



Università degli Studi di Palermo  
*Dipartimento di Ingegneria Informatica*



# Elaborazione di Immagini e Suoni / Riconoscimento e Visioni Artificiali 12 c.f.u.

Anno Accademico 2008/2009

Docente: ing. Salvatore Sorce

## Architettura dei calcolatori

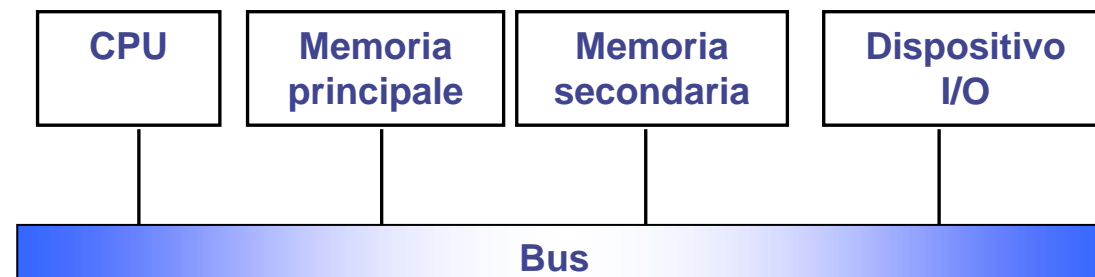
II parte – Memorie

Facoltà di Lettere e Filosofia



## Struttura di un calcolatore

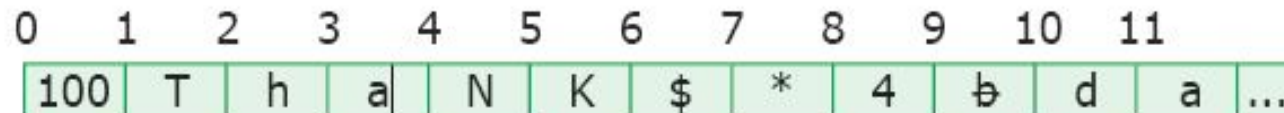
- Componenti principali:
  - Unità di controllo di processo (Central Processing Unit)
  - **Memoria principale (Main memory)**
  - Memoria secondaria (Mass storage)
  - Dispositivi di ingresso/uscita





## Memoria principale - RAM

- Generalmente un diagramma della memoria di un computer rappresenta le locazioni discrete come piccoli rettangoli
- L'indirizzo delle locazioni è indicato sopra il rettangolo.
- I valori delle locazioni sono riportati nel rettangolo corrispondente.



Un diagramma della memoria di un computer che illustra le sue caratteristiche chiave.

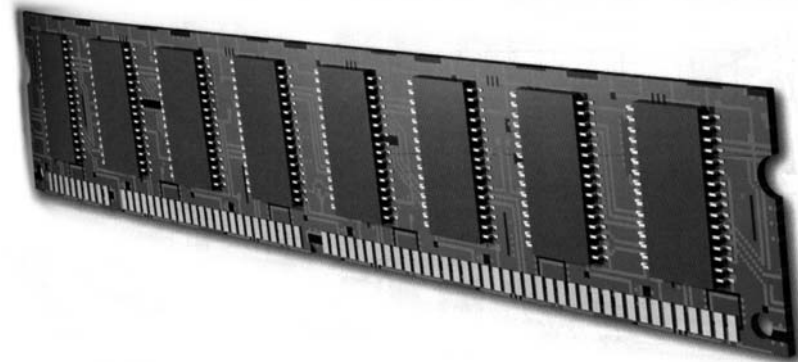


## Memoria principale - RAM

- Ogni locazione può contenere 1 byte che memorizza un carattere ASCII o un numero compreso tra 0 e 255
- I programmatori utilizzano una sequenza di locazioni di memoria adiacenti, ignorando il fatto che hanno differenti indirizzi
  - i blocchi di 4 byte sono usati come singola unità così frequentemente che hanno preso il nome di "parole di memoria"

## 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 principale - RAM

- Dimensione
  - 8 Mb ÷ 512 o più MB
- Tecnologia costruttiva
  - DRAM = dynamic RAM  
utilizza un condensatore ed un transistor per ogni bit → richiede refresh
  - SRAM = static RAM  
utilizza un flip-flop (4 transistor) per ogni bit → non richiede refresh
- Modalità di accesso
  - FPM = Fast page mode
  - EDO (D)RAM = Enhanced data output RAM
  - SDRAM = Synchronous DRAM
  - SDRAM II – DDR SDRAM = (Double data rate)
- Link utili
  - <http://www.kingstone.com>
  - <http://www.motorola.com>
  - <http://www.ibm.com>
  - <http://www.sgs.com>



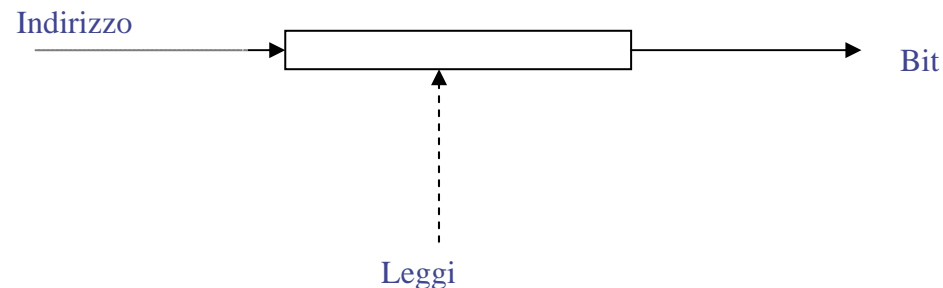
## Memoria principale - RAM

- Fast page RAM
  - Leggono i dati a raffiche di byte successivi (pagina di memoria, memory page)
  - Formato SIMM = Single in-line memory module (30 o 72 contatti su un solo lato del pettine)
- EDO (D)RAM
  - Permettono di svincolare la fase di lettura e di scrittura che possono (parzialmente) sovrapporsi
  - Più veloci delle FPM di circa 5-10%
  - Formato SIMM
    - Bus fino a 66 Mhz
    - transfer rate = 66 Mbit
- SDRAM
  - Effettuano il trasferimento dati in modo sincrono (regolato da un apposito orologio)
  - Formato DIMM = Dual in-line memory module (72 contatti per ogni lato del pettine = 144)
  - Bus fino a 100 Mhz
    - transfer rate = 100 Mbit
- SDRAM II – DDR SDRAM
  - Dal 1999
  - Possono effettuare un ciclo di lettura o scrittura sia sul fronte di salita del clock che su quello di discesa
  - Bus 100 Mhz
    - transfer rate 200 Mbit



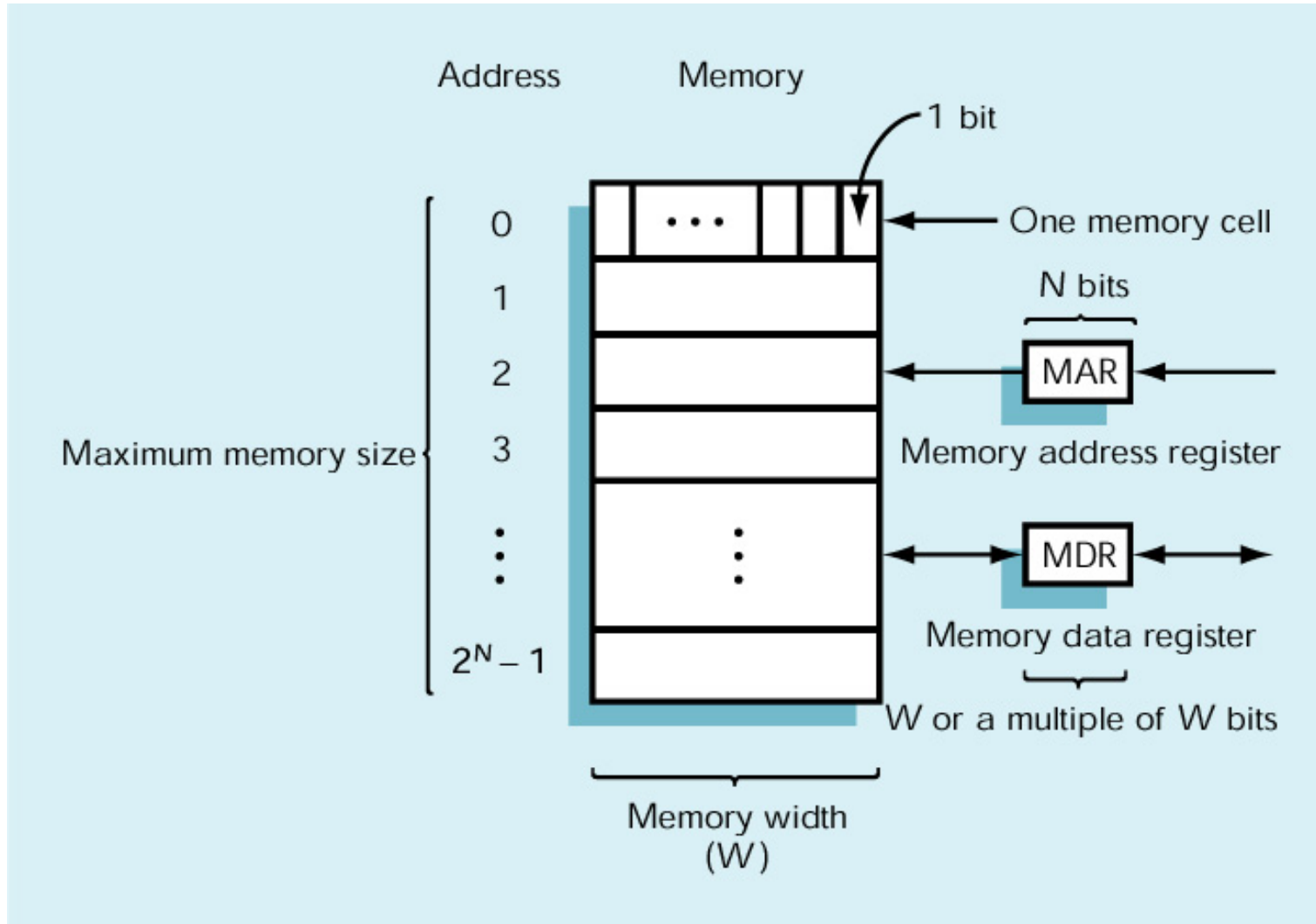
## Memoria principale - RAM

- Ciclo di lettura
  1. La memoria riceve un comando di lettura unitamente ad un indirizzo
  2. Il dato contenuto nell'indirizzo specificato viene ricercato e copiato in un buffer
  3. La memoria è pronta per un nuovo ciclo
- Tempo di accesso (o risposta) = tempo tra l'ingresso dell'indirizzo e l'uscita del contenuto
  - Per le DRAM tempo di accesso = 60/70 ns
  - Per le EDO DRAM tempo di accesso = 60 ns
- Transfer rate = velocità di trasferimento (in Mbit) per ogni singola linea di memoria

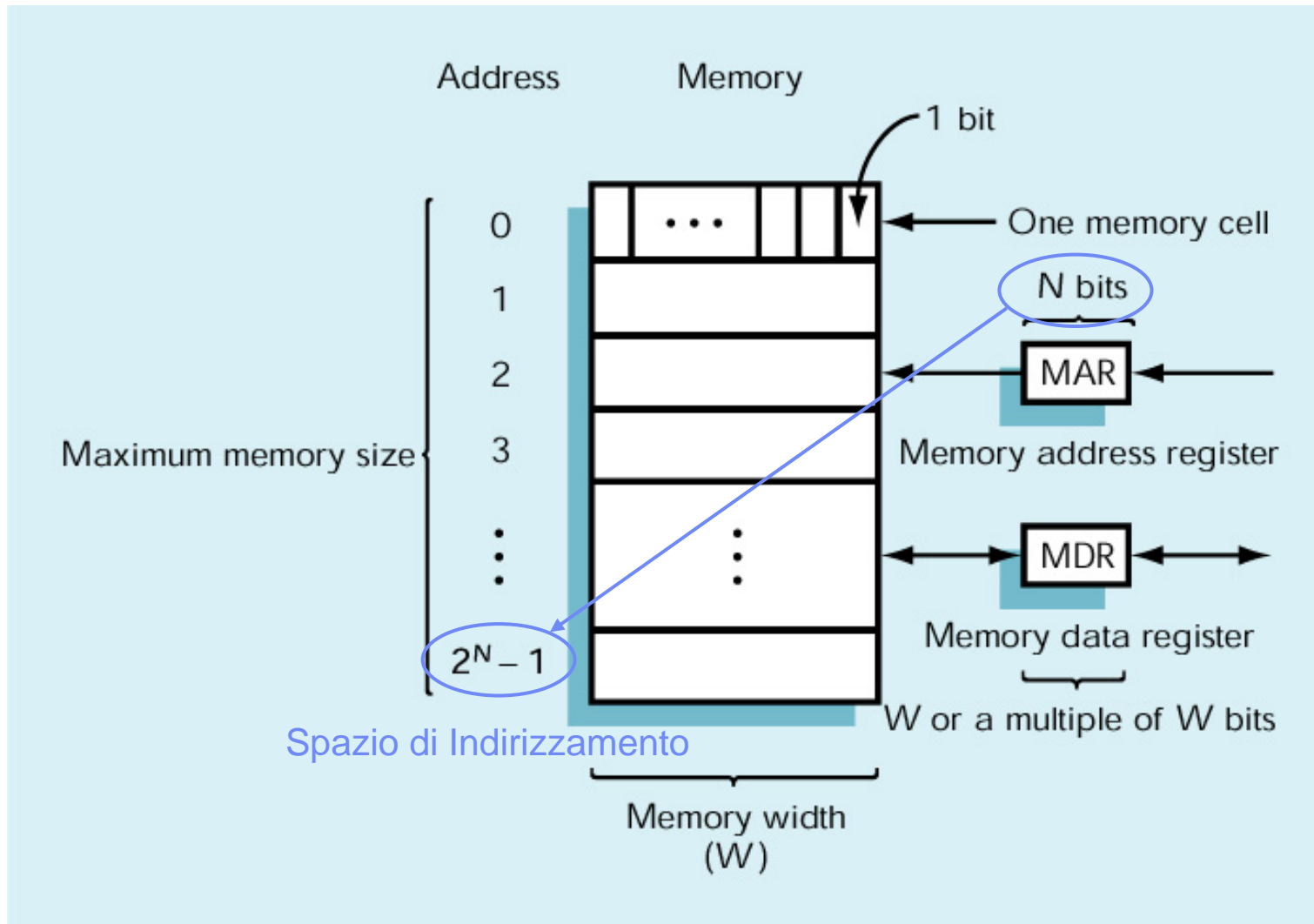




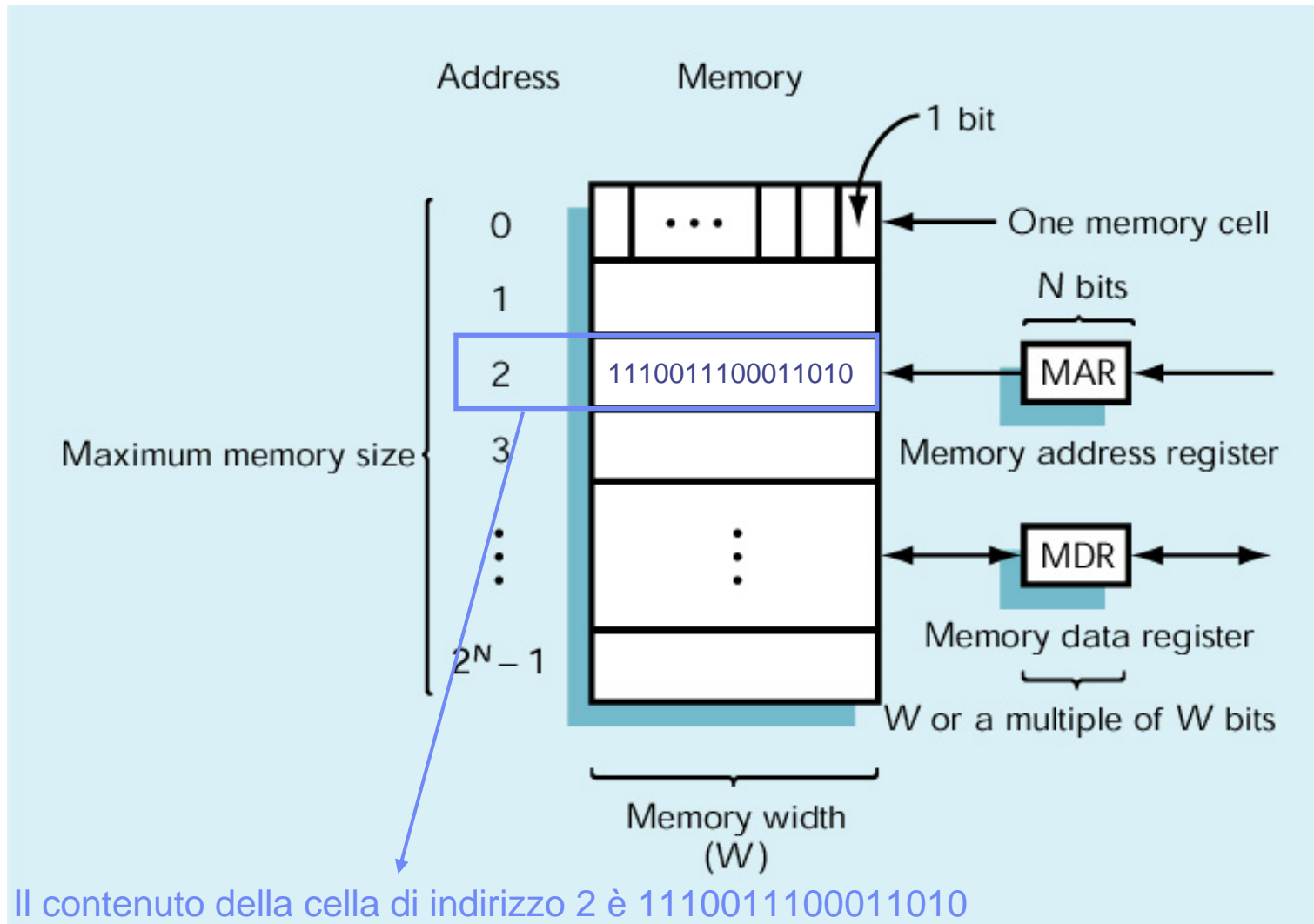
# Memoria principale (RAM)



# Memoria principale (RAM)



# Memoria principale (RAM)

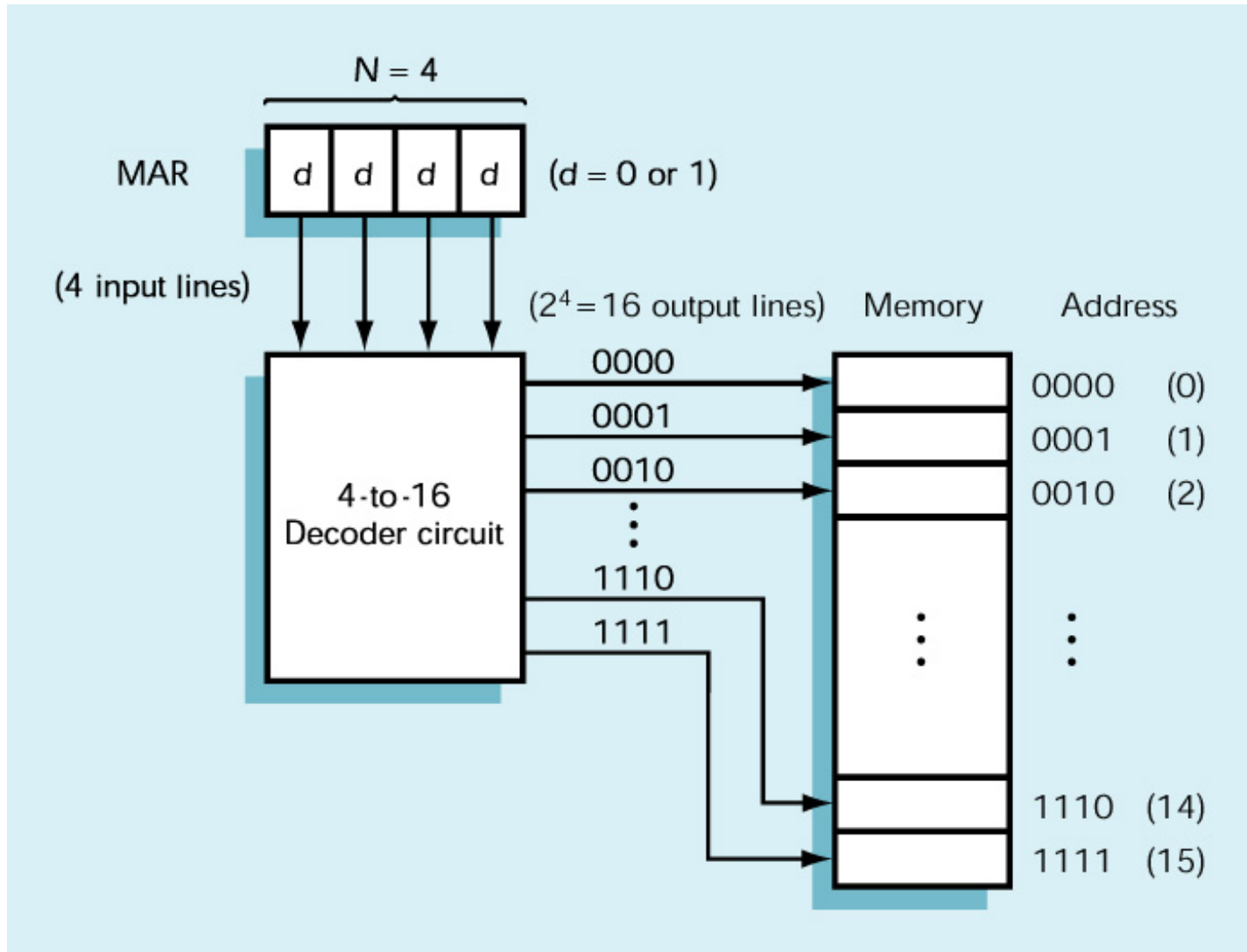




## Memoria principale (RAM)

- Operazioni sulla memoria
  - Fetch(indirizzo)
    - ◆ Carica *indirizzo* nel MAR
    - ◆ Decodifica *indirizzo* del MAR
    - ◆ Copia contenuto della locazione in MDR
  - Store(indirizzo, valore)
    - ◆ Carica *indirizzo* nel MAR
    - ◆ Carica *valore* in MDR
    - ◆ Decodifica *indirizzo* del MAR
    - ◆ Copia *valore* di MDR nel contenuto della locazione

# Memoria principale (RAM)



## Memoria Cache

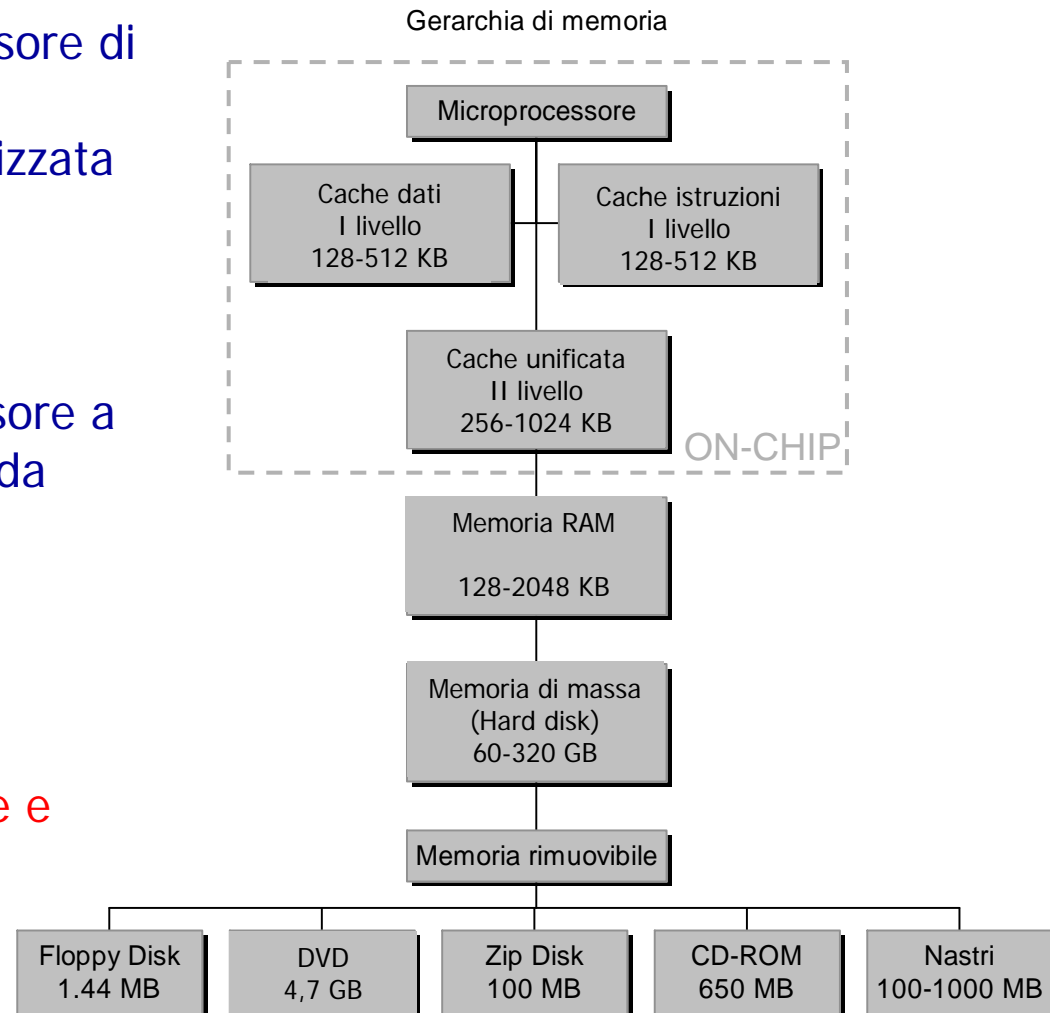
- Inizialmente un solo tipo di memoria -> CPU spesso inattiva
- Principio di località...:
  - ...temporale: quando un programma accede ad un dato o istruzione, c'è un'alta probabilità che nell'immediato futuro acceda alla stesso dato o istruzione
  - ...spaziale: quando un programma accede ad un dato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

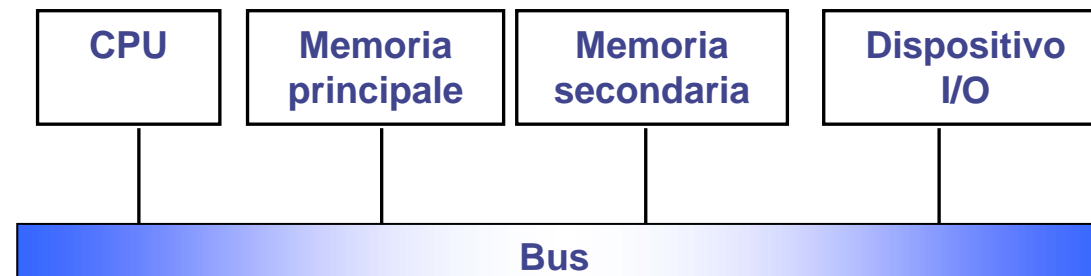






## Struttura di un calcolatore

- 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)

La memoria principale non può essere troppo grande a causa del suo costo elevato

Non consente la memorizzazione permanente dei dati (volatilità)

Per questi motivi sono stati introdotti due tipi di memoria:

*Memoria principale:* veloce, volatile, di dimensioni relativamente piccole;

*Memoria secondaria:* più lenta e meno costosa, con capacità di memorizzazione maggiore ed in grado di memorizzare i dati in forma permanente



## 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 – Supporti magnetici

- La memoria secondaria deve avere capacità di memorizzazione permanente.
  - Supporti magnetici (dischi e nastri magnetici)
  - Supporti ottici (dischi ottici)
- Nel primo caso si sfrutta la caratteristica di alcuni materiali che possono essere magnetizzati.
- La magnetizzazione è permanente fino a quando non viene modificata per effetto di un agente esterno.
- La magnetizzazione può essere di due tipi (positiva e negativa), che corrispondono ai due valori dell'unità fondamentali di informazione (bit)



## Memoria secondaria – Supporti ottici

- Le tecnologie dei dischi ottici sono basate sull'uso di raggi laser
- Il raggio laser è un particolare tipo di luce che può essere emessa in fasci di dimensioni molto ridotte ( $\sim 0,1 \mu\text{m}$ )
- La riflessione o meno del fascio luminoso può essere riconosciuta e corrisponde ai due valori dell'unità fondamentali di informazione (bit)

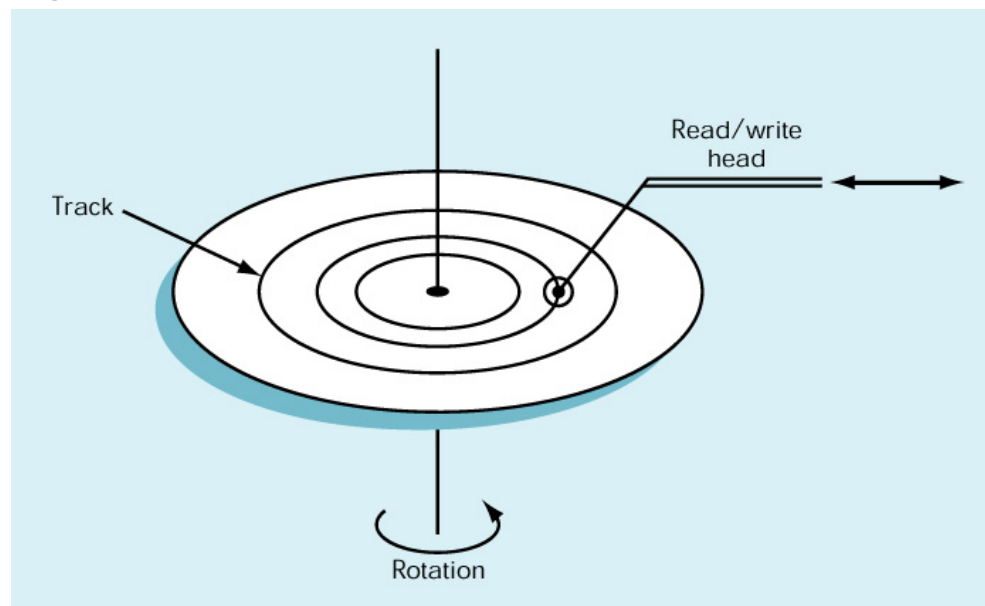
## Memoria secondaria

- 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**



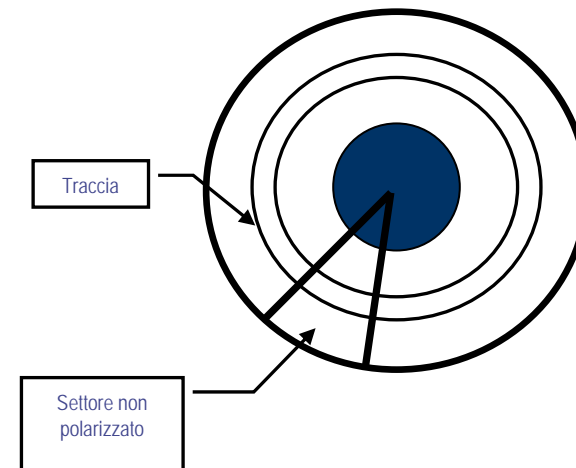
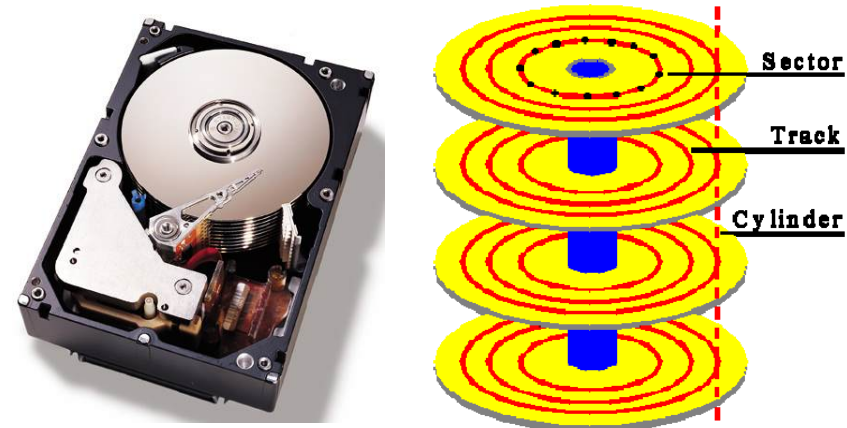
## Memoria secondaria – dischi magnetici

- 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.



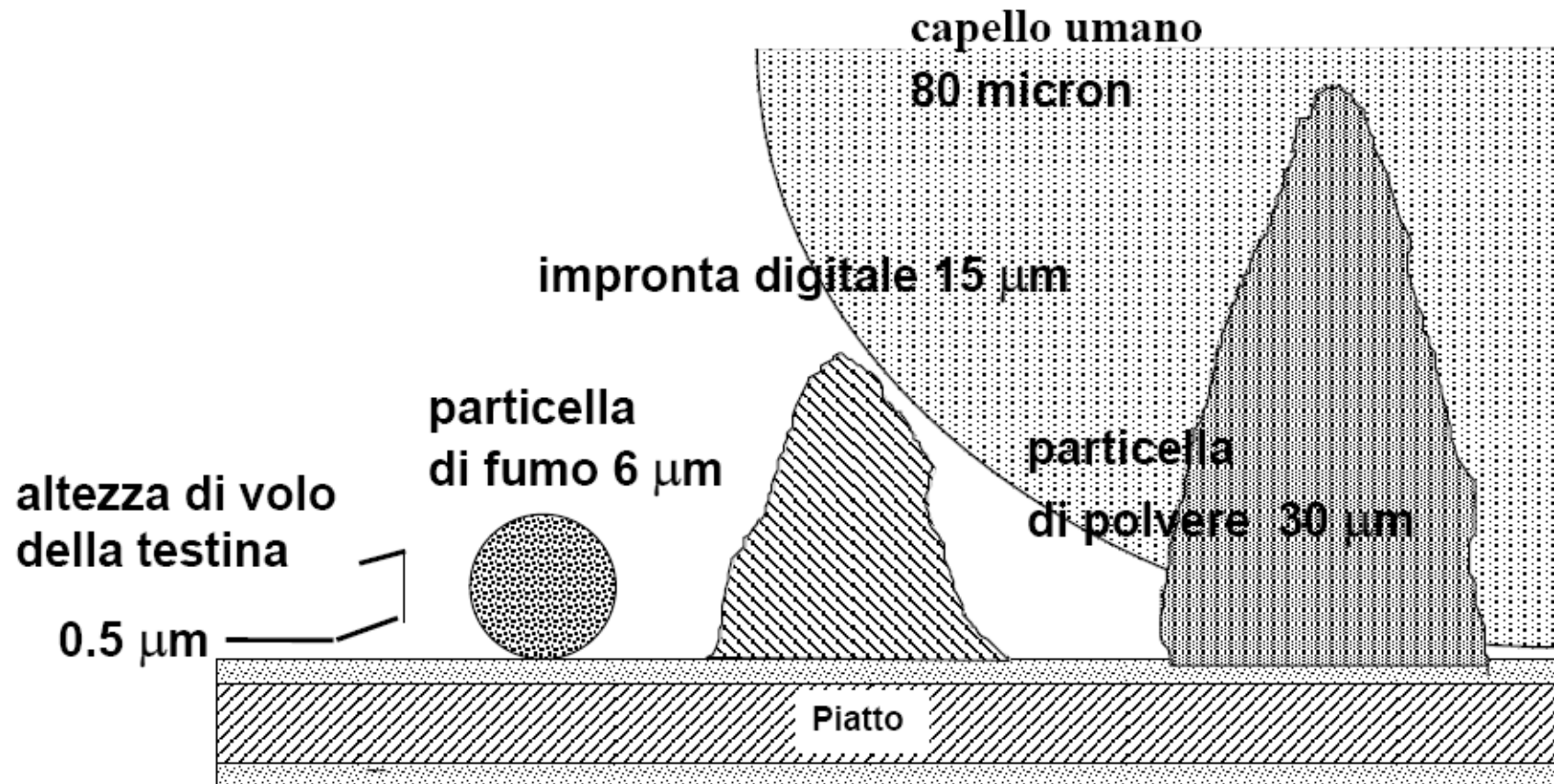
## Memoria secondaria – dischi magnetici

- 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

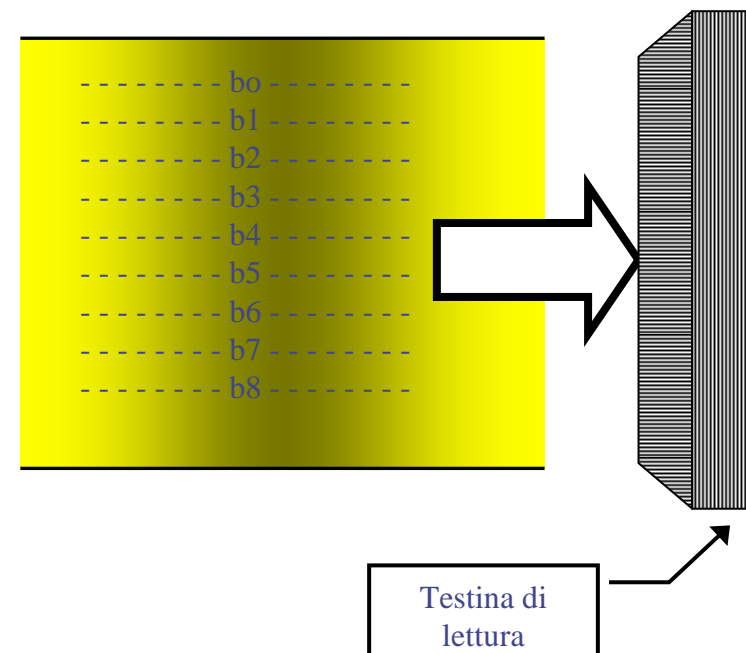


## Memoria secondaria – dischi magnetici

- 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.*

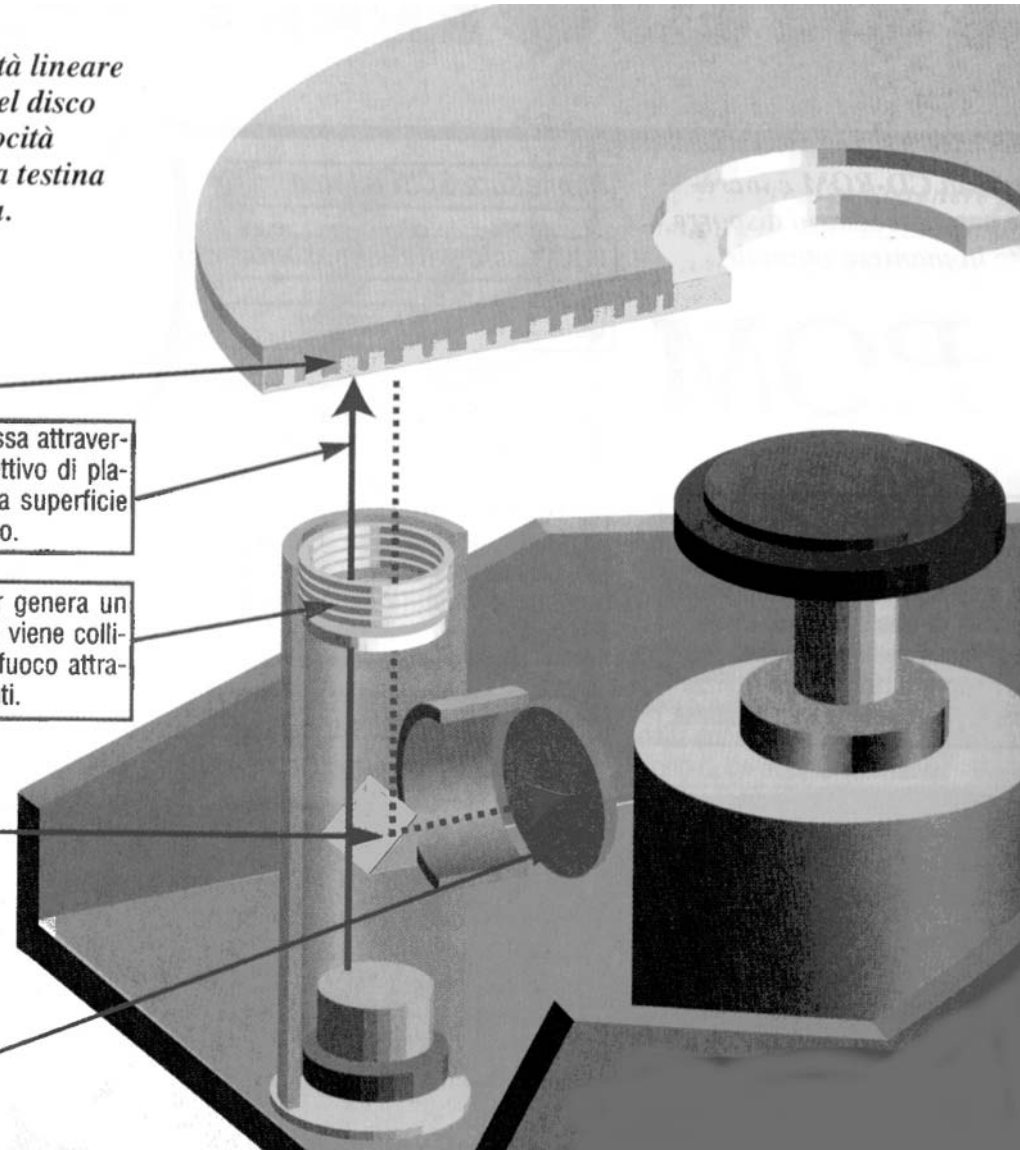
La superficie di un CD-ROM è interrotta da microfori, i cosiddetti *pit*, introdotti durante la masterizzazione. I *pit* assorbono la luce, o meglio la riflettono in modo molto limitato, mentre la superficie non modificata del disco, *land*, la riflette.

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)

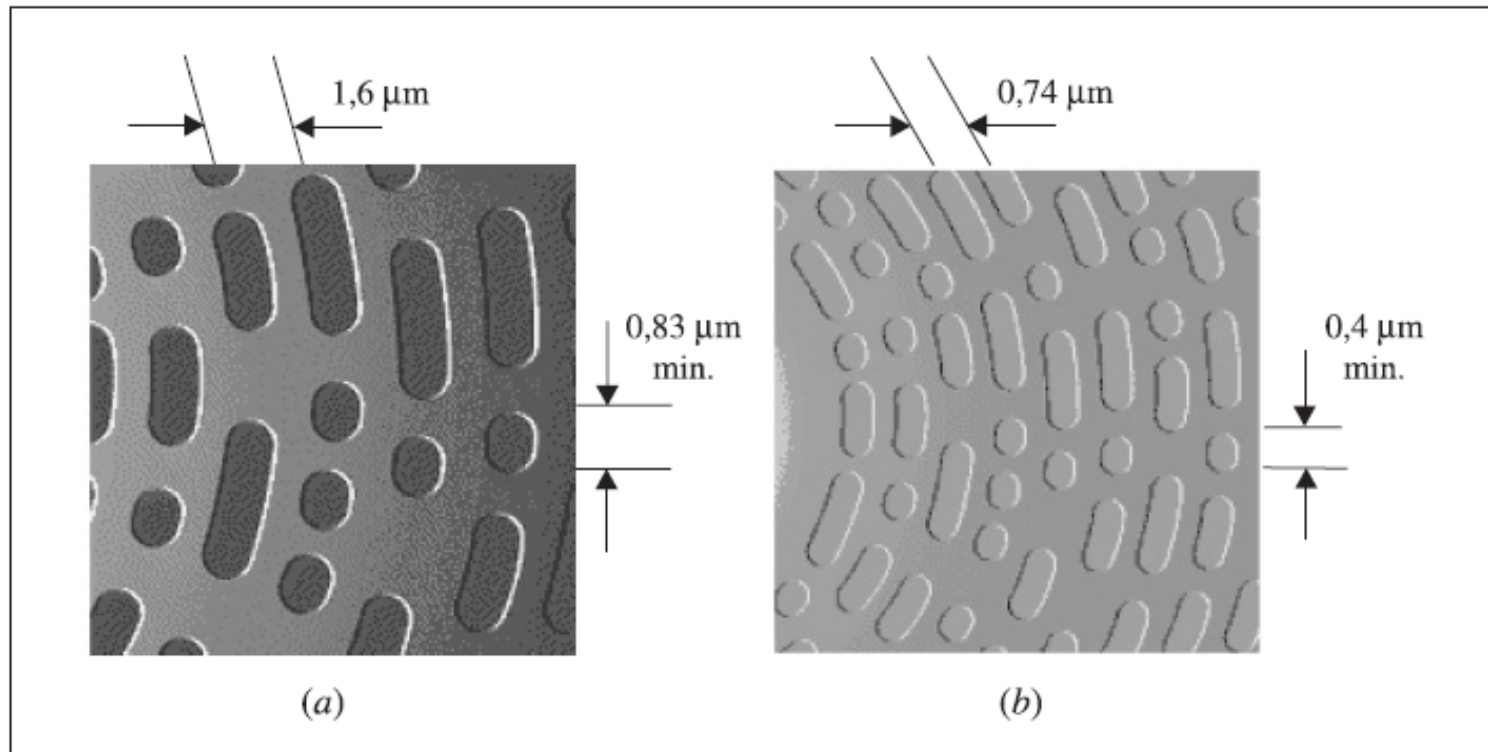


## Memoria secondaria – Dischi ottici

- 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



## Memoria secondaria – Dischi ottici



## Collegamento al sistema

La CPU non si occupa di:

- comandare il movimento della testina
- comandare la generazione del raggio laser
- trasferire i dati letti in memoria centrale
- comandare la rotazione dei dischi



## Collegamento al sistema

La CPU emette solo comandi verso questi dispositivi. Ad esempio:

- l'indirizzo sul disco
- l'indirizzo in memoria centrale
- il numero di blocchi consecutivi
- il tipo dell' operazione: lettura, scrittura

Ogni dispositivo di memoria secondaria è collegato ad un insieme di circuiti elettronici (detto CONTROLLER) che gestisce il coordinamento tra processore, memoria centrale e dispositivo in modo da garantire il corretto trasferimento di dati.

Ogni controller è collegato al bus del sistema:

- Ultra ATA (EIDE – Enhanced Integrated Drive Technology)
- SCSI (Small Computer System Interface)
- Serial ATA (SATA)

## Collegamento al sistema

