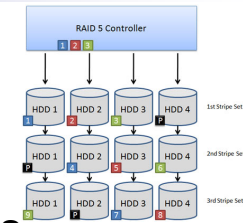
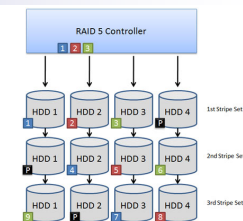


# RAID



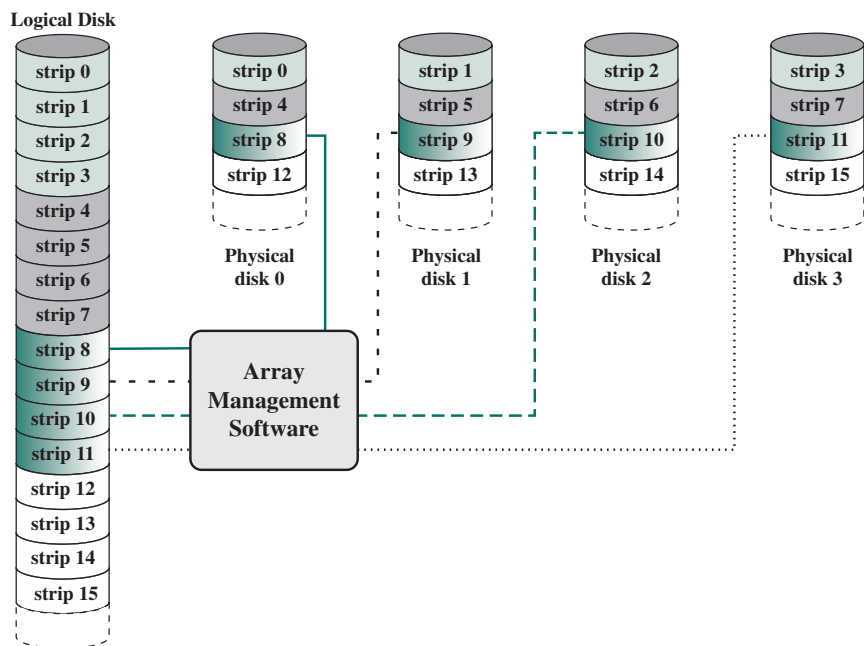
- Redundant **A**rray of **I**ndependent **D**isks
- o anche: Redundant **A**rray of **I**nexpensive **D**isks
- 7 livelli (da 0 a 6)
- Livelli non gerarchici
- Insieme di dischi fisici visti dal sistema operativo come un singolo dispositivo logico
- Dati distribuiti sui dispositivi fisici
- Possono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

# RAID 0

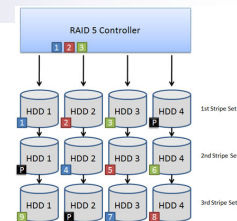


- Nessuna ridondanza, in questo caso
- Dati distribuiti su tutti i dischi in “strisce” (**strip**)
- “Round Robin striping”
- Velocità accresciuta
  - Richieste multiple di dati hanno bassa probabilità di coinvolgere lo stesso disco (quindi, meno conflitti di risorse...)
  - I dischi eseguono la ricerca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

# “Mapping” dei dati per RAID 0



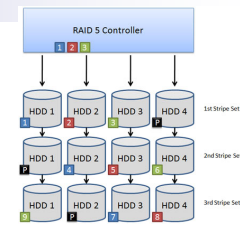
## RAID 1



- 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

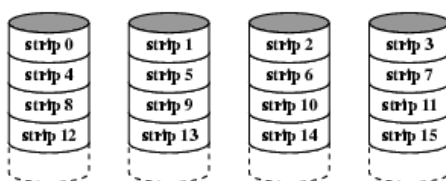
# RAID 2

(non commercializzato)

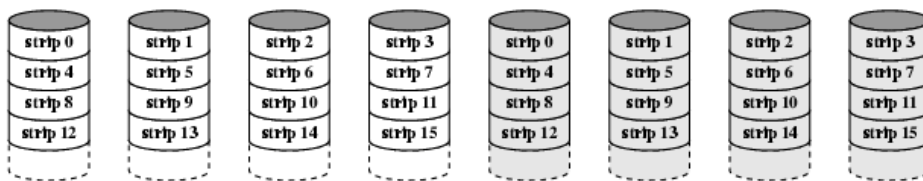


- Dischi sincronizzati (accesso parallelo) in modo che la testina di ciascun disco si trovi nella stessa posizione su ogni disco
- Unità di informazione piccole
  - spesso singolo byte/word
- Codici di correzione degli errori calcolati tra bit corrispondenti sui vari dischi
- Dischi a parità multipla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

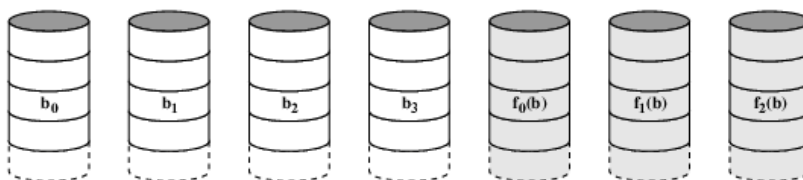
## RAID 0, 1, 2



(a) RAID 0 (non-redundant)

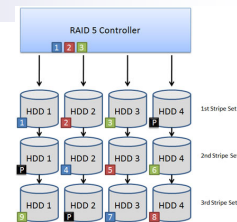


(b) RAID 1 (mirrored)



(c) RAID 2 (redundancy through Hamming code)

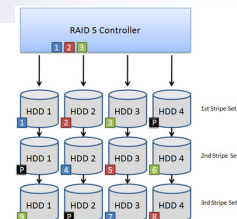
# RAID 3



- 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

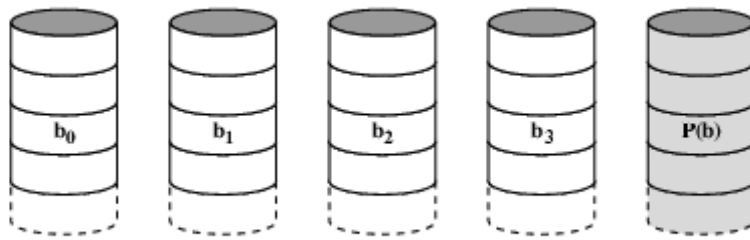
# RAID 4

(non commercializzato)

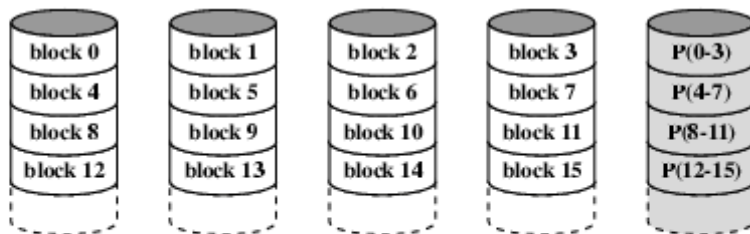


- Ogni disco opera indipendentemente
- Ottimo per alti ritmi di richieste I/O
- Unità di informazione ampia
- Parità bit a bit calcolata tra unità di informazione per ogni disco
- Informazione di parità memorizzata su un disco ad hoc (parity disk)

## RAID 3 & 4

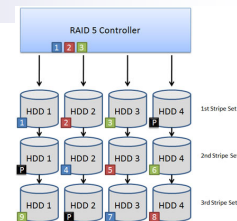


(d) RAID 3 (bit-interleaved parity)



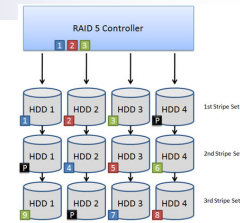
(e) RAID 4 (block-level parity)

## RAID 5



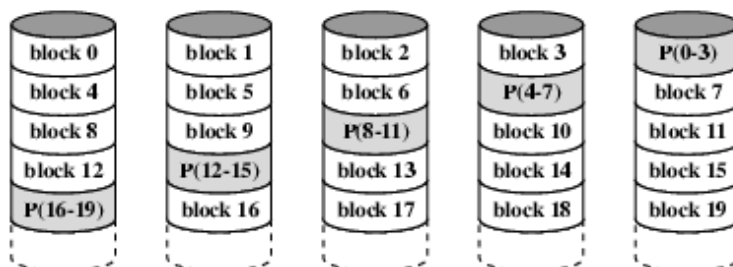
- Come RAID 4
- Parità distribuita su tutti i dischi
- Allocazione round robin per la parità
- Evita il “collo di bottiglia” del disco di parità del RAID 4
- Usato comunemente sui server di rete

# RAID 6

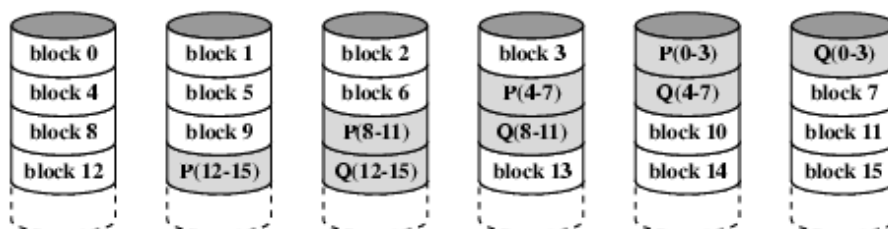


- Calcolo di parità tramite due metodi distinti
- Memorizzata in blocchi separati su dischi differenti
- Se l'utente richiede N dischi, ne occorrono N+2
- Alta affidabilità sui dati
  - per perdere i dati devono guastarsi tre dischi
  - scrittura molto più lenta

## RAID 5 & 6



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



(g) RAID 6 (dual redundancy)

# RAID Comparison

Level	Advantages	Disadvantages	Applications
0	I/O performance is greatly improved by spreading the I/O load across many channels and drives No parity calculation overhead is involved Very simple design Easy to implement	The failure of just one drive will result in all data in an array being lost	Video production and editing Image Editing Pre-press applications Any application requiring high bandwidth
1	100% redundancy of data means no rebuild is necessary in case of a disk failure, just a copy to the replacement disk Under certain circumstances, RAID 1 can sustain multiple simultaneous drive failures Simplest RAID storage subsystem design	Highest disk overhead of all RAID types (100%)—inefficient	Accounting Payroll Financial Any application requiring very high availability
2	Extremely high data transfer rates possible The higher the data transfer rate required, the better the ratio of data disks to ECC disks Relatively simple controller design compared to RAID levels 3, 4, & 5	Very high ratio of ECC disks to data disks with smaller word sizes—inefficient Entry level cost very high—requires very high transfer rate requirement to justify	No commercial implementations exist/not commercially viable

# RAID Comparison

Level	Advantages	Disadvantages	Applications
3	Very high read data transfer rate Very high write data transfer rate Disk failure has an insignificant impact on throughput Low ratio of ECC (parity) disks to data disks means high efficiency	Transaction rate equal to that of a single disk drive at best (if spindles are synchronized) Controller design is fairly complex	Video production and live streaming Image editing Video editing Prepress applications Any application requiring high throughput
4	Very high Read data transaction rate Low ratio of ECC (parity) disks to data disks means high efficiency	Quite complex controller design Worst write transaction rate and Write aggregate transfer rate Difficult and inefficient data rebuild in the event of disk failure	No commercial implementations exist/not commercially viable
5	Highest Read data transaction rate Low ratio of ECC (parity) disks to data disks means high efficiency Good aggregate transfer rate	Most complex controller design Difficult to rebuild in the event of a disk failure (as compared to RAID level 1)	File and application servers Database servers Web, e-mail, and news servers Intranet servers Most versatile RAID level
6	Provides for an extremely high data fault tolerance and can sustain multiple simultaneous drive failures	More complex controller design Controller overhead to compute parity addresses is extremely high	Perfect solution for mission critical applications