

Memoria centrale a semiconduttore (Cap. 5 – Stallings)

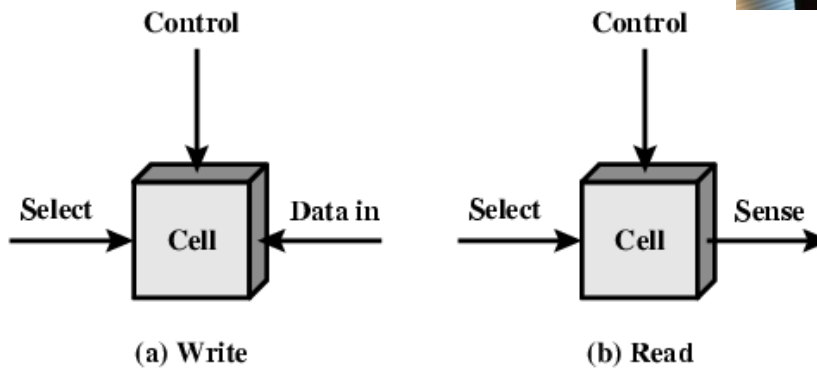
Memory Type	Category	Erase	Write Mechanism	Volatility
Random-access memory (RAM)	Read-write memory	Electrically, byte-level	Electrically	Volatile
Read-only memory (ROM)	Read-only memory	Not possible	Masks	Nonvolatile
Programmable ROM (PROM)			Electrically	
Erasable PROM (EPROM)	UV light, chip-level			
Electrically Erasable PROM (EEPROM)	Electrically, byte-level			
Flash memory	Electrically, block-level			

Memorie a semiconduttore



- RAM
 - Accesso casuale
 - Read/Write
 - Volatile
 - Memorizzazione temporanea
 - Statica o dinamica

Operazioni cella memoria

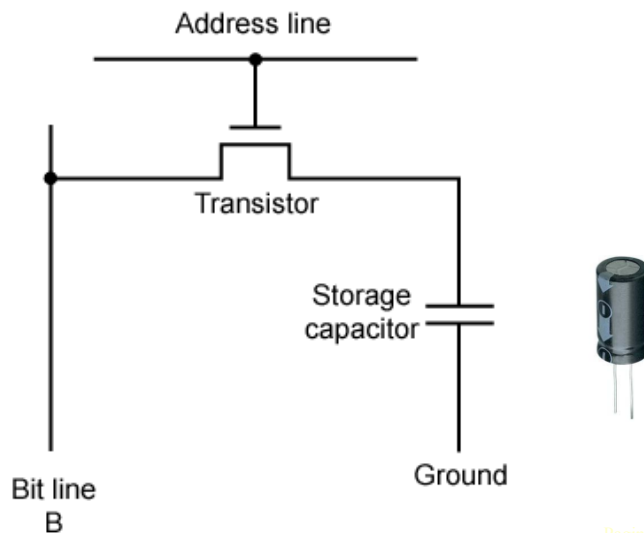


RAM Dinamiche (Dynamic RAM)



- Bit memorizzati come cariche in condensatori
- Decadimento delle cariche con il tempo
- Necessitano di refresh delle cariche, anche durante l'alimentazione
- Costruzione più semplice
- Un condensatore per bit
- Meno costose
- Necessitano di circuiti per il refresh
- Più lente
- Usate per la memoria principale
- In essenza operano in modo analogico
 - il livello di carica determina il valore digitale

Struttura RAM Dinamiche



Pagina 214

Funzionamento DRAM

- Linea indirizzo attivata quando si deve scrivere o leggere un bit
 - Transistor “chiuso” (la corrente fluisce)
- Write
 - Si applica tensione alla linea di bit
 - Tensione alta indica valore 1; tensione bassa indica valore 0
 - Poi si applica un segnale alla linea indirizzo
 - Trasferisce la carica al condensatore
- Read
 - Si seleziona la linea indirizzo
 - transistor si accende
 - La carica del condensatore fluisce attraverso la linea di bit verso un amplificatore
 - Valore di carica comparato con un segnale di riferimento per stabilire se vale 0 o 1
 - La carica del condensatore deve essere ristabilita (refresh)

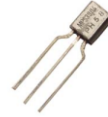


Architettura degli elaboratori - I

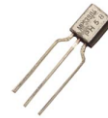
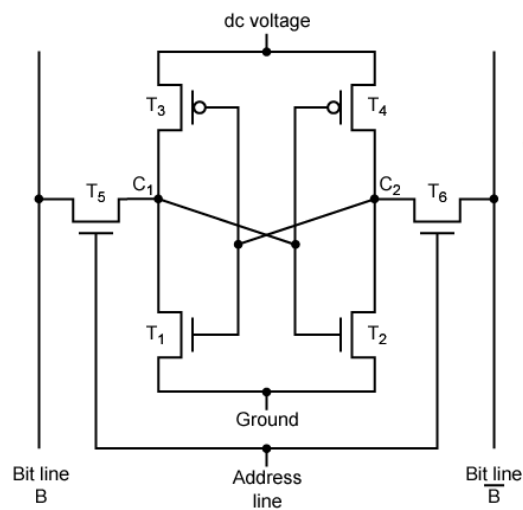
Pagina 215

RAM Statica

- Bit memorizzati tramite porte logiche
- Nessuna perdita di carica
- Nessuna necessità di refresh
- Costruzione più complessa
- Più elementi per bit
- Più costosa
- Non ha bisogno di circuiti di refresh
- Più veloci
- Usate per la cache
- Digitale
 - usa flip-flop

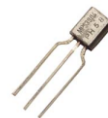


Struttura RAM Statica



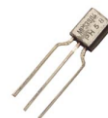
Funzionamento RAM Statica

- La disposizione dei transistor garantisce stati stabili
- Stato 1
 - C_1 alto, C_2 basso
 - $T_1 T_4$ “spenti”, $T_2 T_3$ “accesi”,
- Stato 0
 - C_2 alto, C_1 basso
 - $T_2 T_3$ “spenti”, $T_1 T_4$ “accesi”,
- La linea indirizzo controlla i transistor $T_5 T_6$ (accesi con presenza di segnale)
- Write – si applica il valore da scrivere alla linea B ed il complemento del valore alla linea \bar{B}
- Read – il valore viene letto tramite la linea B



SRAM e DRAM a confronto

- Entrambe sono volatili
 - Alimentazione necessaria per preservare i dati
- celle dinamiche
 - Più semplici da costruire, più piccole
 - Più dense
 - Meno costose
 - Necessitano di refresh
 - Unità di memoria più capienti
- celle statiche
 - Più veloci
 - Cache

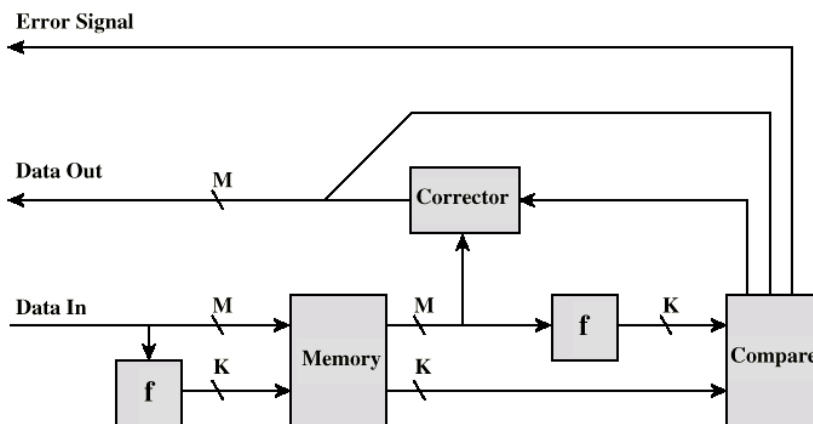


Correzione Errori

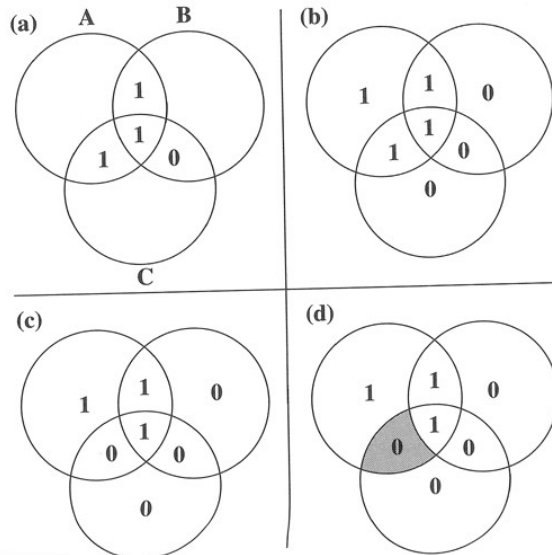


- Guasti Hardware (Hard Failure)
 - Guasti permanenti
- Errori Software (Soft Error)
 - Random, non-distruttivi
 - Danni alla memoria non permanenti
- Errori rilevati ed eventualmente corretti usando, ad esempio, codici correttori di Hamming

Schema di funzionamento del codice a correzione di errore



Esempio di codice a correzione di errore di Hamming



Pagina 230

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 - I

Pagina 238

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 - I

Pagina 239

Meccanismi di lettura e scrittura

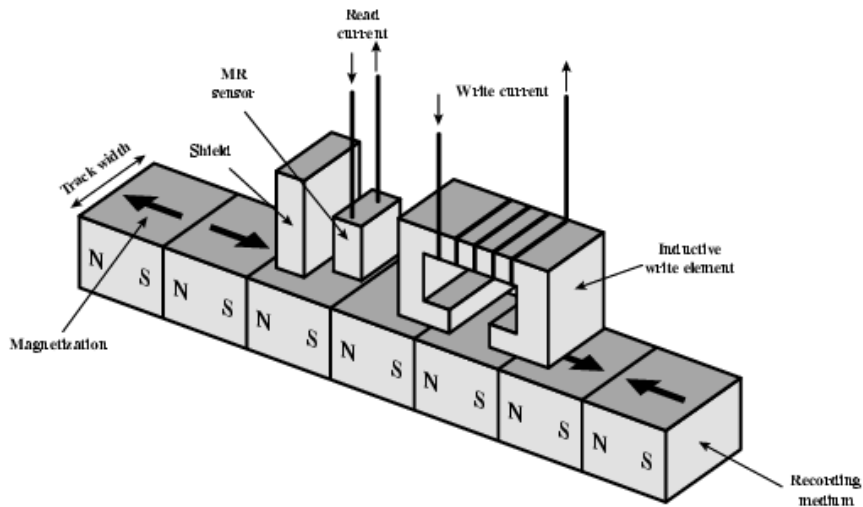
- Memorizzazione e recupero dell'informazione tramite bobina conduttiva detta testina (head)
- Unica testina per lettura/scrittura oppure testine separate
- Durante la lettura/scrittura, la testina è stazionaria, mentre il disco ruota
- Scrittura
 - la corrente che fluisce nella bobina produce un campo 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 - I

Pagina 240

Testina con lettura separata



Architettura degli elaboratori - I

Pagina 241

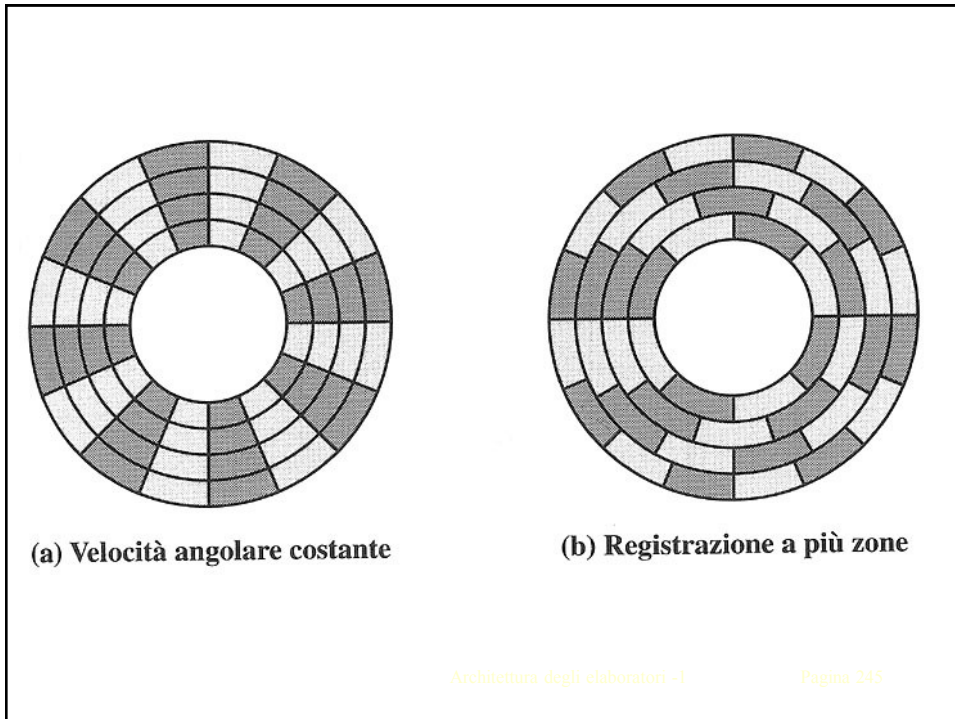
Organizzazione e formattazione dei dati



- 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 - I

Pagina 242

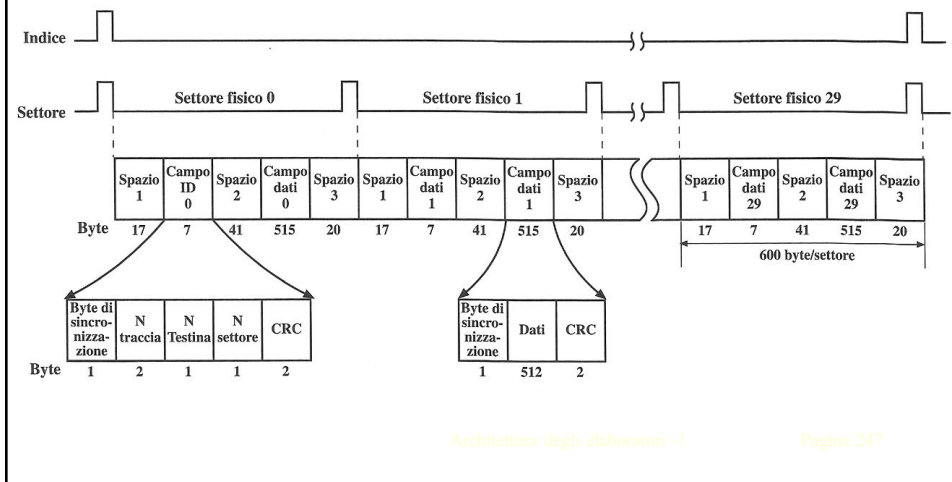


Ricerca Settori



- 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

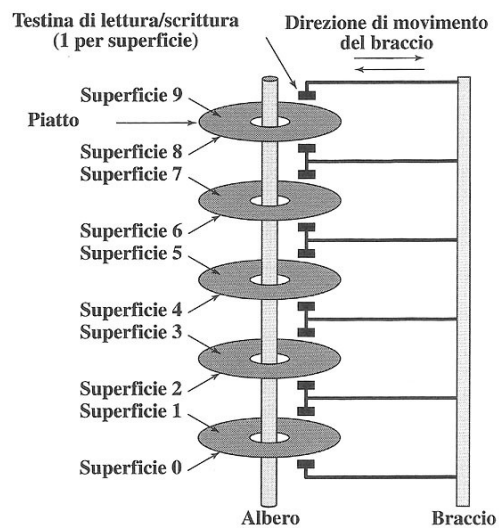


Piatti multipli

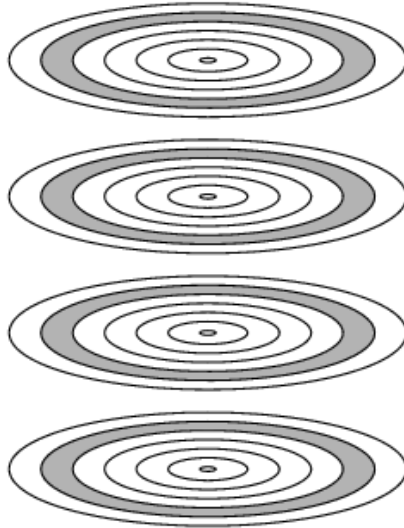


- Una testina per faccia disco
- Testine aggregate ed allineate
- Tracce allineate su ogni piatto formano i cilindri
- I dati sono distribuiti sul cilindro
 - riduce gli spostamenti delle testine
 - aumenta la velocità (transfer rate)

Piatti multipli



Tracce e cilindri



1

Pagina 253

Disco rigido Winchester (1)

- Sviluppati 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



Architettura degli elaboratori - I

Pagina 255

Disco rigido Winchester (2)

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



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

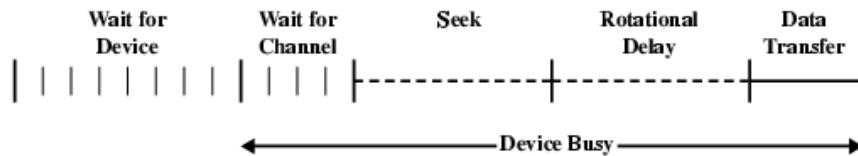
$RPM=3600 \Rightarrow RPS=60 \Rightarrow 1 \text{ rotazione} \approx 16.7ms \Rightarrow T_L=8.35ms$

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

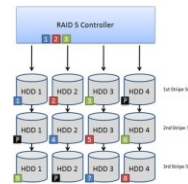
$$T = \frac{b}{rN}$$

b #byte da trasferire
 N #byte per traccia
 r velocità rotazione
 (in rotazioni per sec.)

Temporizzazione del trasferimento in I/O per un disco

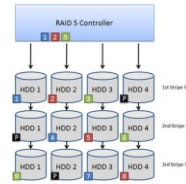


RAID



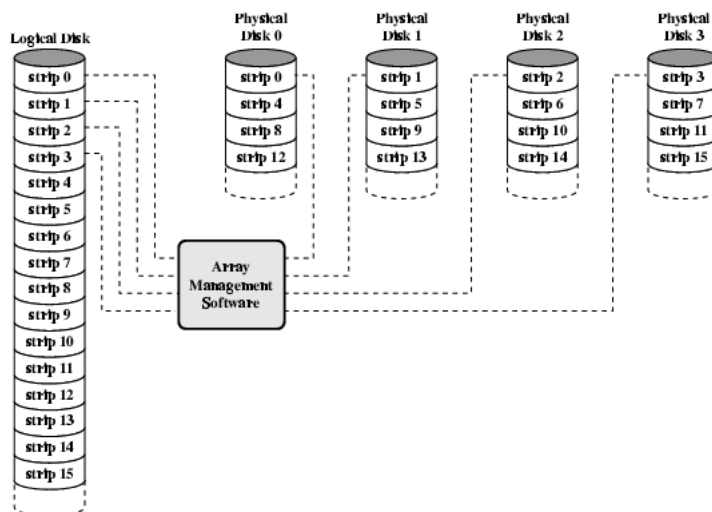
- **R**edundant **A**rray of **I**ndependent **D**isks
- o anche: **R**edundant **A**rray of **I**nexpensive **D**isks
- 7 livelli (da 0 a 6)
- Livelli non gerarchici
- Insieme di dischi fisici visti dal sistema operativo come un singolo dispositivo logico
- Dati distribuiti sui dispositivi fisici
- Possono usare capacità di memorizzazione ridondante per memorizzare informazioni sulla parità

RAID 0

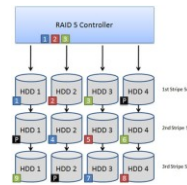


- Nessuna ridondanza, in questo caso
- Dati distribuiti su tutti i dischi in “strisce” (strip)
- “Round Robin striping”
- Velocità accresciuta
 - Richieste multiple di dati hanno bassa probabilità di coinvolgere lo stesso disco (quindi, meno conflitti di risorse...)
 - I dischi eseguono la ricerca dei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

“Mapping” dei dati per RAID 0



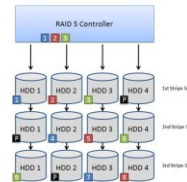
RAID 1



- 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

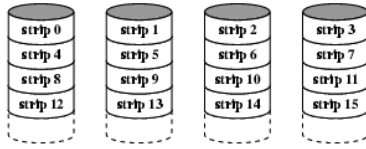
RAID 2

(non commercializzato)

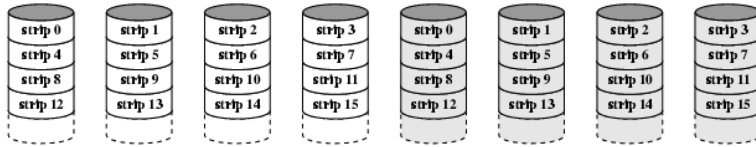


- Dischi sincronizzati (accesso parallelo) in modo che la testina di ciascun disco si trovi nella stessa posizione su ogni disco
- Unità di informazione piccole
 - spesso singolo byte/word
- Codici di correzione degli errori calcolati tra bit corrispondenti sui vari dischi
- Dischi a parità multipla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

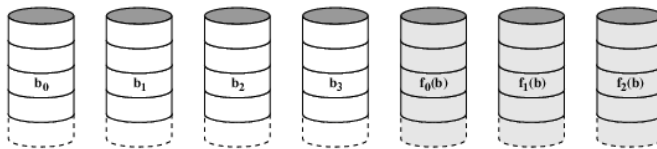
RAID 0, 1, 2



(a) RAID 0 (non-redundant)

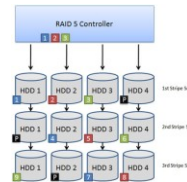


(b) RAID 1 (mirrored)



(c) RAID 2 (redundancy through Hamming code)

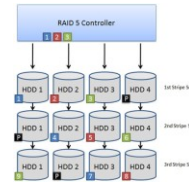
RAID 3



- 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

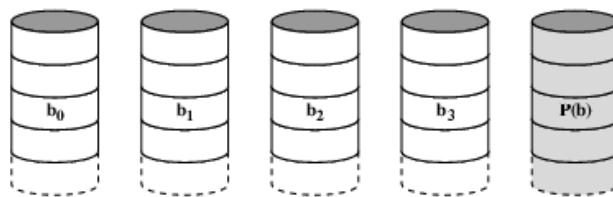
RAID 4

(non commercializzato)

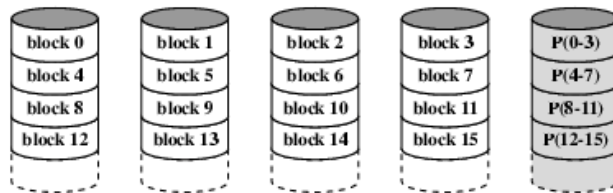


- Ogni disco opera indipendentemente
- Ottimo per alti ritmi di richieste I/O
- Unità di informazione ampia
- Parità bit a bit calcolata tra unità di informazione per ogni disco
- Informazione di parità memorizzata su un disco ad hoc (parity disk)

RAID 3 & 4

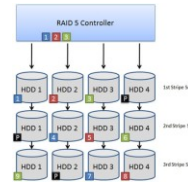


(d) RAID 3 (bit-interleaved parity)



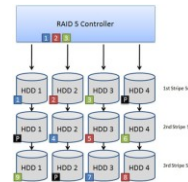
(e) RAID 4 (block-level parity)

RAID 5



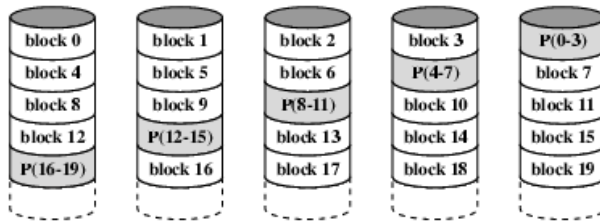
- Come RAID 4
- Parità distribuita su tutti i dischi
- Allocazione round robin per la parità
- Evita il “collo di bottiglia” del disco di parità del RAID 4
- Usato comunemente sui server di rete

RAID 6

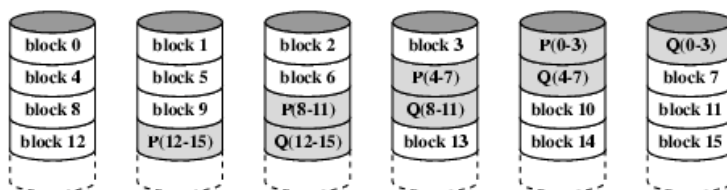


- Calcolo di parità tramite due metodi distinti
- Memorizzata in blocchi separati su dischi differenti
- Se l'utente richiede N dischi, ne occorrono N+2
- Alta affidabilità sui dati
 - per perdere i dati devono guastarsi tre dischi
 - scrittura molto più lenta

RAID 5 & 6



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



(g) RAID 6 (dual redundancy)

Esercizi su dischi magnetici

Es1: Si supponga di sapere che per trasferire 4KB di dati da un dato disco rigido occorra un tempo totale di circa 9,75 ms (senza contare l'attesa che il dispositivo ed uno dei suoi canali sia libero). Sapendo che:

- il disco possiede 16645 tracce,
- ogni settore memorizza 512B,
- il tempo medio di posizionamento della testina è 0,8 ms,
- la velocità di rotazione del disco è di 4200 rpm

si calcoli il numero totale di byte che il disco può memorizzare.

Esercizi su dischi magnetici

Aiuto:

Ricordarsi che il tempo di trasferimento (in millisecondi) è dato dalla formula

$$T_t = \frac{b}{rN} \times 1000$$

<i>b</i>	#byte da trasferire
<i>N</i>	#byte per traccia
<i>r</i>	velocità rotazione (in rotazioni per sec.)

Esercizi su dischi magnetici

Es2: La struttura dell'informazione memorizzata su un disco è organizzata in cilindri e settori. Si considerino i seguenti tre principali algoritmi di selezione della prossima ricerca di cilindro:

- ***First-Come First-Served:***
le richieste di posizionamento sono servite nell'ordine di arrivo, senza alcun riordinamento.
- ***Shortest Seek First:***
la prossima richiesta da servire è la più vicina al cilindro corrente tra quelle in attesa.
- ***Elevator Algorithm:***
la testina avanza o retrocede verso il cilindro più vicino senza mai cambiare direzione fin quando esistano richieste pendenti in quella direzione.

Esercizi su dischi magnetici (continua)

Sia data una sequenza di richieste di lettura/scrittura per i cilindri:

10, 20, 15, 5, 40, 8, 35

pervenute nell'ordine mostrato.

Assumendo:

- un costo temporale di 5 millisecondi per lo spostamento della testina dal cilindro su cui si trova ad uno dei cilindri adiacenti
- che la testina, in posizione iniziale, sia sul cilindro 15

si determini il costo complessivo di posizionamento al termine della sequenza data per i 3 algoritmi indicati, illustrando anche l'ordine di selezione corrispondente.