

Memoria Esterna (secondaria)

(Cap. 6, Stallings)

- Dischi magnetici
 - RAID
 - Rimovibili
- Ottica
 - CD-ROM
 - CD-Recordable (CD-R)
 - CD-R/W
 - DVD
- Nastri magnetici

Architettura degli elaboratori -1

Pagina 215

Dischi Magnetici

- Disco rivestito con materiale magnetico (ossido di ferro)
- Materiale usato per il disco: era in alluminio
- Ora è di vetro, perché
 - Migliora l'uniformità della superficie
 - aumenta l'affidabilità
 - Riduce i difetti della superficie
 - riduce gli errori di lettura/scrittura
 - Permette di ridurre la distanza della testina dal disco
 - Maggiore rigidità
 - Più resistente agli urti

Architettura degli elaboratori -1

Pagina 216

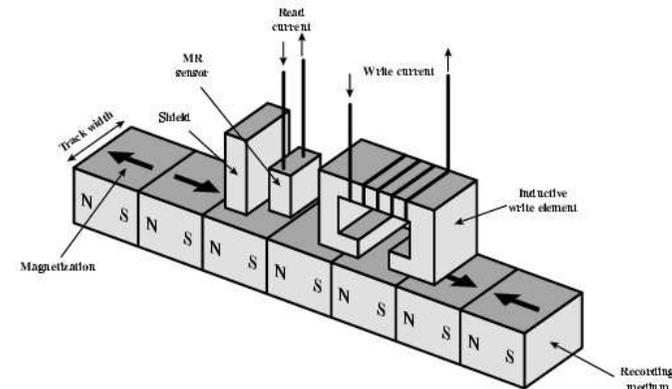
Meccanismi di lettura e scrittura

- Memorizzazione e recupero dell'informazione tramite bobina conduttiva detta testina (head)
- Unica testina per lettura/scrittura oppure testine separate
- Durante la lettura/scrittura, la testina è stazionaria, mentre il disco ruota
- Scrittura
 - la corrente che fluisce nella bobina produce un campo magnetico
 - impulsi elettrici inviati alla testina
 - 0 e 1 memorizzati sul disco sotto forma di campi magnetici (con direzione opposta)
- Lettura (tradizionale)
 - i campi magnetici presenti sul disco, muovendosi rispetto alla testina, inducono corrente sulla bobina
 - la bobina è la stessa sia per la scrittura che per la lettura
- Lettura (come avviene ora)
 - testina di lettura separata, ma vicina a quella di scrittura
 - realizzata da sensore magneto-resistivo (MR), parzialmente schermato
 - la resistenza elettrica dipende dalla direzione del campo magnetico
 - operazioni ad alta frequenza
 - alta densità di memorizzazione e velocità

Architettura degli elaboratori -1

Pagina 217

Testina con lettura separata



Architettura degli elaboratori -1

Pagina 218

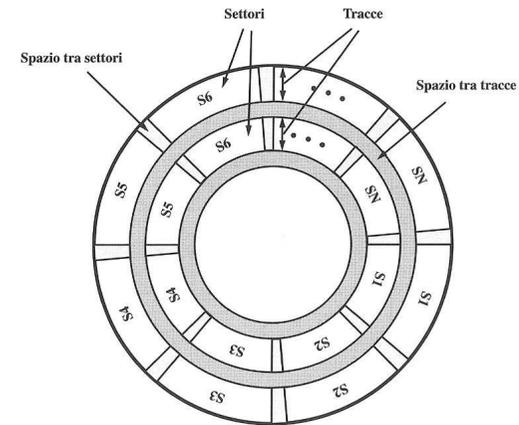
Organizzazione e formattazione dei dati

- Anelli o tracce concentriche
 - Spazi tra tracce adiacenti
 - Riducendo gli spazi si aumenta la capacità del disco
 - Stesso numero di bit per traccia (variable packing density)
 - Velocità angolare costante
- Tracce divise in settori
- Dimensione minima di blocco coincide con un settore
- Si può avere più di un settore per blocco

Architettura degli elaboratori -1

Pagina 219

Schema di disco dati



Architettura degli elaboratori -1

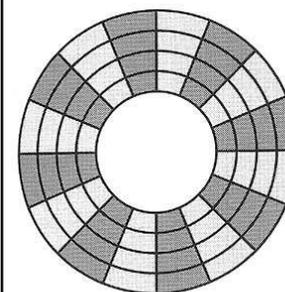
Pagina 220

Velocità del disco

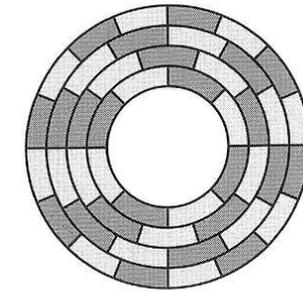
- Problema: bit vicini al centro del disco ruotante hanno velocità relativa più bassa di quelli più in periferia
- Soluzione: aumentare lo spazio tra i bit in tracce differenti
- Quindi il disco può ruotare con velocità angolare costante
 - Settori a forma di "torta" e tracce concentriche
 - Possibile indirizzare tracce e settori individualmente
 - Si sposta la testina sulla traccia di interesse e si aspetta il settore
 - Spreco di spazio nelle tracce più esterne
 - minore densità di memorizzazione dei dati
- Per aumentare la capacità si adotta registrazione a più zone
 - Ogni zona ha numero fisso di bit per traccia
 - Circuiti più complessi

Architettura degli elaboratori -1

Pagina 221



(a) Velocità angolare costante



(b) Registrazione a più zone

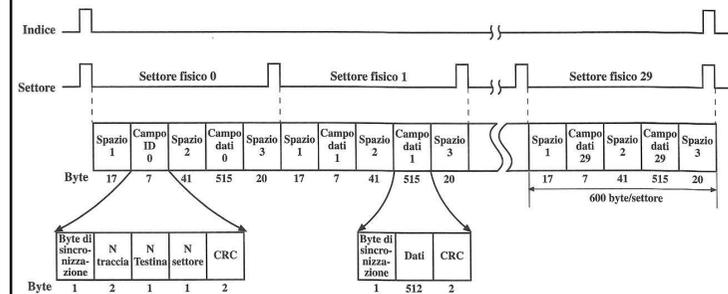
Architettura degli elaboratori -1

Pagina 222

Ricerca Settori

- Bisogna riconoscere l'inizio della traccia e del settore
- Formato disco
 - Informazione aggiuntiva non disponibile all'utente
 - demarca tracce e settori

Formato Disco Winchester Seagate ST506



Caratteristiche

- Testina fissa (raro) o mobile
- Disco rimovibile o fisso
- A faccia singola o doppia (più frequente)
- Piatto singolo o multiplo
- Meccanismo della testina
 - con contatto (Floppy)
 - a distanza fissa
 - Separazione aerodinamica (Winchester)

Testina fissa/mobile

- Testina fissa
 - Una testina in lettura/scrittura per traccia
 - Testine montate su braccio fisso
- Testina mobile
 - Una testina in lettura/scrittura per faccia disco
 - Montate su braccio mobile

Disco rimovibile o fisso

- Disco rimovibile
 - Può essere rimosso e sostituito con un altro disco
 - Capacità di memorizzazione “illimitata”
 - Facilita il trasferimento di dati fra sistemi
- Disco fisso
 - Montato in modo permanente

Architettura degli elaboratori -1

Pagina 227

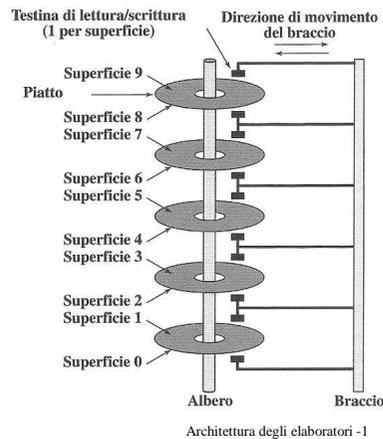
Piatti multipli

- Una testina per faccia disco
- Testine aggregate ed allineate
- Tracce allineate su ogni piatto formano i cilindri
- I dati sono distribuiti sul cilindro
 - riduce gli spostamenti delle testine
 - aumenta la velocità (transfer rate)

Architettura degli elaboratori -1

Pagina 228

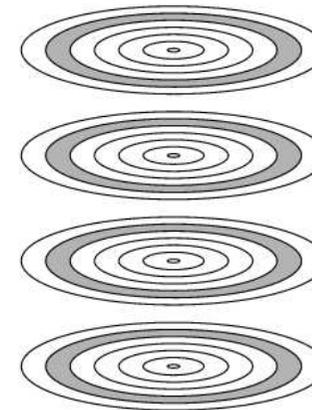
Piatti multipli



Architettura degli elaboratori -1

Pagina 229

Tracce e cilindri



1

Pagina 230

Floppy Disk

- Dimensioni: 8", 5.25", 3.5"
- Piccola capacità
 - Fino a 1.44Mbyte (versione da 2.88M mai divenuta popolare)
- Lenti
- Universali
- Economici
- Obsoleti? ...si

Disco rigido Winchester (1)

- Sviluppato da IBM a Winchester (USA)
- Unità sigillate (polvere proibita!!)
- Uno o più dischi
- Le testine (foil) planano sulla superficie dei dischi sfruttando la portanza del loro profilo (come un'ala di aeroplano)
- Testine vicinissime alla superficie dei dischi:
 - minore interferenze nel leggere la superficie del disco...
 - ... quindi possibilità di aumentare la densità di memorizzazione

Disco rigido Winchester (2)

- Universali
- Economici
- Fra i più veloci dispositivi di memorizzazione esterna
- Diventano sempre più capienti
 - 250 Gigabyte facilmente disponibili ed economici

Supporti su disco: esempi

Tabella 6.2 Parametri di un tipico drive di disco fisso.

Caratteristiche	Seagate Barracuda 36ES	Seagate Cheetah X15-36LP	Seagate Barracuda 36ES	Toshiba HDD1242	IBM Microdrive
Applicazione	Server ad alta capacità	Server ad alte prestazioni	Desktop di fascia bassa	Portatili	Palmari
Capacità	181,6 GB	36,7 GB	18,4 GB	5 GB	1 GB
Tempo minimo di posizionamento da traccia a traccia	0,8 ms	0,3 ms	1,0 ms	–	1,0 ms
Tempo medio di posizionamento	7,4 ms	3,6 ms	9,5 ms	15 ms	12 ms
Velocità dell'albero	7200 rpm	15K rpm	7200	4200 rpm	3600 rpm
Ritardo medio rotazionale	4,17 ms	2 ms	4,17 ms	7,14 ms	8,33 ms
Velocità massima di trasferimento	160 MB/s	522 to 709 MB/s	25 MB/s	66 MB/s	13,3 MB/s
Byte per settore	512	512	512	512	512
Settori per traccia	793	485	600	63	–
Tracce per cilindro (numero di superfici dei piatti)	24	8	2	2	2
Cilindri (numero di tracce su un lato del piatto)	24247	18479	29851	10350	–

Prestazioni

- Tempo di posizionamento (seek time)
 - spostamento della testina sulla giusta traccia
5-20 ms, difficilmente riducibile
- Latenza [rotazionale] (latency)
 - attesa che il settore di interesse cada sotto la testina
 - dipende dalla velocità di rotazione

Esempio

$RPM=3600 \Rightarrow RPS=60 \Rightarrow 1 \text{ rotazione} \approx 16.7ms \Rightarrow T_r=8.35ms$

- Tempo di accesso = (seek + latency)
- Tempo di trasferimento:

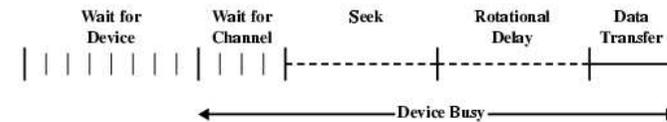
$$T = \frac{b}{rN}$$

b	#byte da trasferire
n	#byte per traccia
r	velocità rotazione

Architettura degli elaboratori -1

Pagina 235

Temporizzazione del trasferimento in I/O per un disco



Architettura degli elaboratori -1

Pagina 236

RAID

- **Redundant Array of Independent Disks**
- o anche: **Redundant Array of Inexpensive Disks**
- 7 livelli (da 0 a 6)
- Livelli non gerarchici
- Insieme di dischi fisici visti dal sistema operativo come un singolo dispositivo logico
- Dati distribuiti sui dispositivi fisici
- Possono usare capacità di memorizzazione ridondante per memorizzare informazioni sulla parità

Architettura degli elaboratori -1

Pagina 237

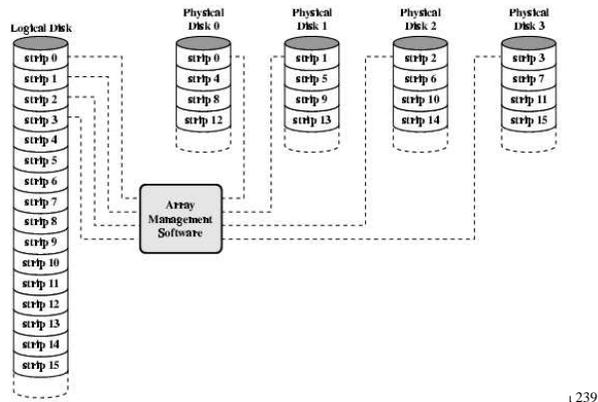
RAID 0

- Nessuna ridondanza, in questo caso
- Dati distribuiti su tutti i dischi in “strisce” (strip)
- “Round Robin striping”
- Velocità accresciuta
 - Richieste multiple di dati hanno bassa probabilità di coinvolgere lo stesso disco (quindi, meno conflitti di risorse...)
 - I dischi eseguono la ricerca dei settori in parallelo
 - Un insieme di dati ha alta probabilità di essere distribuita su più dischi

Architettura degli elaboratori -1

Pagina 238

“Mapping” dei dati per RAID 0



1239

RAID 1

- Contenuto replicato su più dischi (Mirrored Disks)
- Dati distribuiti su più dischi
- 2 copie dei dati su dischi separati
- Lettura e scrittura su entrambi i dischi
- Recupero (da guasto) dell'informazione è semplice
 - Sostituire disco malfunzionante & ricopia informazione
 - Nessun tempo di inattività per riparazioni
- Costoso

Architettura degli elaboratori -1

Pagina 240

RAID 2

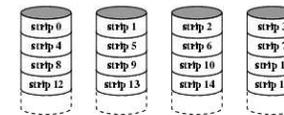
(non commercializzato)

- Dischi sincronizzati (accesso parallelo) in modo che la testina di ciascun disco si trovi nella stessa posizione su ogni disco
- Unità di informazione piccole
 - spesso singolo byte/word
- Codici di correzione degli errori calcolati tra bit corrispondenti sui vari dischi
- Dischi a parità multipla memorizzano codici correttori di Hamming in posizioni corrispondenti
- Molta ridondanza
 - costoso
 - tipicamente non utilizzato

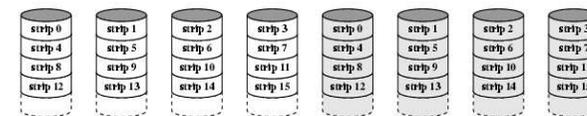
Architettura degli elaboratori -1

Pagina 241

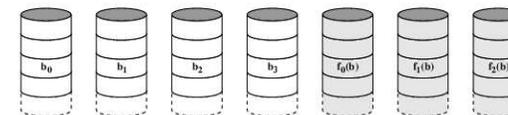
RAID 0, 1, 2



(a) RAID 0 (non-redundant)



(b) RAID 1 (mirrored)



(c) RAID 2 (redundancy through Hamming code)

RAID 3

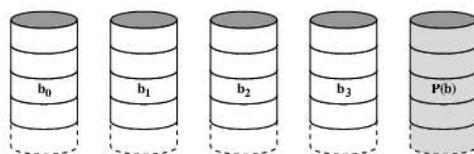
- Simile al RAID 2
- Solo un disco ridondante, indipendentemente dal numero di dischi presenti nell'array
- Semplice bit di parità per ogni insieme corrispondente di bit
- Dati presenti su un disco difettoso possono essere ricostruiti a partire dai dati sui dischi rimanenti e dalle informazioni sulla parità
- Velocità di trasferimento molto alta

RAID 4

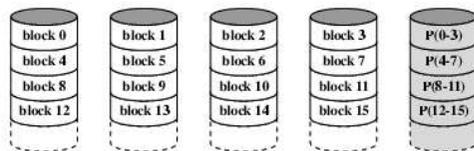
(non commercializzato)

- Ogni disco opera indipendentemente
- Ottimo per alti ritmi di richieste I/O
- Unità di informazione ampia
- Parità bit a bit calcolata tra unità di informazione per ogni disco
- Informazione di parità memorizzata su un disco ad hoc (parity disk)

RAID 3 & 4



(d) RAID 3 (bit-interleaved parity)



(e) RAID 4 (block-level parity)

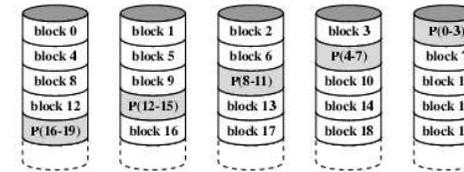
RAID 5

- Come RAID 4
- Parità distribuita su tutti i dischi
- Allocazione round robin per la parità
- Evita il “collo di bottiglia” del disco di parità del RAID 4
- Usato comunemente sui server di rete

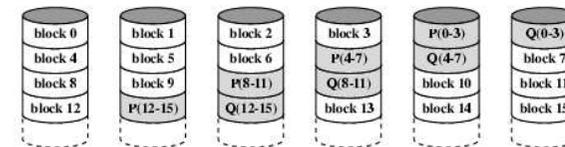
RAID 6

- Calcolo di parità tramite due metodi distinti
- Memorizzata in blocchi separati su dischi differenti
- Se l'utente richiede N dischi, ne occorrono N+2
- Alta affidabilità sui dati
 - per perdere i dati devono guastarsi tre dischi
 - scrittura molto più lenta

RAID 5 & 6



(f) RAID 5 (block-level distributed parity)

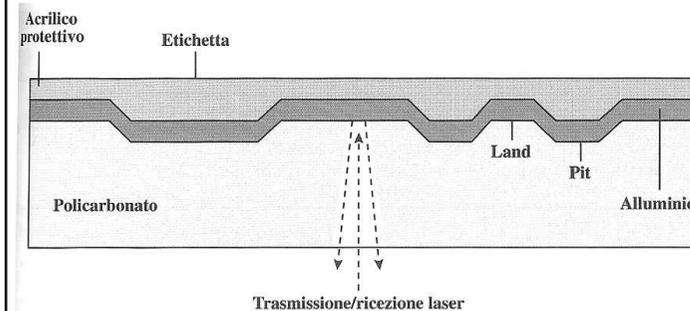


(g) RAID 6 (dual redundancy)

Memorizzazione ottica: CD ROM

- Concepiti originariamente per dati audio
- 650Mbytes memorizzano più di 70 minuti audio
- Dischi di policarbonato rivestiti con materiale altamente riflettente (di solito alluminio)
- Dati memorizzati come microscopici pozzetti (pit)
- Lettura tramite laser
- Densità di memorizzazione costante
- Velocità lineare costante

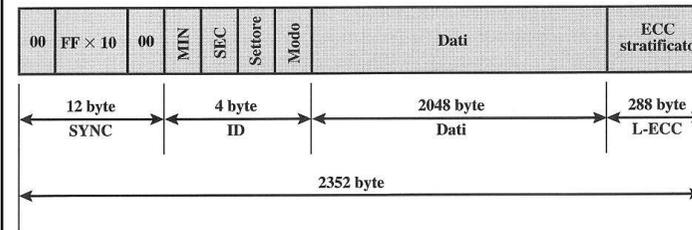
Operazioni CD



Velocità lettore CD-ROM

- Audio: singola velocità
 - Velocità lineare costante
 - 1.2 ms^{-1}
 - Traccia (a spirale) lunga 5.27 km
 - memorizza 4391 secondi = 73.2 minuti
- Altre velocità sono riferite come multipli
 - Per esempio: 24x
- La velocità dichiarata è quella massima che il lettore può raggiungere

Formato dati CD-ROM



- Modo 0=campo dati vuoto
- Modo 1=2048 byte dati+correzione errori
- Modo 2=2336 byte dati

Accesso casuale su CD-ROM

- Difficile a causa della velocità lineare costante
- Spostare la testina in posizione approssimata
- Configurare la giusta velocità di rotazione
- Leggere l'indirizzo
- Altri aggiustamenti per spostarsi sul settore richiesto

Pro e contro CD-ROM

- Capacità (?, ormai non più...)
- Facili da produrre su grande scala
- Rimovibile
- Robusto
- Costoso per piccole quantità
- Lento
- Solo lettura

Altri supporti di memorizzazione ottica

- CD-Recordable (CD-R)
 - Write-Once Read-Many
 - Adesso non molto costosi
 - Compatibili con lettori CD-ROM
- CD-RW
 - Cancellabile
 - Diventano sempre meno costosi
 - Per lo più compatibili con i lettori CD-ROM
 - Funzionano a cambiamento di fase
 - Il materiale ha diverse caratteristiche di riflessione a seconda dello stato di fase in cui si trova

Architettura degli elaboratori -1

Pagina 255

DVD – perchè questo nome?

- Digital Video Disk
 - Usato per indicare un “riproduttore di film”
 - Riproduce solo dischi video
- Digital Versatile Disk
 - Usato per indicare un lettore per computer
 - Legge dischi dati e video

Architettura degli elaboratori -1

Pagina 256

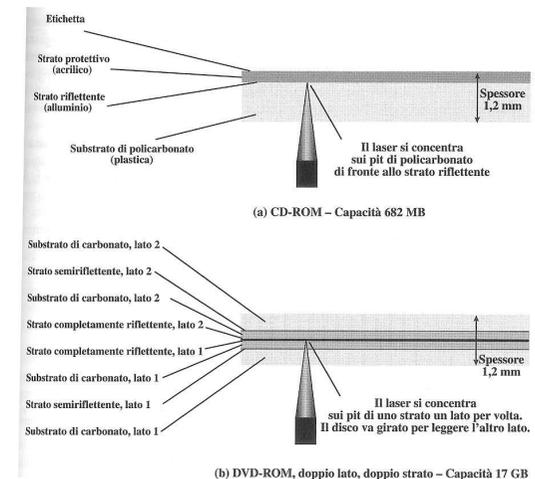
Tecnologia DVD

- Multi-strato
- Capacità molto alta (4.7G per strato)
- Film intero in un solo disco
 - Usando compressione MPEG
- Finalmente raggiunto uno standard
- I film sono demarcati con codici regionali (zone del mondo)
- I lettori riproducono solo film con stesso codice regionale...

Architettura degli elaboratori -1

Pagina 257

Supporti su disco: CD e DVD



Architettura degli elaboratori -1

Pagina 258

Nastro Magnetico

- Accesso seriale
- Lento
- Molto economico
- Utilizzato per backup (copia di riserva) ed archiviazione

