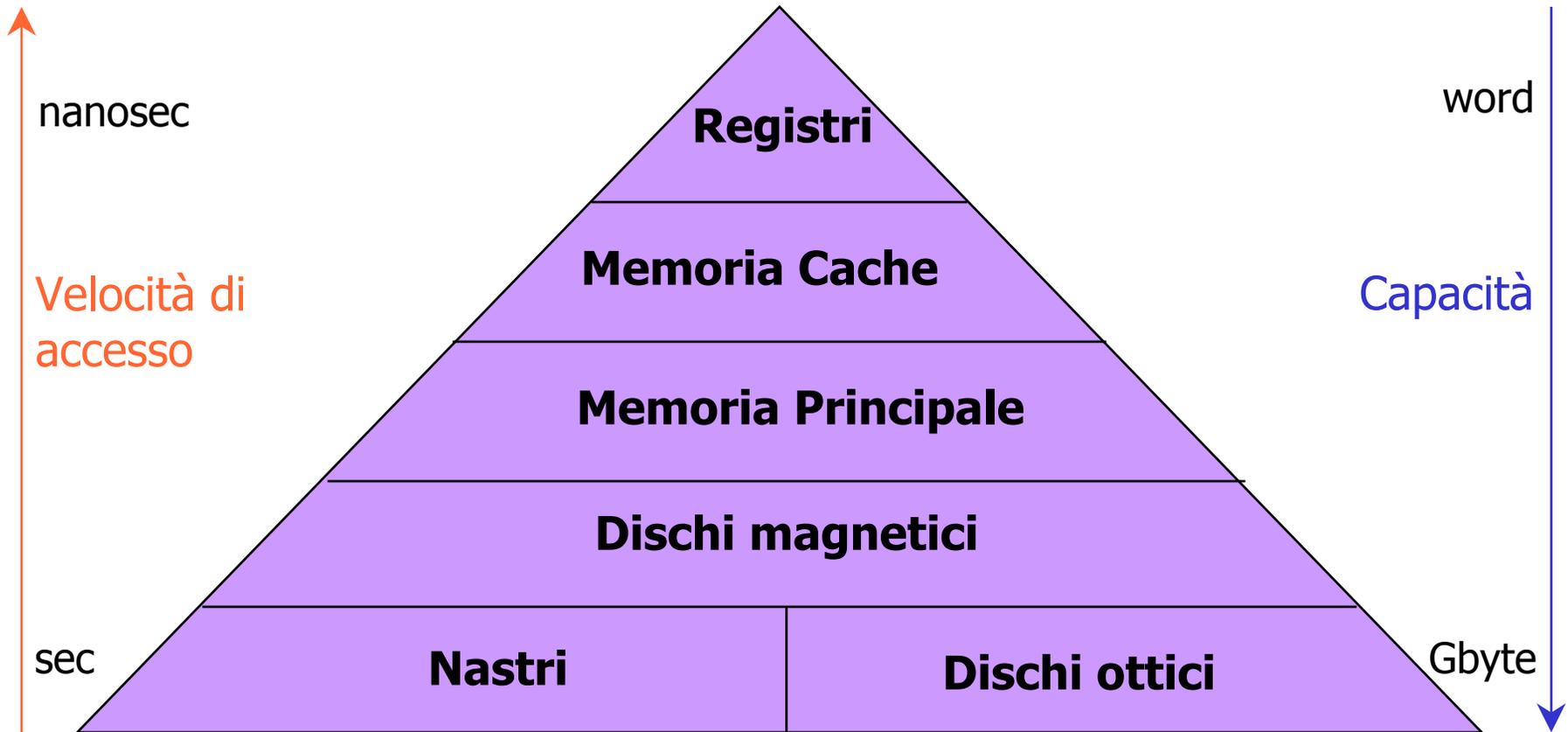
- *memorie elettroniche* (tipi : SRAM, DRAM, ROM, PROM (Programmable ROM), EPROM (Erasable-Programmable ROM), Flash)
- *memorie magnetiche*
- *memorie ottiche*

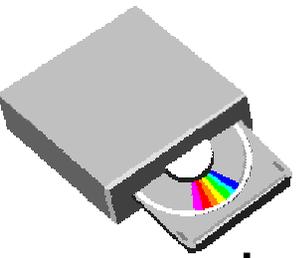
Differenti tipi di memorie
con differenti caratteristiche

Caratteristiche della memoria centrale

- misura della capacità : Mbyte o GByte;
- velocità di accesso : 10-20 ns;
- uniformità di accesso, memoria di tipo *RAM* (*Random Access Memory*): memoria ad accesso diretto (il tempo di ritrovamento del dato non dipende dalla sua posizione);
- è una memoria di tipo volatile, perde il suo contenuto allo spegnimento del computer;
- l'operazione di lettura non è distruttiva;
- l'operazione di scrittura è distruttiva, viene perso il contenuto precedente.

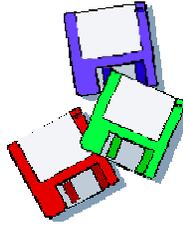
Gerarchia di Memorie





Le Memorie di Massa

memoria non volatile contenente tutte le informazioni che l'utente intende usare e che vengono man mano accumulate.



Le **memorie di massa** presenti nel computer si differenziano tra loro per tecnologia costruttiva, per capacità e per velocità di accesso ai dati, per la tecnologia con cui i dati vengono registrati sul supporto di massa (magnetica o ottica) e infine per le modalità di accesso ai dati (random o sequenziale). Esse possono inoltre essere interne o esterne, rimovibili e non.

Le Unità di Memoria **Secondarie** o di **Massa** e i relativi dispositivi di funzionamento (**drive**), costituiscono dei complessi elettromeccanici, e quindi meno veloci rispetto alla memoria centrale, ma più capienti

Esse rispetto la memoria centrale hanno:

maggior tempo di accesso

minor costo

maggiore capacità

Le Memorie di Massa

Le memorie di massa possono distinguersi per la tecnologia adottata per registrare le informazioni.

- stati di polarità magnetica;- passaggio o meno di luce (ottica)

– memorie **magnetiche**:

- *nastri*

- *dischi (Hard Disk)*

- *floppy disk*

- *altri dispositivi (bobine, travan, zip, jaz)*

- memorie **ottiche**:

- *CD ROM*

- *CD RW*

- *DVD*

Le Memorie di Massa

Le prestazioni di una memoria di massa si misura in funzione di:

- Capacità di archiviazione (byte e suoi multipli);
- Tempo di accesso ai dati (in millisecondi);
- Velocità di trasferimento dei dati in memoria.

	Capacità di memorizzazione	Velocità	Trasportabile	Affidabilità
Hard disk	10 GB e oltre	buona	NO	elevata
Floppy disk	1,44 MB	bassa	SI	scarsa
CD	650 – 700 MB	buona	SI	elevata

Tipo di Accesso

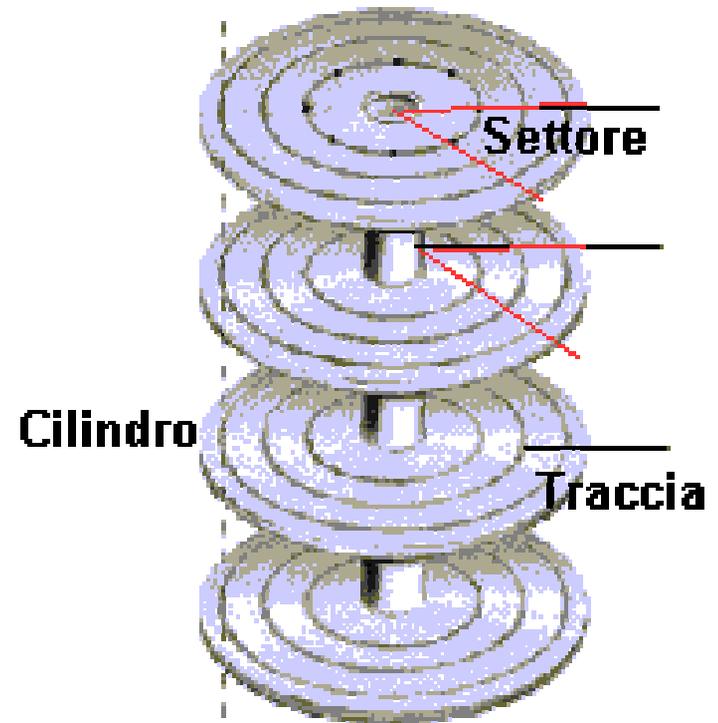
- **Memorie ad accesso diretto a blocchi:**
hard disk, floppy disk
 - selezione random di un “blocco” di informazione
 - espansione della capacità di memorizzazione del sistema
 - archiviazione permanente (on-line)
- **Memorie ad accesso sequenziale:**
compact disk, stream tape
 - selezione del blocco N dopo la selezione di tutti i blocchi da 0 ad N-1
 - archiviazione permanente (off-line)

Le Memorie di Massa magnetiche

Le memorie di massa magnetiche (dischi) sono supporti di vario materiale sulle cui facce è applicato uno strato di ossidi magnetici.

L'informazione viene scritta magnetizzando tale strato

Ogni bit occupa una piccola area sulla superficie



Formattazione di dischi

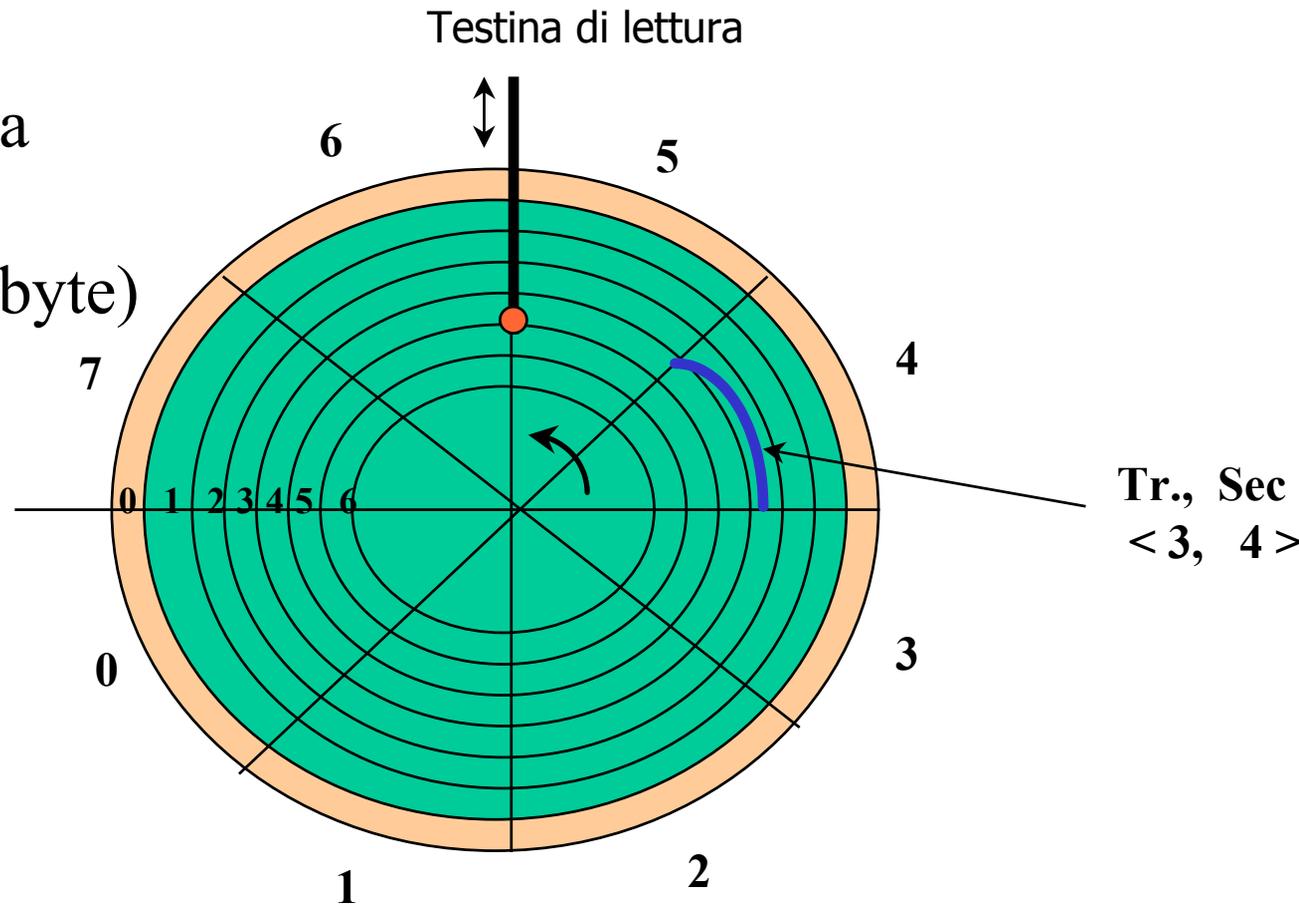
L'operazione di formattazione di un disco consiste in:

- creazione sulle due facce del disco di cerchi concentrici detti **Tracce** e dei **Settori** (in cui le tracce sono suddivise)
- numerazione dei blocchi
- esclusione di eventuali blocchi difettosi

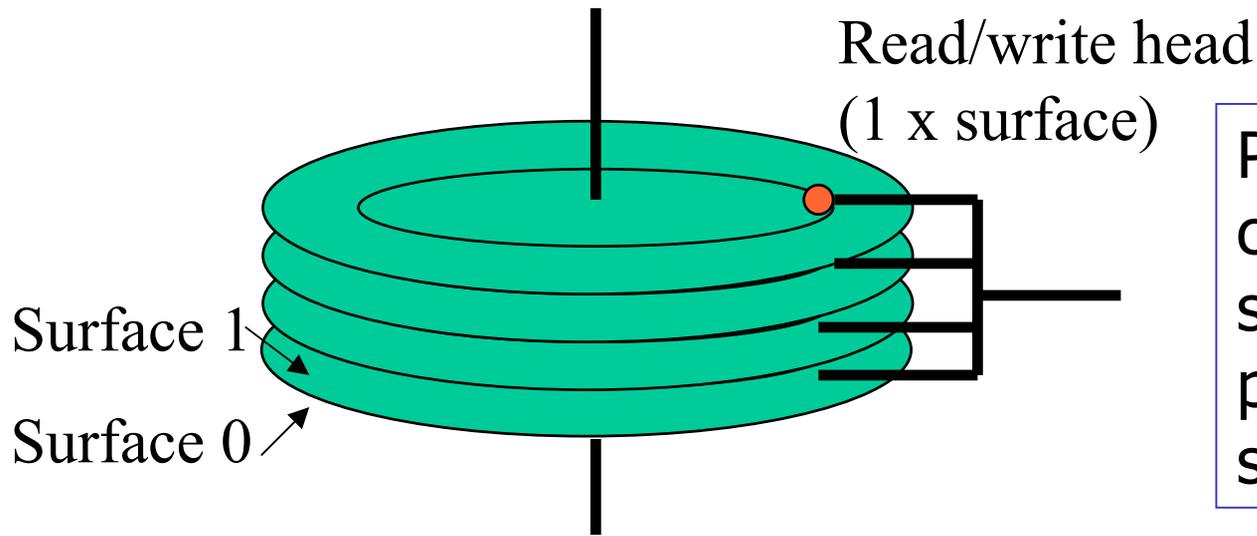
Le Memorie di Massa magnetiche

- L'accesso alle informazioni può essere sia sequenziale che random
- L'informazione è memorizzata in **tracce** (cerchi concentrici)
- Le tracce sono divise in **settori**

- Ogni settore di una traccia contiene un **blocco** di dati (512 byte)



Dischi multipli o disk pack

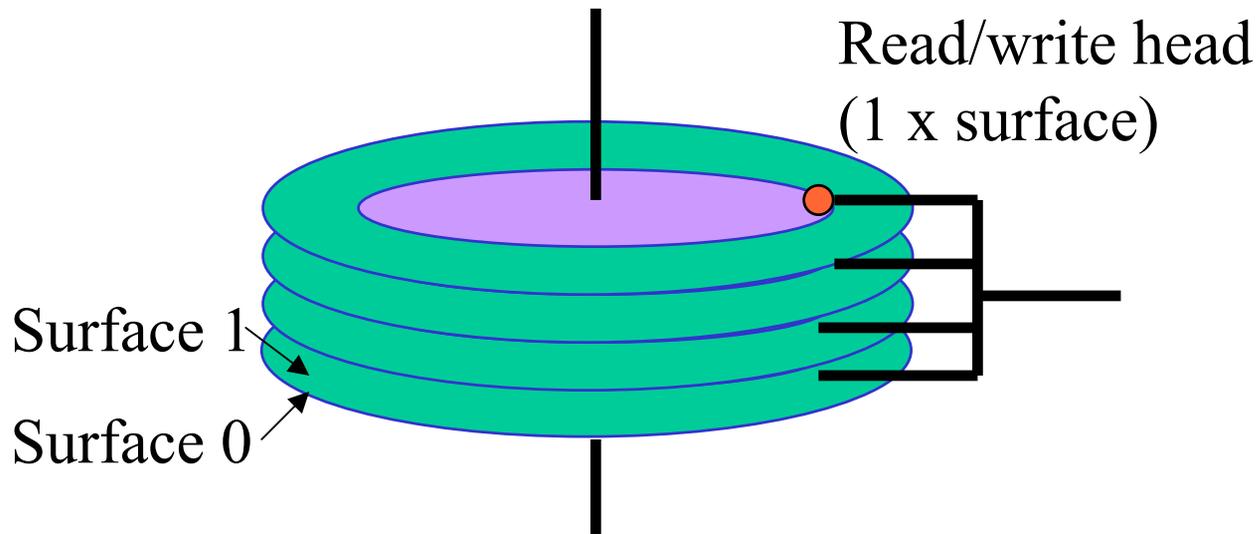


Per aumentare la capacità di un disco si possono usare più superfici sovrapposte.

Ogni superficie ha una testina di lettura/scrittura.
Tutte le testine sono rigidamente vincolate ad un unico braccio.

Cilindro: insieme di tracce sulla stessa verticale

Un blocco viene identificato dalla tripla: <Sup., Cyl., Set.>



Tempo di seek t_{seek} : spostamento delle testine sul cilindro desiderato, dipende dalla distanza ($\sim 5-10\text{ms}$)

Tempo di latency t_{lat} : spostamento delle testine sul settore desiderato ($\sim 10\text{ms}$)

Tempo di accesso $t_{\text{acc}} = t_{\text{seek}} + t_{\text{lat}}$

Traccia - suddivisa in *settori* (rappresentano una fetta del disco contenente un numero fisso di informazioni, da qualche centinaio a qualche migliaio di *byte*).

Cilindro - è l'insieme delle tracce di tutte le superfici poste alla stessa distanza dal centro.

un motore elettrico imprime un movimento rotatorio (solo per gli FD e gli HD).

Una testina di lettura si sposta radialmente ed accede all'intera superficie, consentendo l'accesso ***Random*** (Casuale) ai dati.

Il Floppy Disk

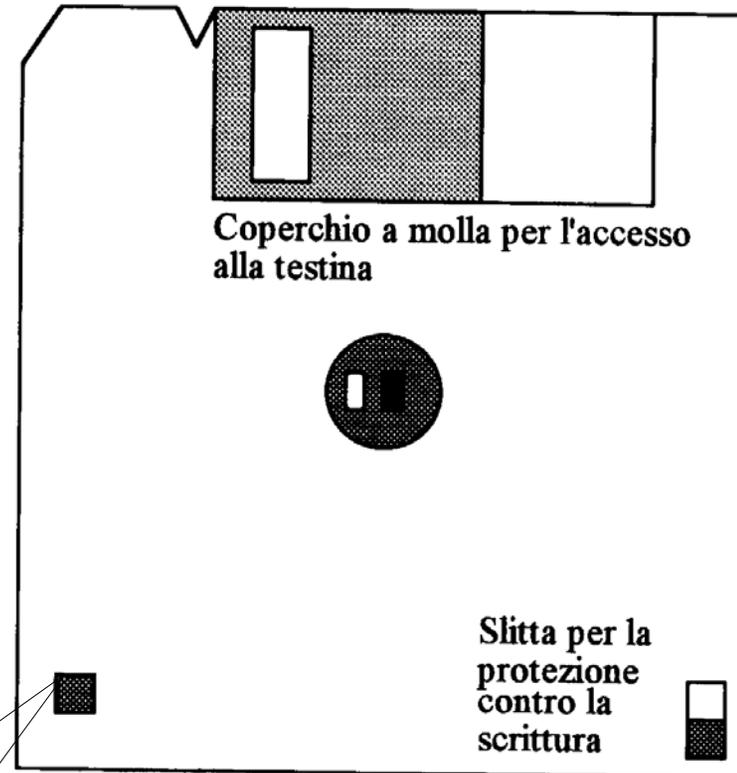
- memoria di massa con accesso random ai dati
- rimovibile
- esterno al computer.
- non in rotazione continua

Il FD è costituito da un disco in materiale plastico flessibile del diametro di 5,25“ o 3,5”, racchiuso in un contenitore in carta o in plastica rigida.

Il Floppy Disk

I Floppy Disk attualmente usati sono quelli da 3,5" in quanto pur essendo più piccoli di quelli da 5,25", presentano i seguenti miglioramenti:

- esterno rigido con una migliore protezione del supporto flessibile interno;
- finestrella per la lettura del supporto interno che si apre solo all'interno del drive;
- dispositivo di protezione dei dati da scrittura, più funzionale;
- maggiore capienza di dati (1.44 MB), e maggiori prestazioni di trasferimento dati (kbps).



Finestrella fissa che identifica gli FD ad alta densità

Un floppy disk da 3,5" ad alta densità (1,44Mb) visto dal lato inferiore



I'Hard disk

Un Hard disk (vista esterna)



Un Hard disk (vista interna)

E' una memoria di massa con accesso random ai dati posto generalmente all'interno del computer, ed in genere non è rimovibile. Internamente è costituito da più supporti circolari rigidi, chiamati piatti (in genere in lega di alluminio), impilati su un unico asse centrale, organizzati in tracce concentriche e in settori.

Gli HD per le alte velocità di rotazione dei piatti interni, sono chiusi ermeticamente. Attualmente gli HD permettono di archiviare GB (gigabyte) di dati

(@ 10.000.000.000 di byte o caratteri).

l'Hard disk

Standard nato con PC XT IBM - limite: 16 test. 63 set. 1024 cil. (528MB)

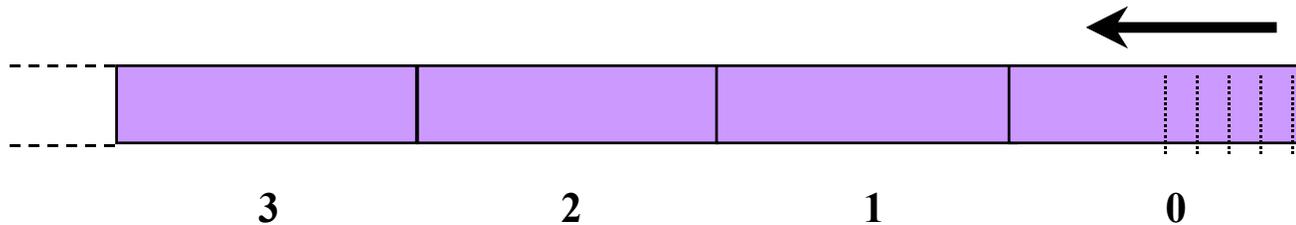
EIDE: estende lo standard a 2^{24} settori, controllori fino a 4 dischi e transfer rate + alta (circa 30 MB/sec.)

SCSI (Small Computer Standard Interface): standard ANSI

- controller + intelligente, inizialmente migliori prestazioni
- adatto a server (WS UNIX)
- connessione daisy chain

Memorie ad accesso sequenziale

- L'accesso alle informazioni è esclusivamente sequenziale
- Nastri o Stream tape



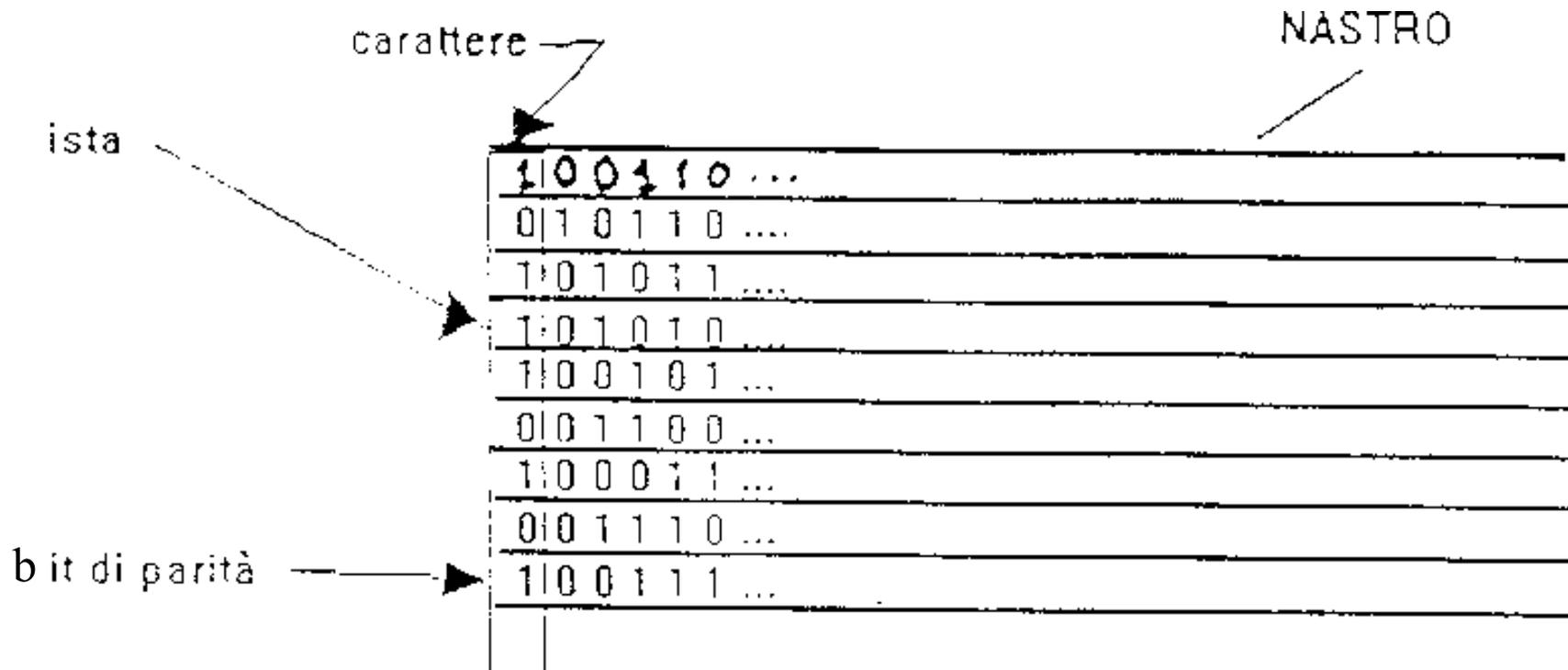
- Dischi ottici o CD
 - L'informazione è registrata lungo una spirale continua

il Tape

Supporto magnetico usato per effettuare copie di riserva (backup) di grandi archivi.

Il Tape è costituito da una lunga striscia di materiale plastico sulla quale è stata applicata uno strato di ossidi magnetici.

Le informazioni vengono archiviate un bit alla volta sulle 7 o 9 piste che corrono in senso longitudinale l'intera lunghezza del nastro. L'accesso ai dati su questo supporto può essere solo del tipo sequenziale.



Le Memorie di Massa Ottiche

I **CD-ROM** siano essi di sola lettura o di tipo riscrivibile, a differenza dei FD, degli HD e dei Tape, utilizzano la tecnologia ottica per la registrazione e la lettura dei dati.



I CD sono costituiti da un disco in lega metallica del diametro di 5,25", racchiuso da uno strato trasparente (per preservare la superficie interna da graffi), sul quale vi sono delle depressioni impresse a forma di spirale in fase di registrazione da un **raggio (Beam) Laser**; ogni depressione corrisponde ad un singolo bit.

La lettura dei dati è possibile grazie ad una fonte luminosa posta sulla testina di lettura (**pickup**), che, in base alla differenza di riflessione luminosa determinata dalle depressioni, è in grado di rilevare differenti valori di bit (0,1).

CD

- L'informazione è registrata come sequenza di aree scure ed aree chiare sulla superficie metallica per rappresentare 0 ed 1 rispettivamente
 - CD-ROM (Compact Disk Read Only Memory): memorie a sola lettura
 - CD-WORM (CD Write Once Read Many): CD-ROM registrabili
 - CD-RW (CD ReWritable): CD-ROM riscrivibili più volte

Memorie ad accesso sequenziale
con elevata capacità

Le Memorie di Massa Ottiche

Questi supporti, che consentono un veloce accesso ai dati in modalità Random, sono oggi molto diffusi, in quanto consentono di archiviare su un solo supporto circa 650 Mb, pari a circa 600 FD da 1,4 Mb. Per questa grande capacità i CD vengono utilizzati anche per archiviare film e brani musicali.

I lettori per CD, si distinguono tra loro per la velocità di rotazione che possono imprimere ai CD, velocità che viene comparata a quella (1x) dei lettori per CD audio.

Attualmente sono comparsi sul mercato i **DVD** (*Digital Versatile Disk*) che rispetto ai CD hanno una capacità di memorizzazione anche sino a 17 volte superiore.

Caratteristiche

Nome	Dimensione	Velocità	Costo/MB	Tecnica
FD	360 kB – 2.88 MB	100-200 ms	500 lire	Magnetica
HD	100 MB – ...GB	8-20 ms	500 lire	Magnetica
Data Cartridge	200 MB – 16 GB	lineare	50 lire	Magnetica
Zip	100 MB – 400 MB	20-40 ms	500 lire	Magnetica
CD-RW	650 MB	10-30 ms	50 lire	Ottica
DVD	4,7 GB – 17 GB	5-10 ms	100 lire	Ottica

Comparazione tra le memorie del computer

	Memoria Centrale	Memoria di Massa
Struttura	µelettronica	elettromeccanica
Accesso	Random	Random e Sequenziale
Memorizzazione	volatile	non volatile
Velocità	nanosecondi	millisecondi
Funzione	di lavoro	di archiviazione
Dimensione	Mb	> Gb
Costo Unitario	100	1

La memoria cache

Infatti:

Velocità di esecuzione delle istruzioni : 25 nsec

Tempo di accesso alla memoria RAM : 100 - 200 nsec

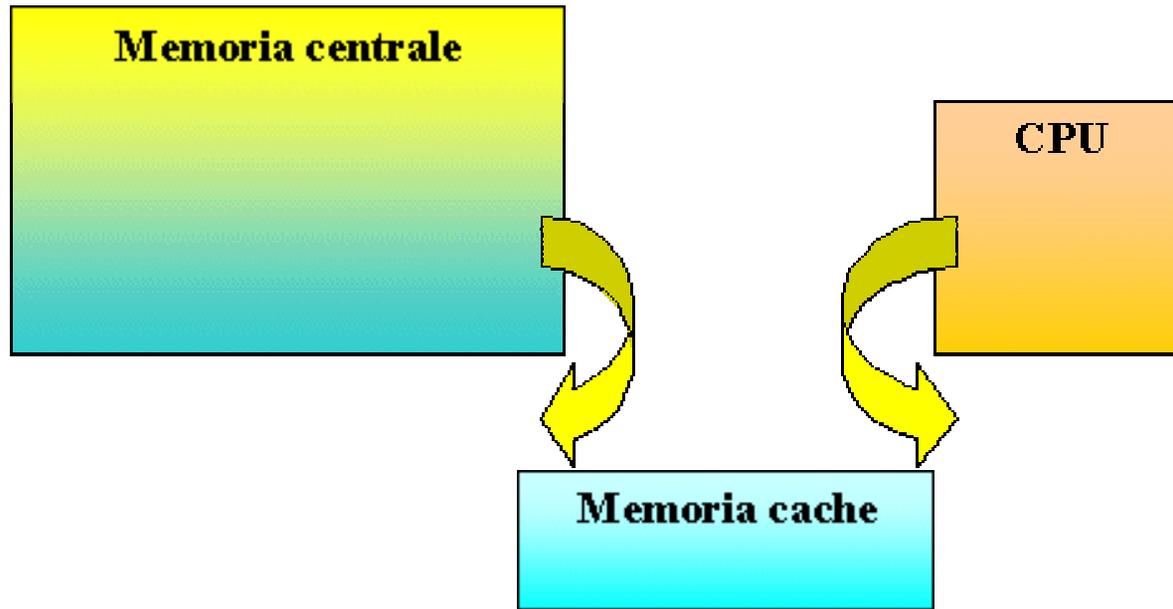
Tempo di accesso al disco : alcuni msec

Alla base di tutti i sistemi di memoria cache sta il principio di *localizzazione* spaziale e temporale: i riferimenti alla memoria in un breve intervallo di tempo tendono a "concentrarsi" attorno a certi indirizzi (pochi).

La prima volta che il microprocessore carica dei dati dalla memoria centrale, tali dati vengono caricati anche sulla cache. Successivamente, i dati vengono letti dalla cache invece che dalla memoria centrale più lenta.

Si usano memorie cache di alcuni KB (poche centinaia di KB)

La memoria cache



E' una memoria piccola e veloce (e più costosa) che serve a compensare la differenza di velocità tra CPU e memoria RAM e tra memoria RAM e disco.

L'interconnessione Bus

Per aumentare la modularità di un sistema di calcolo, fin dagli anni '60 venne introdotta una innovazione architettonica fondamentale: la interconnessione di dispositivi mediante **bus**.

Bus: un insieme di fili per trasferire dati da un'unità all'altra (percorso dell'informazione).

Tipi di bus

Interni: collegamento tra i dispositivi della CPU

Esterni: Collegamento tra CPU e memoria
Collegamento tra CPU e dispositivi di I/O

L'interconnessione Bus

Caratteristica principale é quella di svincolare la **CPU** dagli altri dispositivi.

Ogni dispositivo aggiuntivo (unità di ingresso, di uscita, dischi, ecc.) interagisce autonomamente col resto del sistema mediante un **controllore** connesso al bus di sistema.

L'aggiunta di un nuovo controllore connesso al bus permette quindi di aggiungere dispositivi inizialmente non previsti nel sistema, senza modifiche ai dispositivi esistenti.

- Le periferiche esterne -

Le periferiche esterne al computer possono essere dispositivi per l'ingresso dei dati (input) o per l'uscita degli stessi (output).

Tra le periferiche di **input**, le più comuni sono:
la tastiera, il mouse e lo scanner;

Tra le periferiche di **output**, le più comuni sono:
il monitor e la stampante.

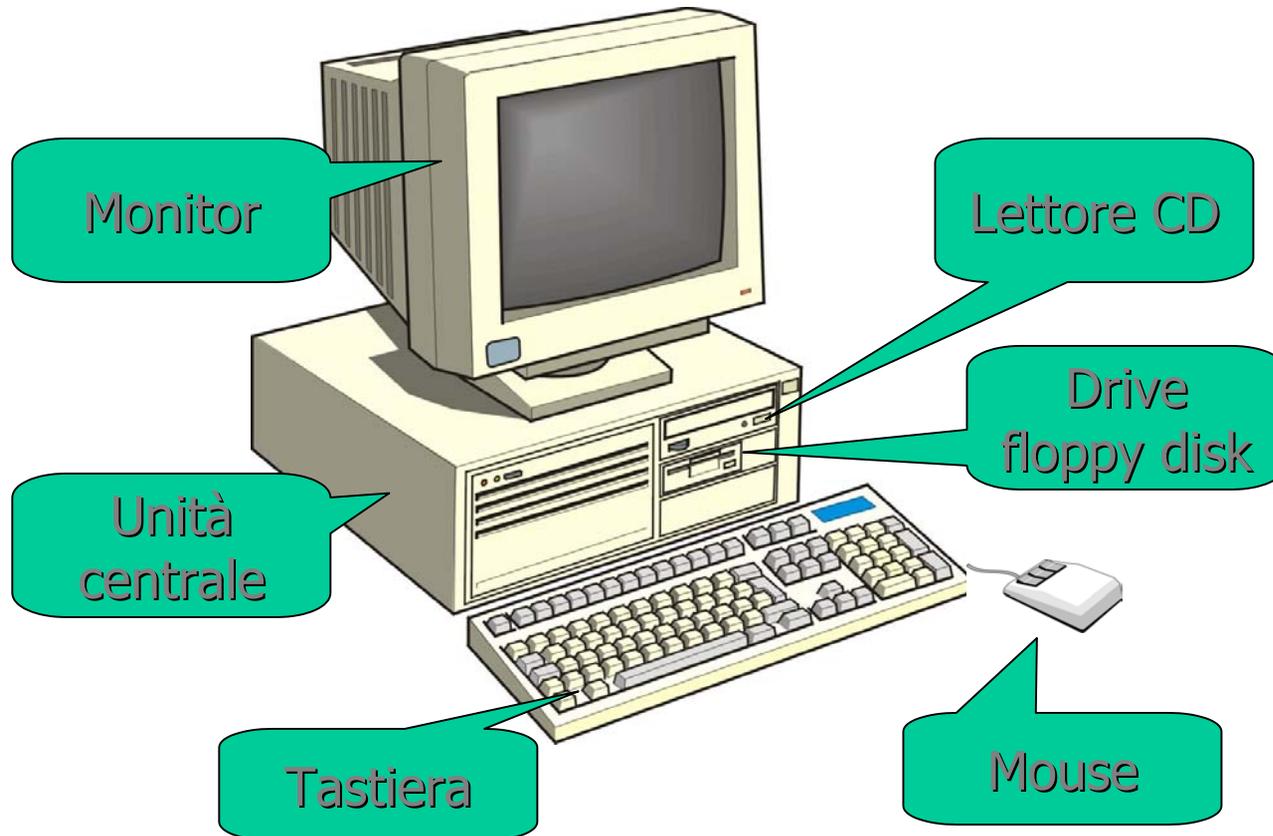
- *Le periferiche di input* -

- **La tastiera** è il principale strumento per immettere dati e istruzioni nel computer. E' divisa in 5 gruppi di tasti:

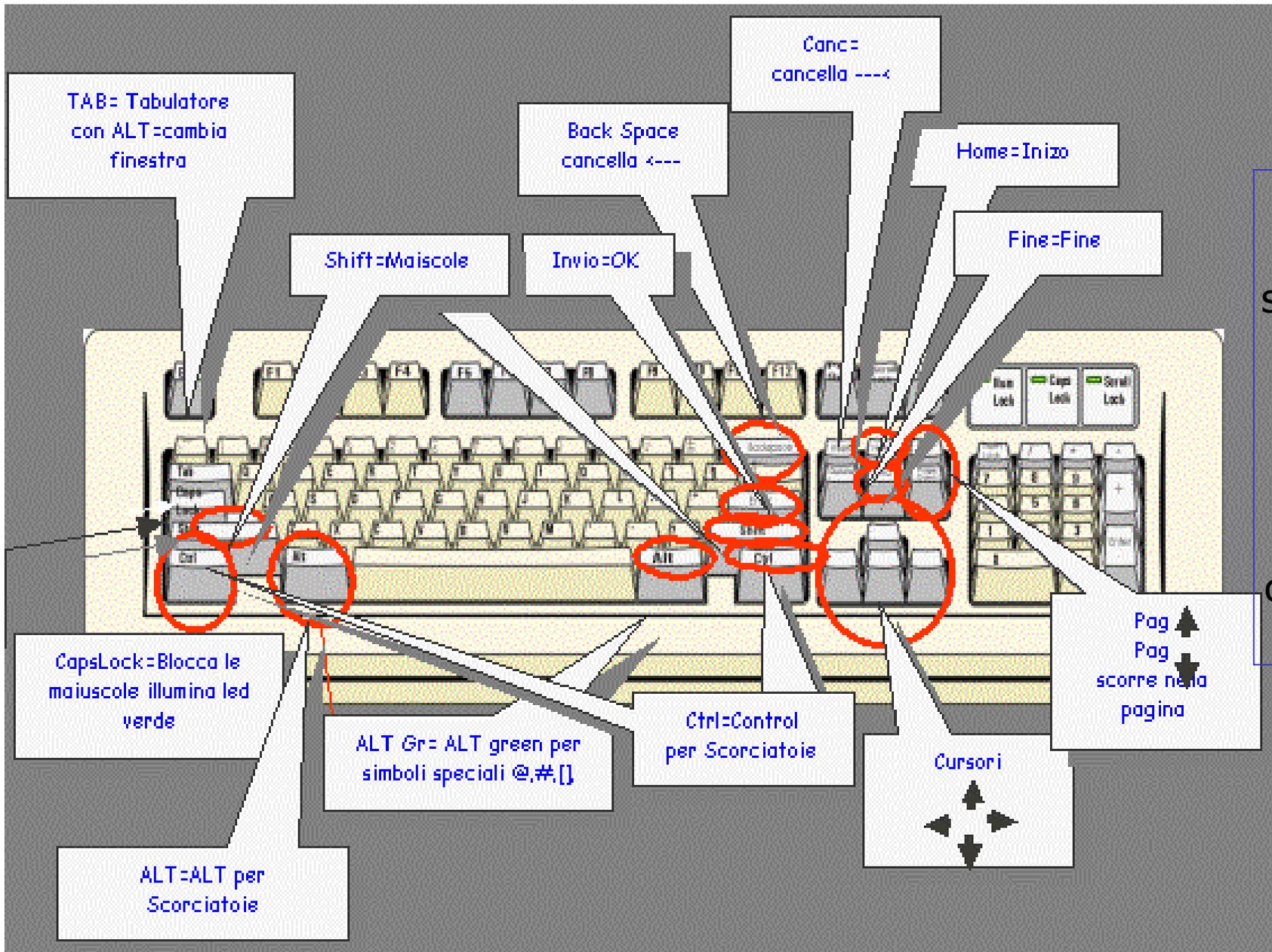
- **tasti alfanumerici**, simili a quelli delle macchine da scrivere;
- **tasti speciali** (invio, schift, ctrl, alt, esc, backspace, caps lock, num lock), utilizzabili alcuni in combinazione con altri, altri per svolgere un'azione;
- **tasti numerici**, per immettere velocemente numeri;
- **tasti direzionali**, per spostare il cursore sullo schermo;
- **tasti funzionali**, nei vari programmi consentono di richiamare funzioni specifiche.



Dispositivi di I/O



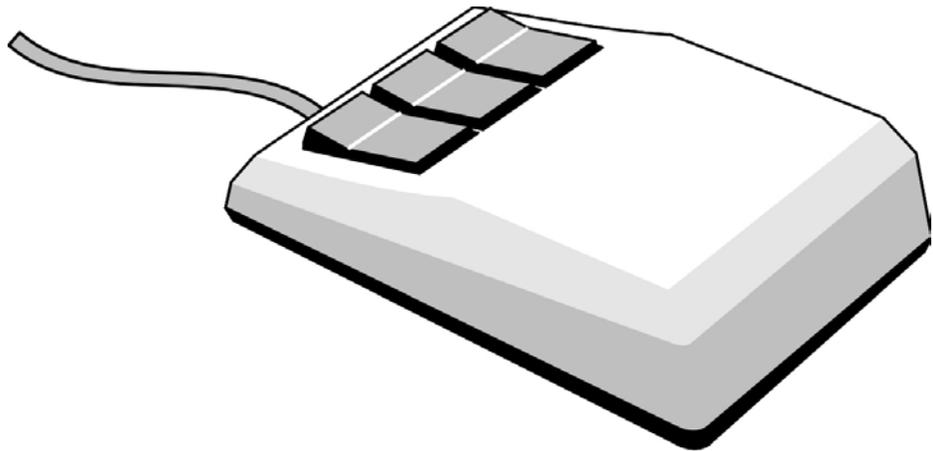
Dispositivi di input: la tastiera



Genera una sequenza di byte (ogni byte codifica un carattere)

Dispositivi di input: il mouse

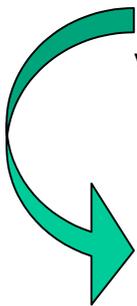
- E' un dispositivo di puntamento che consente di interagire con l'elaboratore, riproducendo sullo schermo i movimenti effettuati dalla mano su un piano di appoggio



Dispositivi di output: il monitor



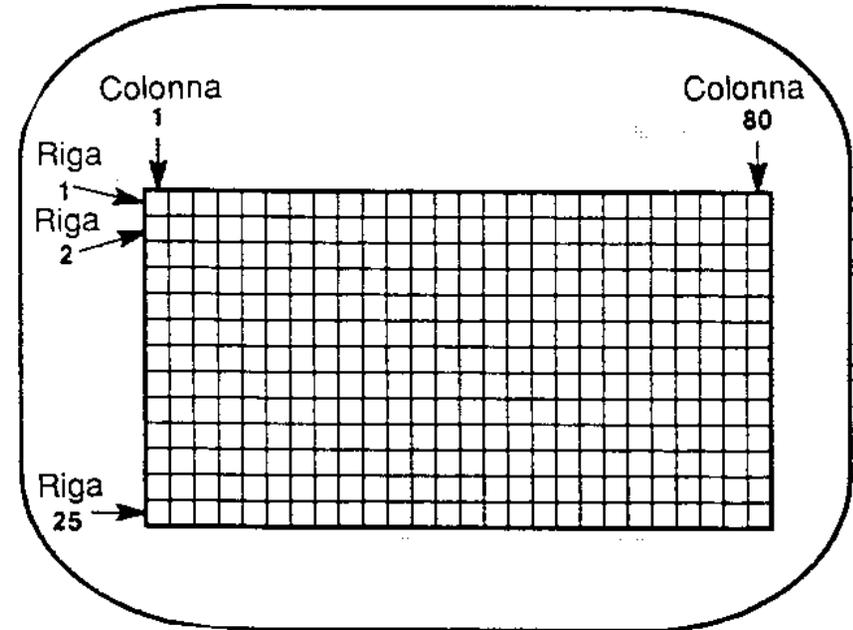
- Consente di visualizzare i dati immessi e i risultati ottenuti
- Caratteristiche fondamentali
 - la dimensione, misurata dalla lunghezza della diagonale dello schermo, espressa in pollici
 - la risoluzione grafica supportata, ovvero il numero di punti che è possibile mostrare sullo schermo: varia da 640x480 a 1600x1280 pixel



dipende anche dalla *scheda grafica*, una periferica che gestisce il funzionamento del monitor

L'intera superficie dello schermo è suddivisa in righe e colonne.

*Un maggior numero di queste suddivisioni permette un maggior numero di **pixel** e quindi una migliore risoluzione.*



Suddivisione dello schermo del monitor in righe e colonne

I monitor possono essere costruiti con la tecnologia a tubo catodico (**CRT**) o a cristalli liquidi (**LCD**), possono visualizzare diversi milioni di colori, possono essere di varia grandezza (misurando la diagonale dello schermo in pollici) e presentare risoluzioni di visualizzazione (qualità dell'immagine misurata in pixel per pollice quadrato e distanza tra i pixel) molto diverse.

Dispositivi di output: la stampante



- Consente di ottenere una copia cartacea dei risultati dell'elaborazione
- Indice di qualità: risoluzione di stampa
 - si esprime in DPI (Dot Per Inch, ovvero "punti per pollice"), e indica il numero di punti che è possibile stampare all'interno di una superficie di area pari a un pollice quadrato (2,54x2,54 cm)
- Diverse tecnologie utilizzate
 - Ad impatto (aghi - fino a 300 DPI)
 - A getto d'inchiostro (fino 720 DPI)
 - Laser (fino a 5000 DPI)

Altre periferiche

Lo **SCANNER** è il dispositivo utilizzato per acquisire immagini



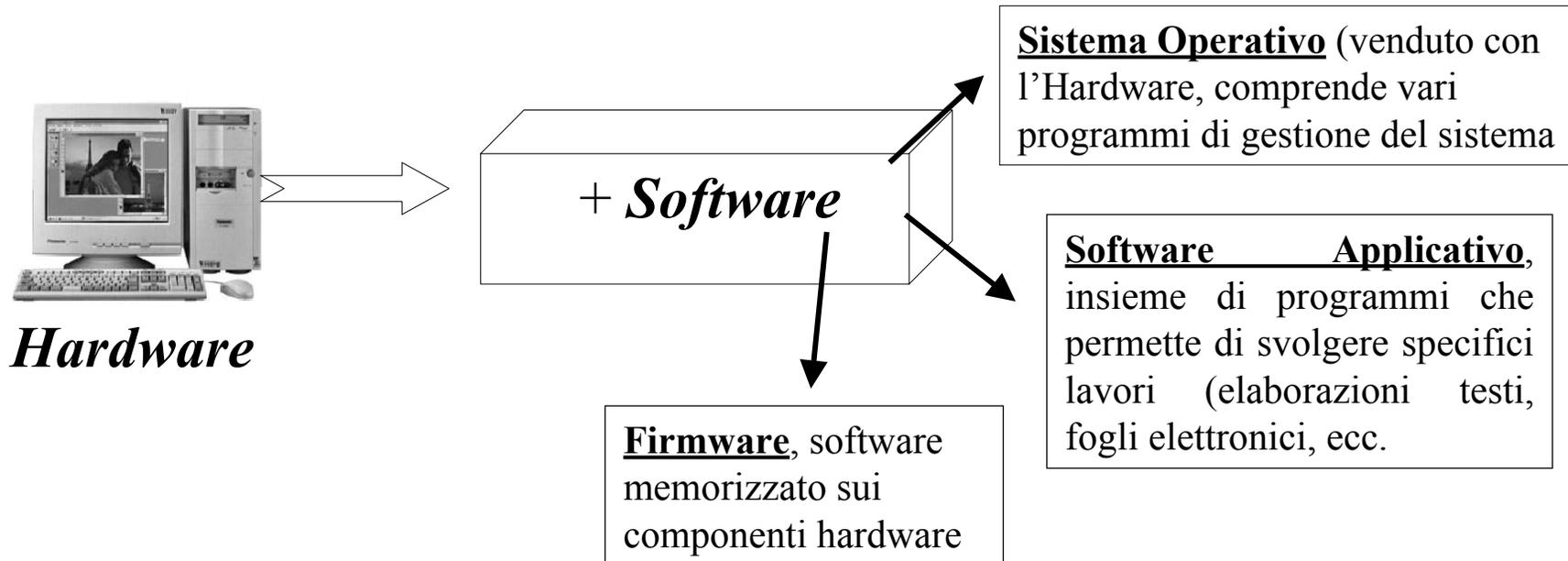
Il **MODEM** è il dispositivo che consente la comunicazione tra elaboratori mediante la linea telefonica

- **MOD**ulazione: i segnali digitali generati dall'elaboratore sono convertiti in segnali analogici per essere inviati attraverso la linea telefonica
- **DEM**odulazione: conversione del segnale da analogico a digitale

Il Software !

I soli componenti hardware di un computer non consentono di svolgere le funzioni per cui lo stesso viene acquistato. Solo l'integrazione dei componenti hardware e software (programmi) consente all'utente di svolgere tutte le funzioni necessarie per l'elaborazione delle informazioni.

Tale il processo di integrazione consente all'utente di utilizzare un sistema di elaborazione dell'informazione o meglio una "macchina virtuale" che prevede diversi livelli di interazione.



Il “Sistema Operativo”

Il software che permette l'integrazione dei diversi componenti hardware e che si frappone tra il linguaggio macchina ed il linguaggio umano è chiamato Sistema Operativo.

Tale software è composto da vari programmi, è parte integrante dell'hardware e viene fornito insieme al computer.

Il Sistema Operativo svolge il compito di :

GESTORE DI RISORSE in quanto permette:

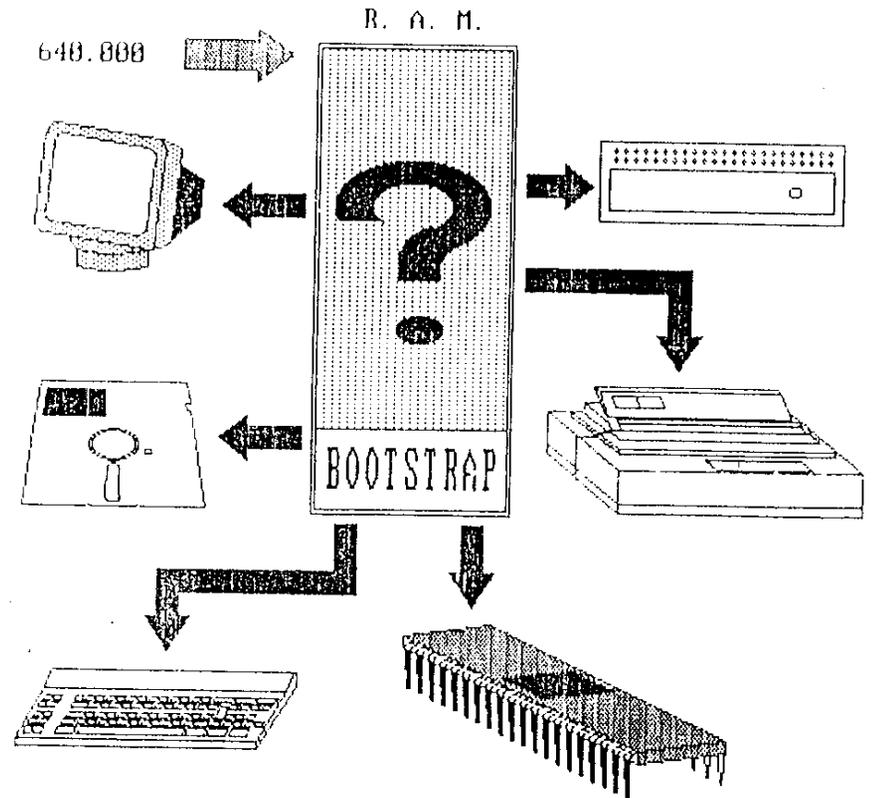
- l'integrazione e la sincronizzazione dei diversi componenti hardware;
- la gestione dei file memorizzati sulle memorie di massa;
- la gestione delle connessioni tra la CPU e le unità di input e di output;
- la gestione delle situazioni di mal funzionamento.

INTERFACCIA DI SUPPORTO in quanto permette il dialogo con gli utenti; accetta i comandi in una forma “amichevole” per l’utente , permettendogli l'uso del computer senza dover necessariamente conoscere in modo approfondito i componenti hardware che lo costituiscono;

- La Procedura di bootstrap -

Il Sistema Operativo sin dall'accensione del computer (fase di avvio), inizia la sua funzione di gestore dell'intero sistema informatico.

La fase di avvio, chiamata procedura di **boot** o di **bootstrap**, è una parte del sistema operativo memorizzata su ROM, che consente la verifica della presenza e del corretto funzionamento dei vari componenti hardware .



Caratteristiche generali dei sistemi operativi

Evoluzione nel tempo dettata dall'esigenza di fornire all'utente finale un prodotto che in modo efficiente consentisse la gestione del sistema informatico in modo semplice e naturale (amichevole-*friendly*).

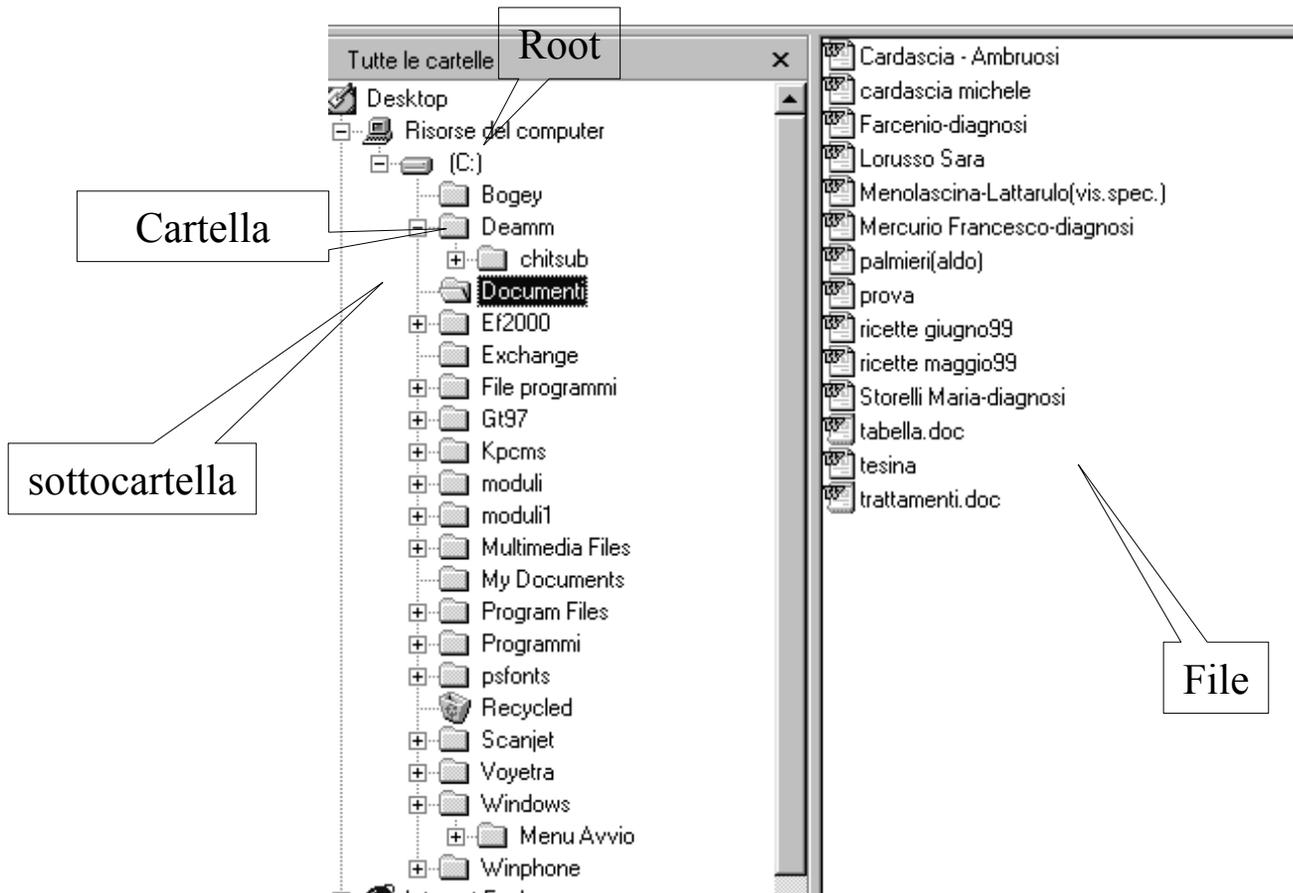
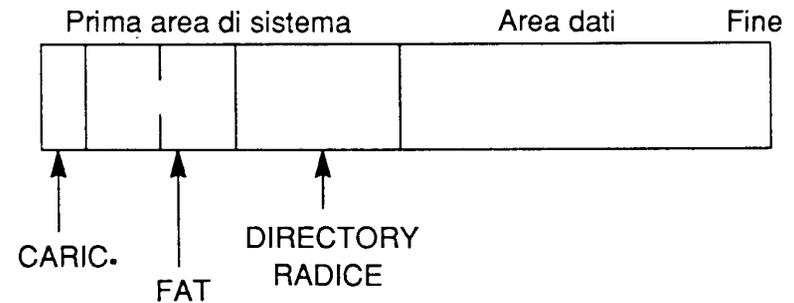
Evoluzione dell'interfaccia utente dalla modalità di comando, che costringeva l'utente ad imparare una nuova lingua con una propria rigida sintassi, a quella odierna, **GUI** (**G**raphical **U**ser **I**nterface) a manipolazione diretta che permette una modalità di visualizzazione prettamente grafica (**WYSIWYG** = **W**hat **Y**ou **S**ee **I**s **W**hat **Y**ou **G**et).

Le varie tappe di questo processo sono le seguenti:

- **Command language** il (DOS con i comandi del tipo copy, dir, del, ecc.);
- **Sistemi a Menù** (Le ultime versioni del DOS con i menù a cascata);
- **Sistemi a Form Filling**;
- **Sistemi a manipolazione diretta.**

Il Sistema operativo e l'organizzazione dei dati

Ogni sistema operativo organizza i dati con modalità proprie: il **DOS** (Disk Operating System) e Windows organizzano i dati in file.



Il Sistema operativo e l'organizzazione dei dati

Lo spazio delle memorie di massa viene diviso, dopo la formattazione, in due parti:

- la prima contiene l'area di caricamento del S.O., la tabella (**FAT= File Allocation Table**) che riporta le indicazioni utili per il reperimento del file e l'indirizzario radice o **directory root**, non modificabile dall'utente.
- la seconda parte è l'area dati nella quale viene strutturata ad albero in cartelle e sottocartelle.

