

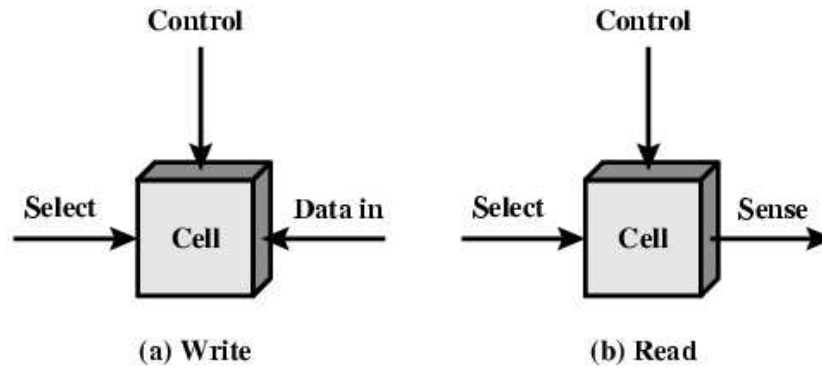
## Memoria centrale a semiconduttore (Cap. 5 – Stallings)

Memory Type	Category	Erasure	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

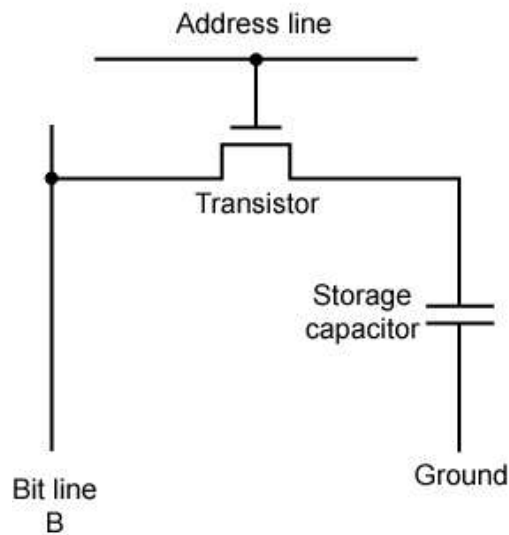
## Operazioni cella memoria



## 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 213

## 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)

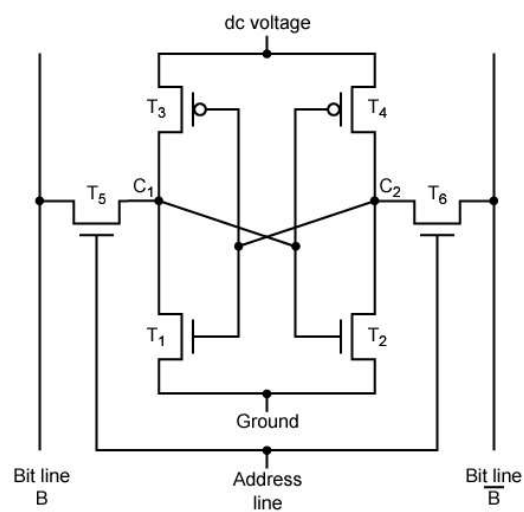
Architettura degli elaboratori -1

Pagina 214

## 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 value viene letto tramite la linea B

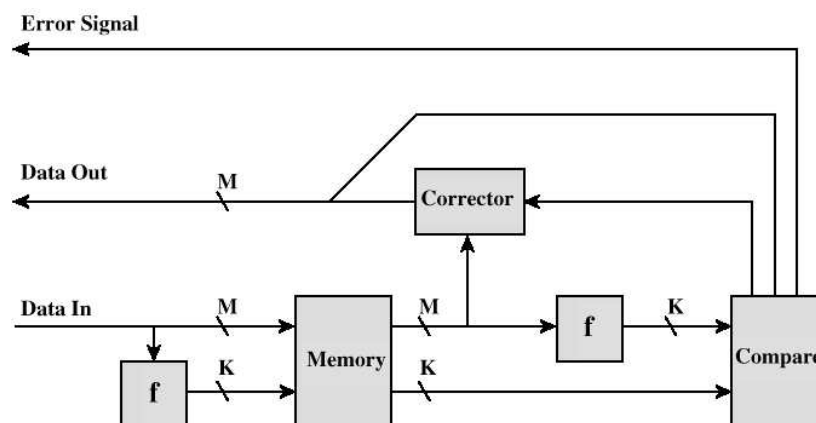
## SRAM e DRAM a confronto

- 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

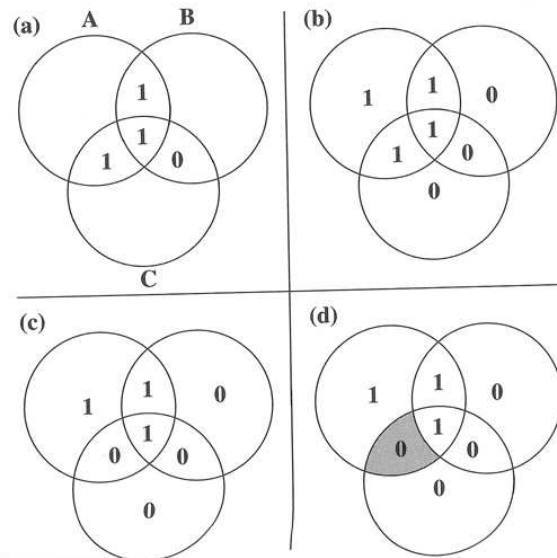
## Correzione Errori

- 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 229

## Memoria Esterna (secondaria) (Cap. 6, Stallings)

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

## Dischi Magnetici

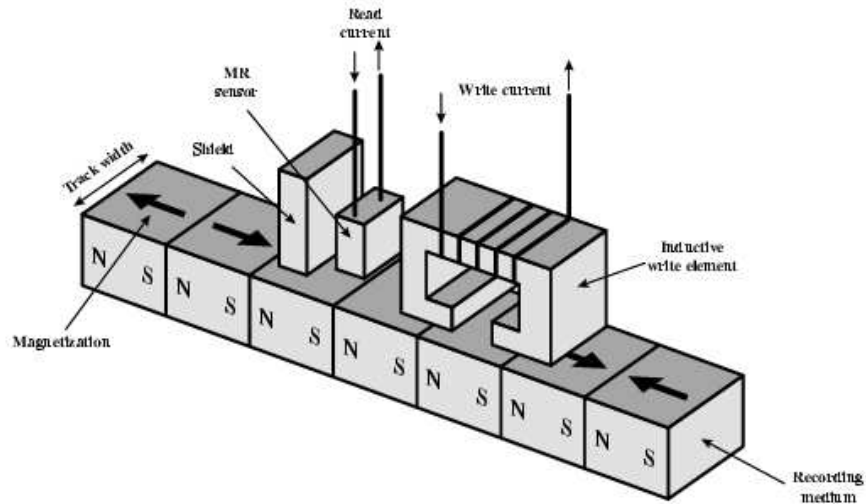
- Disco rivestito con materiale magnetico (ossido di ferro)
- Materiale usato per il disco: era in alluminio
- Ora è di vetro, perché
  - Migliora l'uniformità della superficie
    - aumenta l'affidabilità
  - Riduce i difetti della superficie
    - riduce gli errori di lettura/scrittura
  - Permette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

## 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



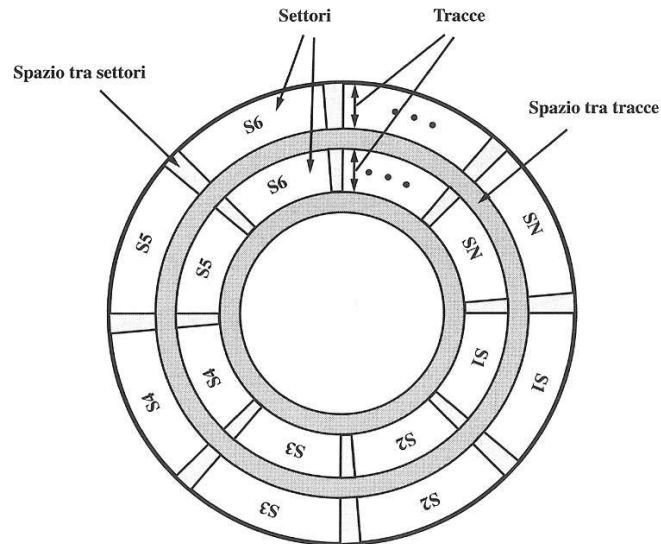
## Testina con lettura separata



## 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

## Schema di disco dati



Architettura degli elaboratori - I

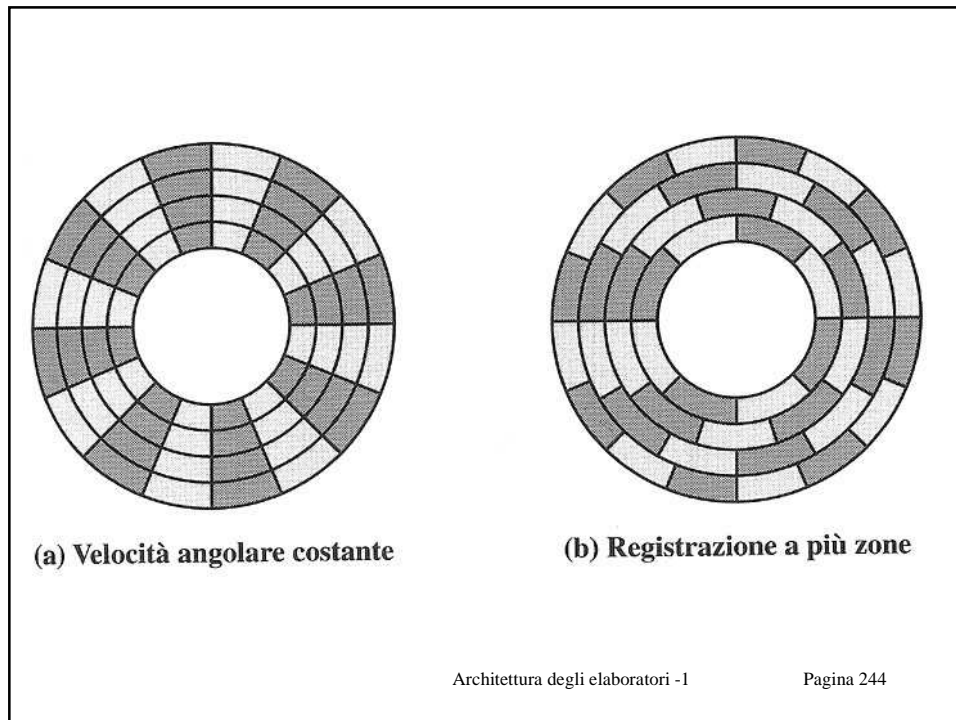
Pagina 242

## 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 - I

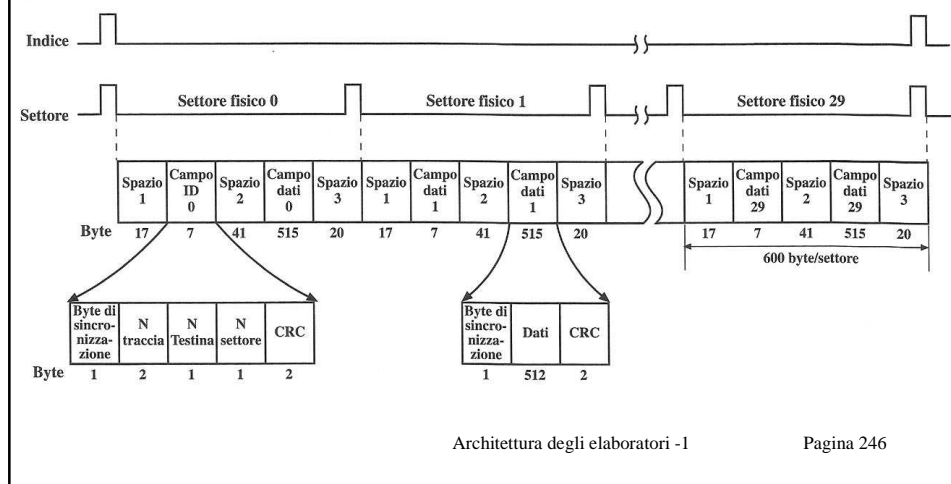
Pagina 243



## 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

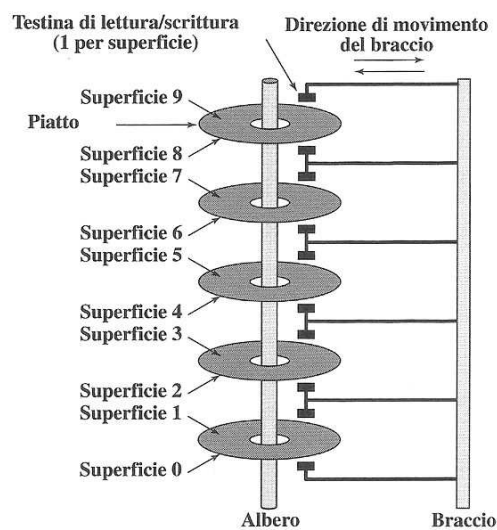
## Disco rimovibile o fisso

- 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

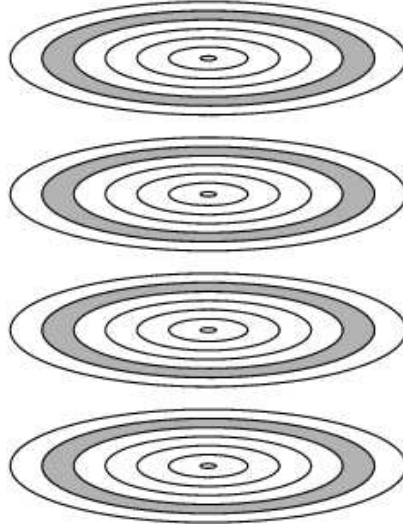
## Piatti multipli

- 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 252

## 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 -1

Pagina 254

## 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*

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

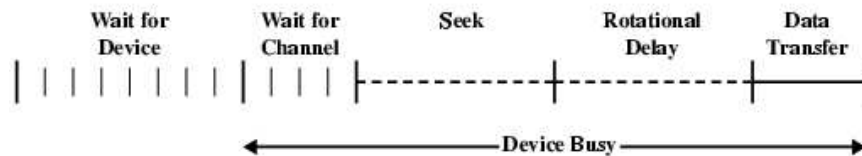
- Tempo di accesso = (seek + latency)
- Tempo di trasferimento:

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

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



## Temporizzazione del trasferimento in I/O per un disco



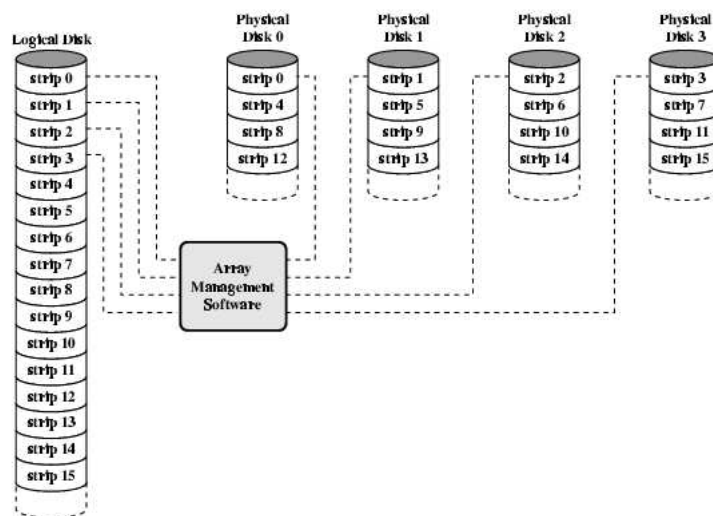
## RAID

- **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

## 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



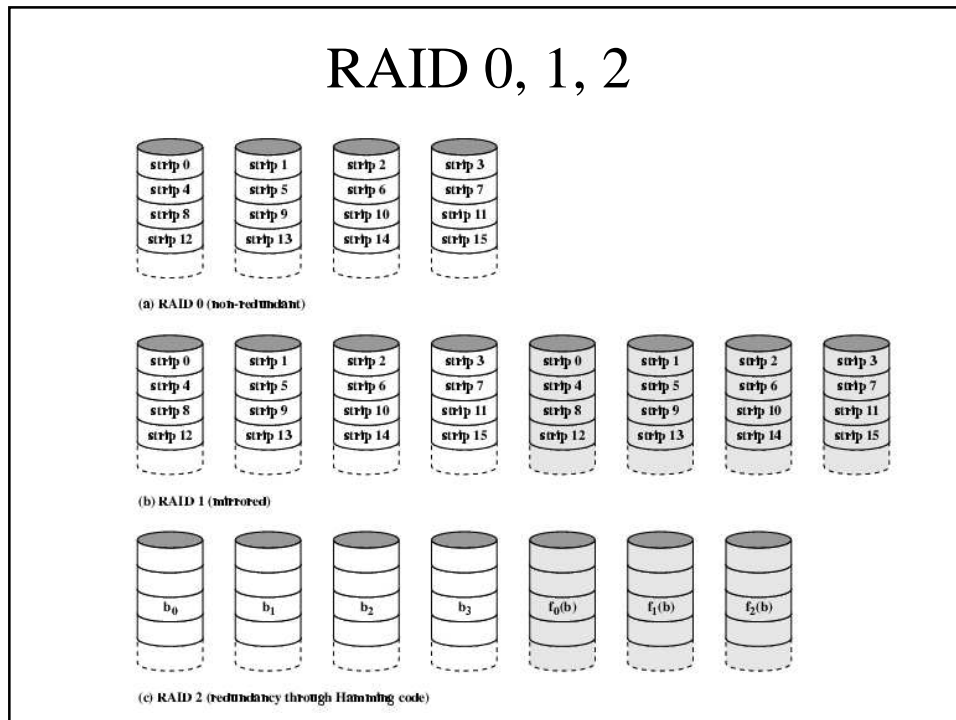
## RAID 1

- 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 3

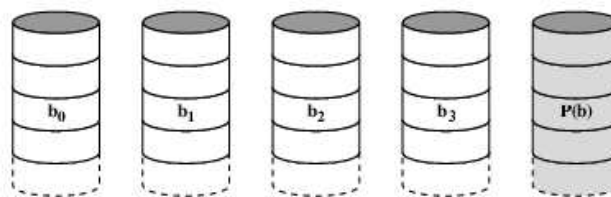
- Simile al RAID 2
- Solo un disco ridondante, indipendentemente dal numero di dischi presenti nell'array
- Semplice bit di parità per ogni insieme corrispondente di bit
- Dati presenti su un disco difettoso possono essere ricostruiti a partire dai dati sui dischi rimanenti e dalle informazioni sulla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

## RAID 4

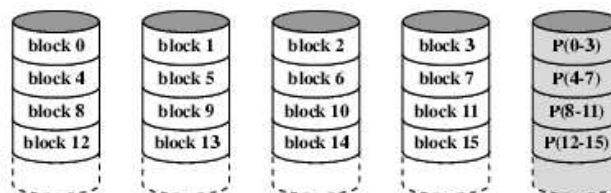
(non commercializzato)

- 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)

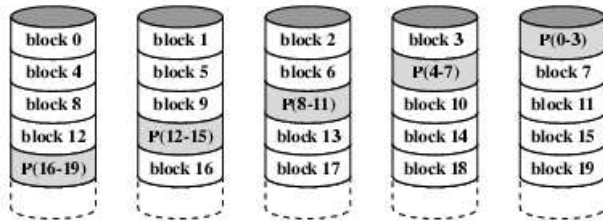
## RAID 5

- 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

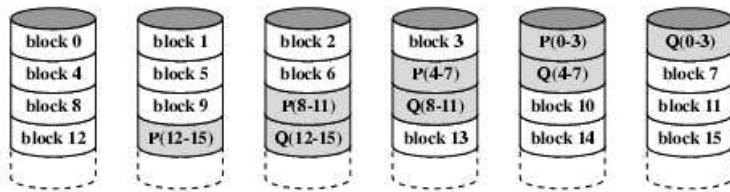
## RAID 6

- 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)

Architettura degli elaboratori - 1

Figura 270