



Università degli Studi di Palermo

*Dipartimento di Ingegneria Chimica,
Gestionale, Informatica, Meccanica*

Sistemi di Elaborazione delle Informazioni – 6 CFU

Anno Accademico 2015/2016

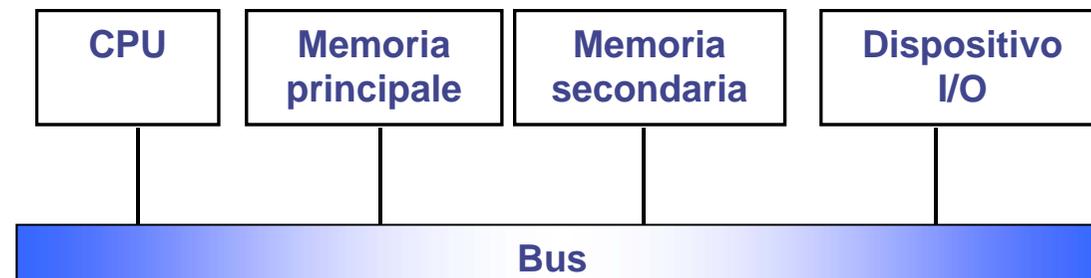
Docente: ing. Salvatore Sorce

Architettura dei calcolatori



Struttura di un calcolatore

- Architettura di VonNeumann (ca. 1946)
- Componenti principali:
 - Unità centrale di elaborazione (Central Processing Unit)
 - Memoria principale (Main memory)
 - Memoria secondaria (Mass storage)
 - Dispositivi di ingresso/uscita

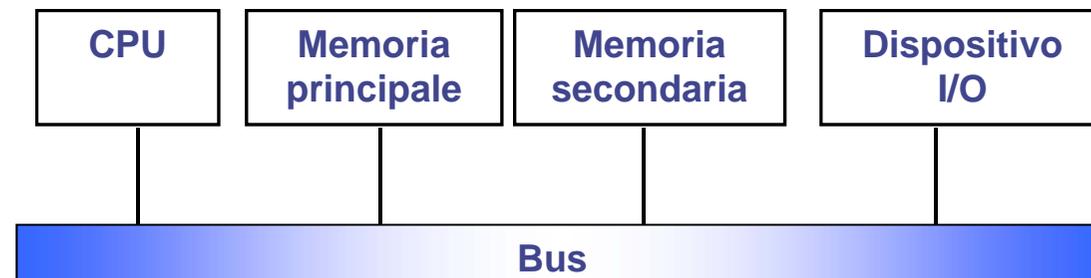




Struttura di un calcolatore

➤ CPU

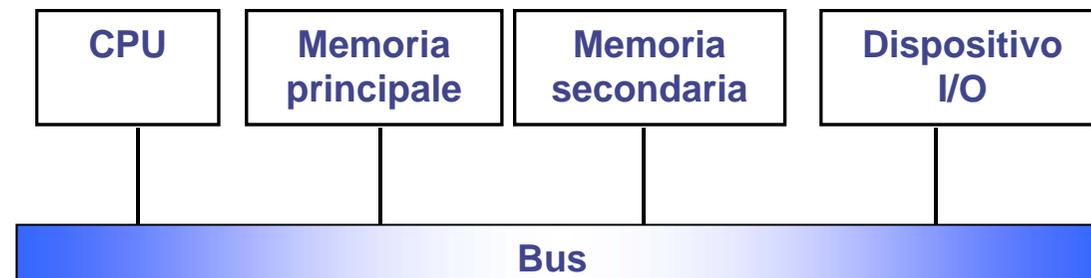
- **CPU (Central Processing Unit), o Processore**
- svolge le elaborazioni e il trasferimento dei dati, cioè esegue i programmi.





Struttura di un calcolatore

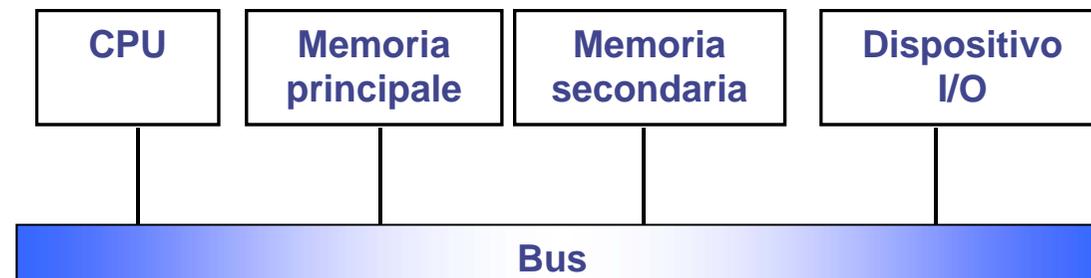
- Memoria principale
 - RAM (Random Access Memory)
è *volatile* (perde il suo contenuto quando si spegne il calcolatore) ed è usata per memorizzare dati e programmi.
 - ROM (Read Only Memory)
è *persistente* (mantiene il suo contenuto quando si spegne il calcolatore) ma il suo contenuto è fisso e immutabile. È usata per memorizzare programmi di sistema
 - Cache
memoria di appoggio del processore, velocissima
dimensioni relativamente limitate
accesso estremamente rapido





Struttura di un calcolatore

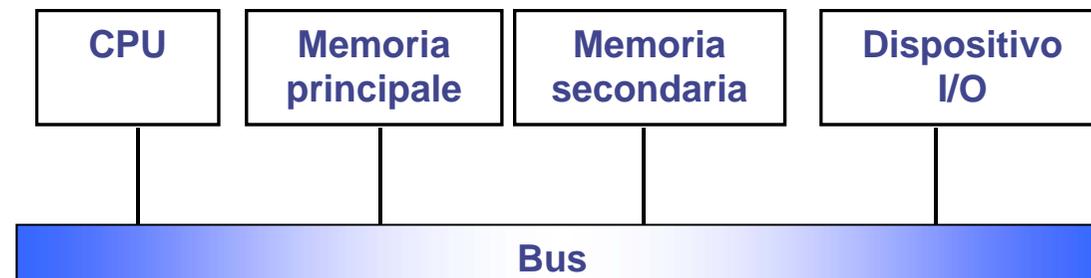
- Memoria secondaria (o di massa)
 - Dischi, nastri, CD riscrivibili
 - Memorizza grandi quantità di informazioni.
 - Persistente
Le informazioni non si perdono spegnendo la macchina
 - Accesso molto meno rapido della memoria centrale
msec. contro nsec. - differenza 10^6



Struttura di un calcolatore

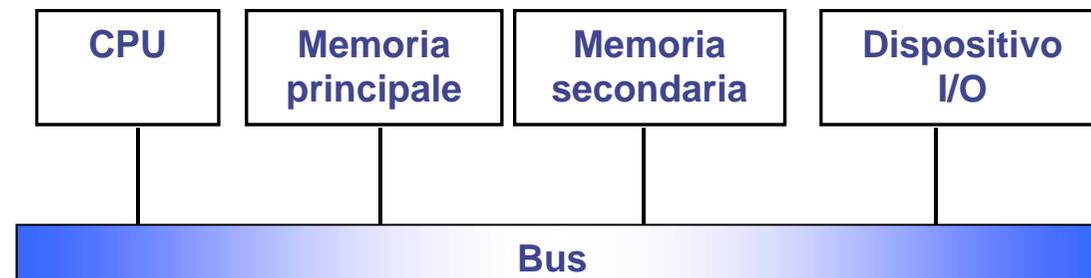
- Dispositivi di ingresso-uscita (periferiche)
 - Tastiera, mouse, video, stampante
 - Sono usate per far comunicare il calcolatore con l'esterno (in particolare con l'utente)

- Bus di sistema
 - Linea di comunicazione che collega tutti gli elementi funzionali precedenti.



Struttura di un calcolatore

- Componenti principali:
 - **Unità centrale di elaborazione (Central Processing Unit)**
 - Memoria principale (Main memory)
 - Memoria secondaria (Mass storage)
 - Dispositivi di ingresso/uscita



Il ciclo macchina

- Ciclo in cinque passi:
 1. Fetch istruzione
 2. Decodifica istruzione
 3. Fetch Dati
 4. Esecuzione Istruzione
 5. Restituzione Risultato



Il ciclo macchina

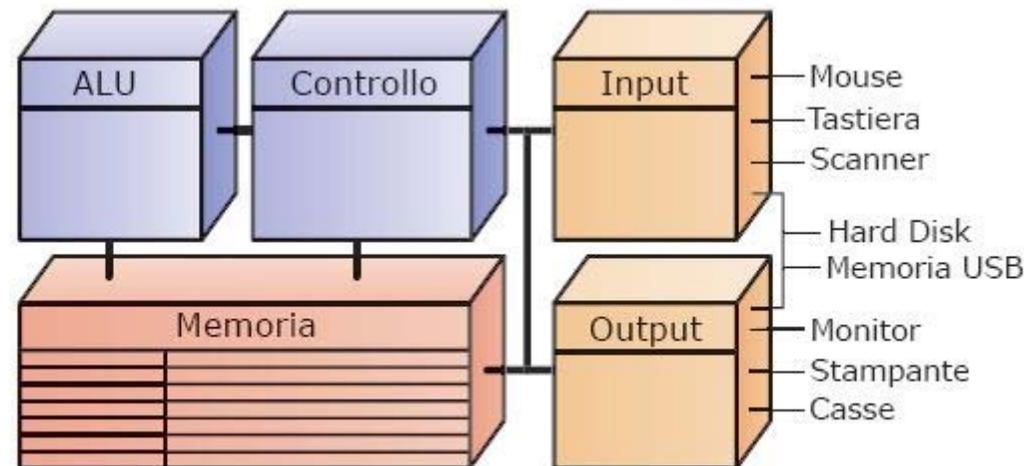


Il ciclo Fetch/Execute o ciclo macchina.



CPU

- **CPU (Central Processing Unit), o Processore**
- svolge le elaborazioni e controlla il trasferimento dei dati, cioè esegue i programmi.



I sottosistemi principali di un computer.

Componenti della CPU

- ALU
 - Svolge le operazioni aritmetiche/logiche
- Registri
 - Più veloci della memoria principale
 - registro contatore
(PC = program counter)
 - registro accumulatore (A)
 - registro istruzione (IR)
 - Un registro è in grado di contenere un numero di bit diverso a seconda del tipo di CPU.
Registri a 8, 16, 32 bit
- Unità di controllo
 - Esegue le istruzioni secondo il ciclo: accesso, decodifica, esecuzione
(fetch, decode, execute)



Componenti della CPU: ALU

- Esegue tutti i calcoli
- Generalmente è responsabile del passo del ciclo macchina denominato "Esecuzione Istruzione"
- Un circuito nell'ALU può sommare due numeri
- Ci sono anche circuiti dedicati alla moltiplicazione, al confronto ecc.
- Le istruzioni di puro trasferimento dei dati non usano l'ALU
- Il passo del ciclo macchina Fetch Dati recupera i valori necessari all'ALU (operandi)
- Quando l'ALU ha completato l'operazione, il passo Restituzione Risultato trasferisce il risultato (somma o prodotto o qualche altro valore) dall'ALU in un indirizzo di memoria specificato nell'istruzione



Componenti della CPU: Registri (il PC)

- Come fa il computer a determinare qual è l'istruzione successiva da eseguire?
- L'indirizzo dell'istruzione successiva è memorizzato nell'unità di controllo ed è chiamato *Program Counter* (PC)
- Dato che le istruzioni occupano 4 byte di memoria, l'istruzione successiva dovrebbe essere $PC + 4$
- Il PC è incrementato di 4, così, quando il ciclo macchina ritornerà al passo Fetch Istruzione, il PC starà già "puntando" all'istruzione successiva
- L'istruzione può includere l'indirizzo dell'istruzione successiva. Questo modifica il PC che invece di aggiungere 4 automaticamente, "salta" alla locazione specificata



Interpretazione delle istruzioni

- Processo di esecuzione di un programma
 - il computer interpreta i nostri comandi, ma espressi nel suo proprio linguaggio
- Prima che il ciclo macchina inizi, qualche locazione di memoria e il PC sono visibili nell'unità di controllo



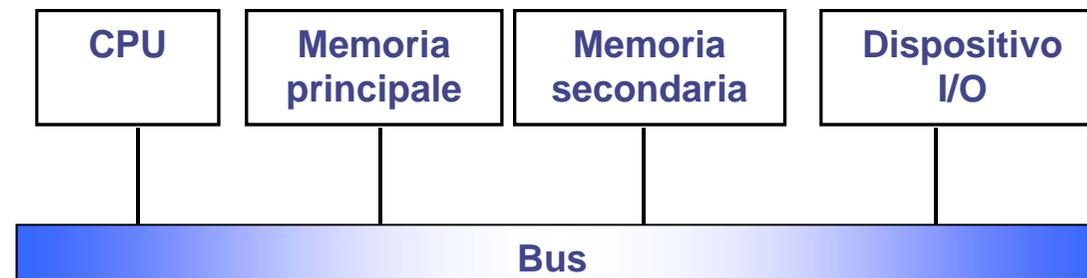
Moltissime operazioni semplici

- I computer possono eseguire solo circa 100 istruzioni diverse
 - circa 20 tipi di operazioni distinte (ma servono istruzioni diverse per sommare byte, parole di memoria, numeri decimali ecc.)
- Tutto ciò che chiediamo al computer deve essere ricondotto a una combinazione di queste operazioni primitive, supportate direttamente dall'hardware



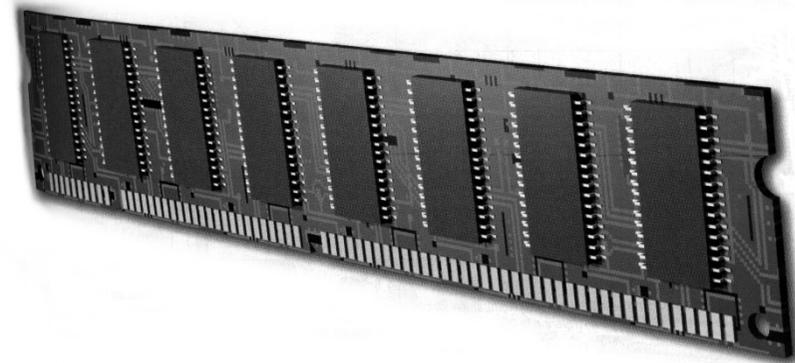
Struttura di un calcolatore

- Componenti principali:
 - Unità di controllo di processo (Central Processing Unit)
 - **Memoria principale (Main memory)**
 - Memoria secondaria (Mass storage)
 - Dispositivi di ingresso/uscita



Memoria principale - RAM

- La memoria RAM è organizzata in byte (1 byte = 8 bit)
- Multipli del byte:
 - 1 KB = 2^{10} byte = 1024 byte
 - 1 MB = 2^{10} Kb = 1024 KB = 1.048.576 byte
 - 1 GB = 2^{10} MB = 1024 MB = 1.048.576 Kbyte
- "ad accesso casuale" significa che il computer può accedere direttamente a qualsiasi locazione di memoria



- La RAM è organizzata in moduli
 - SIMM (Single In-line Memory Module)
 - DIMM (Dual In-line Memory Module)
- Moduli di tipo SIMM vanno sempre aggiunti in coppie
- Chip da 1 Mbit, 8 chip =>
 - Modulo da 1 MB

Memoria Cache

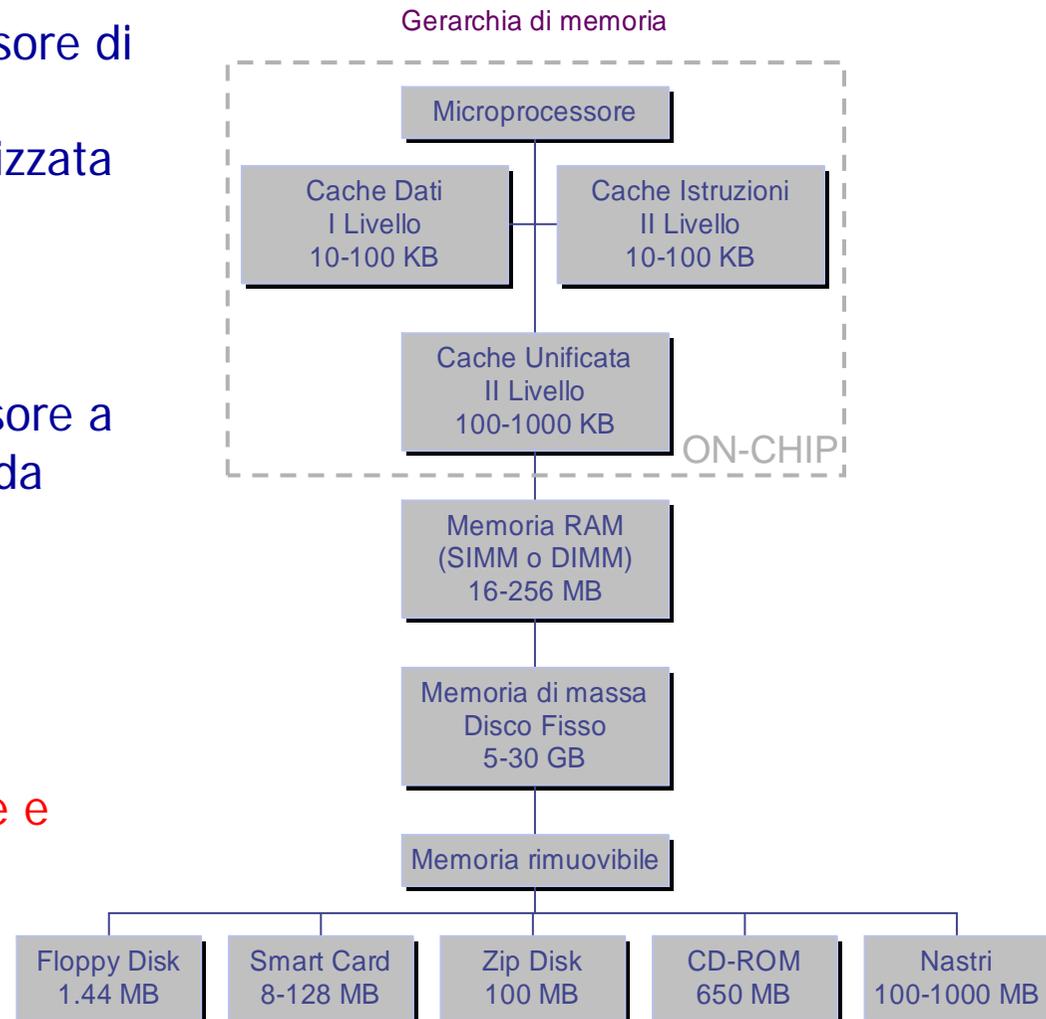
- Inizialmente un solo tipo di memoria -> CPU spesso inattiva
- Principio di località...:
 - ...temporale: quando un programma accede ad un dato o istruzione, c'è un'alta probabilità che nell'immediato futuro acceda alla stesso dato o istruzione
 - ...spaziale: quando un programma accede ad un dato o istruzione, c'è un'alta probabilità che nell'immediato futuro acceda anche ai dati o istruzioni vicini a quelli appena letti
- Non è quindi necessario avere tutta la memoria ad alta velocità, basta che lo sia anche solo una parte

Memoria Cache

- La **Memoria Cache** è una memoria ad alta velocità (più alta della RAM), e di capacità ridotta (più piccola della RAM)
- Mantiene i dati e le istruzioni momentaneamente usate dal processore + i loro “vicini” in memoria RAM
- Ciclo di lettura effettivo (con cache):
 - Ricerca del dato/istruzione nella cache;
 - Se la ricerca fallisce, viene rieseguita nella RAM e i dati vengono copiati nella cache per le prossime letture
- $T_a = (\text{hit ratio} \times t_{\text{cache}}) + (1 - \text{hit ratio}) \times (t_{\text{cache}} + t_{\text{RAM}})$

Gerarchia di memoria

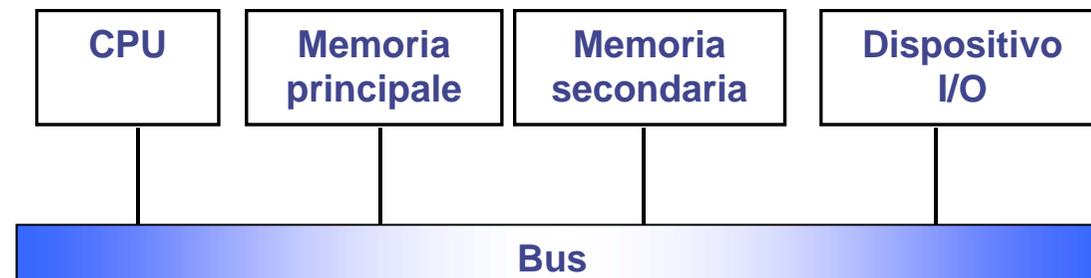
- Per consentire al microprocessore di lavorare alla velocità più alta possibile, la memoria è organizzata in modo gerarchico
- I diversi livelli della gerarchia (procedendo dal microprocessore a scendere) sono caratterizzati da
 - Velocità decrescente
 - Dimensione crescente
- Forniscono l'illusione di una memoria infinitamente grande e veloce.





Struttura di un calcolatore

- Componenti principali:
 - Unità centrale di elaborazione (Central Processing Unit)
 - Memoria principale (Main memory)
 - **Memoria secondaria (Mass storage)**
 - Dispositivi di ingresso/uscita





Memoria secondaria (di massa)

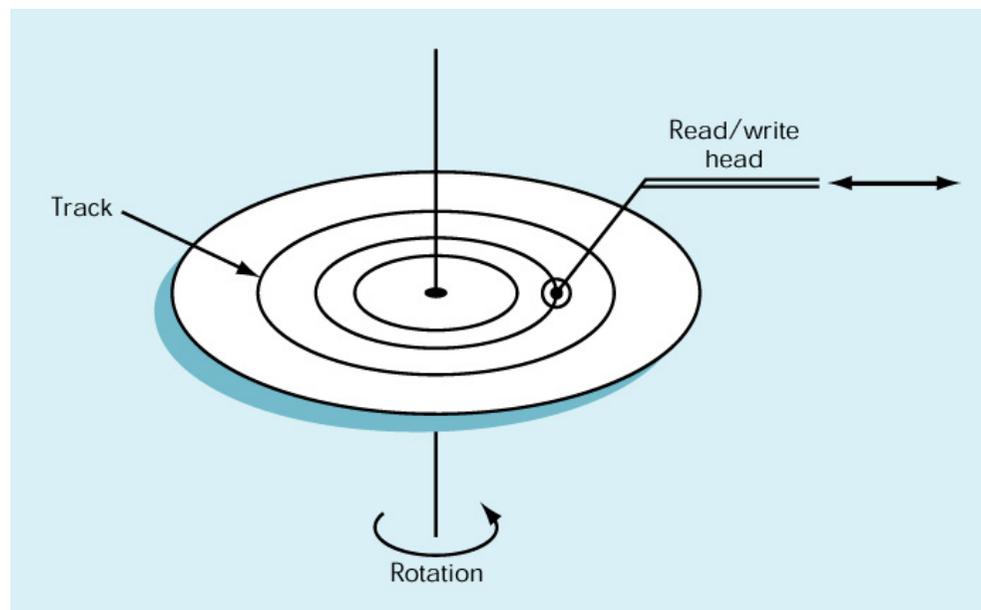
- Scopo: memorizzare grandi masse di dati in modo persistente.
- I dati memorizzati su questo tipo di memoria sopravvivono all'esecuzione dei programmi.
- Altre caratteristiche:
 - Capacità (dimensione della memoria)
 - Unità di misura: Byte
 - Tempo di accesso
- Capacità e tempo di accesso variano da dispositivo a dispositivo
- Il tempo di accesso delle memorie di massa è comunque molto superiore a quello della memoria centrale.
 - T accesso a memoria centrale » 60-70 nsec
 - T accesso a dischi fissi » 10-15 msec
 - T accesso a dischetti (floppy) » 100 msec
- (1 msec = 10^{-3} sec; 1 nsec = 10^{-9} sec)
- Capacità
 - Disco fisso » 60 – 300 Gbyte
 - Capacità disco floppy » 1,44 Mbyte

Memoria secondaria

- Due classi fondamentali di dispositivi in base al metodo di accesso consentito
 - ad accesso sequenziale
 - ad accesso diretto
- Dispositivi ad accesso sequenziale
 - per recuperare un dato è necessario accedere prima a tutti quelli che lo precedono sul dispositivo;
 - **NASTRI MAGNETICI**
- Dispositivi ad accesso diretto
 - è possibile recuperare direttamente un qualunque dato memorizzato.
 - **DISCHI**

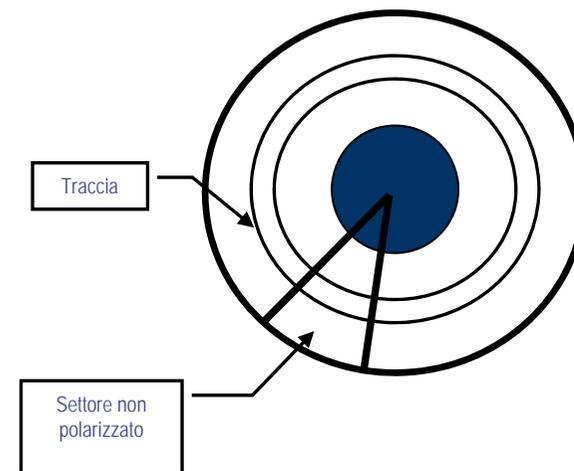
Memoria secondaria

- Dispositivi magnetici (nastri o dischi):
 - l'area del dispositivo è suddivisa in micro-zone
 - ogni micro-zona memorizza una informazione elementare sotto forma di stato di magnetizzazione
 - area magnetizzata / area non magnetizzata
 - ai due possibili stati di magnetizzazione vengono associate le due cifre binarie 0, 1
 - Quindi, ogni micro-zona memorizza 1 bit.



Memoria secondaria – dischi magnetici

- Un disco consiste di un certo numero di piatti con due superfici che ruotano attorno ad un perno centrale.
- Ogni superficie dispone di una propria testina di lettura/scrittura.
- Le superfici sono organizzate in cerchi concentrici (tracce) e in spicchi di ugual grandezza (settori).
- Le tracce equidistanti dal centro formano un cilindro.
 - I dati in un cilindro possono essere letti contemporaneamente senza spostare il braccio di lettura
 - I dati sono scritti occupando posizioni successive lungo le tracce, e corrispondono ad uno stato di polarizzazione (positiva o negativa) del materiale magnetico che costituisce i dischi.
- Formattazione
 - creazione delle tracce

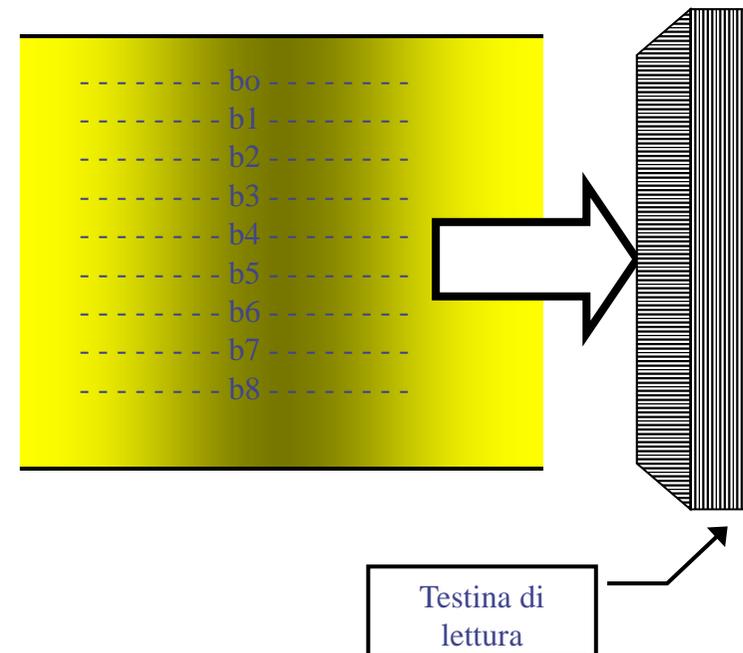


Memoria secondaria – dischi magnetici

- Ogni blocco del disco è identificato con la terna
<cilindro, traccia, settore>
- Per effettuare il trasferimento dei dati in memoria centrale occorre disporre di un'area di memoria (buffer) di dimensioni pari al blocco.
 1. spostamento della testina (seek) verso la traccia richiesta;
 2. attesa che il settore arrivi sotto la testina;
 3. trasferimento dei dati in/da memoria centrale, solitamente eseguito da un processore dedicato (**Direct Memory Access, DMA**).
- Tempo medio di accesso:
 - $T_{i/o} = T_{seek} + T_{rotazione} / 2 + T_{trasferimento}$
 - (T_{seek} è il tempo più lungo)
- DISCHETTI (FLOPPY DISK)
- Sono dischi magnetici di piccola capacità, portatili, usati per trasferire informazioni (file) tra computer diversi.
- Sono costituiti da un unico disco con due superfici.
- Storicamente ne sono stati creati vari tipi, identificati dal loro diametro (3.5, 5.25 e 8 pollici).
- OGGI sopravvivono solo dischetti da 3.5" (1.4 Mbyte)
- **IMPORTANTE:**
 - Per poter essere usati, i dischi devono prima essere suddivisi in tracce e settori dal Sistema Operativo → **FORMATTAZIONE**

Memoria secondaria – Nastri magnetici

- Sono nastri di materiale magnetizzabile avvolto su supporti circolari, o in cassette.
- Sul nastro sono tracciate delle piste orizzontali parallele.
 - Di solito, 9 piste parallele di cui 8 corrispondono ad un byte e la nona è il bit di parità.
- I dati sul nastro sono organizzati in zone contigue dette record, separate da zone prive di informazione (inter-record gap).
- Tutte le **elaborazioni** sono **sequenziali**
 - lentezza delle operazioni su uno specifico record
 - Oggi servono solo per mantenere copie di riserva (backup) dei dati.



Memoria secondaria – Dischi ottici

I lettori di CD-ROM operano a velocità lineare costante: il numero di giri al minuto del disco viene variato in modo che la velocità della superficie del disco rispetto alla testina di lettura sia sempre la stessa.

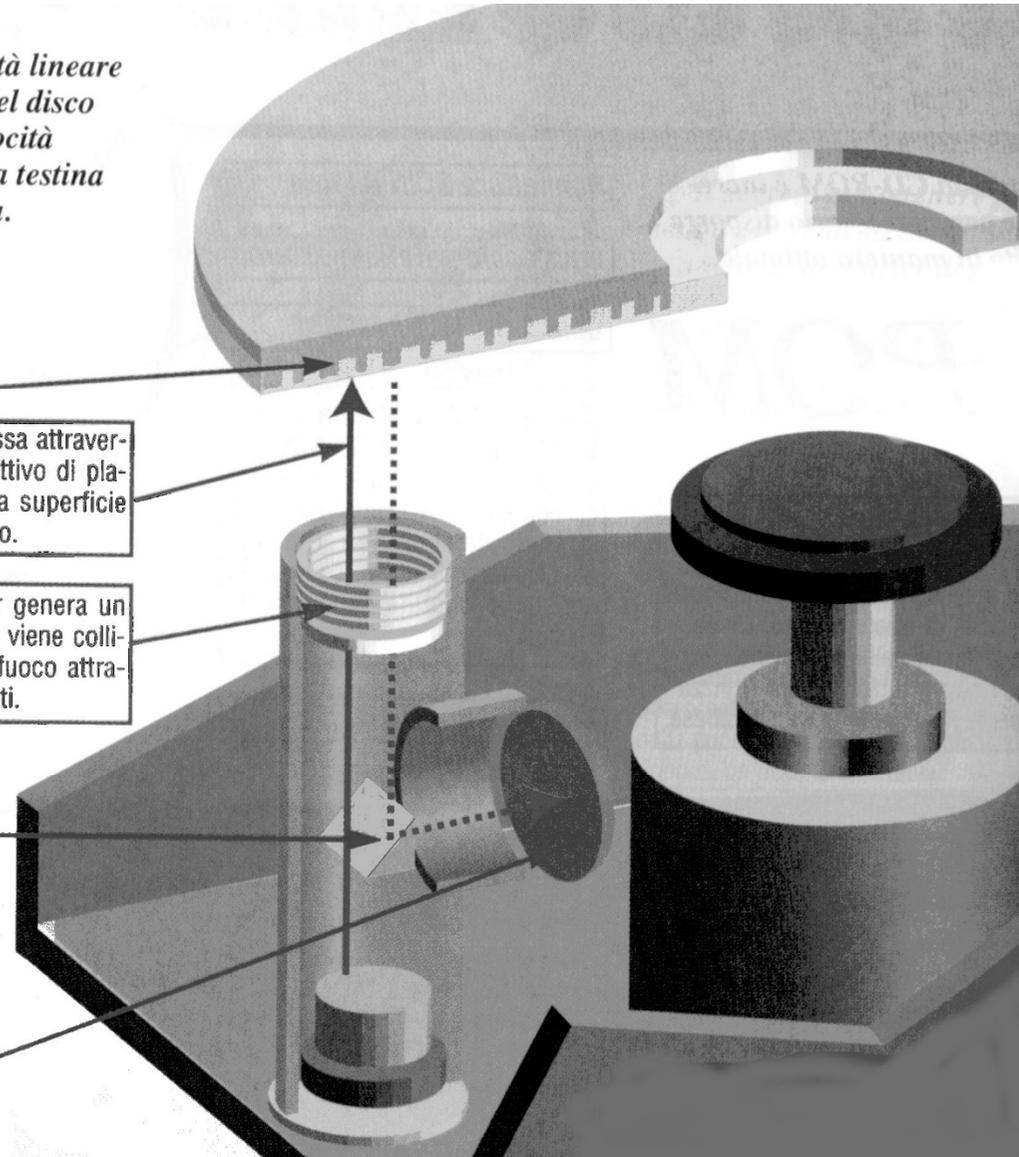
La superficie di un CD-ROM è interrotta da microfori, i cosiddetti *pit*, introdotti durante la masterizzazione. I *pit* assorbono la luce, o meglio la riflettono in modo molto limitato, mentre la superficie non modificata del disco, *land*, la riflette.

Il raggio laser passa attraverso lo strato protettivo di plastica e colpisce la superficie interna di alluminio.

L'emettitore laser genera un fascio di luce che viene collimato e messo a fuoco attraverso apposite lenti.

La luce che colpisce la parte non modificata della superficie del disco, viene riflessa e convogliata su un diodo fotosensibile.

Gli impulsi luminosi restituiti dalla superficie del disco sono tradotti in segnali elettrici di basso voltaggio che appositi circuiti sono in grado di interpretare come 0 o 1 logici.





Memoria secondaria – Dischi ottici

- 1984, CD-ROM
Compact-Disk Read-Only Memory
 - Capacità di oltre 600 Mbyte e costo inferiore a \$1
 - Velocità di trasferimento
150 Kbyte / secondo ("1X")
 - OGGI: 12, 16, 24, 40, 50 volte tanto...
- 1984, WORM
Write Once Read Many
 - Sono dischi ottici scrivibili (una sola volta)
 - Parenti stretti dei CD audio (CD-DA, 1982)
 - Accesso diretto ai settori (capacità 2.048 Kbyte)
- Velocità (1x, 2x, ..., 32x, 40x, 50x)
 - 1x → velocità di trasferimento dati = 150 KBps
 - 2x → 300 KBps
 - 8x → 1200 KBps
- Fino a 12x → drive CLV = constant linear velocity
- Oltre 12x → drive CAV = constant angular velocity (velocità di rotazione del motore costante)



Memoria secondaria – Dischi ottici

- CD-I (1986, Compact-Disk Interactive)
 - Per memorizzare immagini, filmati, grafica, suono, testi e dati (multimedialità).
 - installazione di nuovi programmi di utilità
 - archiviazione di immagini, suoni, opere multimediali
 - copie di riserva (backup)
 - distribuzione di materiale pubblicitario o “di prova”
 - Affidabilità: fino a 10-15 anni.
- 1997, DVD (Digital Versatile Disk)
 - Evoluzione del CD-ROM
 - DVD-ROM fino a 4.7 Gbyte (attualmente masterizzabili con PC)
 - DVD Video fino a 17 Gbyte
 - Velocità di trasferimento molto elevata
 - Multistrato