

Kiến trúc máy tính
Bộ môn Kỹ thuật máy tính và mạng

+ Chương 6. Bộ nhớ ngoài

6.1. Magnetic Disk

6.2. RAID

6.3. Ổ cứng trạng thái rắn (ổ cứng bán dẫn)

6.4. Bộ nhớ quang

6.5. Băng từ

+ 6.1. Đĩa từ

- Đĩa từ là một tấm *platter* tròn chế tạo bằng vật liệu không từ tính, được gọi là chất nền (**substrate**), được phủ một lớp vật liệu có từ tính lên trên.

- Chất nền thường là vật liệu nhôm hoặc hợp kim nhôm
- Gần đây người ta đưa chất nền thủy tinh

■ Ưu điểm của chất nền thủy tinh:

- Cải thiện tính đồng nhất của bề mặt phim từ để tăng độ tin cậy của đĩa
- Giảm đáng kể các khiếm khuyết bề mặt để giúp giảm lỗi đọc-ghi
- Ability to support lower fly heights
- Độ cứng tốt hơn nên giảm động lực đĩa
- Khả năng chống sốc và hư hỏng lớn hơn



+ a. Cơ chế đọc – ghi từ

- Dữ liệu được ghi vào, sau đó được lấy ra thông qua một cuộn dây dẫn gọi là đầu (head)
- Nhiều hệ thống có 2 đầu: đầu đọc và đầu ghi
- Trong quá trình đọc hoặc ghi, đầu đứng yên trong khi đĩa xoay bên dưới
- **Cơ chế ghi**
 - Dựa trên hiện tượng dòng điện chạy qua cuộn dây tạo ra từ trường
 - Các xung điện được gửi đến đầu ghi và sinh ra các mẫu từ (magnetic patterns) trên bề mặt bên dưới, dòng điện dương hoặc âm sẽ tạo ra các mẫu khác nhau tương ứng.
 - Đầu ghi được làm bằng vật liệu từ hoá và có dạng hình chữ nhật với một khoảng trống dọc một cạnh và một vài vòng dây dẫn ở dọc cạnh đối diện

+ Cơ chế đọc – ghi từ (tiếp)

- Dòng điện chạy trong vòng dây tạo ra từ trường trên khoảng trống, từ đó từ hoá một vùng nhỏ của bề mặt ghi (bề mặt từ tính)
- Đảo chiều dòng điện sẽ đảo chiều hướng từ hóa trên bề mặt ghi

■ Cơ chế đọc:

- Dựa trên nguyên lý từ trường sinh ra dòng điện trong cuộn dây
- Khi bề mặt đĩa đi qua đầu (head), nó sinh ra dòng điện cùng phân cực giống dòng điện ghi
- Về cơ bản, đầu đọc giống với đầu ghi nên chúng có thể sử dụng chung (vd: đĩa mềm)
- Tuy nhiên, một số ổ cứng người ta dùng đầu đọc – ghi riêng biệt cho phép hoạt động với tần số cao hơn và mật độ dữ liệu lớn hơn

Đầu đọc điện từ/ Đầu ghi điện cảm Inductive Write/Magnetoresistive Read Head

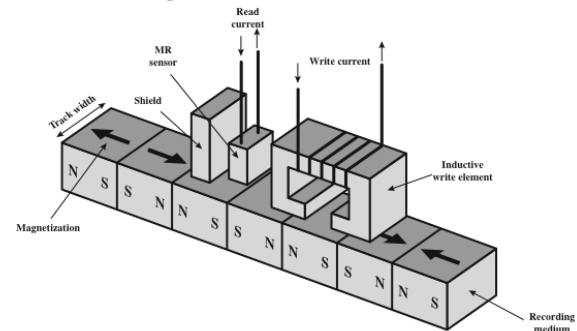


Figure 6.1 Inductive Write/Magnetoresistive Read Head

+ b. Bố trí dữ liệu trên đĩa

- Dữ liệu được bố trí thành các vòng trên platter (gọi là các track). Độ rộng của track bằng độ rộng của head
- Các track ngăn cách bởi một rãnh (gap) để sự ảnh hưởng của track này đến track khác gây là lỗi
- Dữ liệu được ghi vào và đọc ra từ các sector. Có thể có kích thước cố định hoặc thay đổi
- Giữa các sector cũng được ngăn cách bởi các rãnh

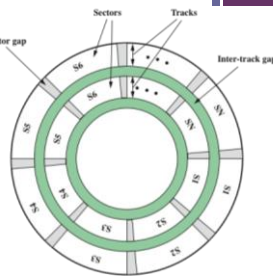
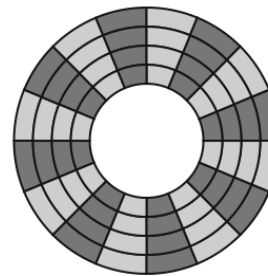


Figure 6.2 Disk Data Layout

+ Sơ đồ phương pháp bố trí đĩa



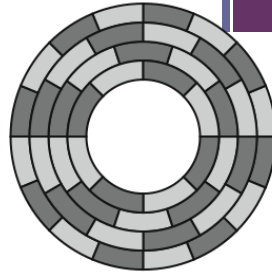
(a) Constant angular velocity

■ Vận tốc góc không đổi

- Đầu đọc có thể đọc các bit với cùng một tốc độ
- Ưu điểm: dữ liệu có thể được truy xuất trực tiếp thông qua track và sector: đầu đọc di chuyển đến track chứa dữ liệu và chờ cho đến khi sector đó quay đến
- Nhược điểm: số lượng sector ở các track bên ngoài sẽ ít (bằng các track gần bên trong)

+ Sơ đồ phương pháp bố trí đĩa

- Chia bề mặt thành nhiều vùng (zone) vành khăn (vùng đồng tâm) (thường là 16 vùng)
- Trong một zone, số bit trên mỗi track bằng nhau
- Các zone càng xa thì càng có nhiều sector hơn zone trung tâm.
- Dung lượng lớn hơn
- Mạch điện phức tạp hơn.
- Thời gian đọc/ghi dữ liệu trên các track nằm trong zone khác nhau thì khác nhau



(b) Multiple zoned recording

+ Định vị sector trong một track

- Để xác định vị trí một sector trong track ta cần biết vị trí bắt đầu của track, vị trí bắt đầu và kết thúc của một sector
- Thực hiện bằng cách thêm vào các dữ liệu điều khiển ghi trên mặt đĩa.
- Các dữ liệu này chỉ được ổ đĩa sử dụng và không thể truy xuất
- Ví dụ định dạng đĩa (hình dưới)
 - Mỗi track có 30 sector có độ dài cố định là 600 byte: 512 byte dữ liệu, còn lại là thông tin điều khiển.
 - Trường ID: địa chỉ hoặc các thông tin để xác định 1 sector duy nhất
 - Synchron byte: đánh dấu điểm bắt đầu một trường
 - Track number: xác định một track
 - Sector number: xác định một sector
 - CRC: mã sửa lỗi

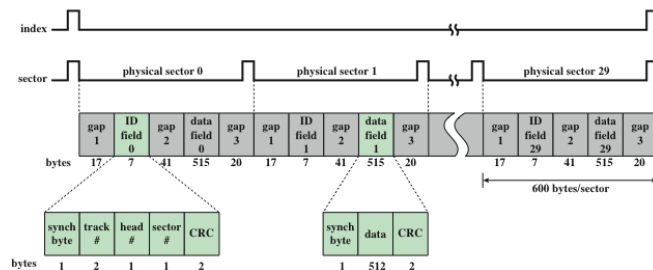



Figure 6.4 Winchester Disk Format (Seagate ST506)

+ c. Đặc tính vật lý của hệ thống đĩa

- Chuyển động đầu
 - Đầu cố định
 - Đầu di chuyển
- Tấm platter
 - Đơn tấm
 - Đa tấm
- Tính di động của đĩa
 - Đĩa không tháo được
 - Đĩa tháo được
- Cơ chế
 - Tiếp xúc (đĩa mềm)
 - Rãnh cố định
 - Rãnh khí động học (Winchester)
- Mặt
 - 1 mặt
 - 2 mặt

Đặc tính

- **Đĩa có đầu cố định**
 - Một đầu đọc-ghi cho mỗi track
 - Tất cả các đầu được gắn trên một cánh tay cố định kéo dài trên toàn bộ các track
- **Đĩa có đầu di chuyển**
 - Một đầu đọc-ghi
 - Đầu được gắn trên một cánh tay
 - Cánh tay có thể kéo dài hoặc rút ngắn được để đặt vào tất cả các track
- **Đĩa không tháo được**
 - Gắn cố định vào ổ đĩa
 - Đĩa cứng trong máy tính cá nhân là đĩa không tháo được
- **Đĩa tháo được**
 - Có thể được gỡ ra và thay thế bằng một đĩa khác
 - Ưu điểm:
 - Dữ liệu không giới hạn
 - Đĩa có thể được di chuyển từ hệ thống máy tính này sang hệ thống khác
 - Ví dụ: đĩa mềm, đĩa cartridge ZIP
- **Đĩa hai mặt**
 - Lớp phủ từ tính được phủ lên cả hai mặt của tấm platter



Đĩa tám

- Một số ổ đĩa gồm nhiều platter xếp chồng lên nhau. Một hệ thống gồm nhiều cánh tay có các đầu đọc/ghi, mỗi platter một head.
- Tất cả các head có cơ chế di chuyển cố định, cùng nhau. Tại cùng một thời điểm các head sẽ được đặt vào các track có cùng khoảng cách với tâm đĩa
- Tập các track như vậy được gọi là cylinder

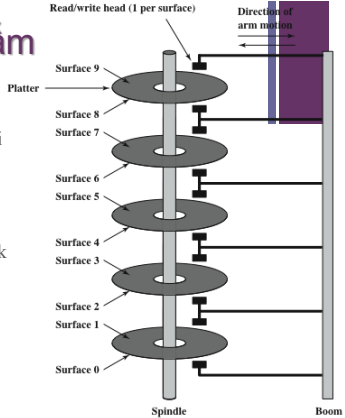
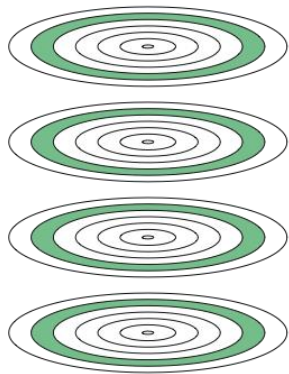


Figure 6.5 Components of a Disk Drive



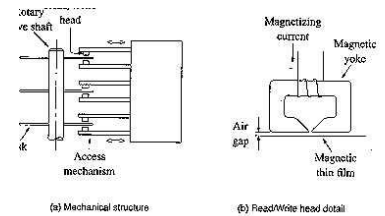
Tracks

Cylinders

Figure 6.6 Tracks and Cylinders

Cơ chế đầu đọc/ghi (head)

- Đầu phải tạo ra hoặc cảm nhận một trường điện từ đủ lớn để viết và đọc đúng
- Đầu càng hẹp thì càng phải đặt gần bề mặt tấm platter để đảm bảo chức năng đọc/ghi. Đầu hẹp hơn nghĩa là các đường track hẹp hơn, do đó mật độ dữ liệu lớn hơn
- Đầu càng gần đĩa thì càng nhiều nguy cơ lỗi do tạp chất hoặc không hoàn hảo



(a) Mechanical structure (b) Read/Write head detail

+

■ Dựa vào cơ chế hoạt động, phân thành 3 loại đĩa:

- Loại đĩa thứ nhất có head đặt cách platter một khoảng nhỏ (air gap)
- Loại thứ hai: head tiếp xúc với bề mặt đĩa. Đĩa mềm là loại này: dung lượng nhỏ, giá thành rẻ
- Loại thứ ba: đĩa Winchester
 - Được đóng gói kín, hầu như không có chất gây ô nhiễm
 - Head được thiết kế để hoạt động gần bề mặt đĩa hơn so với các đầu đĩa cứng thông thường, do đó mật độ dữ liệu lớn hơn
 - Thực chất head là một tấm foil khí động học đặt trên bề mặt tấm platter khi đĩa không di chuyển. Áp suất không khí sinh ra khi đĩa quay sẽ làm nâng tấm foil lên khỏi bề mặt

Các thông số đĩa cứng điển hình

Characteristics	Constellation ES.2	Seagate Barracuda XT	Cheetah NS	Momentum
Application	Enterprise	Desktop	Network attached storage, application servers	Laptop
Capacity	3 TB	3 TB	400 GB	640 GB
Average seek time	8.5 ms read 9.5 ms write	N/A	3.9 ms read 4.2 ms write	13 ms
Spindle speed	7200 rpm	7200 rpm	10,075 rpm	5400 rpm
Average latency	4.16 ms	4.16 ms	2.98	5.6 ms
Maximum sustained transfer rate	155 MB/s	149 MB/s	97 MB/s	300 MB/s
Bytes per sector	512	512	512	4096
Tracks per cylinder (number of platter surfaces)	8	10	8	4
Cache	64 MB	64 MB	16 MB	8 MB

Table 6.2 Typical Hard Disk Drive Parameters

+

d. Các tham số hiệu năng



- Khi ổ đĩa hoạt động, đĩa quay với tốc độ không đổi
- Để đọc hoặc ghi, head phải được đặt ở track mong muốn và ở sector đầu tiên của đường track đó
 - Việc chọn track gồm: di chuyển head đến vị trí mong muốn (với đĩa có đầu di chuyển) hoặc lựa chọn một head trên cánh tay với đĩa có đầu cố định: **seek time** (thời gian tìm kiếm)
 - Một khi chọn được track, bộ điều khiển đĩa đợi cho đến khi sector thích hợp xoay tới thẳng hàng với head: **rotational delay** (trễ quay)
- **Thời gian truy cập (access time)**
 - Tổng cộng thời gian tìm kiếm và Trễ quay
 - Thời gian cần để vào vị trí đọc và ghi
- **Thời gian truyền (transfer time)**
 - Khi đầu vào vị trí, thao tác đọc/ghi được thực hiện khi sector di chuyển dưới head

+

Thời gian truyền I/O của đĩa

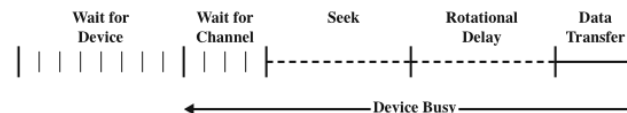


Figure 6.7 Timing of a Disk I/O Transfer

+ 6.2. RAID

■ RAID (Redundant Arrays of Independent Disks) là hình thức ghép nhiều đĩa cứng vật lý thành một hệ thống đĩa cứng nhằm gia tăng tốc độ đọc/ghi dữ liệu hoặc nhằm tăng thêm sự an toàn của dữ liệu chứa trên hệ thống đĩa hoặc kết hợp cả hai yếu tố trên.

■ Gồm 7 mức: từ 0 đến 6

■ Các mức không thể hiện mối quan hệ thứ bậc mà là các kiến trúc thiết kế khác nhau có chung ba đặc điểm:

- 1) Tập các đĩa cứng vật lý được OS coi như một ổ logic duy nhất → **dung lượng lớn**
- 2) Dữ liệu được lưu trữ phân tán trên các ổ đĩa vật lý → **truy cập song song (nhANH)**
- 3) Có thể sử dụng dung lượng dư thừa để lưu trữ các thông tin kiểm tra chẵn lẻ, cho phép khôi phục lại thông tin trong trường hợp đĩa bị hỏng → **an toàn thông tin**

Table 6.3 RAID Levels

Category	Level	Description	Disks Required	Data Availability	Large I/O Data Transfer Capacity	Small I/O Request Rate
Striping	0	Nonredundant	N	Lower than single disk	Very high	Very high for both read and write
Mirroring	1	Mirrored	$2N$	Higher than RAID 2, 3, 4, or 5; lower than RAID 6	Higher than single disk for read; similar to single disk for write	Up to twice that of a single disk for read; similar to single disk for write
Parallel access	2	Redundant via Hamming code	$N + m$	Much higher than single disk; comparable to RAID 3, 4, or 5	Highest of all listed alternatives	Approximately twice that of a single disk
	3	Bit-interleaved parity	$N + 1$	Much higher than single disk; comparable to RAID 2, 4, or 5	Highest of all listed alternatives	Approximately twice that of a single disk
Independent access	4	Block-interleaved parity	$N + 1$	Much higher than single disk; comparable to RAID 2, 3, or 5	Similar to RAID 0 for read; significantly lower than single disk for write	Similar to RAID 0 for read; significantly lower than single disk for write
	5	Block-interleaved distributed parity	$N + 1$	Much higher than single disk; comparable to RAID 2, 3, or 4	Similar to RAID 0 for read; lower than single disk for write	Similar to RAID 0 for read; generally lower than single disk for write
	6	Block-interleaved dual distributed parity	$N + 2$	Highest of all listed alternatives	Similar to RAID 0 for read; higher than RAID 5 for write	Similar to RAID 0 for read; higher than RAID 5 for write

N = number of data disks; m proportional to $\log N$

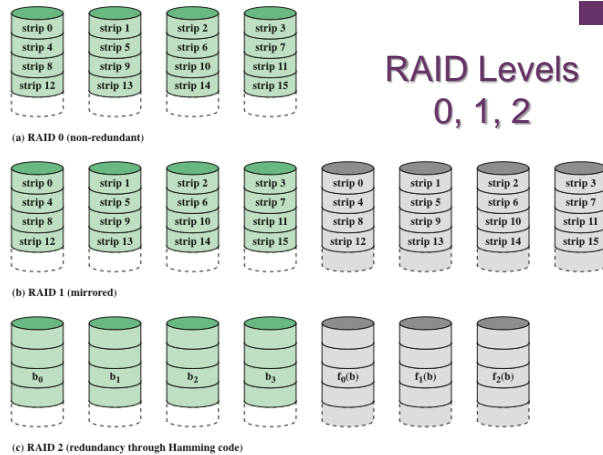
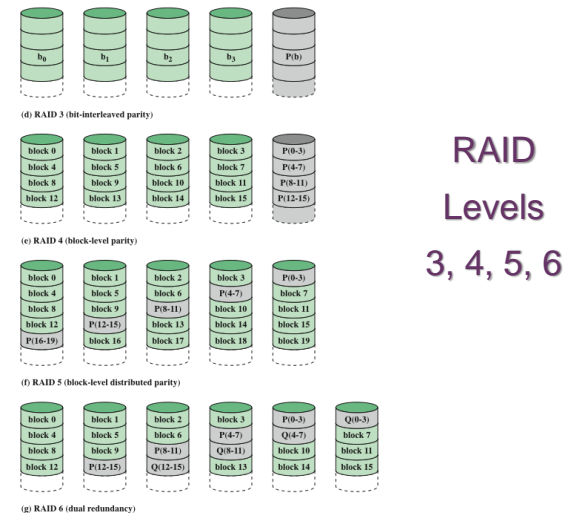
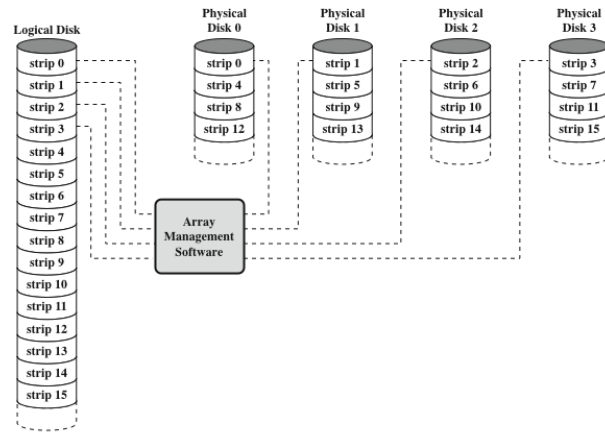


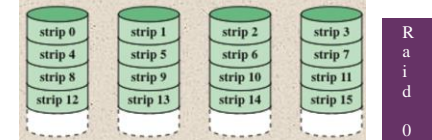
Figure 6.8 RAID Levels (page 1 of 2)



Ảnh xạ dữ liệu trên Mảng RAID Level 0



+ RAID Level 0



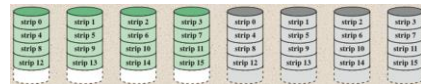
RAID 0 cho Dung lượng truyền dữ liệu cao

- Các ứng dụng muốn có tốc độ truyền tải cao, phải đáp ứng hai yêu cầu:
 1. Phải có dung lượng truyền tải cao trên toàn bộ đường dẫn giữa bộ nhớ máy chủ và các ổ đĩa riêng lẻ
 2. Ứng dụng phải tạo ra các yêu cầu I/O để điều khiển mảng đĩa một cách hiệu quả

RAID 0 cho Tốc độ yêu cầu I/O cao

- Đối với yêu cầu I/O riêng lẻ yêu cầu lượng nhỏ dữ liệu, thời gian I/O phụ thuộc vào thời gian tìm kiếm và độ trễ quay
- Mảng đĩa có thể cung cấp tốc độ thực thi I/O cao bằng cách cân bằng tải I/O trên nhiều đĩa
- Nếu kích thước dải lớn, có thể xử lý song song nhiều yêu cầu I/O độc lập, để giảm thời gian xếp hàng cho mỗi yêu cầu

+ RAID Level 1



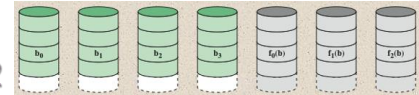
Đặc điểm

- Khác với RAID mức 2 đến 6 trong cách thức dự phòng
- Khả năng dự phòng đạt được bằng cách đơn giản sao chép tất cả dữ liệu
- Data striping được sử dụng nhưng mỗi dải logic được ánh xạ tới hai đĩa vật lý riêng biệt sao cho mỗi đĩa trong mảng đều có một đĩa nhân bản có chứa cùng một dữ liệu
- RAID 1 có thể được thực hiện mà không cần data striping (không phổ biến)

Hiệu quả

- Một yêu cầu đọc có thể được phục vụ bởi một trong hai đĩa có chứa dữ liệu yêu cầu
- Không có "write penalty"
- Dễ khắc phục sai sót. Khi một ổ đĩa hỏng, dữ liệu có thể được truy cập từ ổ đĩa thứ hai
- Cung cấp bản sao thời gian thực của tất cả dữ liệu
- Có thể đạt được tốc độ yêu cầu I/O cao nếu phần lớn các yêu cầu được đọc
- Nhược điểm chủ yếu là chi phí

+ RAID Level 2



Đặc điểm

- Sử dụng kỹ thuật truy nhập song song
- Trong mảng truy nhập song song, tất cả các đĩa đều tham gia vào tất cả các xử lý yêu cầu I/O
- Trục của các ổ đĩa được đồng bộ sao cho các đầu đĩa ở vị trí như nhau trên đĩa vào bất kỳ thời điểm nào
- Sử dụng data striping
 - Strips rất nhỏ, thường bằng 1 byte hoặc 1 word

Hiệu quả

- Mã sửa lỗi được tính trên các bit tương ứng trên mỗi đĩa dữ liệu và các bit mã được lưu trữ trong các vị trí bit tương ứng trên nhiều đĩa chuẩn lẻ
- Thông thường, mã Hamming được sử dụng, có thể sửa lỗi đơn-bit và phát hiện lỗi đôi-bit
- Số lượng đĩa dự phòng tỷ lệ thuận với log của số đĩa dữ liệu
- Chỉ hiệu quả trong môi trường xảy ra nhiều lỗi đĩa

+ RAID Level 3

Raid 3

Dự phòng

- Chỉ cần 1 đĩa dự phòng, không cần quan tâm độ lớn mảng đĩa
- Sử dụng truy cập song song, với dữ liệu phân tán trong các dải nhỏ
- Thay vì dùng mã sửa lỗi, một bit chẵn lẻ đơn giản được tính toán cho tập hợp các bit riêng lẻ ở cùng vị trí trên tất cả các đĩa dữ liệu
- Có thể đạt được tốc độ truyền dữ liệu rất cao

Performance

- Trong trường hợp ổ đĩa bị hỏng, ổ đĩa chẵn lẻ được truy cập và dữ liệu được tái tạo từ các thiết bị còn lại
- Một khi ổ đĩa bị hỏng được thay thế, dữ liệu bị mất có thể được phục hồi trên ổ đĩa mới và tiếp tục hoạt động
- Trong trường hợp đĩa bị hỏng, tất cả các dữ liệu vẫn còn trong chế độ giảm (reduced mode)
- Để hoàn toàn quay trở lại hoạt động thì đòi hỏi phải thay thế đĩa hỏng và toàn bộ nội dung của đĩa hỏng phải được tái tạo trên đĩa mới
- Trong một môi trường định hướng giao dịch, hiệu suất bị ảnh hưởng

+ RAID Level 4

Raid 4

Đặc điểm

- Sử dụng kỹ thuật truy cập độc lập
 - Trong một mảng truy cập độc lập, mỗi đĩa thành phần hoạt động độc lập sao cho các yêu cầu I/O riêng biệt có thể được đáp ứng song song
- Sử dụng data striping
 - Dải khá lớn
- Để tính bit chẵn lẻ mới, phần mềm quản lý mảng phải đọc dải người dùng cũ và dải chẵn lẻ cũ

Performance

- Có write penalty khi một yêu cầu ghi I/O kích thước nhỏ được thực hiện
- Mỗi khi một lệnh ghi xuất hiện, phần mềm quản lý mảng phải cập nhật dữ liệu người dùng các bit chẵn lẻ tương ứng
- Do đó mỗi strip write gồm có two reads and two writes

+ RAID Level 5

Raid 5

Đặc điểm

- Được tổ chức theo cách tương tự như RAID 4
- Chỉ khác ở sự phân bố dải chẵn lẻ trên tất cả các đĩa
- Một phân bố điển hình là cơ chế điều phối xoay vòng round-robin
- Việc phân phối dải chẵn lẻ trên tất cả các ổ đĩa tránh được khả năng nút cổ chai I/O của RAID 4

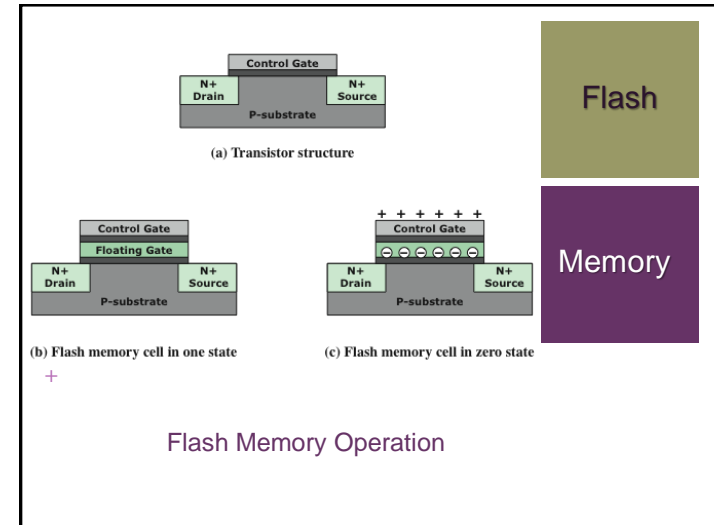
Đặc điểm

- Hai phép tính chẵn lẻ được thực hiện và được lưu trữ trong các khối riêng biệt trên các đĩa khác nhau
- Ưu điểm: tính sẵn sàng dữ liệu cực cao
- Dữ liệu bị mất khi ba ổ đĩa thất bại trong khoảng thời gian trung bình để sửa chữa (MTTR - mean time to repair)
- Chịu một write penalty đáng kể do mỗi lần ghi đều ảnh hưởng đến hai khối chẵn lẻ

So sánh RAID (1)			
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

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

So sánh RAID (2)



Ổ cứng bán dẫn - Solid State Drive (SSD)

Một thiết bị nhớ được chế tạo bằng linh kiện bán dẫn có thể được dùng để thay thế cho một ổ đĩa cứng (HDD)

Thuật ngữ bán dẫn để chỉ mạch điện tử được chế tạo bằng chất bán dẫn

Bộ nhớ Flash

Một loại bộ nhớ bán dẫn được sử dụng trong nhiều sản phẩm điện tử tiêu dùng bao gồm smart phones, thiết bị GPS, máy nghe nhạc MP3, máy ảnh kỹ thuật số và USB

Chi phí và hiệu năng đã phát triển đến mức có thể sử dụng để thay thế ổ cứng HDD

Hai loại bộ nhớ flash đặc biệt:

NOR

- Đơn vị truy cập cơ bản: bit
- Cung cấp truy cập ngẫu nhiên tốc độ cao
- Được sử dụng để lưu mã hệ điều hành điện thoại di động và trên máy tính Windows để chương trình BIOS chạy khi khởi động

NAND

- Đơn vị cơ bản: 16 hoặc 32 bit
- Đọc và ghi trong các block nhỏ
- Được sử dụng trong ổ USB flash, thẻ nhớ và ổ SSD
- Không cung cấp bus địa chỉ truy cập ngẫu nhiên nên dữ liệu phải được đọc trên một cơ sở block

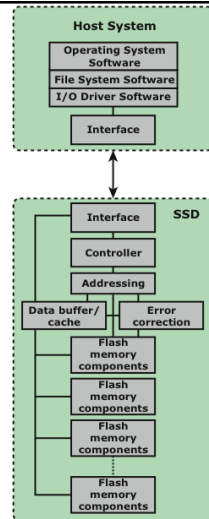
SSD so với HDD

SSD có các ưu điểm hơn HDD như sau:

- Số thao tác đọc/ghi trong một giây (IOPS) cao hơn
- Độ bền
- Tuổi thọ dài hơn
- Tiêu thụ ít năng lượng hơn
- Khả năng chạy êm và mát hơn
- Thời gian truy cập ngắn hơn

	NAND Flash Drives	Disk Drives
I/O per second (sustained)	Read: 45,000 Write: 15,000	300
Throughput (MB/s)	Read: 200+ Write: 100+	up to 80
Random access time (ms)	0.1	4-10
Storage capacity	up to 256 GB	up to 4 TB

Cấu trúc SSD



+ Vấn đề thực tế

Có hai vấn đề thực tế xảy ra đối với SSD mà không xảy ra với HDDs

- Hiệu năng SSD có xu hướng giảm dần khi thiết bị được sử dụng
- Cả block phải được đọc từ flash memory và được đặt trong bộ đệm RAM
- Trước khi block được ghi lại vào bộ nhớ flash, toàn bộ block trong bộ nhớ flash phải được xóa
- Khi đó block từ bộ đệm mới được ghi vào flash memory
- Flash memory không thể sử dụng được sau một số lần ghi
- Kỹ thuật kéo dài tuổi thọ:
 - Front-end bộ nhớ flash bằng 1 cache để giữ chậm và nhóm các xử lý ghi
 - Dùng thuật toán wear-leveling: phân bổ đều các lần ghi trên block of cells
 - Quản lý bad-block
 - Hầu hết các thiết bị flash ước tính thời gian hoạt động còn lại của chúng để hệ thống có thể dự đoán failure và có hành động dự phòng

CD	Compact Disk. A nonerasable disk that stores digitized audio information. The standard system uses 12-cm disks and can record more than 60 minutes of uninterrupted playing time.
CD-ROM	Compact Disk Read-Only Memory. A nonerasable disk used for storing computer data. The standard system uses 12-cm disks and can hold more than 650 Mbytes.
CD-R	CD Recordable. Similar to a CD-ROM. The user can write to the disk only once.
CD-RW	CD Rewritable. Similar to a CD-ROM. The user can erase and rewrite to the disk multiple times.
DVD	Digital Versatile Disk. A technology for producing digitized, compressed representation of video information, as well as large volumes of other digital data. Both 8 and 12 cm diameters are used, with a double-sided capacity of up to 17 Gbytes. The basic DVD is read-only (DVD-ROM).
DVD-R	DVD Recordable. Similar to a DVD-ROM. The user can write to the disk only once. Only one-sided disks can be used.
DVD-RW	DVD Rewritable. Similar to a DVD-ROM. The user can erase and rewrite to the disk multiple times. Only one-sided disks can be used.
Blu-Ray DVD	High definition video disk. Provides considerably greater data storage density than DVD, using a 405-nm (blue-violet) laser. A single layer on a single side can store 25 Gbytes.

Bảng 6. 6
Sản phẩm
đĩa quang

+ Compact Disk Read-Only Memory (CD-ROM)



- Audio CD và CD-ROM dùng công nghệ tương tự nhau
- Điểm khác biệt chính: đầu CD-ROM có độ gồ ghề hơn và có thiết bị sửa lỗi để đảm bảo cho dữ liệu được truyền đúng
- Quá trình sản xuất:
 - Đĩa được chế tạo từ nhựa polycarbonate
 - Thông tin ghi lại bằng kỹ thuật số được in dưới dạng một chuỗi các lỗ cực nhỏ trên bề mặt polycarbonate
 - được thực hiện bằng laser cường độ cao tập trung tạo ra đĩa master
 - Đĩa master được dùng làm khuôn để tạo ra các bản sao trên polycarbonate
 - Bề mặt lỗ sau đó được phủ 1 lớp phản xạ tốt, thường là nhôm/vàng
 - Tiếp tục phủ lên 1 lớp sơn acrylic trong suốt để chống bụi và trầy xước
 - Cuối cùng có thể dùng kỹ thuật in lụa để in nhãn hiệu lên bề mặt acrylic

+ CD Operation

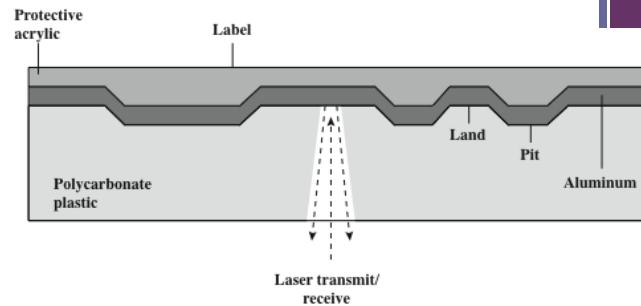


Figure 6.12 CD Operation

+ CD-ROM Block Format

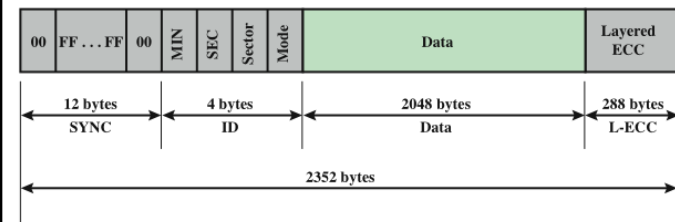
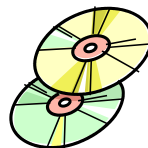


Figure 6.13 CD-ROM Block Format

+ CD-ROM

- Phù hợp để phân phối số lượng lớn dữ liệu cho một số lượng lớn người dùng
- Không phù hợp cho các ứng dụng cá nhân do chi phí lớn cho quá trình ghi ban đầu
- 2 ưu điểm:
 - Đĩa quang chứa thông tin có thể được nhân bản rộng rãi một cách không tốn kém
 - Đĩa quang tháo ra được, cho phép đĩa được sử dụng để lưu trữ
- Nhược điểm:
 - Chỉ đọc, không updated được
 - Thời gian truy cập lâu hơn so với ổ đĩa từ

CD-ROM



+ CD Recordable (CD-R)

- Ghi 1 lần đọc nhiều lần
- Thích hợp với các ứng dụng chỉ cần một hoặc một số ít bản sao của một bộ dữ liệu
- Đĩa được chuẩn bị để có thể được ghi một lần bằng một tia laser có cường độ vừa phải
- Medium bao gồm 1 lớp khuôn được dùng để thay đổi độ phản xạ và được kích hoạt bởi 1 tia laser cường độ cao
- Cung cấp một bản ghi vĩnh viễn của khối lượng lớn dữ liệu người dùng

CD Rewritable (CD-RW)

- Có thể ghi lại nhiều lần
- Đĩa thay đổi pha sử dụng vật liệu có hai độ phản xạ khác nhau ở hai trạng thái pha khác nhau
- Trạng thái vô định hình
 - Các phân tử có hướng ngẫu nhiên phản xạ ánh sáng kém
- Trạng thái tinh thể
 - Có bề mặt nhẵn phản xạ ánh sáng tốt
- Một chùm tia laser có thể thay đổi vật liệu từ pha này sang pha kia
- Nhược điểm: cuối cùng vật liệu mất đi đặc tính mong muốn vĩnh viễn
- Ưu điểm: có thể ghi lại được

Digital Versatile Disk (DVD)



Đĩa đa năng kỹ thuật số

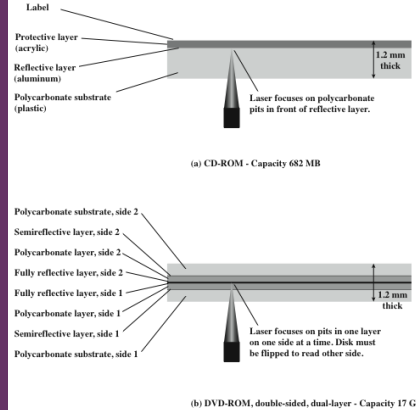


Figure 6.14 CD-ROM and DVD-ROM

High-Definition Optical Disks

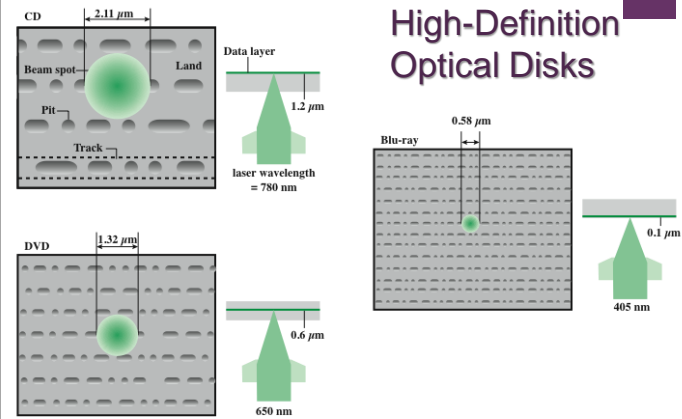


Figure 6.15 Optical Memory Characteristics

Băng từ



- Hệ thống băng sử dụng kỹ thuật đọc và ghi giống như các hệ thống đĩa
- Medium là băng polyester mềm dẻo được phủ bởi chất liệu từ hoá
- Lớp phủ có thể bao gồm lượng nhỏ kim loại tinh khiết trong binders đặc biệt hoặc cuộn phim kim loại mạ hơi
- Dữ liệu trên băng được cấu trúc theo các track song song chạy dọc
- Ghi nối tiếp
 - Dữ liệu được trải ra theo một dãy bit dọc trên mỗi track
- Dữ liệu được đọc và ghi trong các block liên tiếp được gọi là bản ghi vật lý *physical records*
- Các block trên băng được phân cách bằng các khoảng trống được gọi là khoảng trống giữa các bản ghi *inter-record gaps*

Đặc tính băng từ

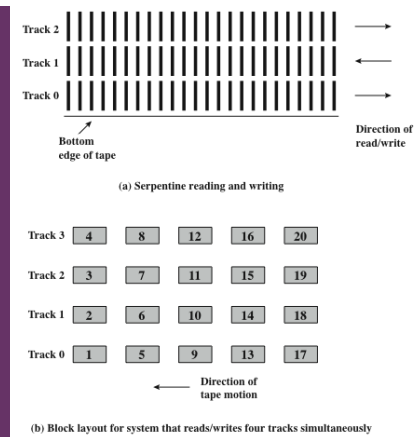


Figure 6.16 Typical Magnetic Tape Features

+

Bảng 6.7
LTO Tape Drives

	LTO-1	LTO-2	LTO-3	LTO-4	LTO-5	LTO-6	LTO-7	LTO-8
Release date	2000	2003	2005	2007	2010	TBA	TBA	TBA
Compressed capacity	200 GB	400 GB	800 GB	1600 GB	3.2 TB	8 TB	16 TB	32 TB
Compressed transfer rate (MB/s)	40 MB/s	80 MB/s	160 MB/s	240 MB/s	280 MB/s	525 MB/s	788 MB/s	1.18 GB/s
Linear density (bits/mm)	4880	7398	9638	13250	15142			
Tape tracks	384	512	704	896	1280			
Tape length	609 m	609 m	680 m	820 m	846 m			
Tape width (cm)	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27			
Write elements	8	8	16	16	16			
WORM?	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Encryption Capable?	No	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Partitioning?	No	No	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes

+ Tổng kết

Chương 6

Bộ nhớ ngoài

- Địa từ
 - Cơ chế đọc và ghi từ
 - Tổ chức và định dạng dữ liệu
 - Đặc tính vật lý
 - Tham số hiệu suất đĩa
- Solid state drives
 - Flash memory
 - SSD so với HDD
 - Tổ chức SSD
 - Vấn đề thực tế
- Băng từ
- RAID
 - RAID level 0
 - RAID level 1
 - RAID level 2
 - RAID level 3
 - RAID level 4
 - RAID level 5
 - RAID level 6
- Bộ nhớ quang
 - Đĩa Compact
 - Đĩa DVD
 - High-definition optical disks