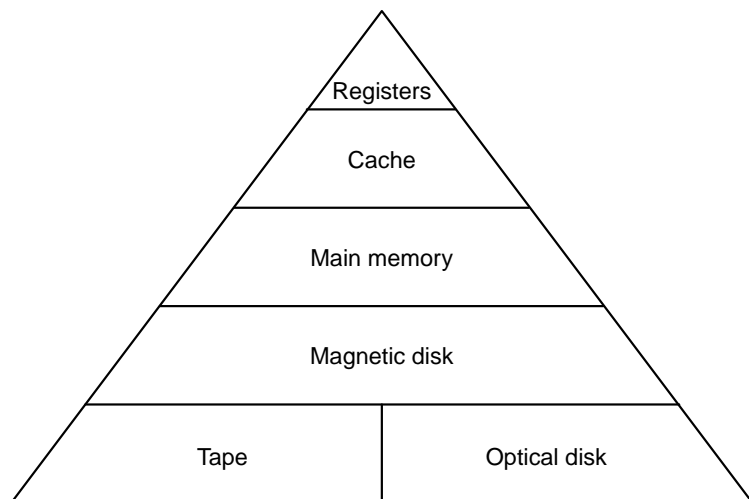


Gerarchia di memoria



Memorie di massa - p.1/41

Diverse tecnologie per memorie

- Non esiste una tecnologia migliore,
- Diverse tipi di memoria per diversi obiettivi: tempo di accesso – dimensioni.
- Realizzare una memoria capiente con tempi medi di accesso ridotti.

Memorie di massa - p.3/41

Gerarchia di memoria

Un calcolatore contiene vari tipi di memoria.
Differenze: **velocità** – **prezzo**, **dimensione**

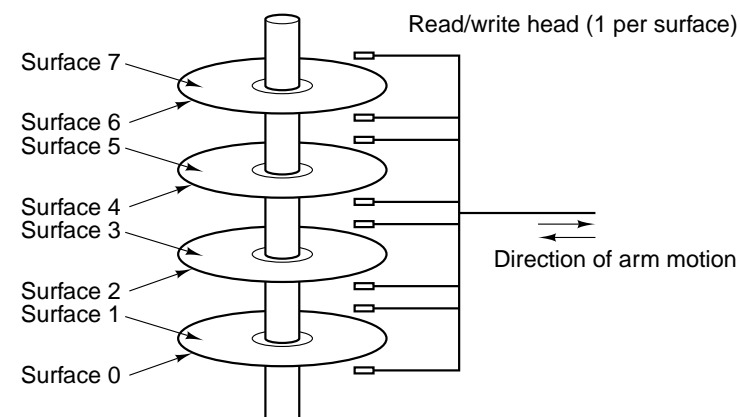
- Registri: ~ nanosecondi - ~ 100B
- Memoria centrale: ~ 100 nano secondi - ~ 100MB
- Disco: ~ 10 millisecondi - ~ 10GB

Seconda differenza:
volatile – **permanente**.

Memorie di massa - p.2/41

Dischi magnetici

Piatti di alluminio (o vetro) con rivestimento magnetizzabile
diametro: 50 cm - 12, 3 cm o meno.
testina con induttore



Memorie di massa - p.4/41

Principi fisici

I materiali ferro-magnetici hanno **memoria**: se esposti ad un campo magnetico lo conservano.

- **scrittura** corrente crea un campo magnetico - modifica magnetizzazione
- **lettura** campo magnetico induce una corrente in **alternativa: magneto-resistenza** (resistenza il cui valore dipende dal campo magnetico)

Memorie di massa - p.5/41

Altri aspetti

- dimensione delle tracce, 800 – 2000 tracce per centimetro, 5 – 10 μm , (in continua riduzione).
- formattazione del disco: nel disco vengo inseriti informazioni controllo (preambolo, EEC e spazi vuoti), occupano il 15% dello spazio: differenza tra capacità formattata, non formattata.
- per evitare gli attriti e deterioramento del disco: testina sospesa, da flusso d'aria, assenza di polvere, dischi sigillati.

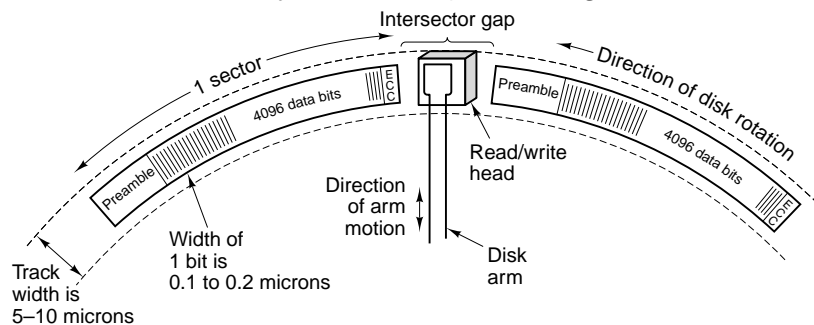
Memorie di massa - p.7/41

Distribuzione dei dati

Disco diviso in:

tracce (track) anelli concentrici; testina ferma durante l'accesso ai dati

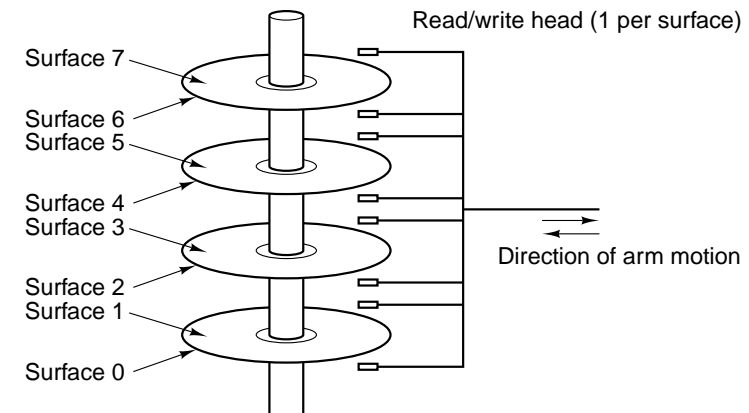
settori (sectors) parte di traccia, pacchetto di dati: preambolo – 512 byte – ECC (Hamming, Reed-Solomon)



Memorie di massa - p.6/41

Cilindri:

l'insieme di tracce alla stessa distanza radiale, testine solidali.



Memorie di massa - p.8/41

Numero di settori per traccia

- Costante
 - più semplice da gestire;
 - minore densità di dati, forzata dalla traccia più interna (corta).
- Diverso nelle diverse zone (10-30 zone)
 - la velocità di trasferimento dipende dalla zona (ai bordi più veloce)
 - ogni zona viene sfruttata per la sua capacità massima

Memorie di massa - p.9/41

Banda passante

Massima velocità di lettura/scrittura dati:

$$frequenza \times SettoriTraccia \times 512 \text{ MB/sec}$$

50 MB/sec, 512 byte - 10 μ sec Due grandezze:

- **burst**: banda passante massima
- **sustained**: banda passante mantenibile.
Più bassa per: ricerca dei settori, informazioni di controllo.

Memorie di massa - p.11/41

Tempi di accesso

- **ricerca** (seek): 5-15 msec - (1 msec per tracce adiacenti)
- **latenza** di rotazione]: 4 msec (5000-15000 RPM (250 rotazioni/sec))
tempo medio di latenza: tempo per mezza rotazione:

$$\frac{\text{periodo}}{2} = \frac{1}{2 \times \text{frequenza}} = \frac{30}{RPM}$$

Memorie di massa - p.10/41

Ricalibrazione

- I movimenti meccanici creano riscaldamento, e quindi dilatazione termiche;
- le posizioni assolute delle traccia vengono modificate;
- necessità di rivalutare le posizioni;
- testina deve riscandire le tracce;
- tempi morti nel trasferimento;
- problematici in alcune applicazioni multimediali, masterizzazione CD: audio-visual disk drive.

Memorie di massa - p.12/41

Controllore del disco:

Circuito di controllo, solidale con il disco, può contenere un processore, e svolge i seguenti compiti:

- movimento della testina
- correzione degli errori
- buffering - caching
- rimappaggio settori danneggiati
- interfaccia con il bus

Memorie di massa - p.13/41

Esempi di dischi magnetici

Floppy disk: disco non sigillato – bassa capacità –
asportabile – trasferimento dati
2 testine, 80 tracce, 18 settori/traccia, 300 RPM, 144 MB,
0.5MB/sec

Uso: back-up, spostamento dati:
da 15 anni la stessa capacità,
ora sostituiti da memorie flash e CD.

Memorie di massa - p.14/41

Dischi IDE/ATA (Advance Technology Attachment)

I dischi sono collegati con dei bus propri e un dispositivo di bridge South-Bridge.

Evoluzione dei dischi PC XT.

'86: Compaq, Control Data Corporation (CDC), Western Digital.

Accesso ai dati mediante chiamate al **BIOS** (Basic Input Output System).

Memorie di massa - p.15/41

Diverse versioni

- **IDE** Limiti nell'indirizzamento settori: indirizzi a 20 bit: testina (4), cilindro (10), settore (6): barriera 512MB.
- **Enhanced IDE** (Parallel ATA): Logical Box Addressing; DMA, banda passante: 16,7 – 133MB/sec.
- **Serial ATA:** uso di un bus seriale, 7 linee, banda passante: 150(-600)MB/sec, segnale 0.5V (invece di 5V), cavo più lungo.
- **ATAPI:** estensione per CD, floppy disk,

Economici, utilizzati anche in workstation - Macintosh.

Memorie di massa - p.16/41

Dischi SCSI

- diversi dai dischi IDE per il bus scheda controllo - disco: bus SCSI.
- Prestazioni superiori rispetto ai dischi IDE.
- Più costosi: utilizzati in workstation - server.

Memorie di massa - p.17/41

RAID: implementazione

Spesso: gruppo di dischi collegati ad un bus SCSI (supporta 7-15 dischi): controllore del bus SCSI controllore RAID.

Implementazione software o hardware:
Hardware: trasparente al sistema operativo

Utilizzati nei server, sempre più comuni.

Memorie di massa - p.19/41

RAID (Redundant Array of Inexpensive Disk)

Nuova **organizzazione** dei dischi
migliorare prestazioni: banda passante e affidabilità.

Idea nata da un lavoro teorico [Paterson, Gibson, Katz 88]

Idea base: un insieme di dischi in parallelo,

- **maggiore banda passante**: accesso parallelo ai dati, dischi letti contemporaneamente
- **maggiore affidabilità**: ridondanza dell'informazione: duplicazione dei dati su più dischi, introduzione di codici di controllo; la rottura di un disco non va perdere i dati in memoria.

Necessari perché i tempi di accesso e velocità di rotazione dei dischi migliorano molto lentamente.

Memorie di massa - p.18/41

Distribuzione dei dati

Lo spazio disco diviso in **strip** (strisce), di k settori.

Diversi schemi di distribuzione dati: livello 0 - 5 (nome "livello" fuorviante).

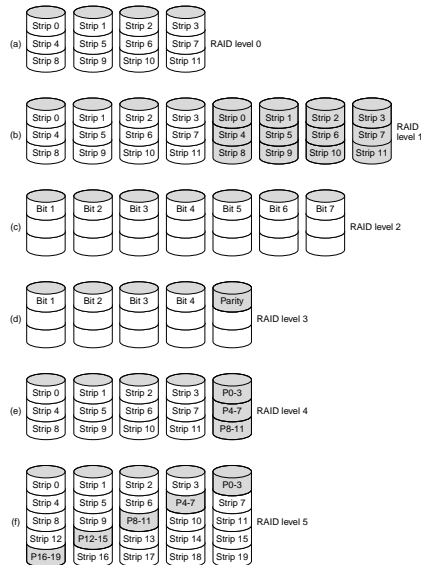
- diversi modi di distribuire le strip sui dischi,
- diverse metodi di correzione degli errori

Esistono anche livelli non canonici: livello: 6, 10 (nuovi metodi di distribuzione dati).

Distribuzione dei dati sulle strip dischi: **striping** eseguito dal controllore RAID

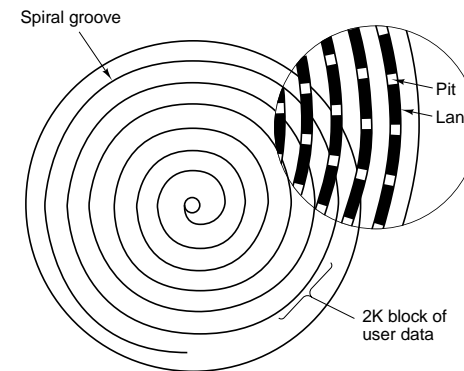
Memorie di massa - p.20/41

Livelli RAID



Distribuzione dei dati

Spirale: **pit**, **land**: cambio 1 — altrimenti 0



Velocità di scorrimento: 120 cm/sec: velocità angolare: 530 - 200 rpm.

Motivazioni: mantenere costante il flusso dei dati.

Dischi Ottici — CD - DVD

Informazioni "incise" su uno strato di materiale riflettente, lette tramite laser

- resina di policarbonato
- strato di alluminio (oro)
- strato protettivo

Matrice di vetro — incisione: laser alta potenza — fori di 0,8 micron — copie mediante stampo

1979: CD musicali, Philips-Sony, libro rosso

CD-ROM: supporto per dati generici

1984, Philips-Sony, **libro giallo**.

Tre livelli di correzione degli errori:

simboli: 14 bit (per byte)

frame: 42 simboli (per 24 byte)

settore: 96 frame — 16 byte preambolo:

00FFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFF00 – numero settore (3 byte)

– modalità (1 byte)

2 modi di registrazione:

mode 1: preambolo – 2048 byte dati – 288 byte ECC (error correction code)

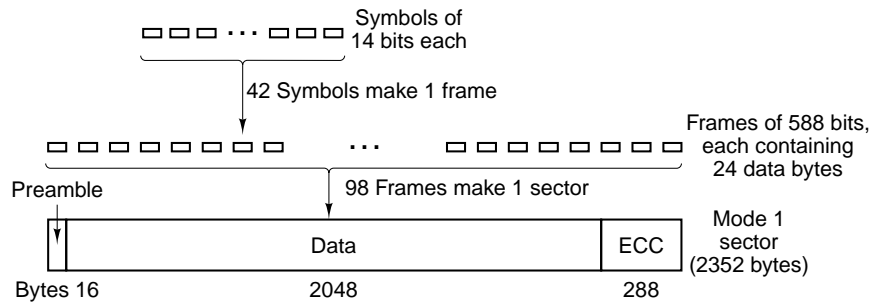
mode 2: preambolo – 2336 byte dati

Definizione di file system

1986, libro verde, capacità multimediali

High Sierra: 3 livelli

- livello 1: semplice e compatibile DOS - Apple - Unix
- livelli 2 3: più sofisticati: nomi lunghi, file non contigui.



percentuale dati: 28%,

Prestazioni

Banda passante: 150KB/sec single speed.

Lettori CD n×: leggono i CD n volte più velocemente (... i dati scritti nella parte esterna).

Capacità: ~ 700 MB.

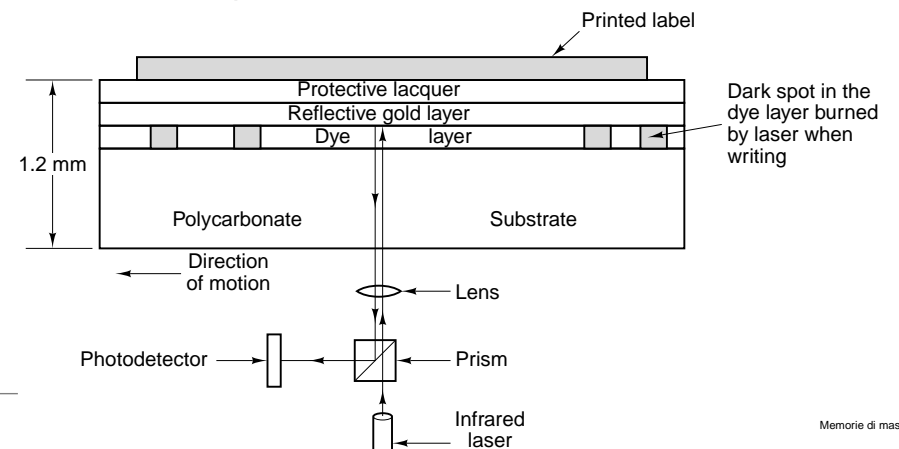
Ricerca settori: per tentativi, ~ 0.1 sec

CD-R CD-recordable

Diversa tecnologia:

Strato riflettente in oro, senza fori, con solco guida a spirale con escursione sinusoidale.

Strato di colore tra policarbonato e oro — oscurata da un laser a media potenza



Specifiche CD-R

Specifiche: ibro arancione CD-ROM XA
Scrittura incrementale:

- **VTOC Volume Table of Contents**
Normalmente unica — nei CD-R una per track.
- **CD-ROM track:** settori scritti nella stessa sessione

La scrittura non prevede interruzioni.

CD-ROM corrotti per evitare le duplicazioni

Memorie di massa – p.29/41

DVD

I CD hanno più di 20 anni, hanno sempre mantenuto la stessa capacità (miglioramenti nella banda).
Tecnologie più affinate potevano permettere maggiori capacità (mini-disc) ma nessuna è diventata uno standard di mercato sino ai DVD.

Digital Video Disc – Digital Versatile Disc

1996 – Consorzio: 10 ditte elettronica - studi di cinematografici

Killer-application: registrazione di film con buona qualità.

Memorie di massa – p.31/41

CD-RW ReWritable

Strato alluminio sostituito da lega con due stati stabili, con diverse capacità riflettenti:

- **crystallino** riflettente;
- **amorfo** semi riflettente.

Laser a tre potenze:

- **alta potenza** porta allo stato amorfo
- **media potenza** porta allo stato cristallino
- **bassa potenza** lettura

Memorie di massa – p.30/41

Tecnologia

La stessa dei CD: un raggio laser legge dei pit e land disposti a spirale;
stesse dimensioni del disco, le differenze riguardano:

- pit più piccoli: $0,4\mu$ invece di $0,8\mu$
- spirale più serrata: $0,74\mu$ invece di $1,6\mu$
- raggio laser a più alta frequenza (e a più breve lunghezza d'onda: $0,65\mu$ invece di $0,78\mu$)
- nuovi metodi di correzione degli errori

Memorie di massa – p.32/41

Capacità

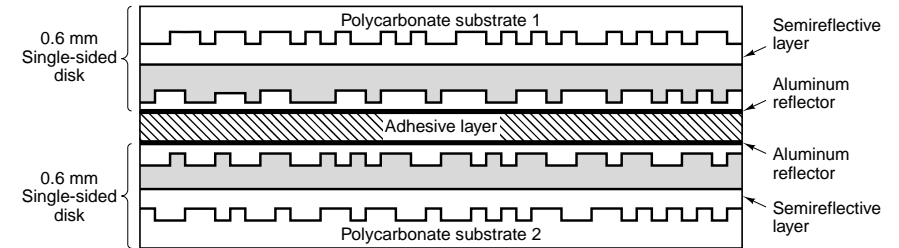
4,38 GB (4.707.000.000 bytes) (7 volte quella di un CD)

Banda: 1,4 MB/sec: (10 volte quella di un CD) sufficiente per 133 min di video compresso con MPEG-2

Doppio strato, doppia facciata

Doppio strato: due spirali di dati sullo stesso lato,

- strato di alluminio,
- strato di materiale semi-riflettente.



Diverse capacità

- DVD strato singolo - singola facciata (4,7 GB)
- DVD strato doppio - singola facciata (8,4 GB)
- DVD strato singolo - doppia facciata (9,4 GB)
- DVD stato doppio - doppia facciata (17 GB)

Diverse unità di misura:

- 1 GB DVD = 1 GB disco = 10^9 B
- 1 GB (GiB) Ram = 2^{30} B $1,07 \times 10^9$ B

Aspetti connessi al copyright

- per separare i mercati:
diversi formati DVD-Video per i diversi mercati (Asia - Europa - Nord America - ...)
- per impedire la copiatura:
immagini codificate con un algoritmo segreto (CSS system), inserito su un chip (possiamo esaminare solo i segnali video non il codice che li genera), recentemente scoperto e reso pubblico DeCCS.

Diversi formati

- **DVD-Video** Video, audio e contenuti grafici
- **DVD-ROM** Read-only per file generici
- **DVD-Audio** Audio di alta qualità

Altri formati (non standard):

- **DVD+R** Write once: definito dalla DVD Alliance, migliori caratteristiche ma incompatibile con DVD-R (definito dalla DVD Forum),
- **DVD+RW** versione Read-Write del DVD+R,
- **DVD+R** a doppio strato,

DVD (ri)scrivibili

- **DVD-R** Write-once per file generici
- **DVD-RW** Read-Write di file generici (4,7 GB – cancellazione sequenziale – 1.000 riscritture)
- **DVD-RAM** Read-Write di file generici (2,6 - 4,7 GB – cancellazione a settori – 100.000 riscritture – simula un HD – incompatibile con gli altri formati)

I successori

Due alternative proposte di nuovi dischi ottici più capaci dei DVD:

- **Blue-ray disc** :
 - nuovo standard definito da un consorzio di aziende:
 - laser di colore blu-violetto
 - 27 GB per singolo lato
 - 2 ore di video in alta definizione (HDTV)

I successori

● HD-DVD :

- standard definito dalla DVD Forum
- 20 GB per singolo lato
- migliore compatibilità con la versione attuale