



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FOGGIA

DIPARTIMENTI

DI AREA MEDICA

CdL in Tecniche di Laboratorio Biomedico

Sistemi di Elaborazione delle Informazioni

Prof. Crescenzo Gallo

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.

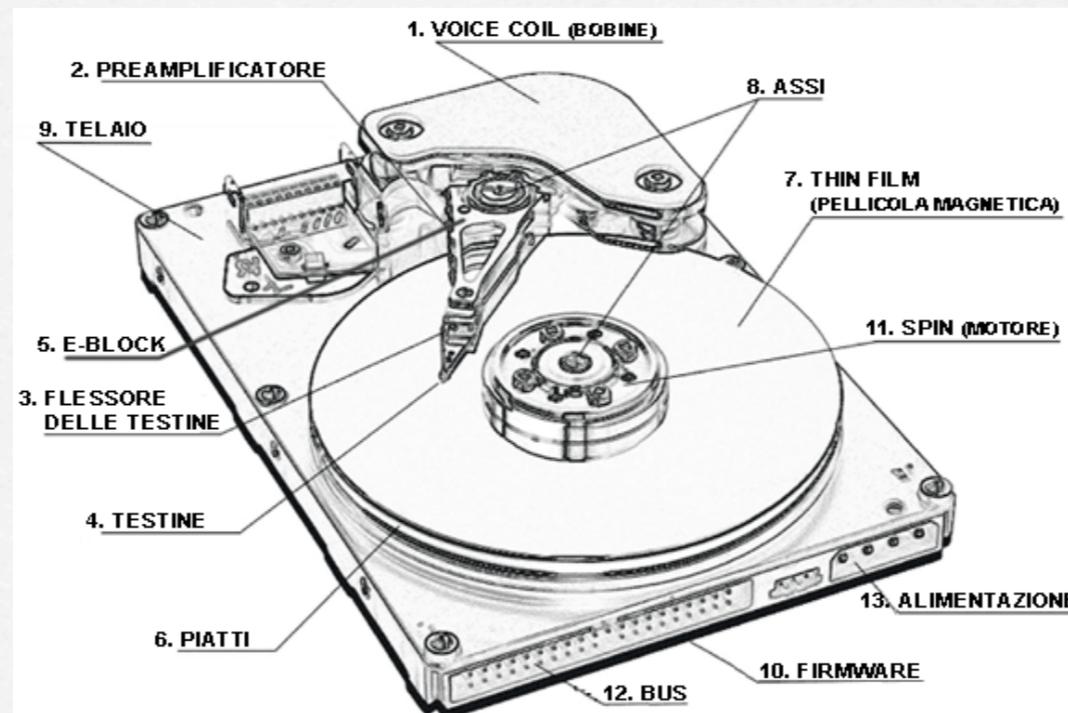
Due tipi di dischi magnetici:

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

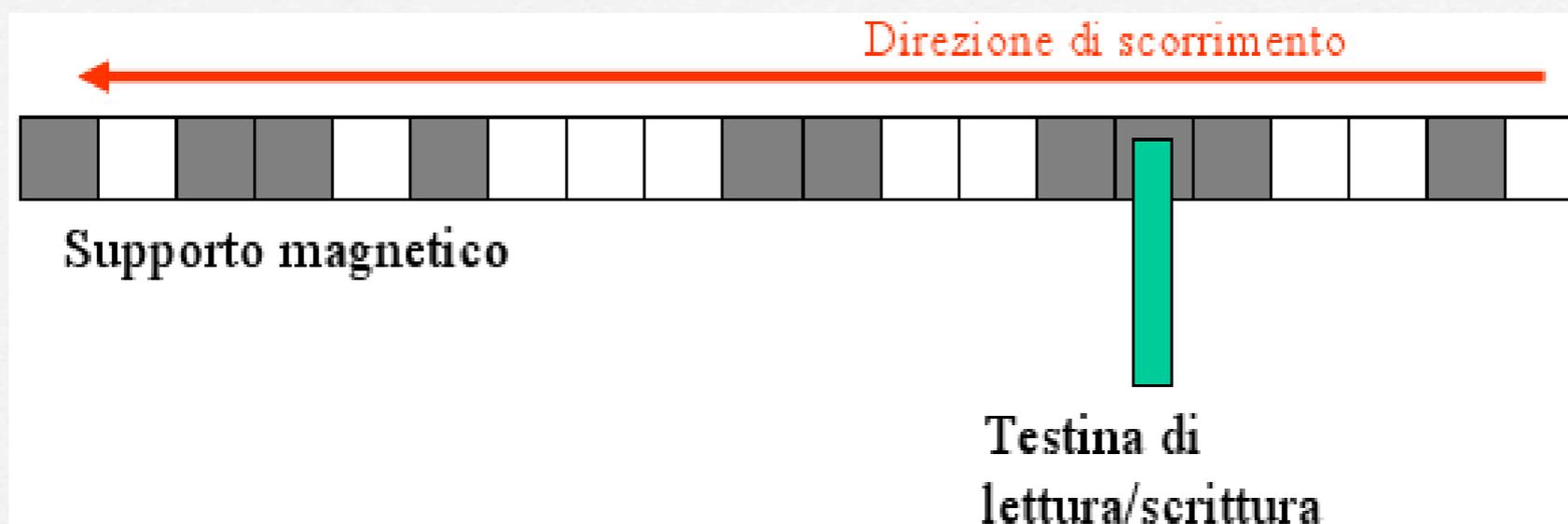
Le memorie elettroniche (pendrive, SD card, ...) hanno ormai pienamente sostituito i floppy.

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

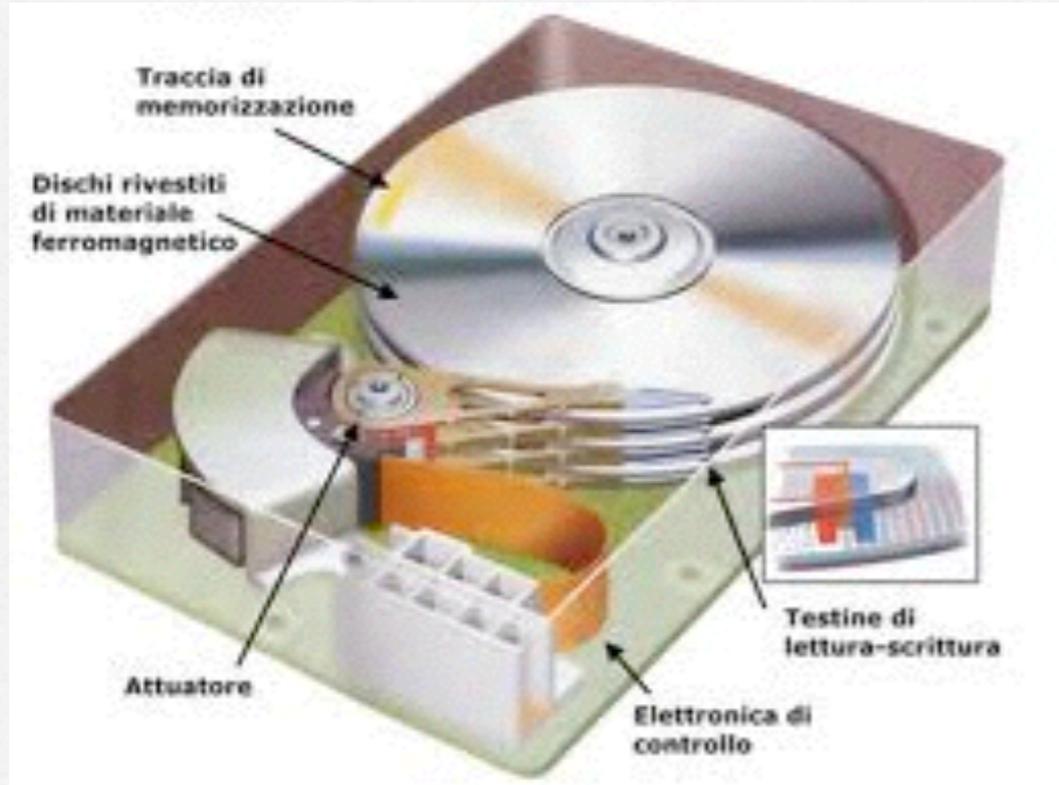


Scrittura: la testina emette impulsi elettrici che polarizzano in uno dei due modi possibili le particelle magnetiche presenti sul supporto.

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

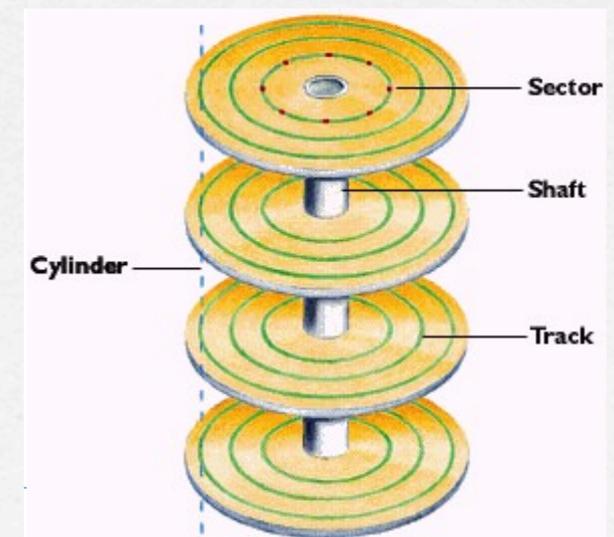
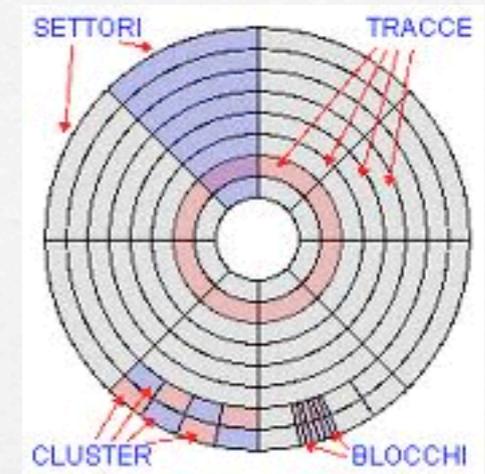
Organizzazione di un hard disk



- ▶ 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

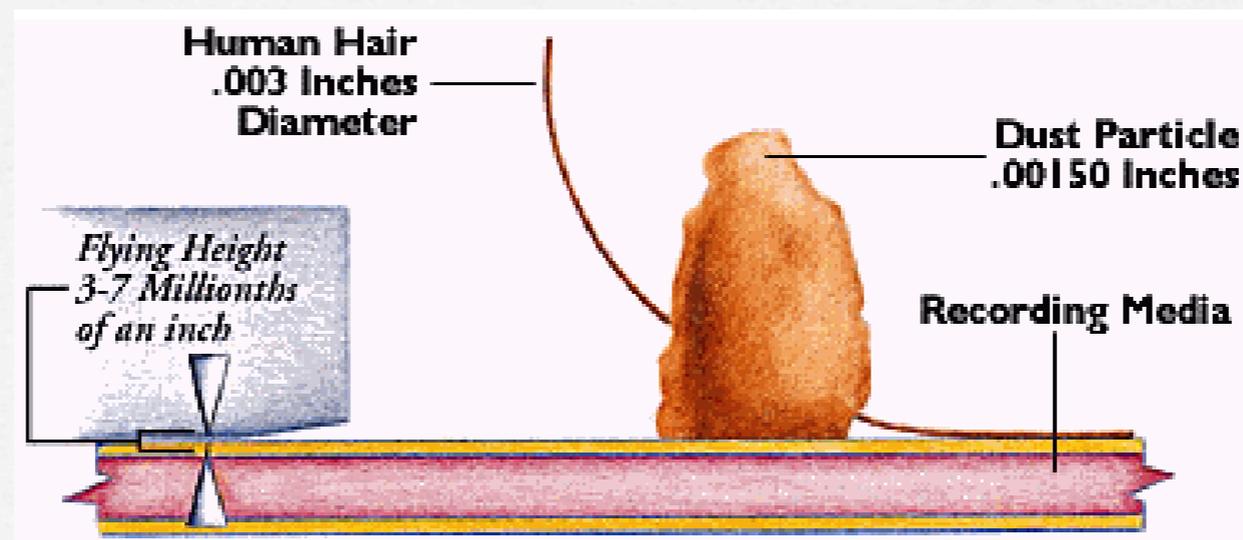
Le informazioni memorizzate sul disco sono codificate sotto forma di *stati di memorizzazione* di zone del materiale ferromagnetico disposto sulla superficie del disco.

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:

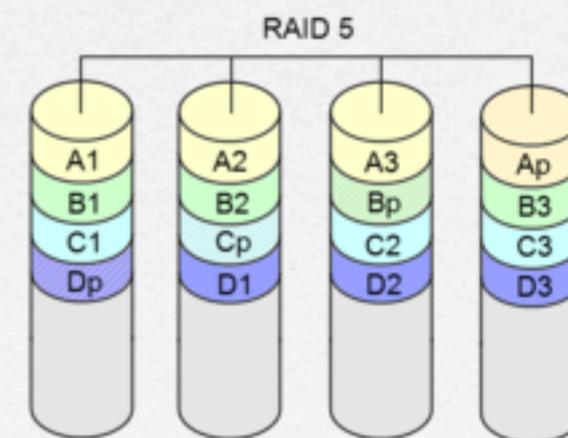
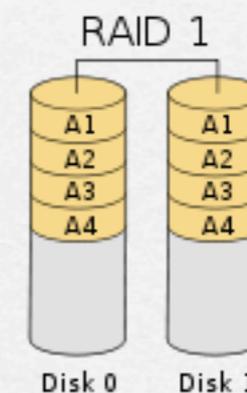
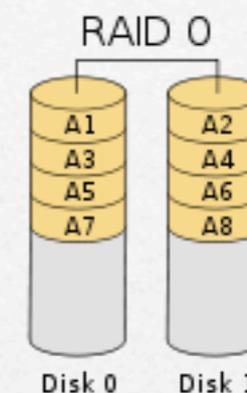
Seek
+
Latency
+
Transfer time



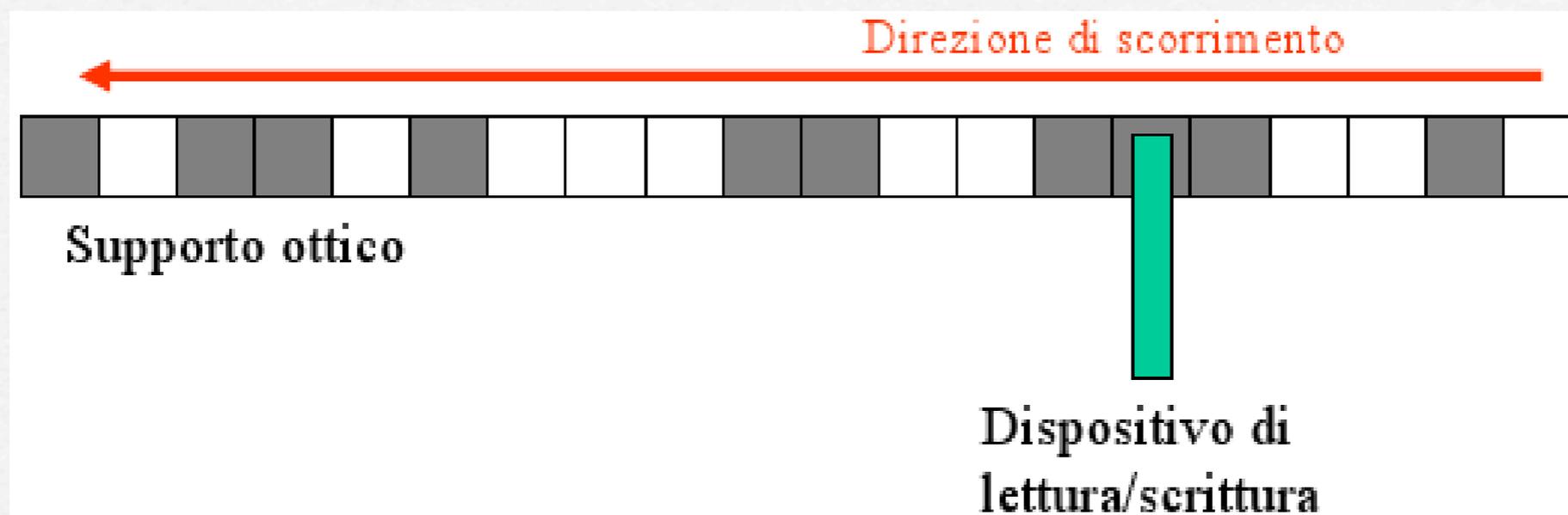
RAID

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



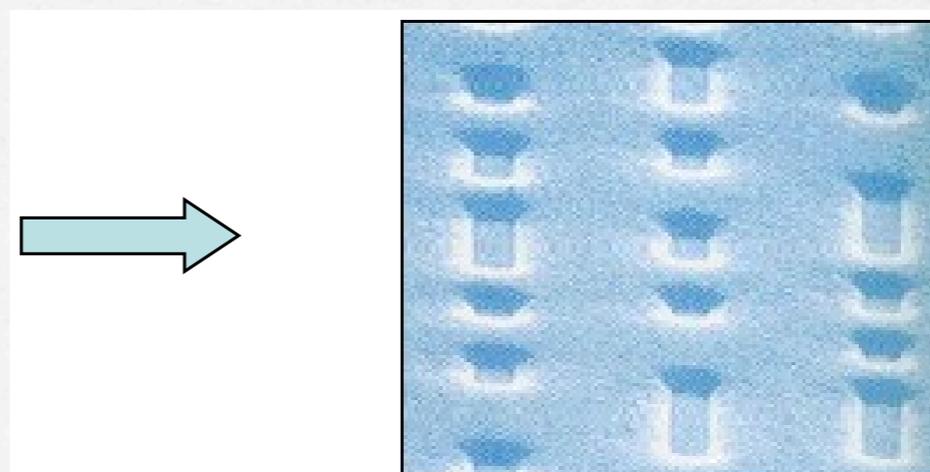
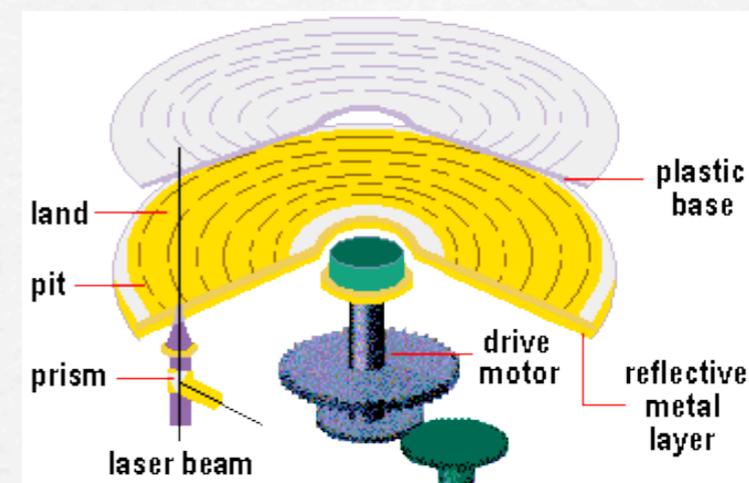
Scrittura: viene emesso un raggio laser che crea sottili scanalature sulla superficie del disco, creando un'alternanza di zone chiare (*intersolchi*) e scure (*scanalature*)

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



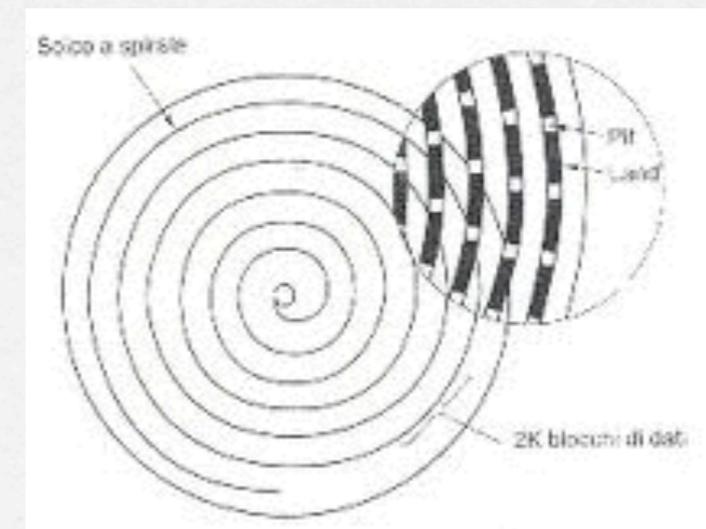
Tutti i supporti ottici (CD, DVD, Blu-Ray, etc.) hanno avallamenti (pits) e zone piane (lands). Queste sono zone microscopiche e rappresentano le informazioni binarie dei dati memorizzati sul disco. Un "land" riflette il laser in un sensore registrandolo come un 1; quando la luce colpisce un "pit", si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

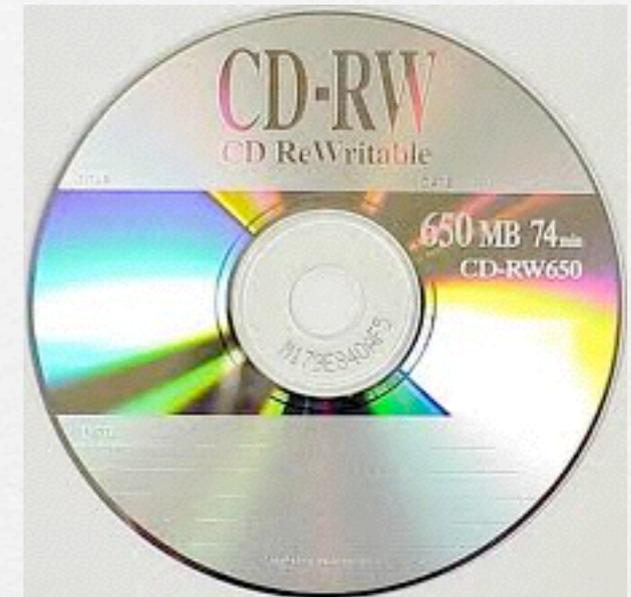
L'operazione di scrittura di un CD viene effettuata ad una data temperatura, in maniera tale da bruciare (burn) lo strato riflettente in quello specifico punto e creare un pit.

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



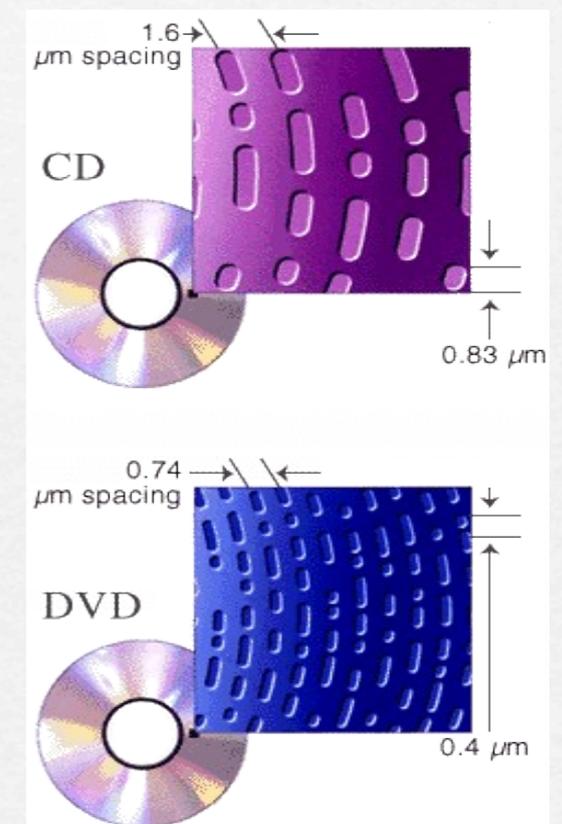
CD-RW

- 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.

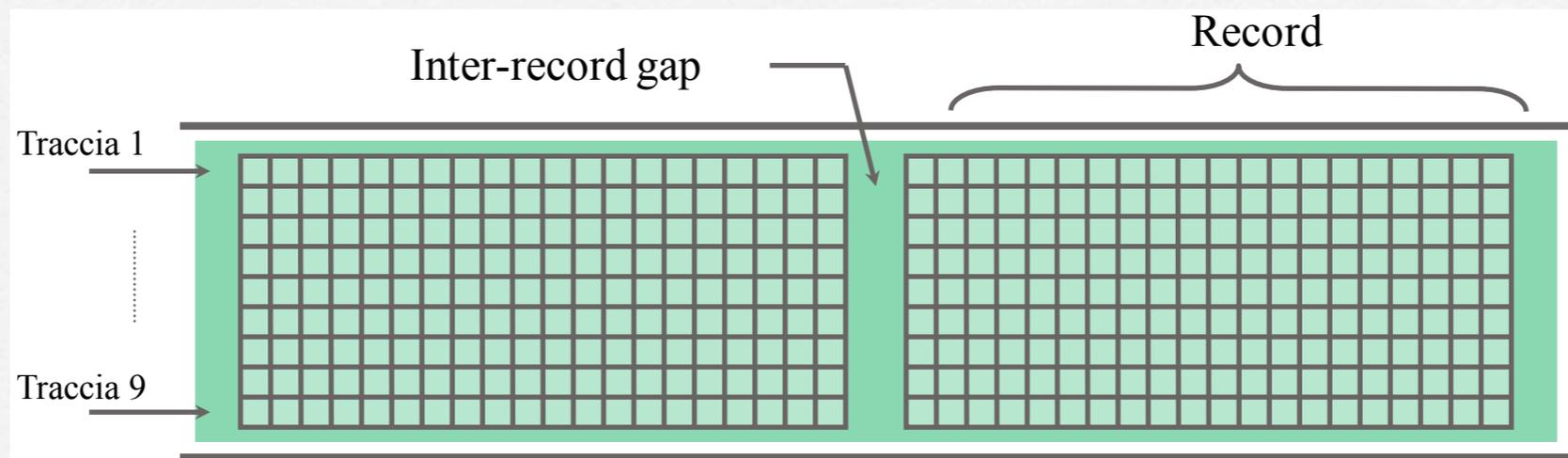


DVD (Digital Versatile Disk)

- 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, strato 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

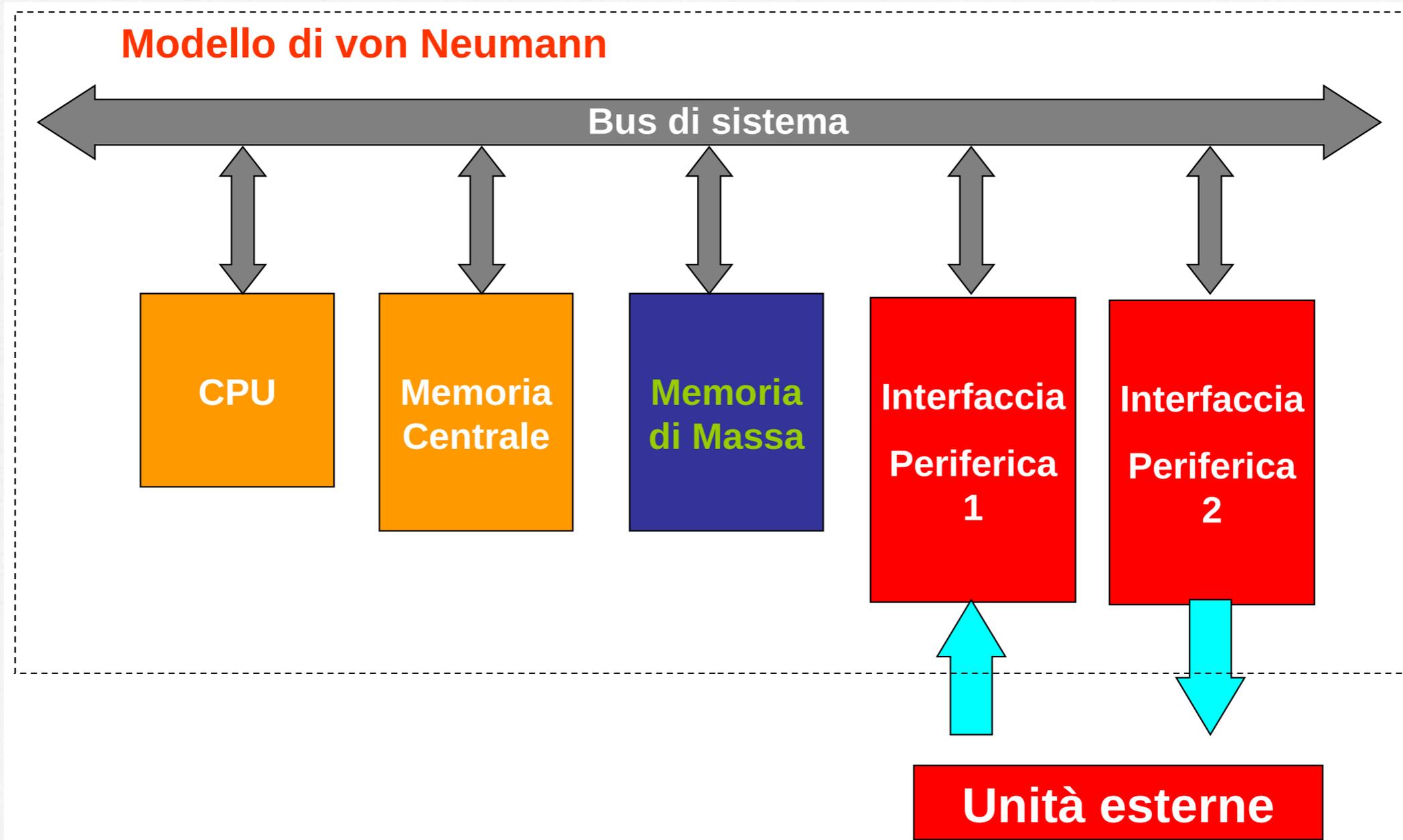


- ▶ Introdotte nel 1950
- ▶ Capacità di diversi GB (anche centinaia)
- ▶ Accesso sequenziale ai dati
- ▶ Molto lente
- ▶ Utili solo per operazioni di backup

Interfacce/Porte



Interfacce esterne



Collegamento delle unità esterne

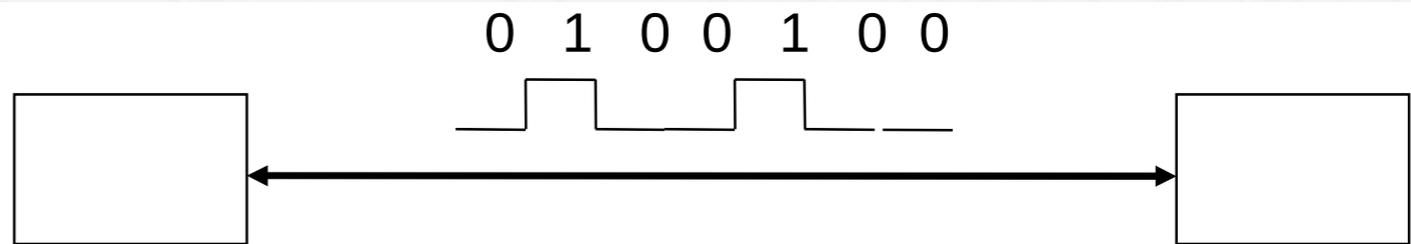
- ▶ Tutta l'attività di ingresso/uscita avviene con l'uso di **unità esterne**: tastiera, mouse, monitor, stampante, scanner, microfoni/altoparlanti, webcam, ...
- ▶ **Problema**: molti dispositivi, realizzati da costruttori diversi.
- ▶ Come si gestisce il collegamento con il calcolatore? ***Necessità 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:

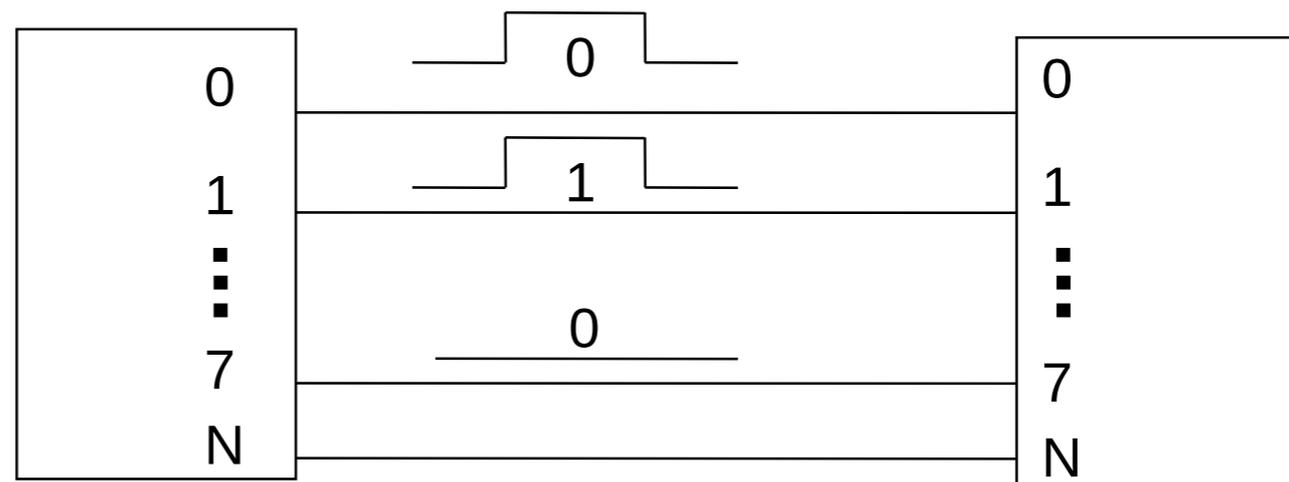
seriale

parallelismo: 1 bit



parallelo

parallelismo: 8 bit

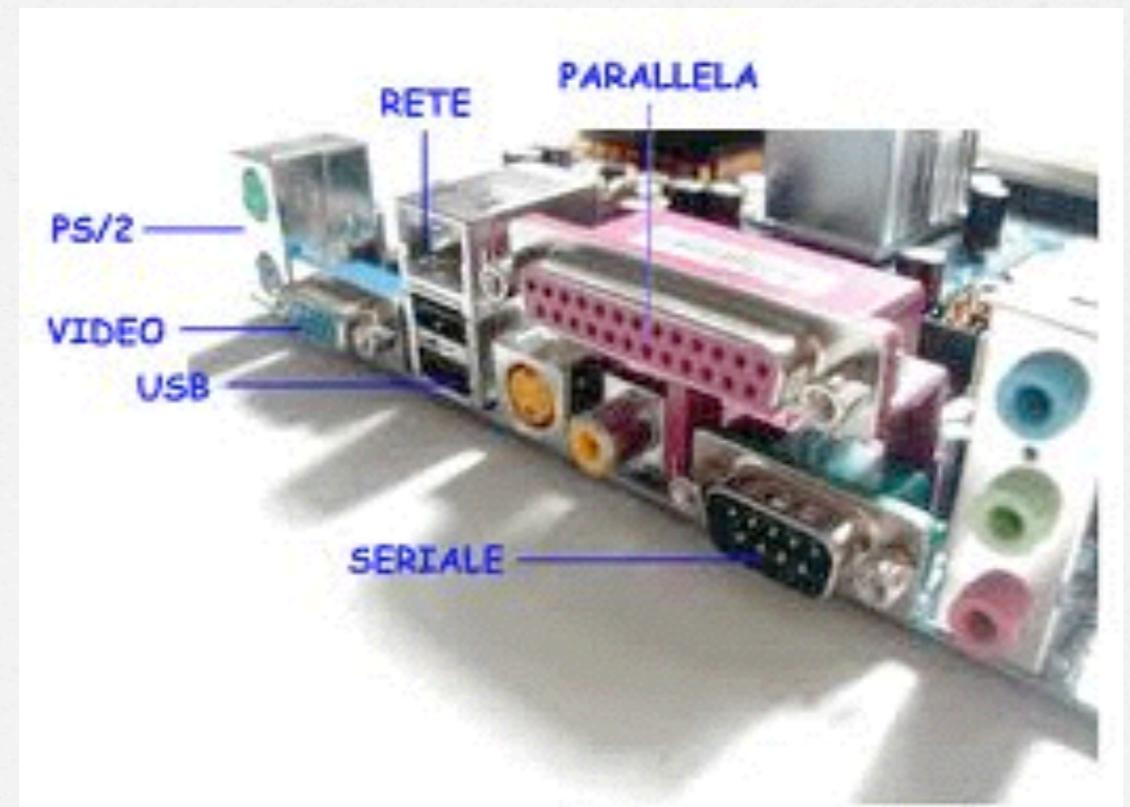


Le porte

- 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).

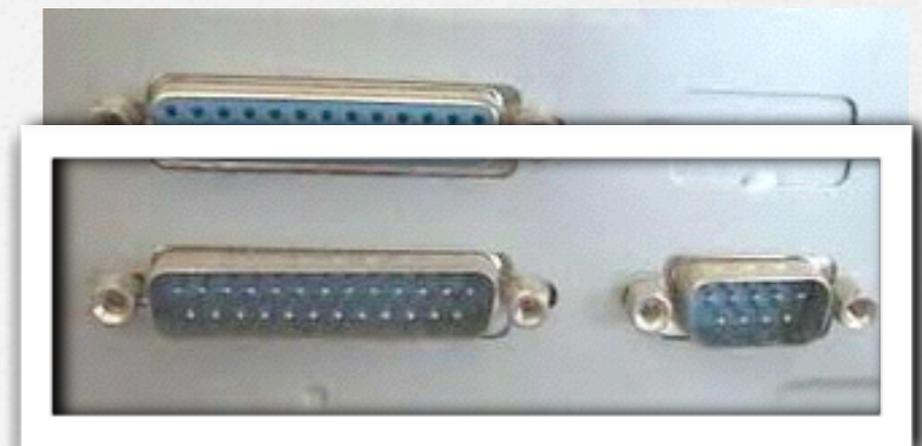
Le porte

- 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.



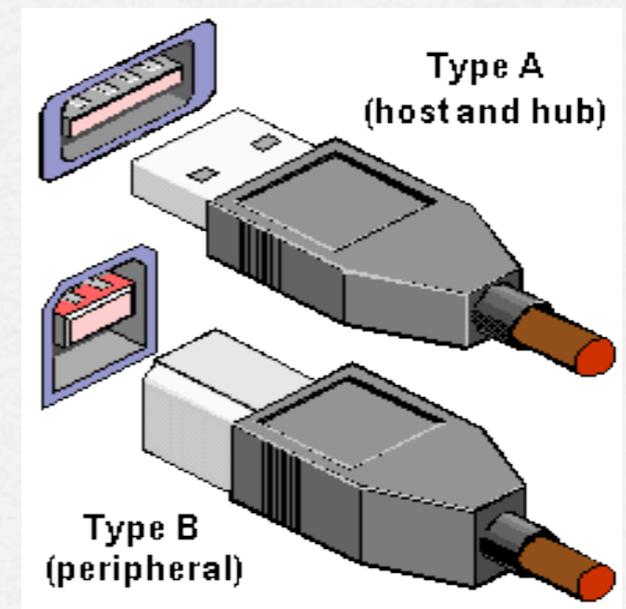
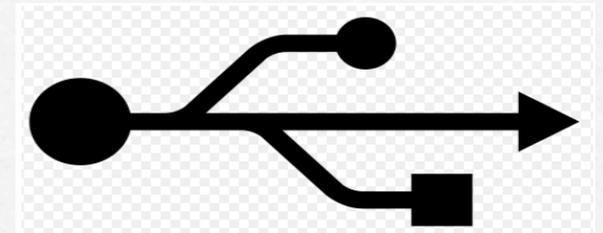
L'interfaccia USB (Universal Serial Bus)

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

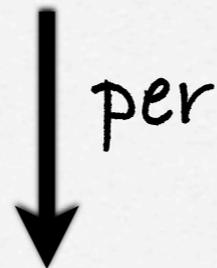
- ▶ Monitor (LCD, CRT): *dot pitch, frequenza di aggiornamento, scheda video*
- ▶ Stampante (laser, inkjet, termica, a impatto)

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