

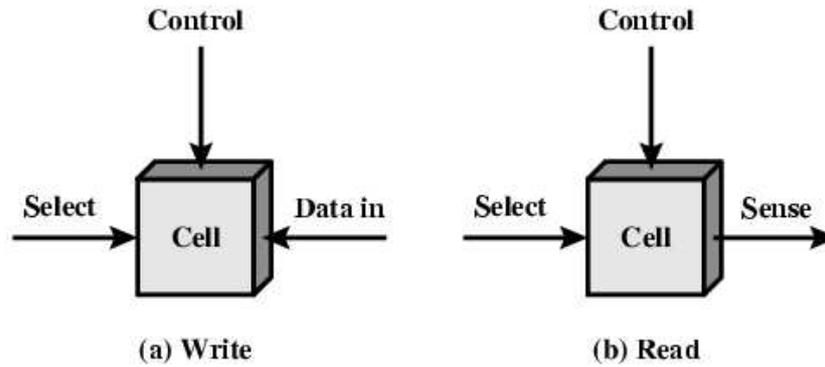
Memoria centrale a semiconduttore (Cap. 5 – Stallings)

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

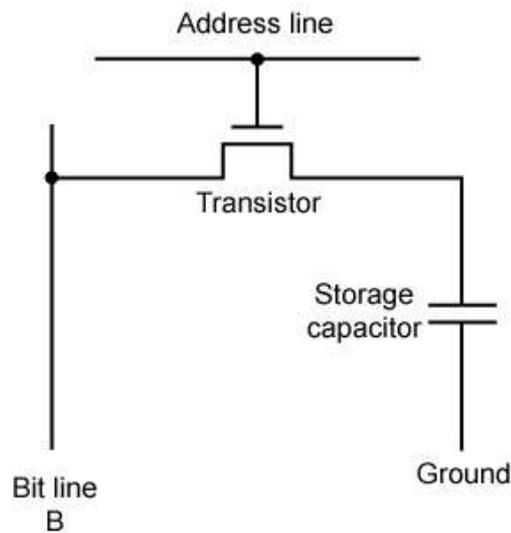
Operazioni cella memoria



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)

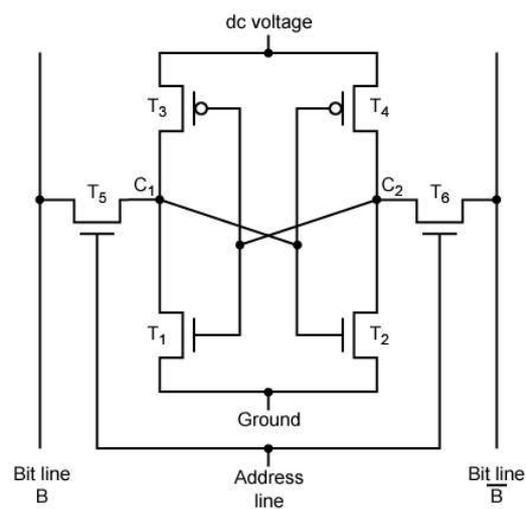
Architettura degli elaboratori -1

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

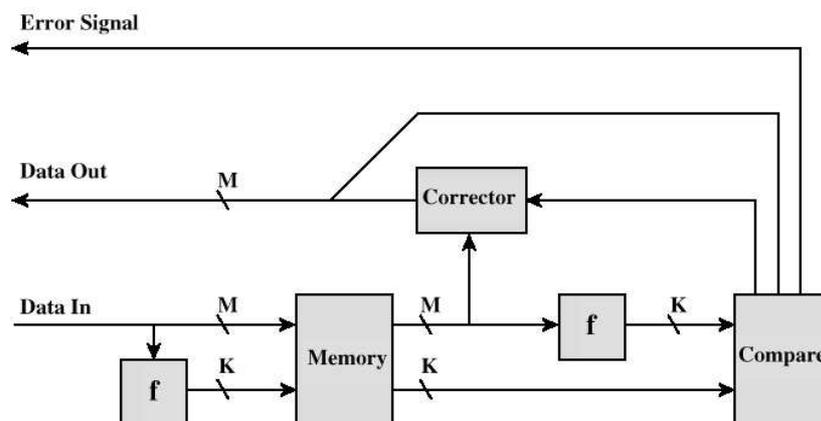
SRAM e DRAM a confronto

- 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

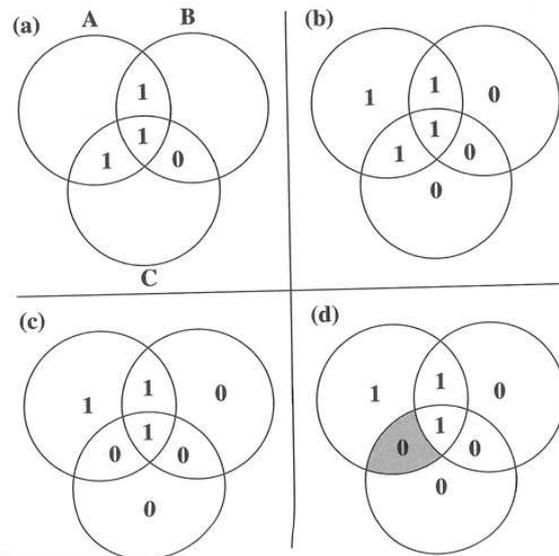
Correzione Errori

- 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

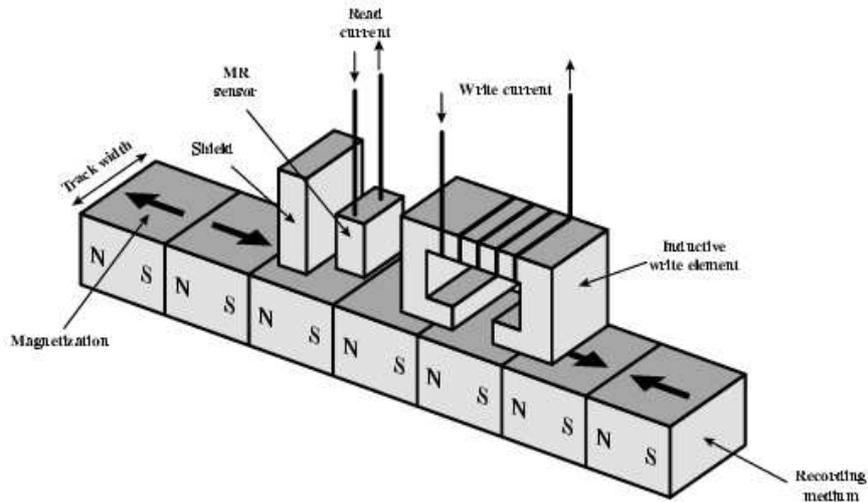
Dischi Magnetici

- 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

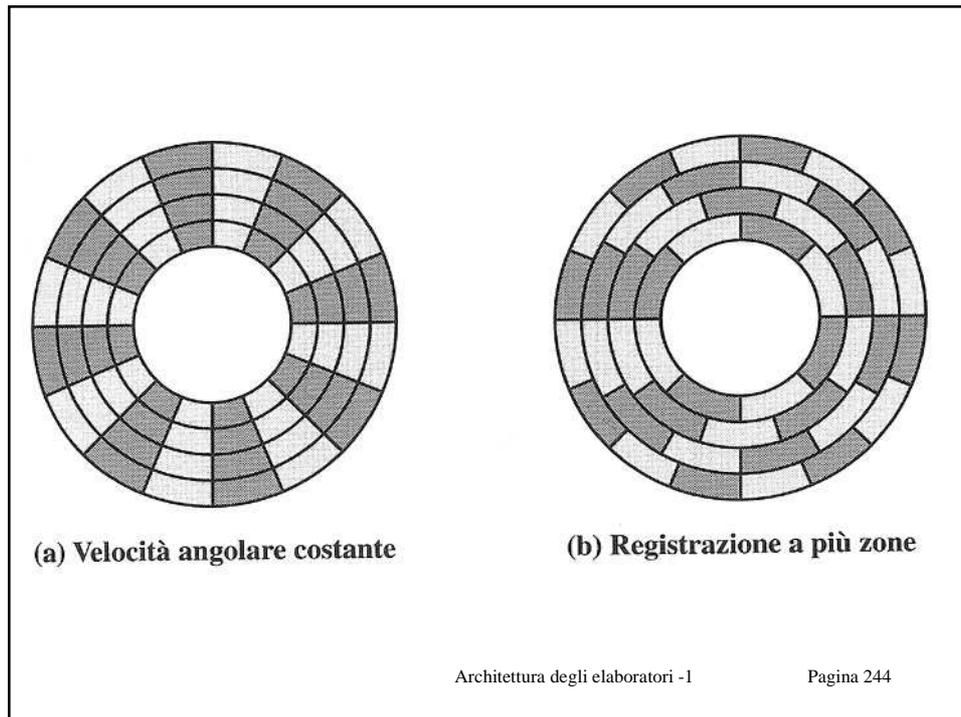
- Memorizzazione e recupero dell'informazione tramite bobina conduttiva detta testina (head)
- Unica testina per lettura/scrittura oppure testine separate
- Durante la lettura/scrittura, la testina è stazionaria, mentre il disco ruota
- Scrittura
 - la corrente che fluisce nella bobina produce un campo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

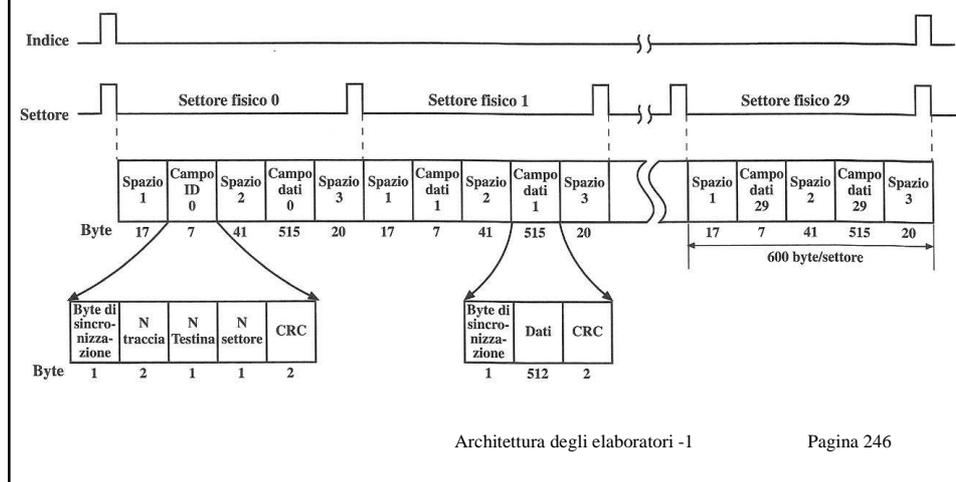


Ricerca Settori

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

Architettura degli elaboratori - I Pagina 245

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

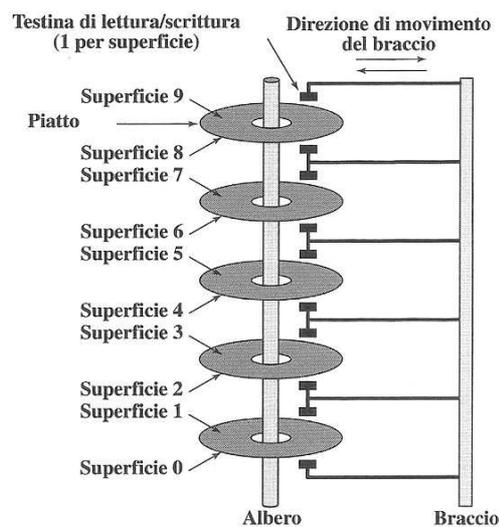
Disco rimovibile o fisso

- 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

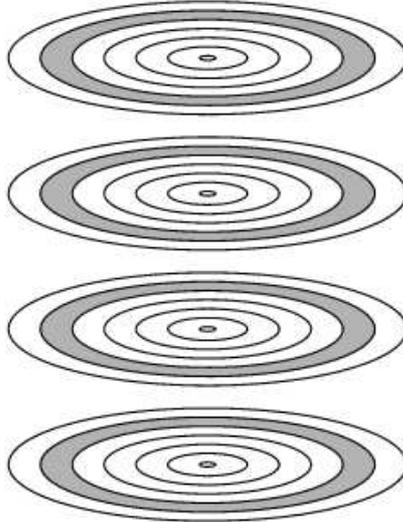
Piatti multipli

- 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

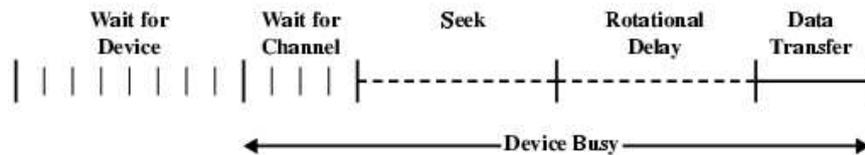
$RPM=3600 \Rightarrow RPS=60 \Rightarrow 1 \text{ rotazione} \approx 16.7ms \Rightarrow T_r=8.35ms$

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

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

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

Temporizzazione del trasferimento in I/O per un disco



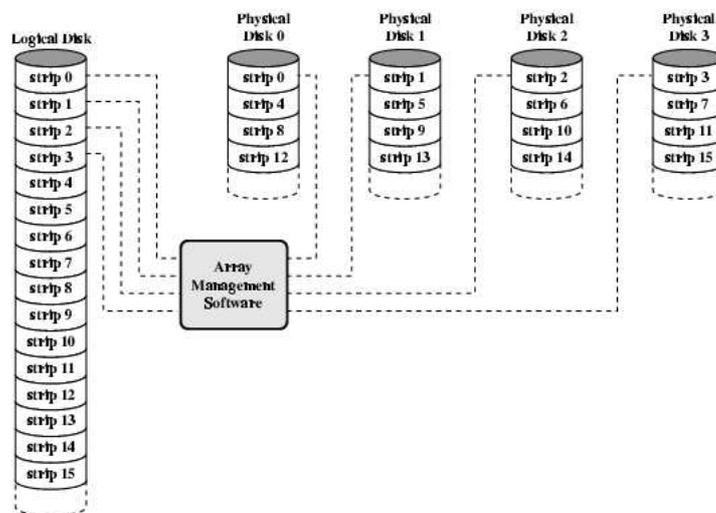
RAID

- **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



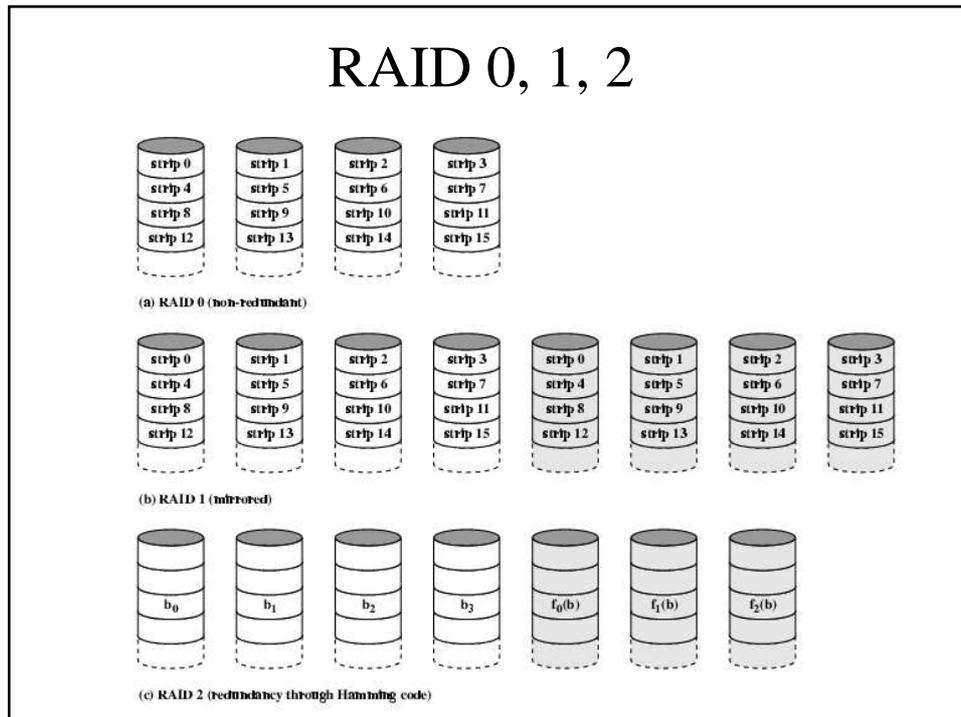
RAID 1

- 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

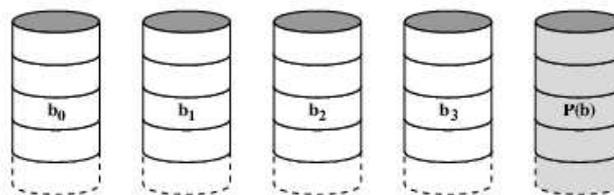
- Simile al RAID 2
- Solo un disco ridondante, indipendentemente dal numero di dischi presenti nell'array
- Semplice bit di parità per ogni insieme corrispondente di bit
- Dati presenti su un disco difettoso possono essere ricostruiti a partire dai dati sui dischi rimanenti e dalle informazioni sulla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

RAID 4

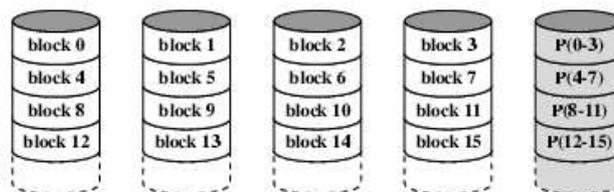
(non commercializzato)

- 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)

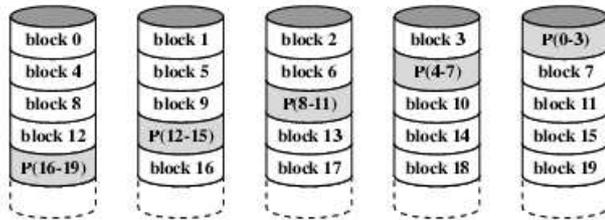
RAID 5

- 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

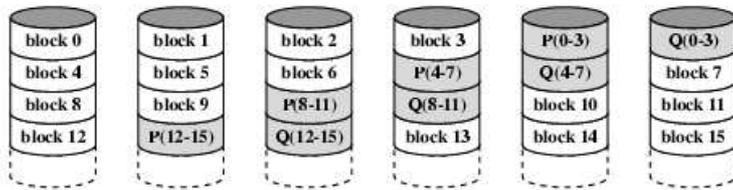
RAID 6

- 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