

Memorie ad accesso seriale

Matteo Sonza Reorda

Politecnico di Torino
Dip. di Automatica e Informatica

1

M. Sonza Reorda - a.a. 2001/2002

Sommario

- **Introduzione**
- **Memorie a Disco Magnetico**
- **Memorie a Nastro Magnetico**
- **Memorie Ottiche.**

2

M. Sonza Reorda - a.a. 2001/2002

Introduzione

Le memorie ad accesso seriale (dischi, nastri, cassette) sono generalmente utilizzate come memorie di massa.

I dati sono memorizzati un bit dopo l'altro in *tracce*, ognuna delle quali può essere dotata di una sua circuiteria di lettura/scrittura (*testina*).

Quando si desidera leggere/scrivere un dato, è necessario posizionare la testina sopra il dato, muovendo o la testina, o la traccia, o entrambe.

Le memorie ad accesso seriale sono caratterizzate da *basso costo* ed *elevato tempo di accesso*.

3

M. Sonza Reorda - a.a. 2001/2002

Tempo di Accesso

Il tempo di accesso t_A è determinato da:

- t_s : tempo per posizionare la testina sulla traccia opportuna (*seek time*); è nullo se ogni traccia ha la sua testina;
- t_L : tempo per posizionare la testina sul dato, all'interno della traccia (*latency time*)
- t_D : tempo per leggere serialmente i dati (*data-transfer time*).

Si ha quindi che

$$t_A = t_s + t_L + t_D$$

4

M. Sonza Reorda - a.a. 2001/2002

Distribuzione dei dati

I bit di un singolo dato possono essere distribuiti in 2 modi sulle tracce:

- *serialmente* su una singola traccia (come avviene nei dischi)
- *parallelamente*, ognuno su una diversa traccia (come avviene nei nastri); in questo caso tutti i bit di un dato possono essere letti/scritti contemporaneamente ed il data-transfer time si riduce corrispondentemente.

Dal momento che t_s e t_L sono significativi rispetto a t_D , i dati sono normalmente raggruppati in *blocchi*, e la lettura/scrittura dei dati avviene in blocchi.

I trasferimenti da/verso la memoria sono spesso eseguiti in DMA.

5

M. Senza Reorda - a.a. 2001/2002

Densità di Memorizzazione e Velocità della Testina

Detta T la densità (in bit/cm) di memorizzazione, e v la velocità (in cm/sec) della testina rispetto alla traccia, la velocità di trasferimento dati una volta che la testina è opportunamente posizionata è data da $T \cdot v$.

6

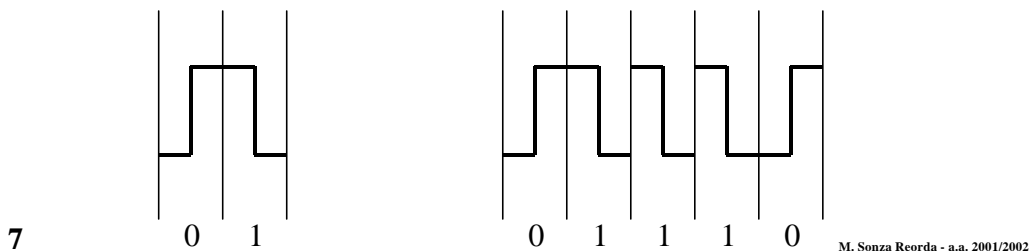
M. Senza Reorda - a.a. 2001/2002

Codifica dei dati

Viene introdotta per evitare di dover utilizzare una traccia di clock per la sincronizzazione.

Una tecnica di codifica molto semplice è quella detta *codifica di fase* o *Manchester*.

Ogni bit di informazione viene memorizzato come una transizione da alto o basso, e viceversa.



Memorie a Disco Magnetico

L'elemento di memoria è un disco ricoperto di materiale magnetico, su cui esistono una serie di tracce concentriche.

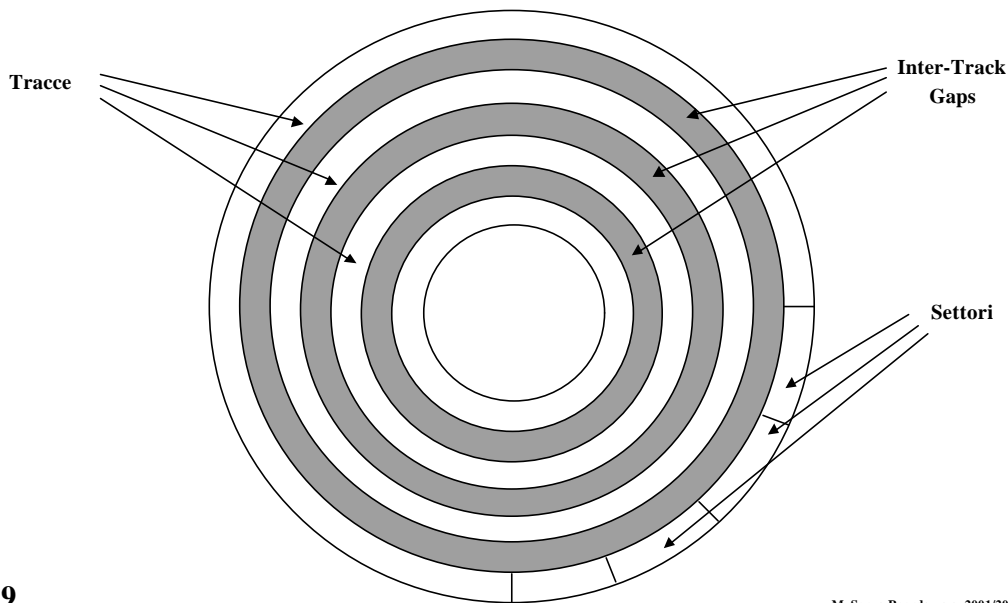
L'unità di memoria può essere costituita da più dischi: in tal caso essi sono connessi ad un unico asse e ruotano a velocità costante.

Ogni superficie (*faccia*) è dotata di una testina in grado di muoversi radialmente fin sulla traccia desiderata.

Le varie testine si muovono di solito in maniera solidale.

L'insieme delle tracce ad uguale distanza dal centro poste su facce diverse è denominato *cilindro*.

Organizzazione



9

M. Sonza Reorda - a.a. 2001/2002

Organizzazione (II)

Ogni traccia contiene la stessa quantità di informazione, ed è quindi caratterizzata da una densità crescente andando verso il centro.

Ogni traccia è organizzata in *settori*, corrispondenti all'unità di trasferimento.

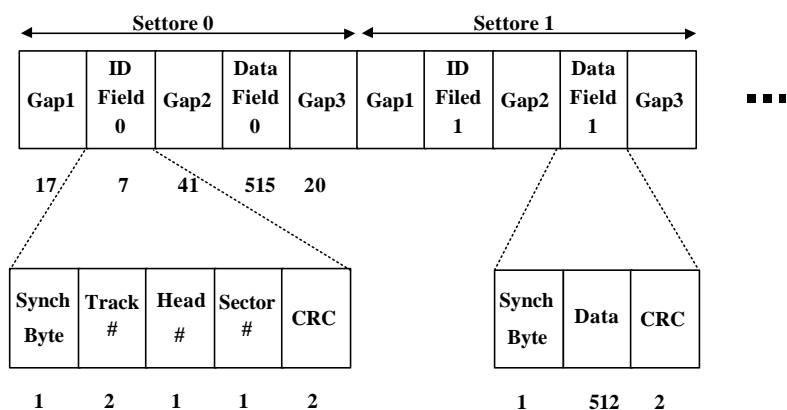
Ogni settore è suddiviso in 2 *campi*, tra loro separati da appositi campi di gap:

- il campo *identificatore*
- il campo *dati*.

10

M. Sonza Reorda - a.a. 2001/2002

Esempio: hard disk Seagate ST506



11

M. Sonza Reorda - a.a. 2001/2002

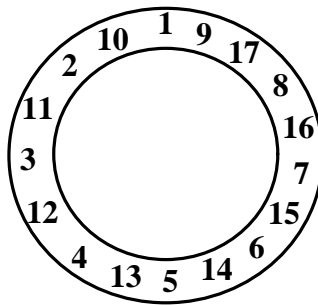
Interleaving

Per accelerare la lettura di più settori contigui, questi vengono disposti sulla traccia in maniera alternata, in modo da permettere al driver di smaltire i dati di ogni settore prima che la testina sia giunta su quello successivo.

12

M. Sonza Reorda - a.a. 2001/2002

Esempio: disco con interleave 2:1 e 17 settori/traccia



13

M. Sonza Reorda - a.a. 2001/2002

Memorie a Disco Magnetico (II)

Sono essenzialmente di 2 tipi:

- a disco rigido (*hard disk*)
- a disco flessibile (*floppy disk*).

Parametri Tipici:

	<i>Capacità</i>	<i>Tempo di Accesso</i>
Hard-Disk	100÷7000Mbyte	~ 10ms
Floppy-Disk	1÷2Mbyte	~ 100ms

14

M. Sonza Reorda - a.a. 2001/2002

Hard Disk di tipo Winchester

Prendono il nome dal codice convenzionale interno IBM con cui veniva denominato il primo prodotto di questo tipo, il disco modello 3340.

In questo caso la testina è più piccola (in modo da permettere più alte densità di memorizzazione) e deve quindi essere più vicina alla superficie del disco.

In pratica, essa appoggia sul disco quando questo è fermo, ed è sollevata da questo da un effetto aerodinamico prodotto dal cuscino d'aria generato dalla rotazione.

Il disco e la testina sono sigillati in un apposito involucro.

15

M. Sonza Reorda - a.a. 2001/2002

Esempio: Hard-Disk Seagate

È del tipo Winchester, in cui dischi e testine sono sigillati in una *scatola* a tenuta. Si compone di dischi da 5.25'', su cui vengono utilizzate 21 facce, ognuna con la sua testina.

Caratteristiche:

#tracce per superficie	2627
#settori per traccia	99
capacità settore	512 byte
capacità totale	2.8 GB
velocità di rotazione	5400 giri/min
Average Seek Time	11 ms
Average Latency Time	5.6 ms
Data Transfer Rate	4.6 MB/s

16

M. Sonza Reorda - a.a. 2001/2002

RAID

RAID (*Redundant Array of Inexpensive Disks*) è un'architettura standard per l'utilizzazione di insiemi di dischi al fine di aumentarne:

- le prestazioni
- l'affidabilità.

RAID fu inizialmente proposto da un gruppo di ricercatori dell'Università di Berkeley. Oggi è uno standard accettato da tutte le industrie del settore.

Caratteristiche

- RAID è un insieme di dischi fisici visti dal sistema operativo come un singolo disco logico
- i dati sono distribuiti tra i dischi fisici dell'insieme
- la ridondanza derivante dalla disponibilità di dischi aggiuntivi è utilizzata per memorizzare informazioni di parità che permettono di recuperare i dati persi in caso di guasti.

Obiettivi

- Sostituire pochi dischi di grandi capacità con molti dischi di piccole capacità
- Gestire la maggiore sensibilità ai guasti che ne deriva.

19

M. Sonza Reorda - a.a. 2001/2002

Livelli

Esistono 6 configurazioni RAID (da 0 a 5), di cui 2 non sono praticamente utilizzate.

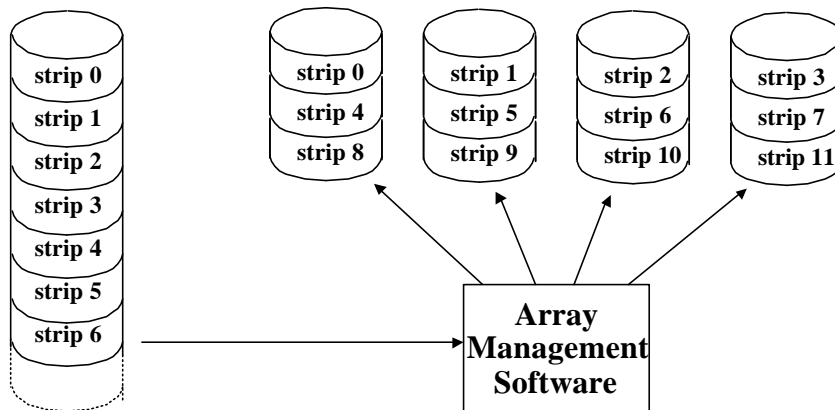
Tali configurazioni prendono il nome di *livelli*.

20

M. Sonza Reorda - a.a. 2001/2002

RAID 0

È basato sulla suddivisione dei dati in *strisce* (strip), che vengono poi distribuite tra i dischi disponibili.



21

M. Sonza Reorda - a.a. 2001/2002

Vantaggi

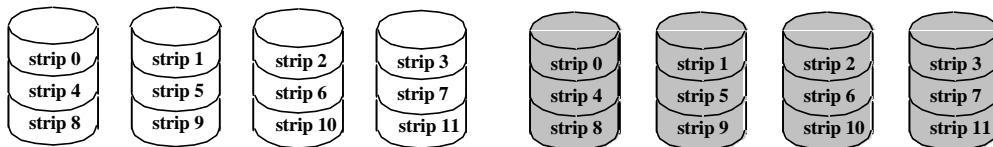
- se si fa accesso a strisce consecutive, l'accesso avviene in parallelo sui vari dischi
- se si fanno diversi accessi contemporanei alla memoria di massa, questi possono avvenire fisicamente insieme, purchè siano relativi a strisce poste su dischi diversi.

22

M. Sonza Reorda - a.a. 2001/2002

RAID 1

I dati sono semplicemente duplicati su due insiemi paralleli di dischi (*mirroring*).



Vantaggi

- Le richieste di lettura possono venire soddisfatte dall'uno o dall'altro dei dischi contenenti la striscia: quindi si può scegliere quello con prestazioni migliori
- le richieste di scrittura devono venire fatte su ambedue i dischi che contengono la striscia: le prestazioni non sono peggiori del caso RAID 0
- nel caso di guasto, nessun dato viene perso.

Svantaggi

- Il costo è duplicato rispetto a RAID 0.

25

M. Sonza Reorda - a.a. 2001/2002

RAID 2

RAID 2 usa la tecnica dell'accesso parallelo: tutti i dischi dell'insieme partecipano a tutte le operazioni di I/O in maniera sincronizzata (in qualsiasi istante le testine di tutti i dischi sono nella stessa posizione).

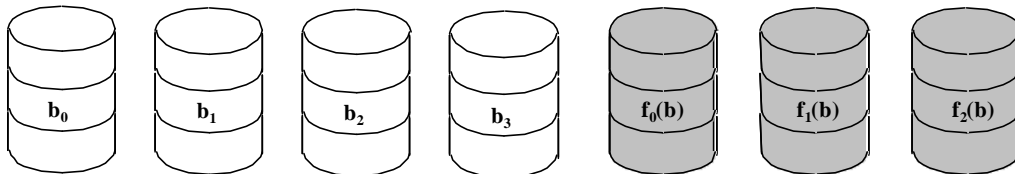
Le strisce sono molto piccole (1 byte o word).

A ciascun insieme di bit acceduti contemporaneamente sui vari dischi corrisponde un insieme di bit di controllo calcolati con un codice di Hamming che permette il rilevamento e la correzione degli errori.

26

M. Sonza Reorda - a.a. 2001/2002

Struttura



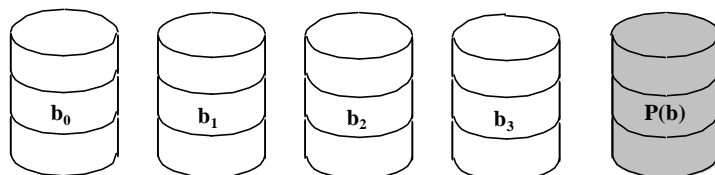
RAID 2 non viene usato in pratica perchè troppo costoso (richiede $\log n$ dischi ridondanti per il codice).

27

M. Sonza Reorda - a.a. 2001/2002

RAID 3

Come nel RAID 2, ma c'è un solo disco ridondante che contiene il codice di parità.



28

M. Sonza Reorda - a.a. 2001/2002

Vantaggi

- In caso di guasto su un disco, il suo contenuto può essere ricostruito sulla base di quello degli altri dischi e di quello di parità
- le prestazioni sono migliori di quelle del singolo disco, in quanto coinvolgono in parallelo più dischi.

Svantaggi

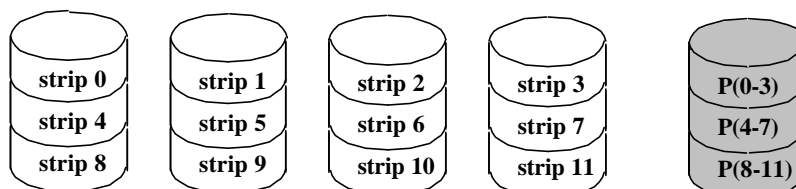
- Nel caso di più richieste di accesso contemporanea, una sola alla volta può essere servita.

29

M. Sonza Reorda - a.a. 2001/2002

RAID 4

Fa uso della tecnica dell'accesso indipendente: ogni disco lavora indipendentemente dagli altri. Le strisce sono piccole (1 byte o word). Vengono calcolati dei bit di parità che sono memorizzati in un disco apposito.



30

M. Sonza Reorda - a.a. 2001/2002

Vantaggi

- È adatto per applicazioni che comportano molti accessi indipendenti (che possono essere serviti in parallelo).

Svantaggi

- Quando si deve modificare un dato, si devono eseguire ben 4 accessi a disco: lettura del dato vecchio, lettura della vecchia parità, scrittura del nuovo dato, scrittura della nuova parità.

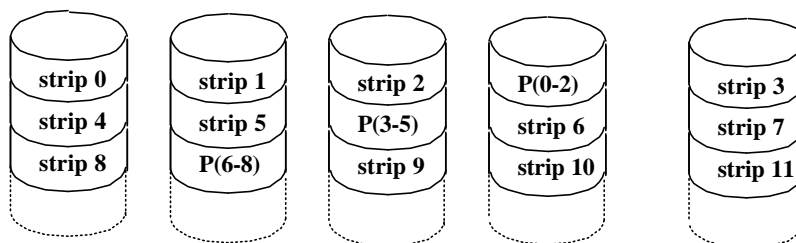
RAID 4 è raramente usato in pratica.

31

M. Sonza Reorda - a.a. 2001/2002

RAID 5

Funziona come RAID 4, ma le strisce di parità sono distribuite tra i diversi dischi. In questa maniera l'aggiornamento della parità derivante da una scrittura può essere eseguito in parallelo ad un nuovo accesso.



32

M. Sonza Reorda - a.a. 2001/2002

Memorie a Nastro Magnetico

In questo caso il supporto è un nastro di plastica flessibile largo 1/4 o 1/2 di pollice, su cui sono memorizzate 9 (a volte 7) tracce parallele.

La testina è in grado di leggere/scrivere contemporaneamente le 9 tracce.

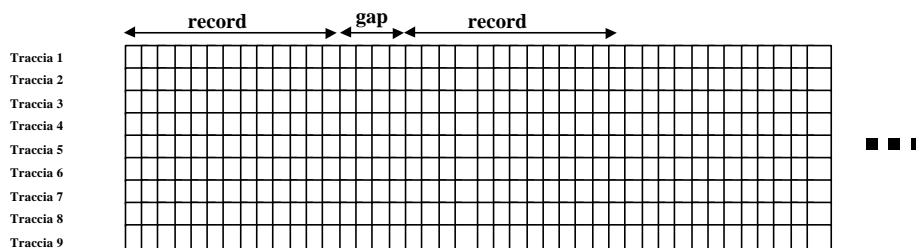
I bit di ogni byte sono distribuiti tra le prime 8 tracce; l'ultima contiene un codice di parità.

I record possono essere di dimensione fissa (e quindi sostituibili da altri) o variabile (ottimizzando l'uso del nastro).

33

M. Sonza Reorda - a.a. 2001/2002

Organizzazione di un nastro



34

M. Sonza Reorda - a.a. 2001/2002

Cartucce

Rispetto ai nastri le cartucce (*cartridge*) hanno le seguenti differenze:

- la larghezza del nastro è 8 mm
- il sistema di lettura/scrittura è analogo a quello delle videocassette (scansione elicoidale nel senso della larghezza).

Le capacità di memorizzazione sono tra i 2 e i 5 Gbyte.

La velocità di trasferimento è intorno al centinaio di Kbyte/sec.

Applicazioni dei nastri magnetici

Rappresentano il mezzo più diffuso di memorizzazione off-line.

Recentemente, la diffusione dei dispositivi per la manipolazione automatica dei nastri (detti *robot*) ha permesso di utilizzarli anche come memorie on-line in applicazioni per cui sono accettabili tempi di accesso di qualche secondo.

Memorie Ottiche

Sono diffuse sotto forma di dischi ottici.

Hanno le seguenti caratteristiche:

- grandi capacità (~1Gbyte)
- elevati tempi di accesso (1s)
- data transfer rate come negli hard-disk (~1 Mbit/s)
- elevata affidabilità (grazie alla mancanza di parti meccaniche vicine o a contatto, come nei dischi e nastri magnetici).

37

M. Sonza Reorda - a.a. 2001/2002

Organizzazione

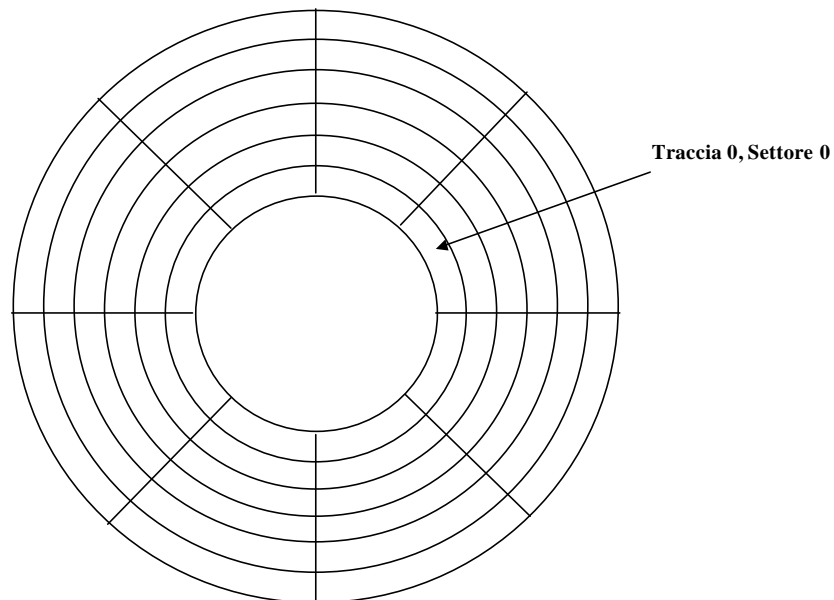
Possono essere adottate due diverse soluzioni :

- **CAV (*Constant Angular Velocity*)**: è la soluzione adottata sui dischi magnetici; il disco è organizzato in tracce concentriche, e le tracce esterne hanno minore densità di memorizzazione; ogni settore è accessibile direttamente specificando traccia e numero di settore;
- **CLV (*Constant Linear Velocity*)**: è la soluzione adotta per i CD musicali ed i CD-ROM; il raggio laser scandisce le fosse/piazzole a velocità lineare costante (con velocità angolare quindi variabile), seguendo una traiettoria a spirale; all'inizio di ogni settore, un identificatore specifica il valore corrente del minuto/secondo/blocco; l'accesso casuale è più laborioso.

38

M. Sonza Reorda - a.a. 2001/2002

CAV



39

M. Sonza Reorda - a.a. 2001/2002

CLV

Valori tipici:

- Distanza tra le tracce: 1.6 mm
- raggio utile: 32.55 mm
- numero di tracce: 20,344
- lunghezza totale della traccia: 5.27 Km
- velocità: 1.2 m/sec
- tempo per percorrere l'intera traccia: 4,391 sec = 73.2 min
- densità di memorizzazione: 176.4 Kbyte/sec
- capacità totale: 774.57 Mbyte.

40

M. Sonza Reorda - a.a. 2001/2002

Tipologie di Dischi ottici

- CD
- CD-ROM
- CD-I
- DVI
- DVD
- WORM
- Dischi Ottici Cancellabili.

41

M. Sonza Reorda - a.a. 2001/2002

CD

Sono dischi non cancellabili che memorizzano informazioni audio.

Lo standard prevede dischi da 12 cm che possono memorizzare circa 60 minuti di registrazione sonora.

42

M. Sonza Reorda - a.a. 2001/2002

CD-ROM

Sono dischi ottici non cancellabili per la memorizzazione di informazioni in forma elettronica.

Lo standard prevede dischi da 12 cm che contengono oltre 550 Mbyte.

I dati sono organizzati in una sola traccia a spirale.

Lungo la traccia sono incise *fosse* (pits) e *piazzole* (lands) aventi circa 0.6 μ m di diametro, che memorizzano l'informazione binaria.

Un raggio laser percorre le tracce: a seconda che incontri una fossa o una piazzola esso viene riflesso in modo diverso, permettendo ad un rivelatore di rigenerare l'informazione memorizzata.

43

M. Sonza Reorda - a.a. 2001/2002

CD-I

I CD-I (*Compact Disk Interactive*) sono una forma di CD-ROM su cui possono essere memorizzate informazioni audio e video, grafica, testo, e programmi eseguibili.

44

M. Sonza Reorda - a.a. 2001/2002

DVI

La tecnologia DVI (*Digital Video Interactive*) permette la rappresentazione in forma compressa di informazioni video.

Tale rappresentazione può essere memorizzata su CD o su altro supporto.

Nella versione oggi disponibile commercialmente su ciascun CD possono essere memorizzati circa 20 minuti di video.

DVD

È il risultato di un accordo del 1995 tra Toshiba e Sony.

Ha 4 formati:

- SD-5: sided/single-layered disc, storage capacity di 4.7 GB
- SD-9: single-sided/dual-layered disc, storage capacity di 8.5 GB
- SD-10: dual-sided/single-layered disc, storage capacity di 9.4 GB
- SD-18: a dual-sided/dual-layered disc, storage capacity di 17 GB.

Il tempo per leggere un'intera traccia è di 135 minuti.

È attualmente utilizzato per la memorizzazione di film.

DVD e CD-ROM

	DVD	CD
Diametro del disco	120 mm	120 mm
Spessore del disco	1.2 mm (0.6 mm x 2)	1.2 mm
Numero di superfici	1 or 2	1
Numero di strati	1 or 2	1
Diametro del buco centrale	15 mm	15 mm
Dimensione min. piazzole	0.4 microns	0.834 microns
Larghezza traccia	0.74 microns	3.058 microns
Velocità media di trasf.	4.7 Mbytes/sec	0.15 Mbytes/sec
Capacità (1 strato, 1 sup.)	5 Gbytes	0.682 Gbytes
Capacità (2 strati, 2 sup.)	17 Gbytes	-

47

M. Sonza Reorda - a.a. 2001/2002

WORM

I WORM (*Write Once Read Many*) sono dischi scrivibili una volta sola tramite un raggio laser di modesta intensità. L'operazione può venire svolta dall'utente anziché dal costruttore.

Il costruttore predispone il disco creando, al posto di piazzole e fosse, delle bolle (*blister*), che poi possono essere bruciate o meno dal raggio laser a bassa potenza, producendo piazzole o fosse.

Sono adatti per la memorizzazione di archivi di grandi dimensioni.

Utilizzano la tecnica CAV. Normalmente si usano dischi da 5.25 pollici che contengono da 200 a 800 Mbyte.

48

M. Sonza Reorda - a.a. 2001/2002