



**Università degli Studi di Palermo**

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

# **Sistemi di Elaborazione delle Informazioni – 6 CFU**

Anno Accademico 2015/2016

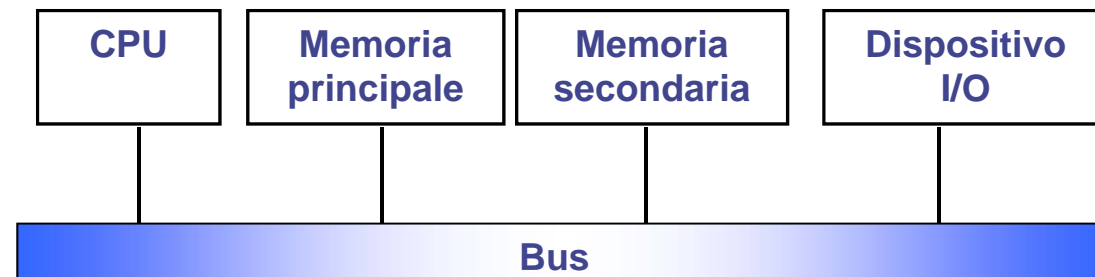
Docente: ing. Salvatore Sorce

## **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

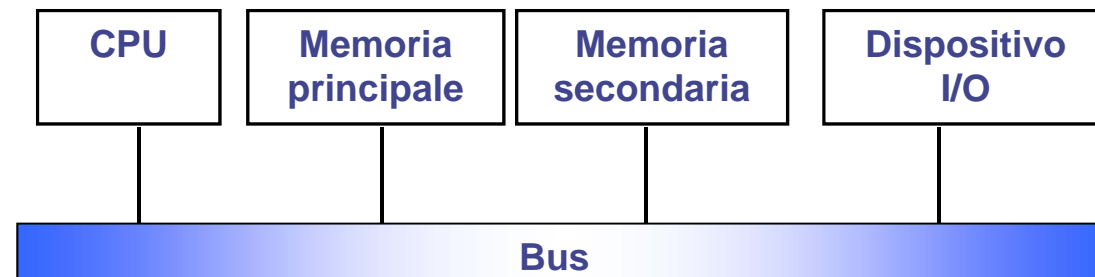




## Struttura di un calcolatore

### ➤ CPU

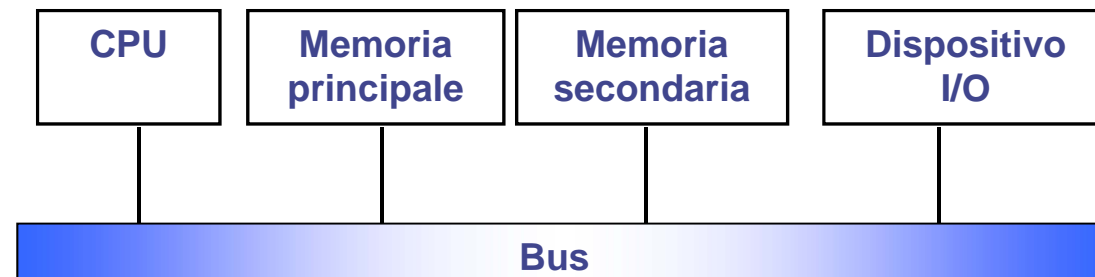
- **CPU (Central Processing Unit), o Processore**
- svolge le elaborazioni e il trasferimento dei dati, cioè esegue i programmi.





## Struttura di un calcolatore

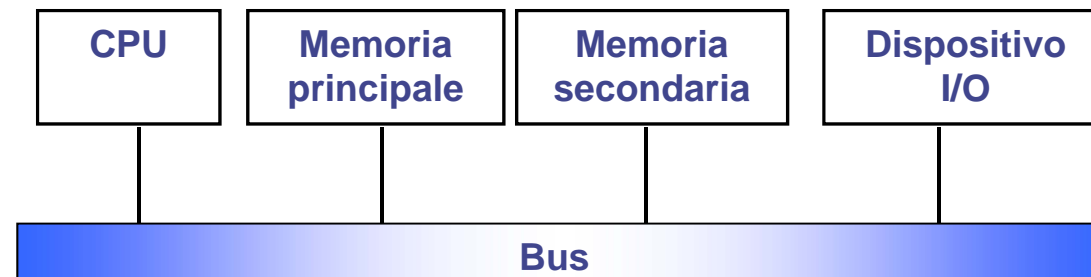
- Memoria principale
  - RAM (Random Access Memory)  
è *volatile* (perde il suo contenuto quando si spegne il calcolatore) ed è usata per memorizzare dati e programmi.
  - ROM (Read Only Memory)  
è *persistente* (mantiene il suo contenuto quando si spegne il calcolatore) ma il suo contenuto è fisso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





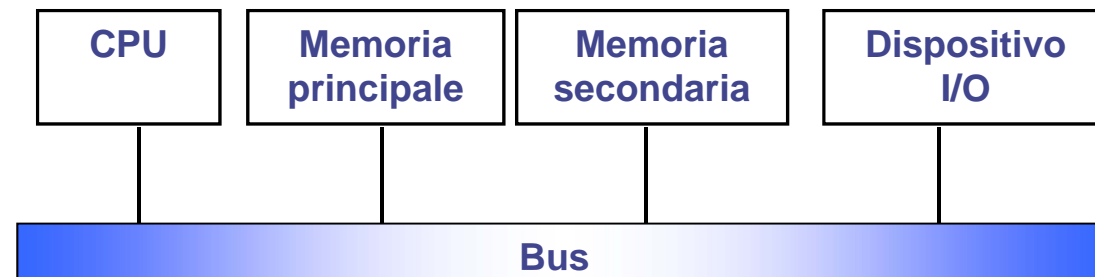
## Struttura di un calcolatore

- 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

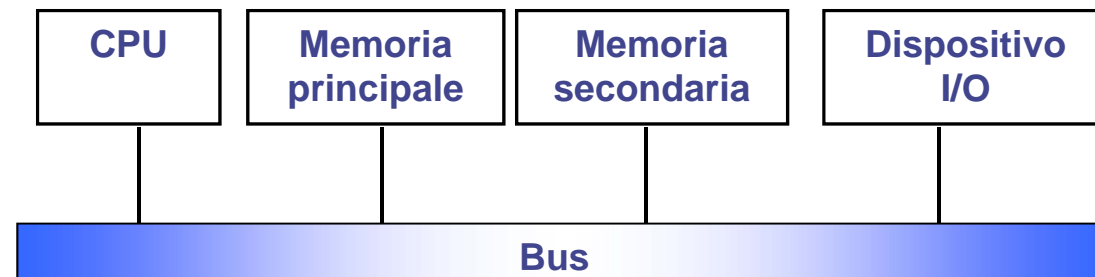
- Dispositivi di ingresso-uscita (periferiche)
  - Tastiera, mouse, video, stampante
  - Sono usate per far comunicare il calcolatore con l'esterno (in particolare con l'utente)
  
- Bus di sistema
  - Linea di comunicazione che collega tutti gli elementi funzionali precedenti.





## 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



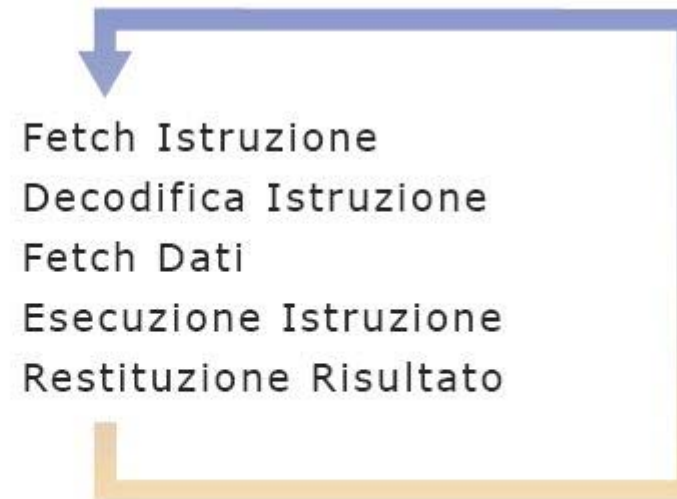
## Il ciclo macchina

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





## Il ciclo macchina

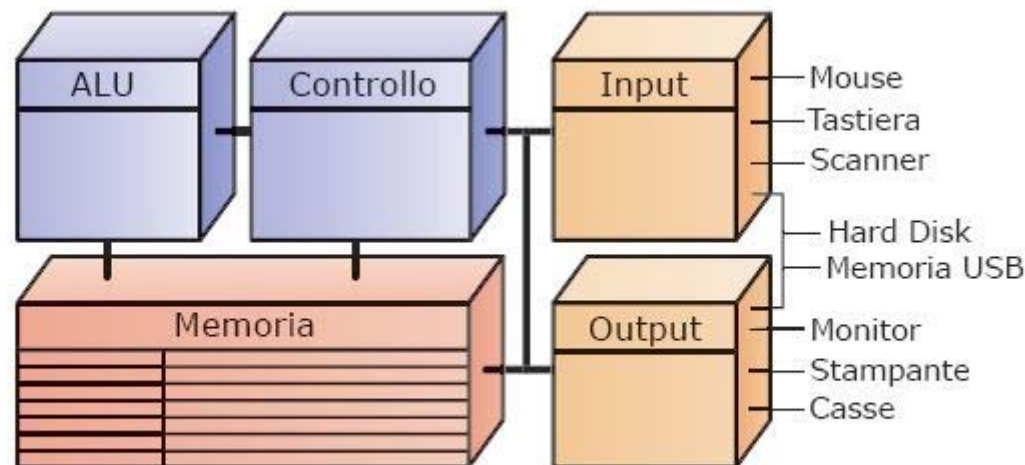


Il ciclo Fetch/Execute o ciclo macchina.



## 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



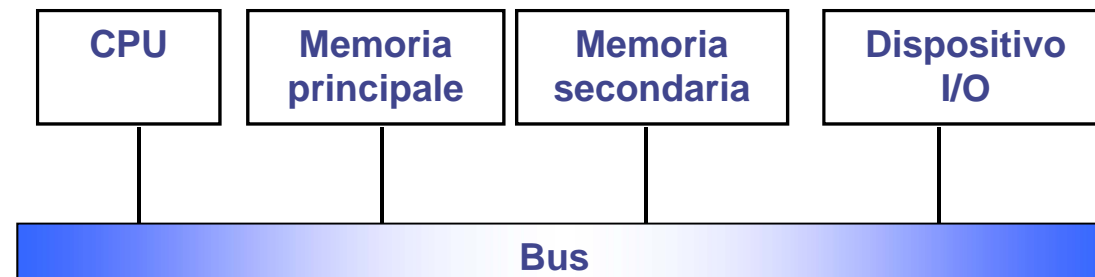
## Moltissime operazioni semplici

- 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

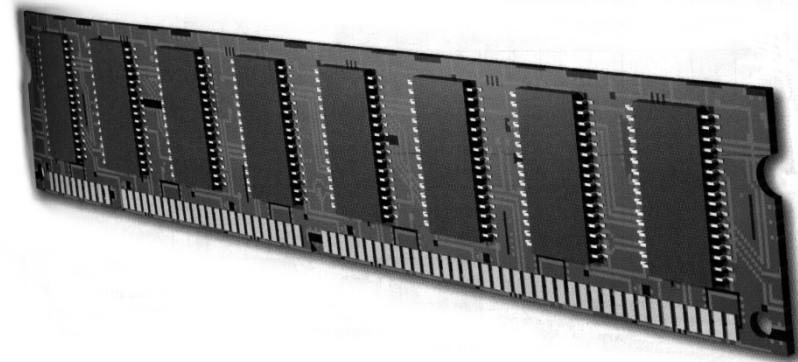
- Componenti principali:
  - Unità di controllo di processo (Central Processing Unit)
  - **Memoria principale (Main memory)**
  - Memoria secondaria (Mass storage)
  - Dispositivi di ingresso/uscita





## 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

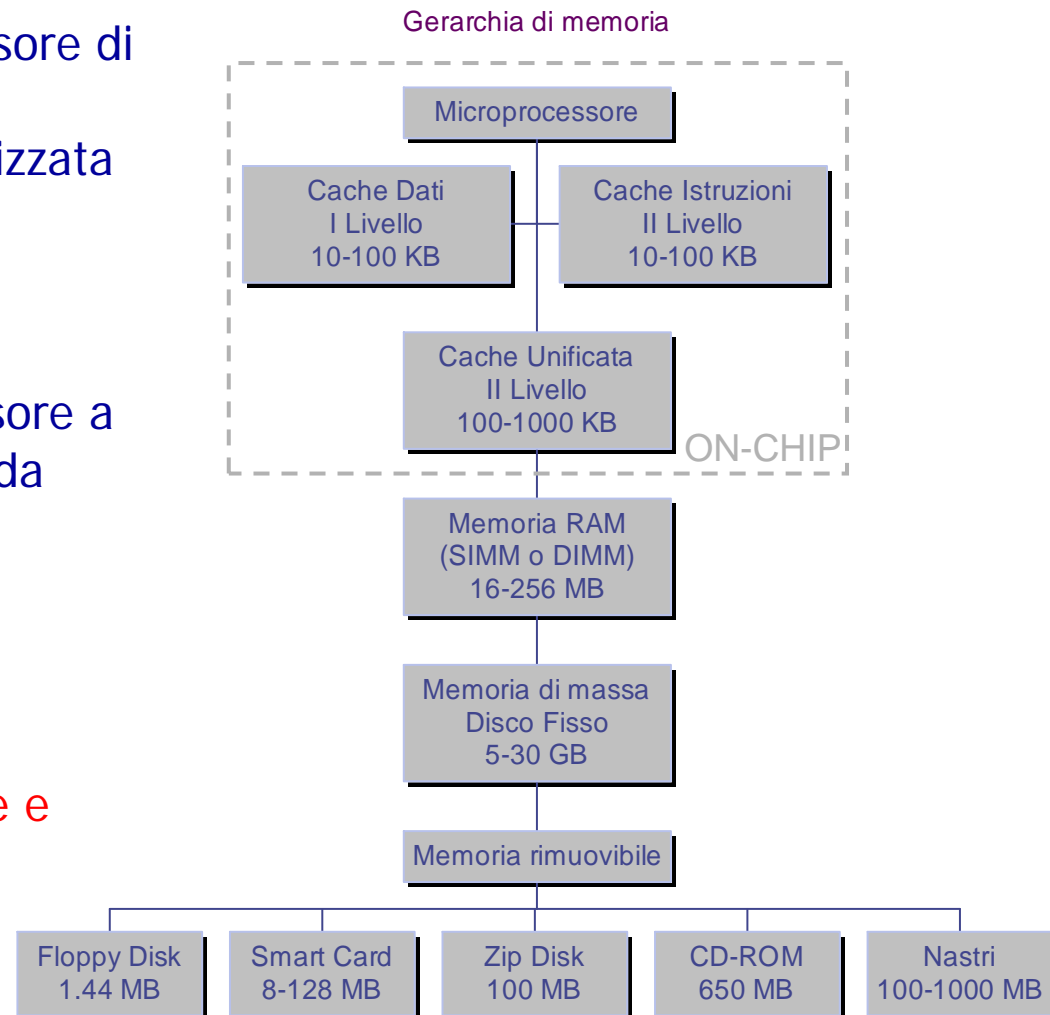
- Inizialmente un solo tipo di memoria -> CPU spesso inattiva
- Principio di località...:
  - ...temporale: quando un programma accede ad un dato o istruzione, c'è un'alta probabilità che nell'immediato futuro acceda alla stesso dato o istruzione
  - ...spaziale: quando un programma accede ad un dato 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

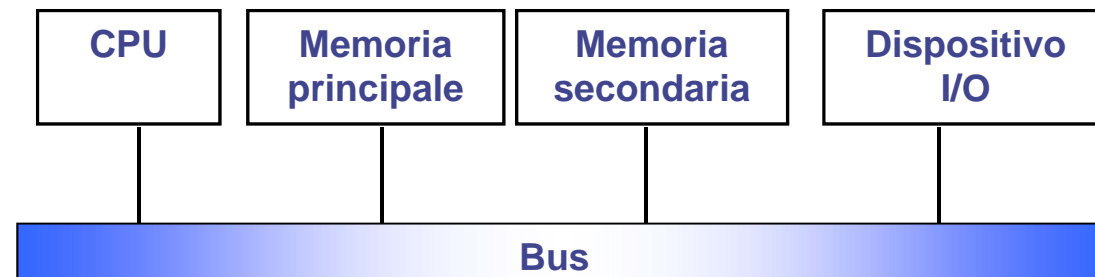
- Per consentire al microprocessore di lavorare alla velocità più alta possibile, la memoria è organizzata in modo gerarchico
- I diversi livelli della gerarchia (procedendo dal microprocessore a scendere) sono caratterizzati da
  - Velocità decrescente
  - Dimensione crescente
- Forniscono l'illusione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

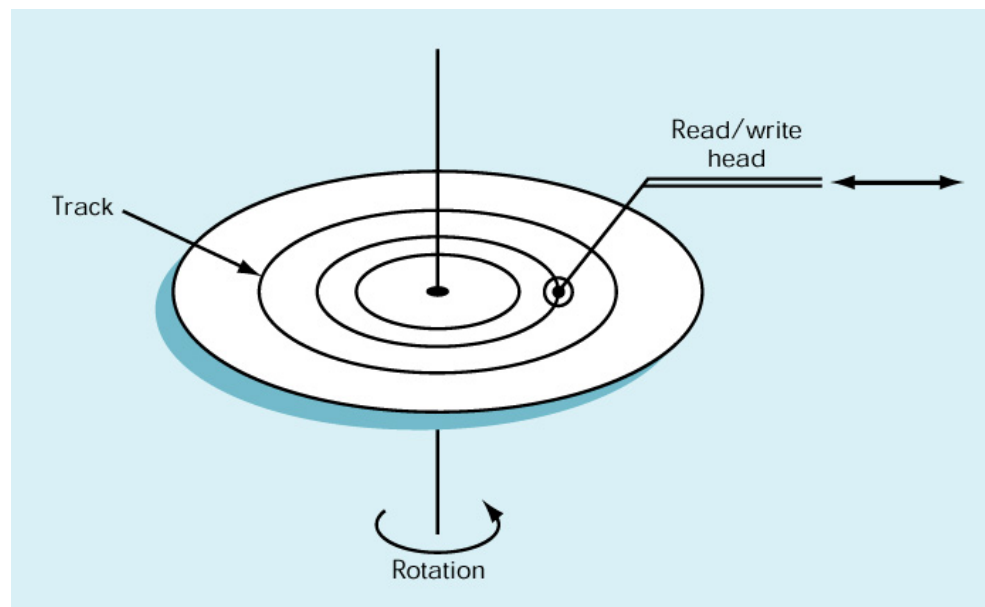
- Scopo: memorizzare grandi masse di dati in modo persistente.
- I dati memorizzati su questo tipo di memoria sopravvivono all'esecuzione dei programmi.
- Altre caratteristiche:
  - Capacità (dimensione della memoria)
  - Unità di misura: Byte
  - Tempo di accesso
- Capacità e tempo di accesso variano 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

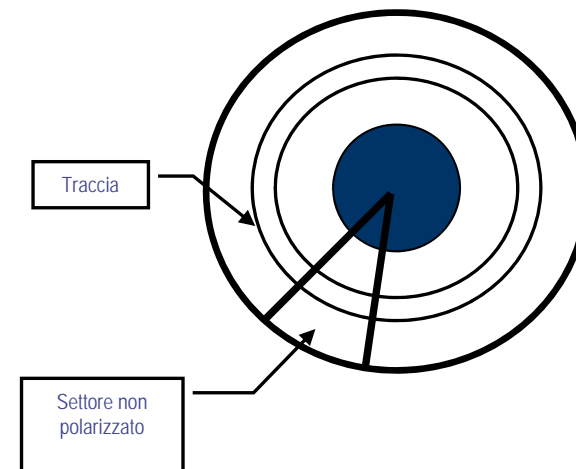
- Dispositivi magnetici (nastri o dischi):
  - l'area del dispositivo è suddivisa in micro-zone
  - ogni micro-zona memorizza una informazione elementare sotto forma di stato di magnetizzazione
  - area magnetizzata / area non magnetizzata
  - ai due possibili stati di magnetizzazione vengono associate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



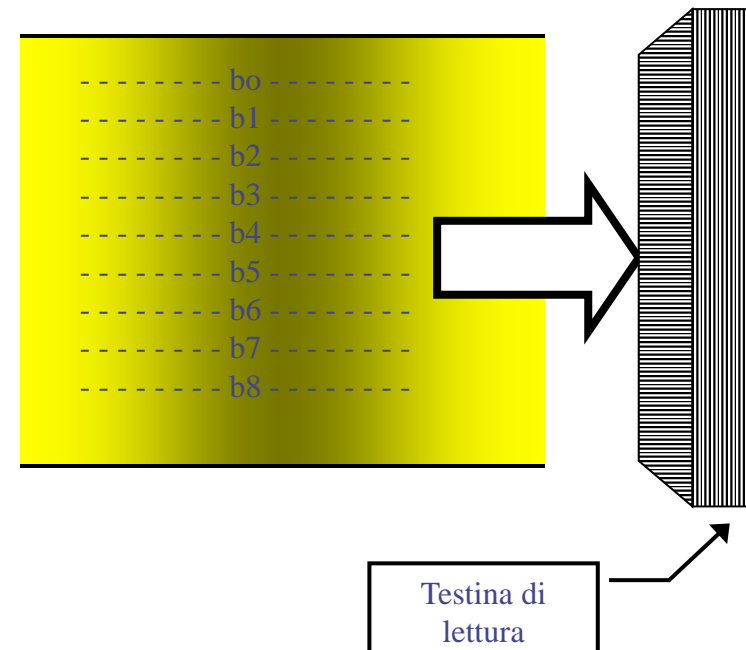


## Memoria secondaria – dischi magnetici

- 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.*

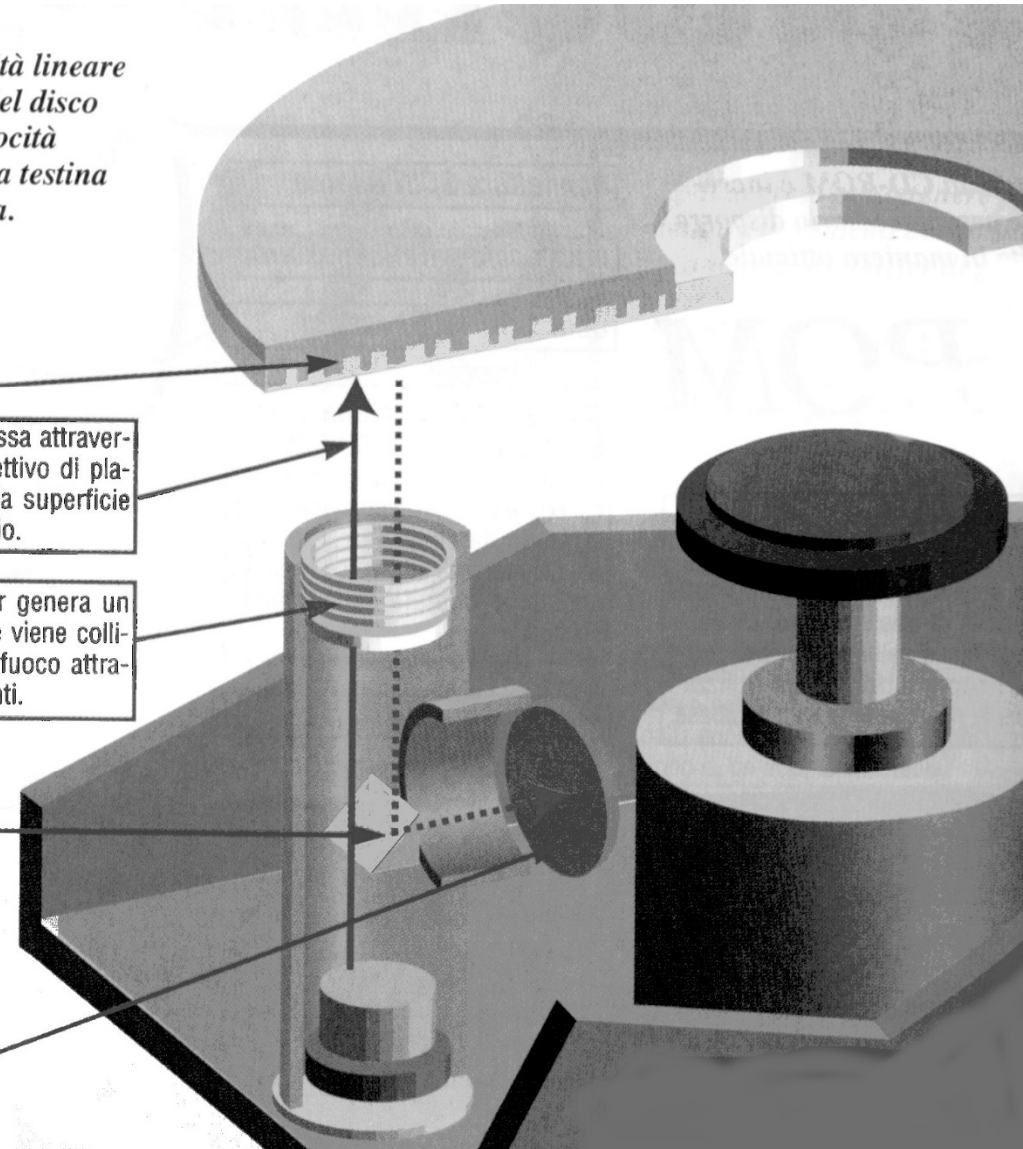
La superficie di un CD-ROM è interrotta da microfori, i cosiddetti *pit*, introdotti durante la masterizzazione. I *pit* assorbono la luce, o meglio la riflettono in modo molto limitato, mentre la superficie non modificata del disco, *land*, la riflette.

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