



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FOGGIA

DIPARTIMENTI

DI AREA MEDICA

*CdL in Tecniche Sanitarie di Radiologia Medica*

---

# Sistemi di Elaborazione delle Informazioni

Prof. Crescenzo Gallo

[crescenzo.gallo@unifg.it](mailto:crescenzo.gallo@unifg.it)



# Memorie di massa





# Le memorie di massa

Le **memorie secondarie o di massa** sono utilizzate per memorizzare grandi quantità di informazioni in modo permanente.

Caratteristiche principali (rispetto alla memoria centrale):

- ▶ non volatilità
- ▶ grande capacità
- ▶ bassi costi
- ▶ bassa velocità di accesso

Tali memorie si caratterizzano inoltre per due elementi:

- il **supporto** di memorizzazione (HD, CD, DVD,...)
- il **drive** (il dispositivo per funzionare/memorizzare)



# Le memorie di massa



La **tecnologia** normalmente utilizzata per la registrazione è di tipo *magnetico, ottico o elettronico*.

Il supporto è tipicamente un disco.

Due tipi di dischi magnetici:

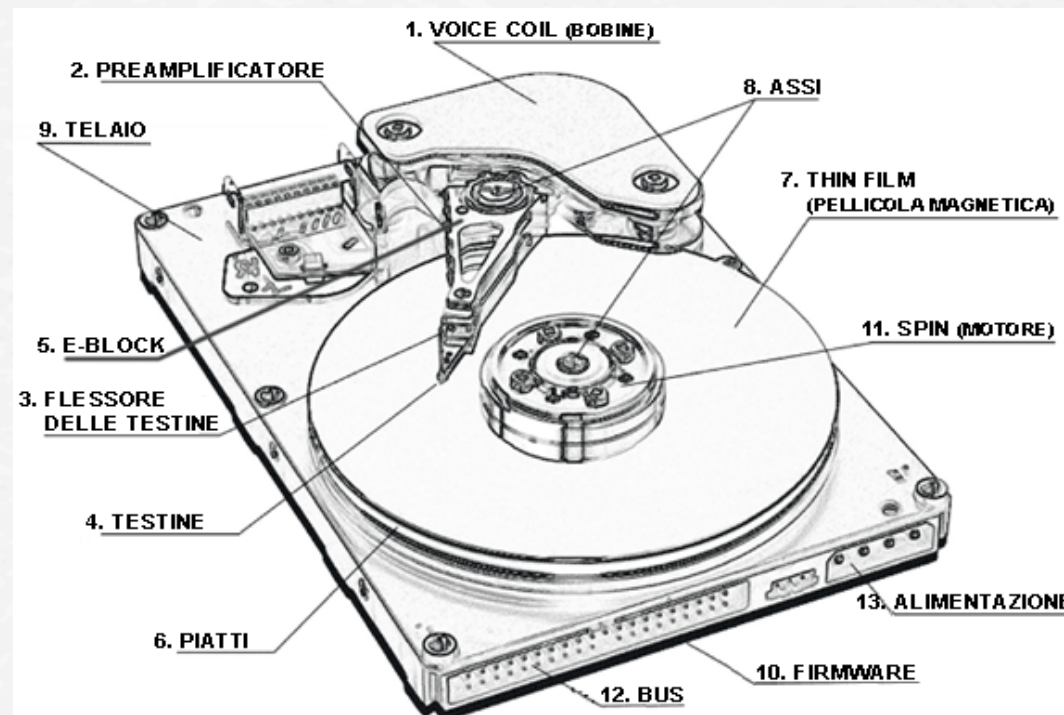
- dischi fissi (hard disk)
- dischi rimovibili (floppy disk, ormai in disuso)

*Le memorie elettroniche (pendrive, SD card, ...) hanno ormai pienamente sostituito i floppy.*

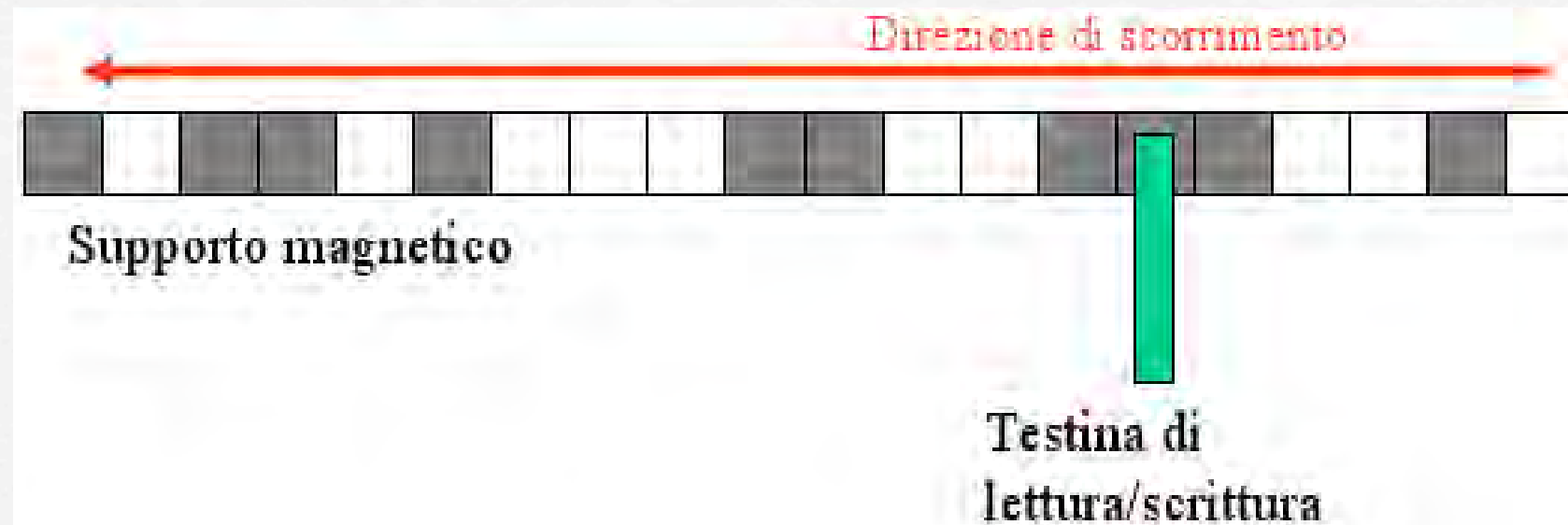


# Hard disk

- ▶ Introdotto da IBM nel 1956.
- ▶ Un disco magnetico (disco fisso) è composto da uno o più piatti rotanti (generalmente di alluminio) ricoperti di materiale magnetico e da un gruppo di testine.
- ▶ La testina (sospesa appena sopra la superficie magnetica) permette la scrittura e lettura di bit su un disco.
- ▶ I bit sono memorizzati sotto forma di stati di polarizzazione (positiva e negativa).



# Hard disk



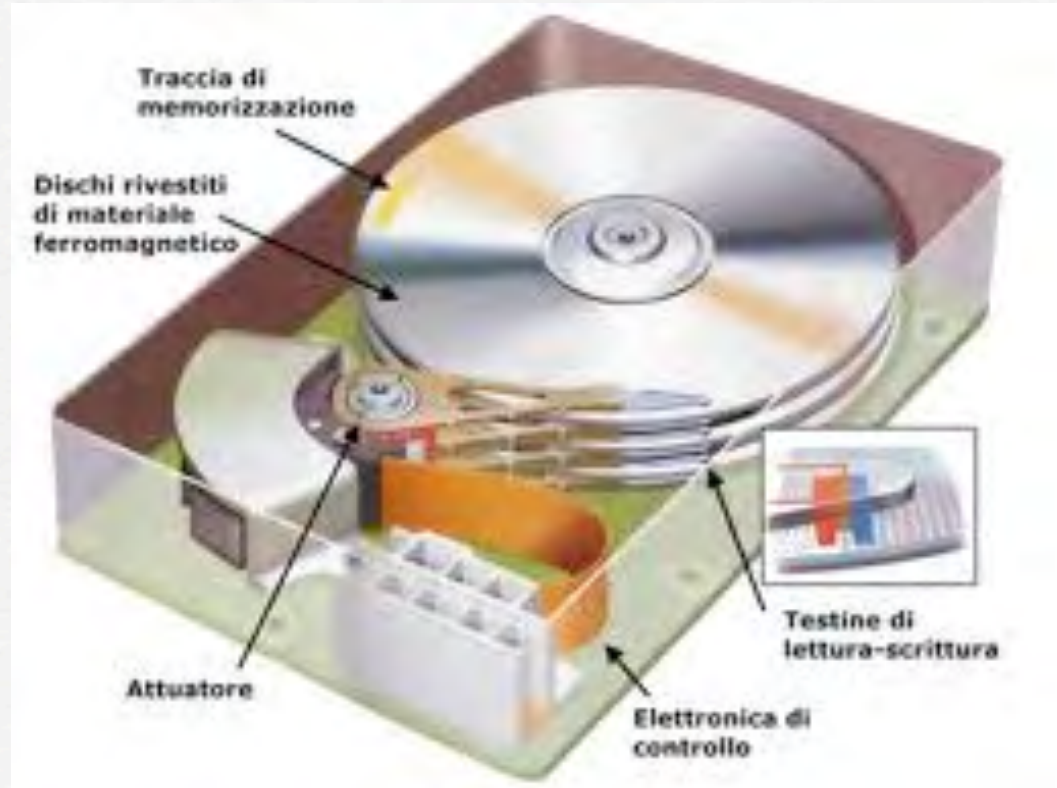
**Scrittura:** la testina emette impulsi elettrici che polarizzano in uno dei due modi possibili le particelle magnetiche presenti sul supporto.

**Lettura:** le particelle magnetiche inducono sulla testina una corrente elettrica che è diversa a seconda della polarità della cella in lettura.

NOTA: i dati memorizzati sono in forma binaria, ossia sono interpretabili come sequenze di 0 e 1



# Organizzazione di un hard disk

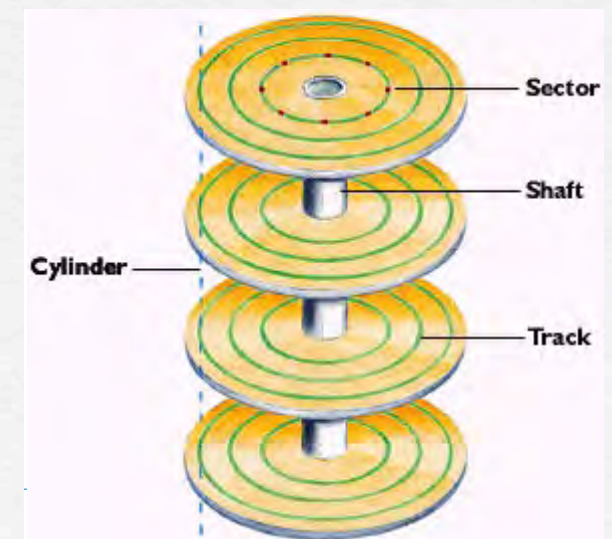
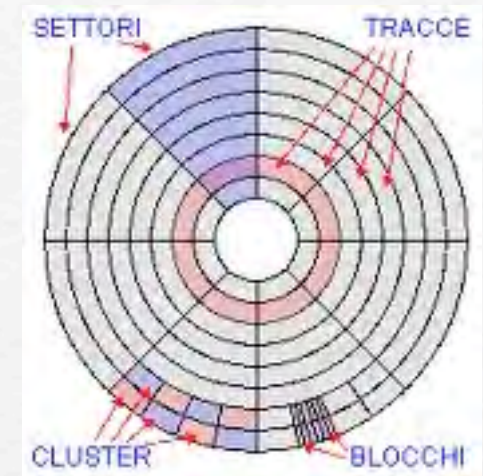


- ▶ L'unità è in realtà costituita da diversi **dischi** (*disk-pack*).
- ▶ Entrambe le superfici di ogni disco sono rivestite di **materiale ferromagnetico** sul quale vengono memorizzate le informazioni.
- ▶ Le operazioni di lettura e scrittura sono realizzate da **testine**, poste su **bracci** e movimentate da un **attuatore**.



# Organizzazione della superficie

- ◆ Tutte le informazioni memorizzate sul disco sono organizzate in **tracce** (corone circolari concentriche disposte sulla superficie del disco).
- ◆ Le tracce sono numerate a partire da zero dal bordo del disco e procedendo verso l'interno.
- ◆ Tutte le circonferenze (tracce) sono a loro volta suddivise in un numero uguale di **settori**, contenenti uno o più **blocchi** (normalmente da 512 byte) che sono le più piccole unità di memorizzazione sul disco.
- ◆ Normalmente il sistema operativo, quando formatta il disco, lo organizza in unità di allocazione dette **cluster**, costituite da più blocchi.
- ◆ Siccome l'unità è formata da più dischi, ad ogni traccia su un disco corrispondono tracce omologhe sugli altri dischi, che, nell'insieme, formano un **cilindro**.
- ◆ Cilindri, tracce e settori costituiscono la cosiddetta *geometria* del disco.





# Formattazione di un HD

## Formattazione

- ▶ Operazione che predispone tracce e settori per la lettura/scrittura.
- ▶ Circa il 15% dello spazio si perde in gap e codici di correzione errori.

## Gap

- ▶ Piccolo spazio separatore tra ogni singola traccia.

## Codici correzione errori

- ▶ Lo scambio di informazioni tra sistemi (per esempio CPU e RAM) è un flusso di elettroni ed è quindi soggetto a rumori—tipicamente di natura elettromagnetica—che possono distorcere il segnale (informazione) iniziale.
- ▶ In informatica la correzione di errore avviene arricchendo l'informazione iniziale con altre informazioni ridondanti.



# Letture e scrittura su disco

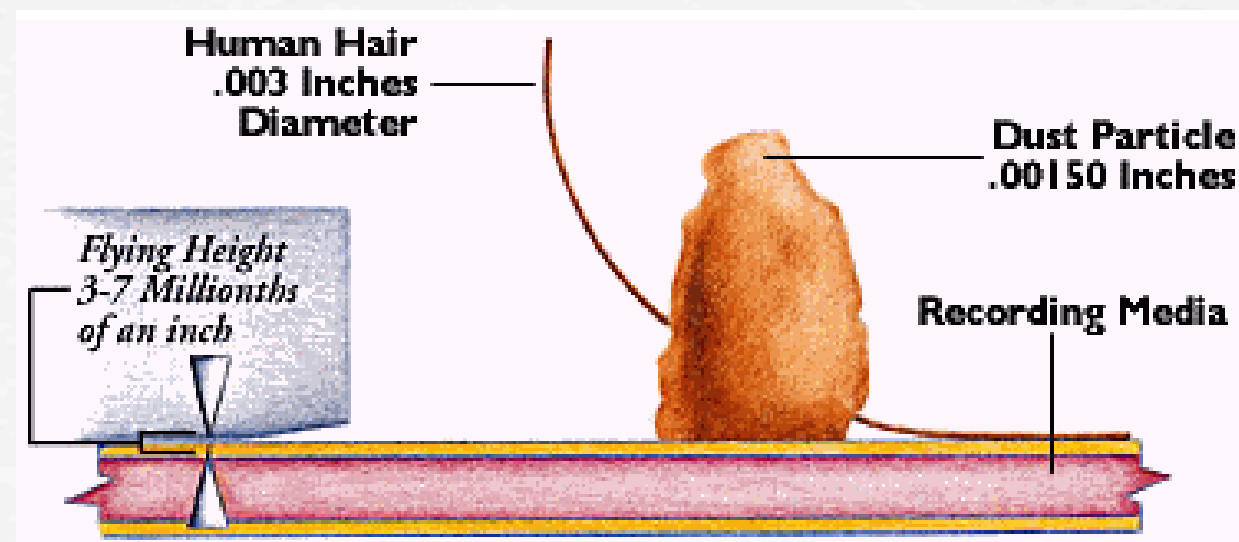
Le informazioni memorizzate sul disco sono codificate sotto forma di *stati di memorizzazione* di zone del materiale ferromagnetico disposto sulla superficie del disco.

Le operazioni di lettura/scrittura sono realizzate dalle testine tramite le seguenti fasi:

1. **Posizionamento** (*seek*) della testina sulla traccia (cilindro) di interesse
2. **Attesa** (*latency*) del passaggio del settore di interesse
3. **Letture o scrittura** del dato (*transfer*)

Accesso ai dati di  
tipo *random*

Date le alte velocità di rotazione, le testine non toccano la superficie del disco, ma "planano" su di essa, mantenendosi ad una distanza dell'ordine di  $10^{-4}$  mm.





# Tempo di accesso al disco

- Il *tempo di accesso* al disco (alcuni msec) è influenzato da tre fattori:
  - **Seek** time: è il tempo necessario a spostare la testina sulla traccia; è il fattore più critico poiché si tratta di un movimento meccanico e non di un impulso elettrico.
  - **Latency** time: (anche rotational latency, latenza rotazionale) è il tempo necessario a posizionare il settore desiderato sotto la testina, e dipende dalla velocità di rotazione (~5-10.000 giri/min).
  - **Transfer** time: è il tempo necessario al settore per passare sotto la testina, riguarda la lettura vera e propria.
- Il **tempo di accesso** pertanto è dato dalla somma di questi tre termini:

**Seek**  
+  
**Latency**  
+  
**Transfer time**

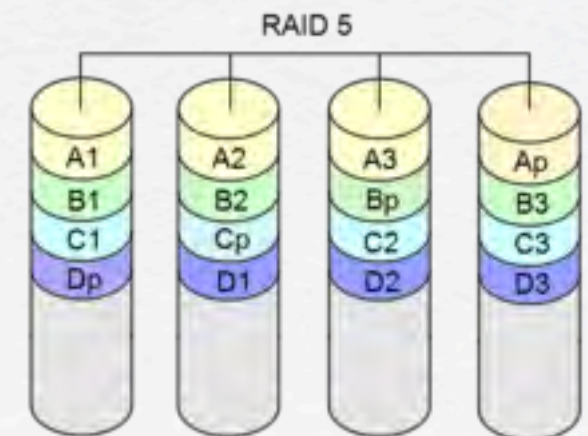
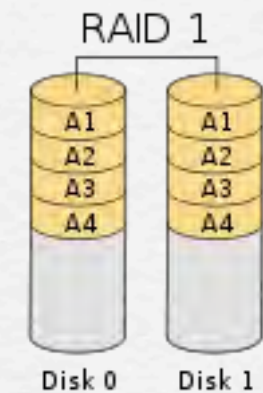
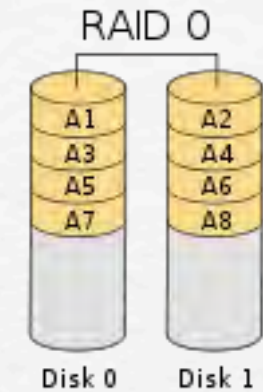




# RAID

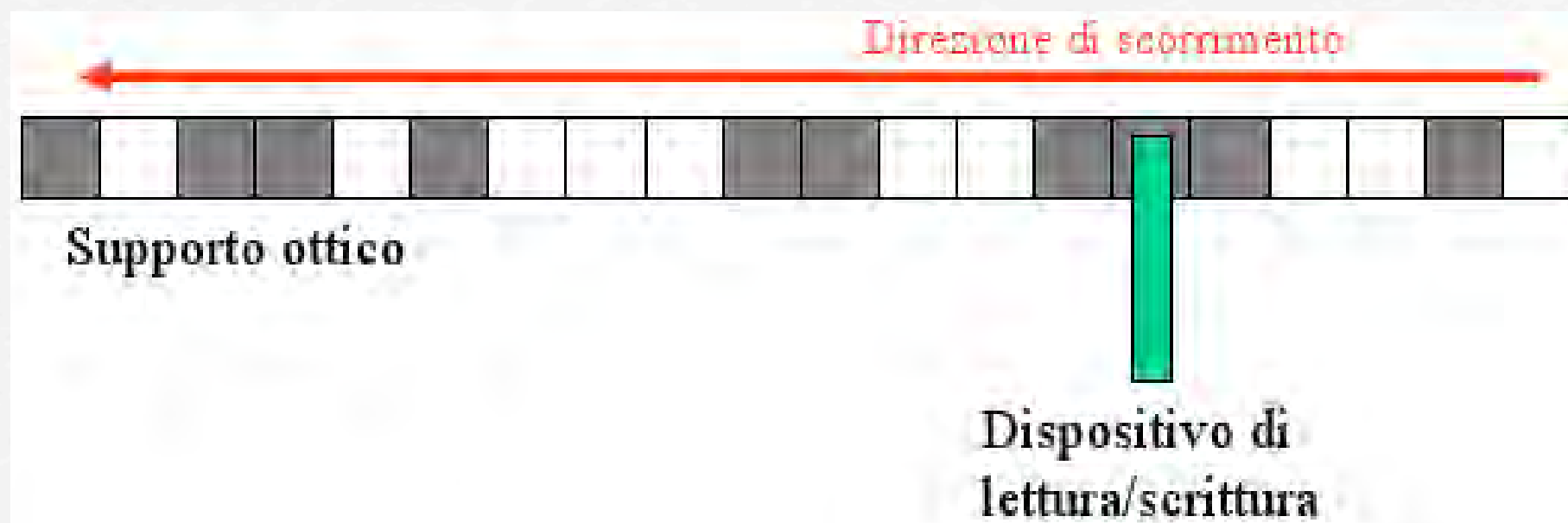
## Redundant Array of Independent Disks

- Tecnologia per migliorare l'efficienza nell'accesso alle memorie di massa e la sicurezza. Sono disponibili sostanzialmente tre tipologie:
  - **RAID 0 (striping)**: consiste nello scrivere in parallelo su più dischi i dati, in modo da ridurre drasticamente i tempi di accesso (permette di combinare un insieme di dischi in una sola unità logica=volume). Sicurezza molto bassa.
  - **RAID 1 (mirroring)**: scrittura contemporanea su due dischi degli stessi dati. Massima sicurezza, ma raddoppio dei tempi di scrittura.
  - **RAID 5 (striping con parità)**: come RAID 0 ma usa una divisione dei dati a livello di blocco con i dati di parità distribuiti tra tutti i dischi appartenenti al RAID, in modo da poter ricostruire i dati memorizzati su un disco guasto, che normalmente può essere sostituito "a caldo" (*hot-swap*).
- Tipicamente si utilizzano anche combinazioni delle tecnologie precedenti (ad es. RAID 0+1).





# Memorie ottiche



**Scrittura:** viene emesso un raggio laser che crea sottili scanalature sulla superficie del disco, creando un'alternanza di zone chiare (*intersolchi*) e scure (*scanalature*)

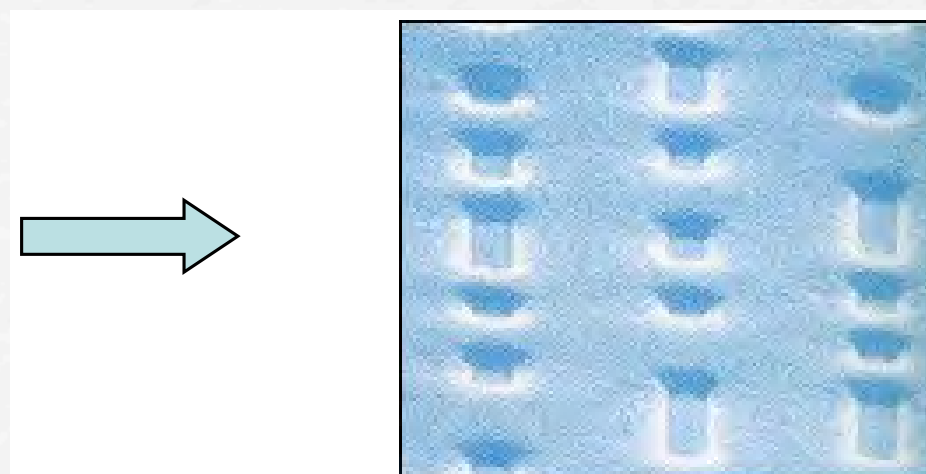
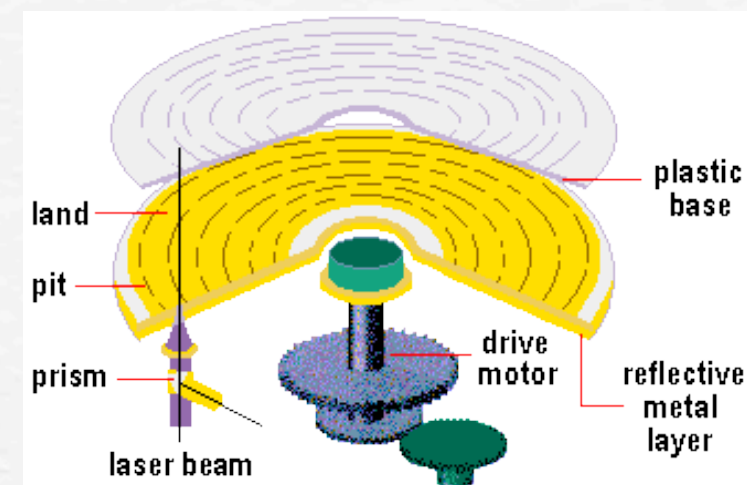
**Lettura:** il raggio laser colpisce la superficie del disco e la luce viene riflessa in quantità maggiore o minore a seconda della zona colpita. Un rivelatore fotoelettrico misura la differenza di tale intensità e converte i segnali in una sequenza binaria.

**NOTA:** anche in questo caso i dati sono memorizzati in forma binaria.



# Compact disk

- ▶ Realizzato originariamente per l'audio (CD audio, 1980): 650 MB per 74 minuti o 700 MB per 80 minuti di audio
- ▶ Nel 1988 standard CD-R per i dati
- ▶ Disco in policarbonato con un'anima in materiale altamente riflettente, di solito alluminio
- ▶ I dati sono codificati tramite pits e lands



Tutti i supporti ottici (CD, DVD, Blu-Ray, etc.) hanno avallamenti (pits) e zone piane (lands). Queste sono zone microscopiche e rappresentano le informazioni binarie dei dati memorizzati sul disco. Un "land" riflette il laser in un sensore registrandolo come un 1; quando la luce colpisce un "pit", si disperde e non vi è riflessione, e corrisponde ad uno 0.

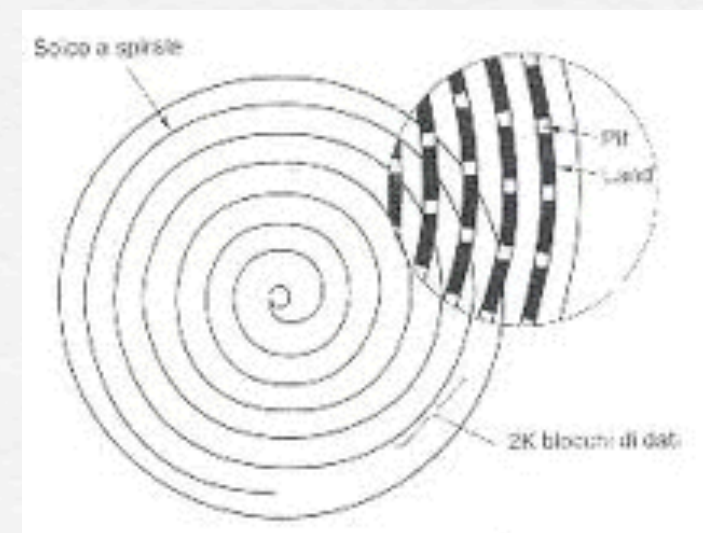


# Organizzazione del CD

- Un CD tipicamente memorizza i dati su un'unica **traccia**, che si avvolge a spirale, per migliorarne l'accesso sequenziale.
- La traccia è divisa in **settori** di dimensione costante in cui i dati sono registrati.
- Le unità CD audio sono "single speed": hanno una **velocità lineare costante** di 1,2 m/sec;
  - la lunghezza della traccia è di circa 5,27 Km, per cui sono necessari circa 4.391 secondi (73,2 minuti) per percorrerla tutta;
  - con questa velocità, l'unità assicura un **transfer rate** di circa 150 Kbyte/sec.
- Le altre velocità sono definite come multipli della velocità "base" audio (es. 40x)

*L'operazione di scrittura di un CD viene effettuata ad una data temperatura, in maniera tale da bruciare (burn) lo strato riflettente in quello specifico punto e creare un pit.*

*Un CD-R, a differenza di un CD audio, riserva un certo numero di settori per la correzione degli errori di scrittura.*





# CD-RW

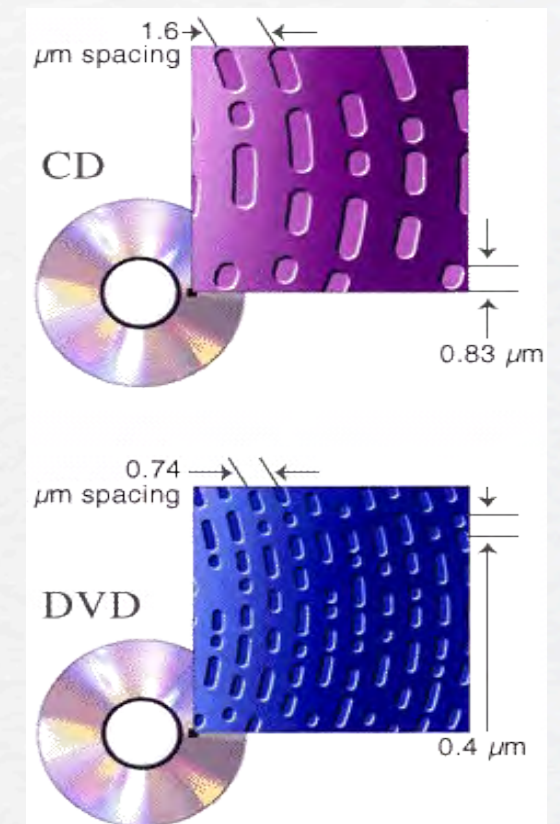
- Sono dischi ottici **riscrivibili** (introdotti nel 1997).
- Lo strato di registrazione utilizza una lega di argento, indio, ammonio e tellurio che ha **due stati stabili**:
  - ▶ lo **stato cristallino**, con elevata capacità di riflessione (land);
  - ▶ lo **stato amorfo**, con ridotta capacità di riflessione (pit).
- Si usa un **laser con tre potenze diverse**:
  - ▶ **alta potenza**: il laser scioglie la lega e un raffreddamento rapido la porta dallo stato cristallino a quello amorfo;
  - ▶ **media potenza**: la lega si scioglie e si raffredda tornando nel suo stato cristallino;
  - ▶ **bassa potenza**: si rileva solo lo stato del materiale.





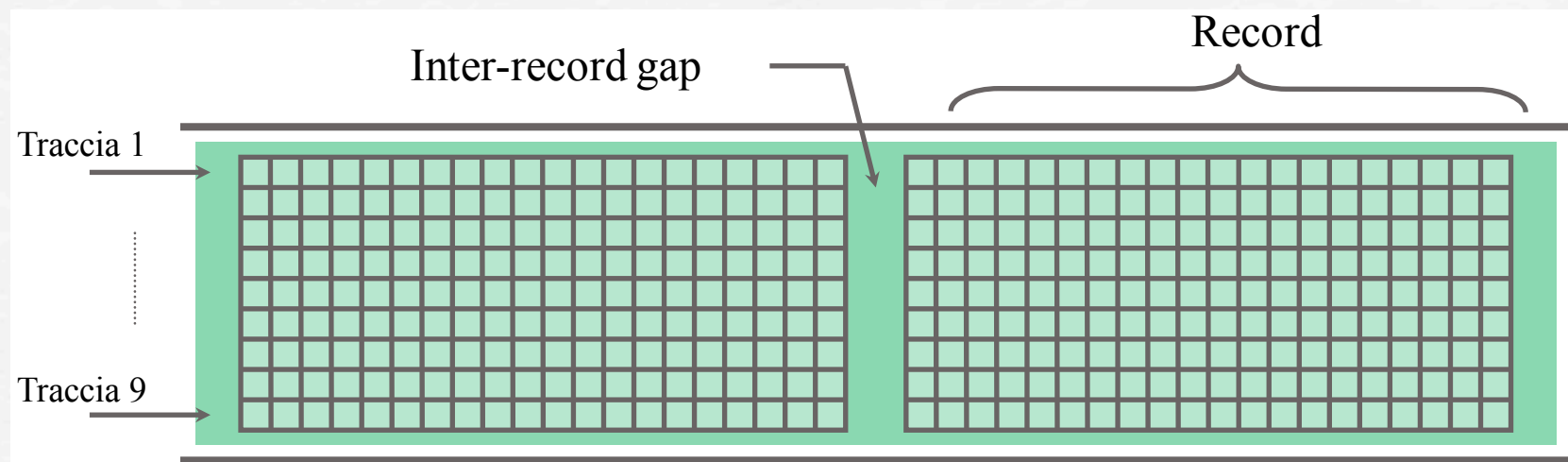
# DVD (Digital Versatile Disk)

- I DVD, a parità di dimensioni, contengono maggiore informazione rispetto ai CD, grazie a:
  - pit più piccoli
  - spirale più serrata
  - utilizzo del laser rosso
- I DVD hanno una capacità di 4,7 GB, pari a 133 minuti di video ad alta risoluzione, con colonna sonora in 8 lingue e sottotitoli in 32 lingue
- Esistono diversi formati di DVD:
  - lato unico, strato unico (SS/SL) 4,7 GB
  - lato unico, strato doppio (SS/DL) 8,5 GB
  - due lati, stato unico (DS/SL) 9,4 GB
  - due lati, strato doppio (DS/DL) 17 GB
- Possono anch'essi essere scrivibili una sola volta (DVD-R) o riscrivibili (DVD-RW)
- Standard di scrittura leggermente differente DVD+R, DVD+RW
- Standard DVD-RAM: utilizzabile in lettura e scrittura come un normale hard-disk





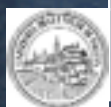
# Unità nastro



- ▶ Introdotte nel 1950
- ▶ Capacità di diversi GB (anche centinaia)
- ▶ Accesso sequenziale ai dati
- ▶ Molto lente
- ▶ Utili solo per operazioni di backup

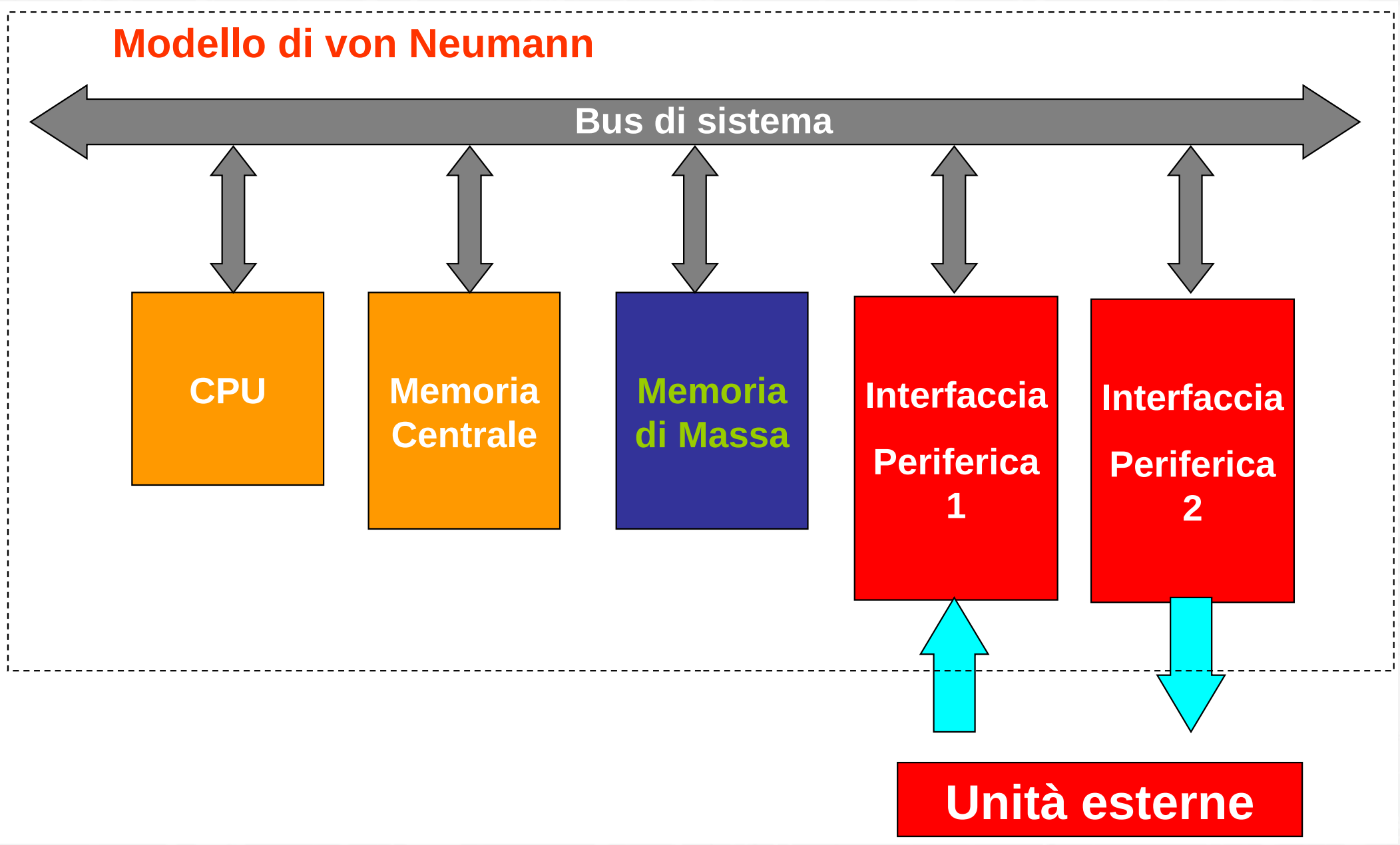


# Interfacce/Porte





# Interfacce esterne





# Collegamento delle unità esterne

- ▶ Tutta l'attività di ingresso/uscita avviene con l'uso di **unità esterne**: tastiera, mouse, monitor, stampante, scanner, microfoni/altoparlanti, webcam, ...
- ▶ **Problema**: molti dispositivi, realizzati da costruttori diversi.
- ▶ Come si gestisce il collegamento con il calcolatore? ***Necessità di standard.***
- ▶ Il collegamento tra calcolatore ed unità esterne avviene tramite connessioni standard (**porte periferiche**), alle cui specifiche i costruttori devono attenersi.

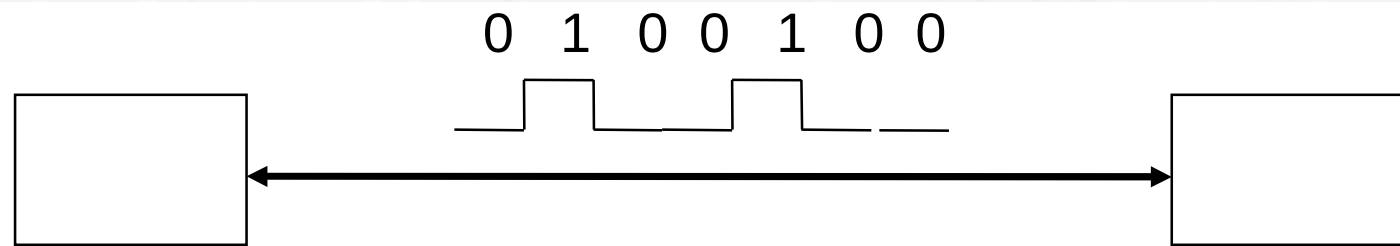


# Collegamento delle unità esterne

Il collegamento tra calcolatore ed unità esterne prevede un flusso bidirezionale di byte di dati tra i due, che può avvenire in due modalità diverse, distinte in base al **parallelismo** del trasferimento:

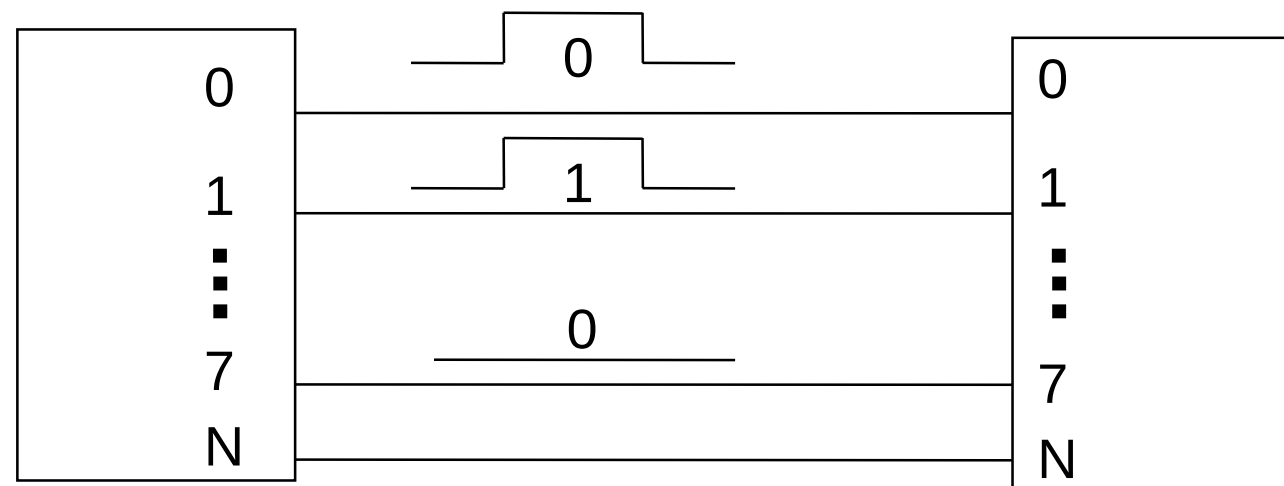
## seriale

parallelismo: 1 bit



## parallelo

parallelismo: 8 bit





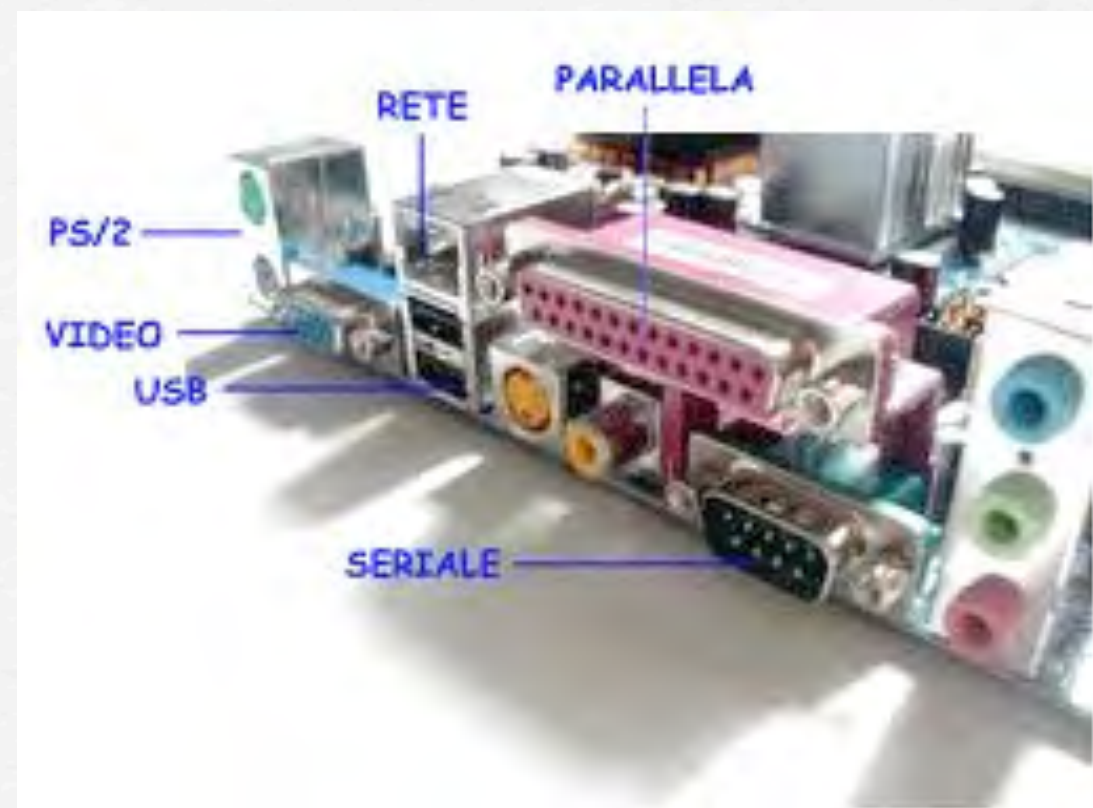
# Le porte

- Le **porte** sono i dispositivi che permettono l'invio e la ricezione delle informazioni dalle periferiche.
- Sul retro di un case vi sono dei **connettori** speciali che collegano l'unità centrale con le periferiche, tramite cavi.
- Prima di connettere le periferiche al computer era una volta necessario quasi sempre interrompere l'alimentazione spegnendo l'elaboratore ma ciò non vale per le periferiche di nuova generazione (**Plug&Play**).
- A seconda della **tipologia** di collegamento abbiamo diversi tipi di porte e di connettori (con diversi schemi di comunicazione sui piedini dei connettori e diversi protocolli).



# Le porte

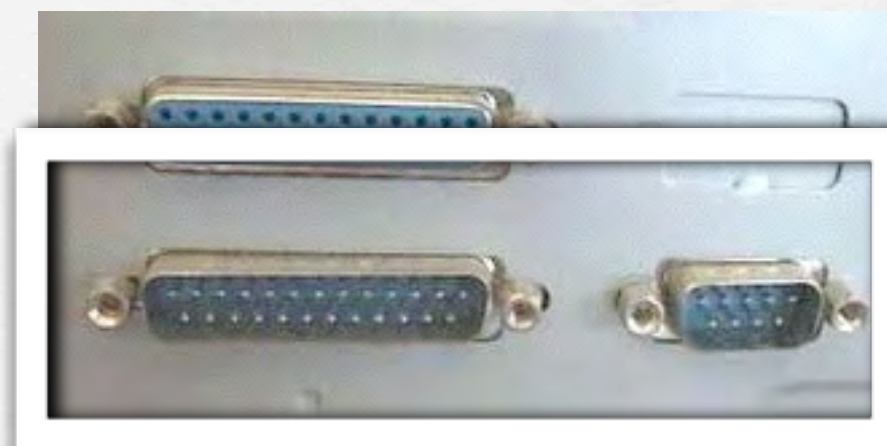
- La porta seriale
- La porta parallela
- La porta SCSI
- La porta PS/2
- La porta VGA
- La porta HDMI
- La porta IDE/ATA
- La porta USB
- La porta Firewire (IEEE 1394)





# La porta seriale

- ▶ Le porte seriali (dette anche RS-232) hanno un connettore a 25 pin (piedini) o 9 pin.
- ▶ Su un PC il nome delle porte seriali è COM1, COM2 etc., dove COM è l'abbreviazione di COMmunication (comunicazione) ed il numero indica se è la prima, la seconda etc.
- ▶ I computer sino a non molto tempo fa erano dotati, in genere, di due porte seriali. Oggi tendono ad essere sostituite da porte più versatili ed a maggiore capacità di trasmissione (USB, etc.)
- ▶ La porta seriale è stata usata per collegare i mouse ai primi PC ed anche la stampante (soppiantato dalla porta parallela, e poi da USB e dalle stampanti di rete).
- ▶ La porta seriale è stata molto usata per connettere dispositivi specializzati, come ad esempio lettori di codici a barre e di tessere magnetiche.





# La porta parallela

- Le porte parallele hanno un connettore a 25 piccoli fori. Il trasferimento dei dati avviene 8 bit alla volta.
- Su un PC il nome delle porte parallele è LPT1, LPT2 etc., dove LPT è l'abbreviazione di Line PrinTer (stampante a linee) ed il numero indica se è la prima, la seconda etc. porta parallela.
- Anche se è nata per connettere le stampanti la porta parallela è stata in seguito usata anche per altre applicazioni.
- I computer avevano, in genere, una porta parallela, che oggi tende ad essere sostituita con porte più versatili ed a maggiore capacità di trasmissione (USB, etc.).





# La porta SCSI

- Le porte SCSI (*Small Computer System Interface*) supportano fino a 8/16 periferiche in cascata che richiedono alta velocità di trasferimento (per quella finale, se la porta non è auto-terminante, occorre un tappo).
- Un singolo adattatore SCSI è ad es. in grado di interfacciare contemporaneamente un computer a più dischi rigidi, ad un drive CD-ROM, ad una unità a nastri ed ad uno scanner.
- Il cavo che esce da una porta SCSI è un bus (multidrop) a 8 bit (16 nello standard SCSI-2 e in quello più recente SCSI-3) parallelo.
- SAS (Serial Attached SCSI) bus seriale punto-punto; max 16384 periferiche.
- Velocità fino a 640 MB/s.





# La porta PS/2

- La porta PS/2 si usa (ma ormai è quasi soppiantata completamente dalla porta USB) per connettere il mouse e la tastiera.
- Il nome viene dalla serie di computer IBM Personal System/2 introdotta nel 1987.





# La porta VGA

- ▶ Il connettore VGA (Video Graphics Array) viene spesso chiamato anche con altri nomi (ad esempio connettore RGB, D-sub 15, mini sub D15 e mini D15).
- ▶ Ne esistono diverse versioni; viene utilizzato per collegare monitor aggiuntivi o proiettori.





# La porta HDMI

- ▶ High-Definition Multimedia Interface: uno standard commerciale completamente digitale per l'interfaccia dei segnali audio e video, creato nel **2002** dai principali produttori di elettronica.
- ▶ Retro-compatibile con l'interfaccia digitale DVI che è in grado, però, di trasportare solamente il segnale video.
- ▶ La versione 1.3 arriva fino a 10,2 Gb/s.





# La porta IDE/ATA

- ✓ La porta IDE (Integrated Drive Electronics) è l'input/output di un controller (controllore HW di una periferica) e al contrario delle altre è solitamente all'interno del case.
- ✓ Può controllare fino a due hard disk o altre periferiche IDE.
- ✓ Oggi vi si fa riferimento piuttosto con in termine ATA (Advanced Technology Attachment) e viene usata per collegare dischi o CD all'interno del case.
- ✓ Nuovo standard SATA (Serial ATA), con transfer rate fino a 600 MBps.





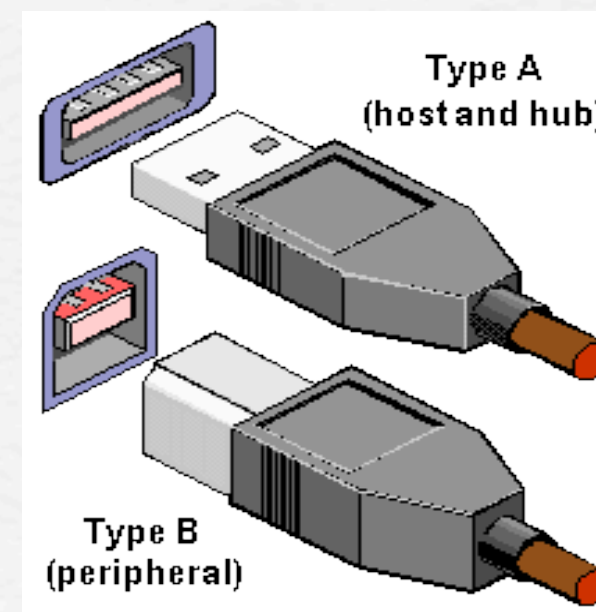
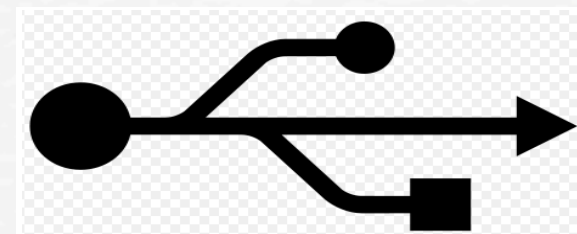
# L'interfaccia USB (Universal Serial Bus)

E' un'interfaccia seriale progettata per:

- ▶ connettere contemporaneamente più periferiche
- ▶ realizzare connessioni "hot swap"
- ▶ assicurare un'alta velocità di trasferimento

## Caratteristiche:

- ▶ fino a 127 unità collegate su una stessa connessione (tramite hub)
- ▶ velocità massima: 12 Mbit/sec (USB 1.1), 480 Mbit/sec (USB 2.0), 4800 Mbit/sec (USB 3.0)
- ▶ ideale per connettere mouse, scanner, modem






# L'interfaccia FireWire (IEEE 1394)

E' un ulteriore standard di interfaccia seriale (di proprietà della Apple) che ha caratteristiche simili a USB (prestazioni migliori di USB 2, peggiori di USB 3):

- ➔ connessione contemporanea a più periferiche
- ➔ connessioni "hot swap"
- ➔ alta velocità di trasferimento: fino a 400 Mbit/sec (IEEE 1394a) e 800 Mbit/sec (IEEE 1394b)
- ➔ adatta per interfacciare periferiche che richiedono una banda ampia (telecamere digitali, VCR, etc.)

Type	Port Image	Connector Image
6-pin		
4-pin		



# Periferiche





# Tipologie di periferiche

- Le periferiche sono dispositivi utilizzati per l'ingresso (**INPUT**), l'uscita (**OUTPUT**) o la **memorizzazione** di dati.
- Sono esterne all'unità centrale e ad essa collegate (indirettamente, tramite il bus) per mezzo di opportune interfacce/porte.





# Periferiche di INPUT/OUTPUT

## INPUT

- ▶ Tastiera
- ▶ Trackpad
- ▶ Trackball
- ▶ Joystick
- ▶ Scanner: *risoluzione ottica, profondità di colore, OCR*
- ▶ Tavoleta grafica
- ▶ Mouse
- ▶ Lettore di codice a barre
- ▶ Scheda audio
- ▶ Foto/videocamera digitale

## OUTPUT

- ▶ Monitor (LCD, CRT): *dot pitch, frequenza di aggiornamento, scheda video*
- ▶ Stampante (laser, inkjet, termica, a impatto)

## I/O

- ▶ Monitor touch-screen
- ▶ Modem



# Periferiche di memorizzazione

- ▶ Unità **disco** (Hard-Disk): MBR (Master Boot Record) - Alcuni TB
- ▶ Unità **nastro** (Cartridge, DAT, bobine) - Centinaia di GB
- ▶ Unità ottiche **CD** (R/RW): standard ISO9660, CD-ROM usa settori da 2KB , CD-DA usa 75 settori/sec., CD-XA può registrare tracce audio e video - Max 700 MB
- ▶ Unità ottiche **DVD** (R/RW): doppia superficie/doppio strato, DVD-RAM nelle videocamere - Max 50 GB nei Blu-Ray
- ▶ Unità **magneto-ottiche** (scrittura elettromagnetica, lettura ottica): WORM (R)/RW - Alcuni GB
- ▶ **Pendrive** USB (memoria flash tipicamente NAND): max 256GB

↓ per  
Backup  
Archiviazione off-site