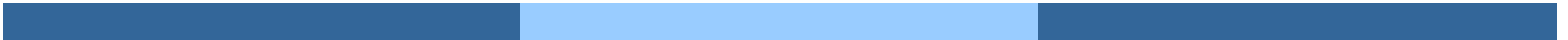


# CHƯƠNG 5: BỘ NHỚ MÁY TÍNH



# Nội dung môn học

---

- Chương 1: Giới thiệu chung
- Chương 2: Tổng quan về hệ thống máy tính
- Chương 3: Biểu diễn dữ liệu và số học
- Chương 4: Đơn vị xử lý trung tâm
- **Chương 5: Bộ nhớ máy tính**
- Chương 6: Hệ thống vào ra
- Tổng kết – ôn tập



# Nội dung

---

- Tổng quan về hệ thống nhớ
- Bộ nhớ bán dẫn
- Bộ nhớ chính
- Bộ nhớ cache
- Bộ nhớ ngoài
- Bộ nhớ ảo
- Hệ thống nhớ trên máy tính cá nhân



# Tổng quan về hệ thống nhớ

---

## □ Các đặc trưng của hệ thống nhớ:

1. Vị trí (Location)
2. Dung lượng (Capacity)
3. Đơn vị truyền (Unit of Transfer)
4. Phương pháp truy cập (Access Method)
5. Hiệu suất (Performance)
6. Kiểu vật lý (Physical Type)
7. Các đặc điểm vật lý (Physical Characteristic)
8. Tổ chức (Organization)



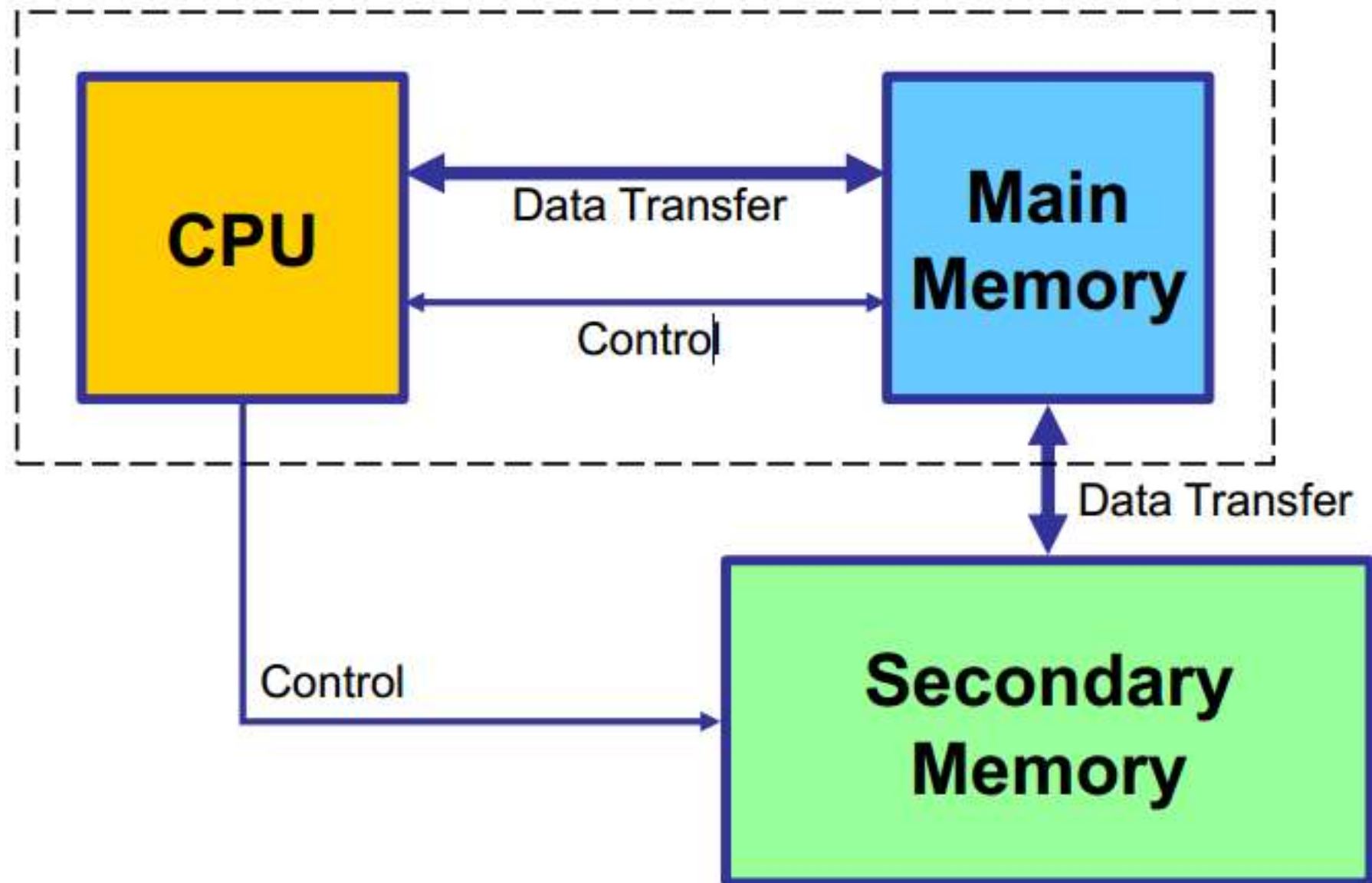
# Các đặc trưng của hệ thống nhớ

- **Vị trí:** Xác định bộ nhớ là “trong” hay “ngoài” đối với máy tính.
  - Bộ nhớ trong:
    - ▶ Bên trong CPU: Thanh ghi, Cache
    - ▶ Bên ngoài CPU: Bộ nhớ chính
    - ▶ Lưu các chương trình và dữ liệu đang thực thi bởi CPU.
  - Bộ nhớ ngoài:
    - ▶ Bộ nhớ thứ cấp lưu trữ thời gian dài (cả khi tắt máy tính) và dung lượng lớn.
    - ▶ Các bộ điều khiển I/O có nhiệm vụ truyền nhận dữ liệu.
    - ▶ Chương trình và dữ liệu lưu tại bộ nhớ thứ cấp khi CPU yêu cầu sử dụng, chúng phải được tải lên bộ nhớ chính.



# Các đặc trưng của hệ thống nhớ

## □ Vị trí:



# Các đặc trưng của hệ thống nhớ

---

## □ Dung lượng:

### □ Kích thước của một từ nhớ

- ▶ Bằng số bit dùng để biểu diễn số nguyên, và
- ▶ Bằng chiều dài một câu lệnh.
- ▶ Chiều dài: 8, 16, 32 bits.

### □ Số lượng từ

- ▶ Bộ nhớ trong: byte / word.
- ▶ Bộ nhớ ngoài: byte.



# Các đặc trưng của hệ thống nhớ

## □ Đơn vị truyền:

Đối với bộ nhớ trong, đơn vị truyền bằng với số đường dây vào và ra module nhớ.

## □ Đơn vị khả truy xuất

- ▶ Vùng nhớ nhỏ nhất có thể truy cập bằng một địa chỉ.
- ▶ Địa chỉ biểu diễn bằng A bits thì bộ nhớ có thể chia tối đa thành  $N = 2^A$  đơn vị khả truy xuất.

## □ Đơn vị truyền nhận

- ▶ Số lượng bit được đọc từ/ ghi vào bộ nhớ chính trong 1 lần thực hiện.
- ▶ Không nhất thiết bằng chiều dài từ hay đơn vị khả truy xuất.
- ▶ Đối với bộ nhớ trong: Thông thường quyết định bởi băng thông của bus dữ liệu.
- ▶ Bộ nhớ ngoài: Thông thường là một “block” chứa nhiều từ.





# Các đặc trưng của hệ thống nhớ

## □ Phương pháp truy cập:

### □ Tuần tự

- ▶ Bộ nhớ tổ chức thành record.
- ▶ Bắt đầu từ đầu bộ nhớ và đọc tuần tự.
- ▶ Thời gian truy xuất tùy vào record cần tìm nằm ở đâu và đầu đọc/ghi đang nằm ở đâu.
- ▶ Vd: băng cassette, băng video VHS.

### □ Trực tiếp

- ▶ Bộ nhớ tổ chức thành nhiều khối có địa chỉ riêng biệt.
- ▶ Truy cập bằng địa chỉ, cũng có thể truy cập tuần tự.
- ▶ Thời gian truy xuất tùy vào khối nhớ ở đâu và đầu đọc/ghi đang nằm ở đâu.
- ▶ Vd: đĩa cứng.



# Các đặc trưng của hệ thống nhớ

---

## □ Phương pháp truy cập:

### □ Ngẫu nhiên

- ▶ Địa chỉ độc lập, chính xác của một vùng nhớ.
- ▶ Thời gian truy xuất xác định, Không phụ thuộc vị trí của dữ liệu hay lần truy xuất trước đó.
- ▶ Vd: RAM.

### □ Liên kết

- ▶ Dữ liệu lưu trữ giống như nội dung của một phần bộ nhớ lớn.
- ▶ Thời gian truy xuất xác định. Không phụ thuộc vị trí của dữ liệu hay lần truy xuất trước đó.
- ▶ Vd: cache.



# Các đặc trưng của hệ thống nhớ

## □ Hiệu suất:

### □ Thời gian truy xuất

- ▶ RAM: từ khi cung cấp địa chỉ đến khi nhận được dữ liệu.
- ▶ NON-RAM: thời gian di chuyển đầu đọc đến nơi mong muốn.

### □ Thời gian chu kỳ bộ nhớ

- ▶ Sau mỗi lần truy xuất, bộ nhớ có thể cần một khoảng thời gian “phục hồi” trước khi sẵn sàng cho lần truy cập tiếp theo.
- ▶ Thời gian: **Chu kỳ = thời gian truy xuất + thời gian phục hồi.**



# Các đặc trưng của hệ thống nhớ

## □ Hiệu suất:

### □ Tốc độ truyền tải

- ▶ Tốc độ mà dữ liệu truyền vào hay nhận ra từ một thiết bị nhớ.
- ▶ RAM: tốc độ truyền =  $1 / \text{thời gian 1 chu kỳ}$
- ▶ NON-RAM:

$$T_n = T_a + N/R$$

Với

$T_n$  = thời gian tb để đọc hay ghi N bits.

$T_a$  = thời gian truy cập trung bình.

N = số bits truy cập.

R = tốc độ truyền tải (bit/giây)



# Các đặc trưng của hệ thống nhớ

---

## □ Kiểu vật lý

- Bán dẫn: RAM.
- Từ tính: Disk, Tape, ...
- Quang học: DVD
- Khác: bóng đèn, bìa đục lỗ.

## □ Đặc điểm vật lý:

- Khả biến / Không khả biến (volatile / nonvolatile)
- Xoá được / không xoá được



# Các đặc trưng của hệ thống nhớ

## □ Băng thông:

- Số dữ liệu được truy xuất từ bộ nhớ trong thời gian 1 giây.

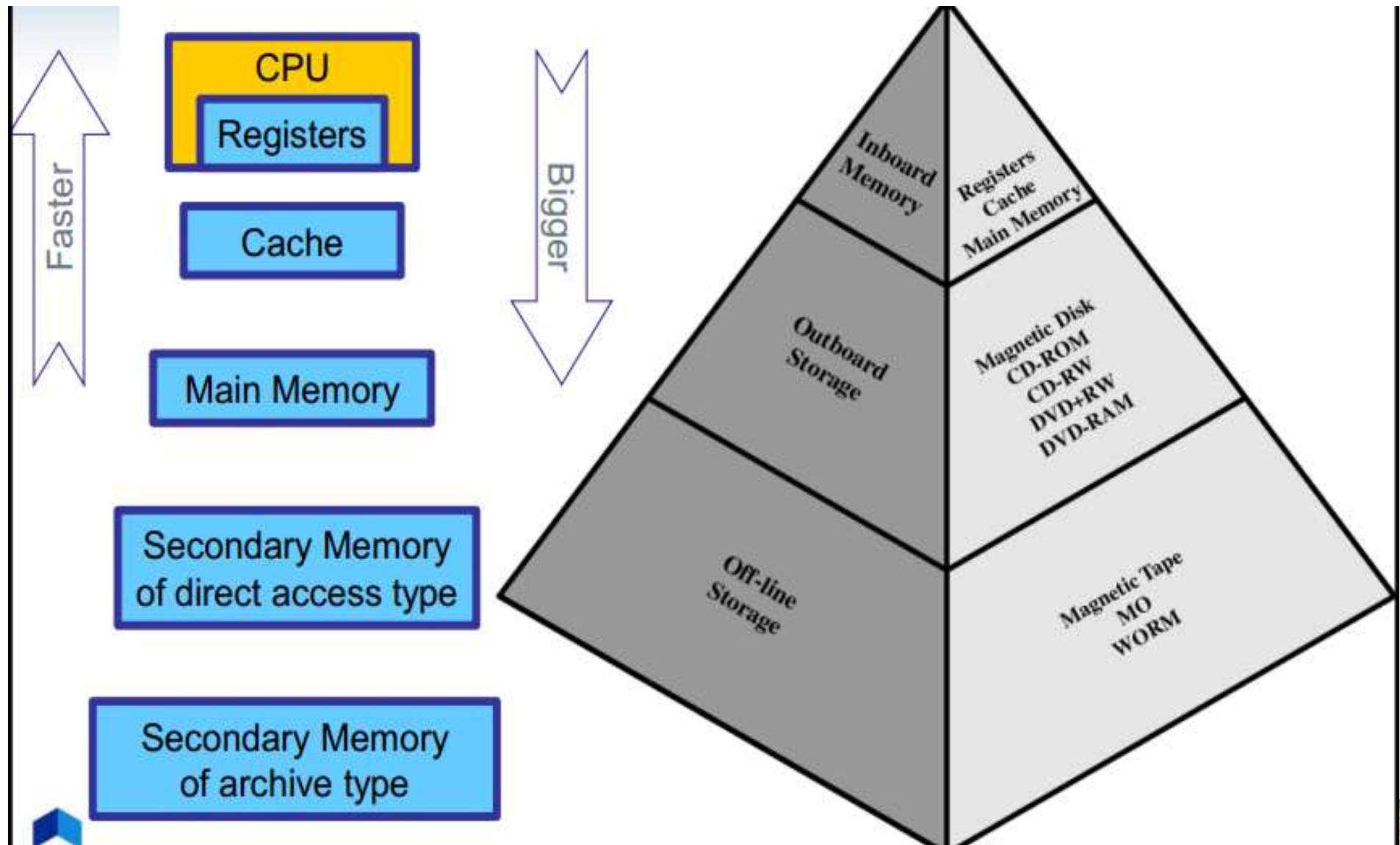
Băng thông = dữ liệu 1 lần truy cập \* (1 / thời gian một chu kỳ bộ nhớ)

## □ Để tăng băng thông:

- ▶ Giảm thời gian của một chu kỳ truy xuất
- ▶ Chia bộ nhớ thành nhiều học (bank), mà mỗi học có bộ điều khiển đọc/ ghi riêng biệt.



# Phân cấp hệ thống nhớ



# Phân cấp hệ thống nhớ

---

## □ Công nghệ bộ nhớ:

### □ Static RAM (SRAM)

0.5ns – 2.5ns, \$2000 – \$5000 per GB

### □ Dynamic RAM (DRAM)

50ns – 70ns, \$15 – \$75 per GB

### □ Ổ đĩa từ

5ms – 20ms, \$0.20 – \$2 per GB

### □ Bộ nhớ lý tưởng

- ▶ Thời gian truy nhập như SRAM
- ▶ Dung lượng và giá thành như ổ đĩa cứng





# Nội dung

---

- Tổng quan về hệ thống nhớ
- Bộ nhớ bán dẫn
- Bộ nhớ chính
- Bộ nhớ cache
- Bộ nhớ ngoài
- Bộ nhớ ảo
- Hệ thống nhớ trên máy tính cá nhân



# Bộ nhớ bán dẫn

## □ Phân loại:

Kiểu bộ nhớ	Tiêu chuẩn	Khả năng xóa	Cơ chế ghi	Tính khả biến
Read Only Memory (ROM)	Chỉ đọc	Không xóa được	Mặt nạ	Không khả biến
Programmable ROM (PROM)				
Erasable PROM - EPROM	Chỉ đọc	bằng tia cực tím, cả chip	Bằng điện	
Electrically Erasable chỉ đọc PROM (EEPROM)		bằng điện, mức từng byte		
Flash Memory	Đọc ghi	Bằng điện, từng khối		
Random Access Memory (RAM)		bằng điện, mức từng byte	Khả biến	

# Bộ nhớ bán dẫn

---

## □ ROM:

- Bộ nhớ không khả biến
- Lưu trữ các thông tin sau:
  - ▶ Thư viện các chương trình con
  - ▶ Các chương trình điều khiển hệ thống (BIOS)
  - ▶ Các bảng chức năng
  - ▶ Vi chương trình



# Bộ nhớ bán dẫn

## □ Các kiểu ROM:

### □ ROM mặt nạ:

- ▶ Thông tin được ghi khi sản xuất
- ▶ Rất đắt

### □ PROM (Programmable ROM)

- ▶ Cần thiết bị chuyên dụng để ghi bằng chương trình chỉ ghi được một lần

### □ EPROM (Erasable PROM)

- ▶ Cần thiết bị chuyên dụng để ghi bằng chương trình, ghi được nhiều lần
- ▶ Trước khi ghi lại, xóa bằng tia cực tím



# Bộ nhớ bán dẫn

---

## □ Các kiểu ROM:

### □ EEPROM (Electrically Erasable PROM)

- ▶ Có thể ghi theo từng byte
- ▶ Xóa bằng điện

### □ Flash memory (Bộ nhớ cực nhanh)

- ▶ Ghi theo khối
- ▶ Xóa bằng điện



# Bộ nhớ bán dẫn

---

## □ RAM:

### □ Bộ nhớ đọc-ghi (Read/Write Memory)

- ▶ Khả biến
- ▶ Lưu trữ thông tin tạm thời
- ▶ Có hai loại: SRAM và DRAM (Static and Dynamic)



# Bộ nhớ bán dẫn

---

## □ SRAM Ram tĩnh:

- Các bit được lưu trữ bằng các Flip-Flop thông tin ổn định
  - ▶ Cấu trúc phức tạp
  - ▶ Dung lượng chip nhỏ
  - ▶ Tốc độ nhanh
  - ▶ Đắt tiền
  - ▶ Dùng làm bộ nhớ cache



# Bộ nhớ bán dẫn

---

## □ DRAM Ram động:

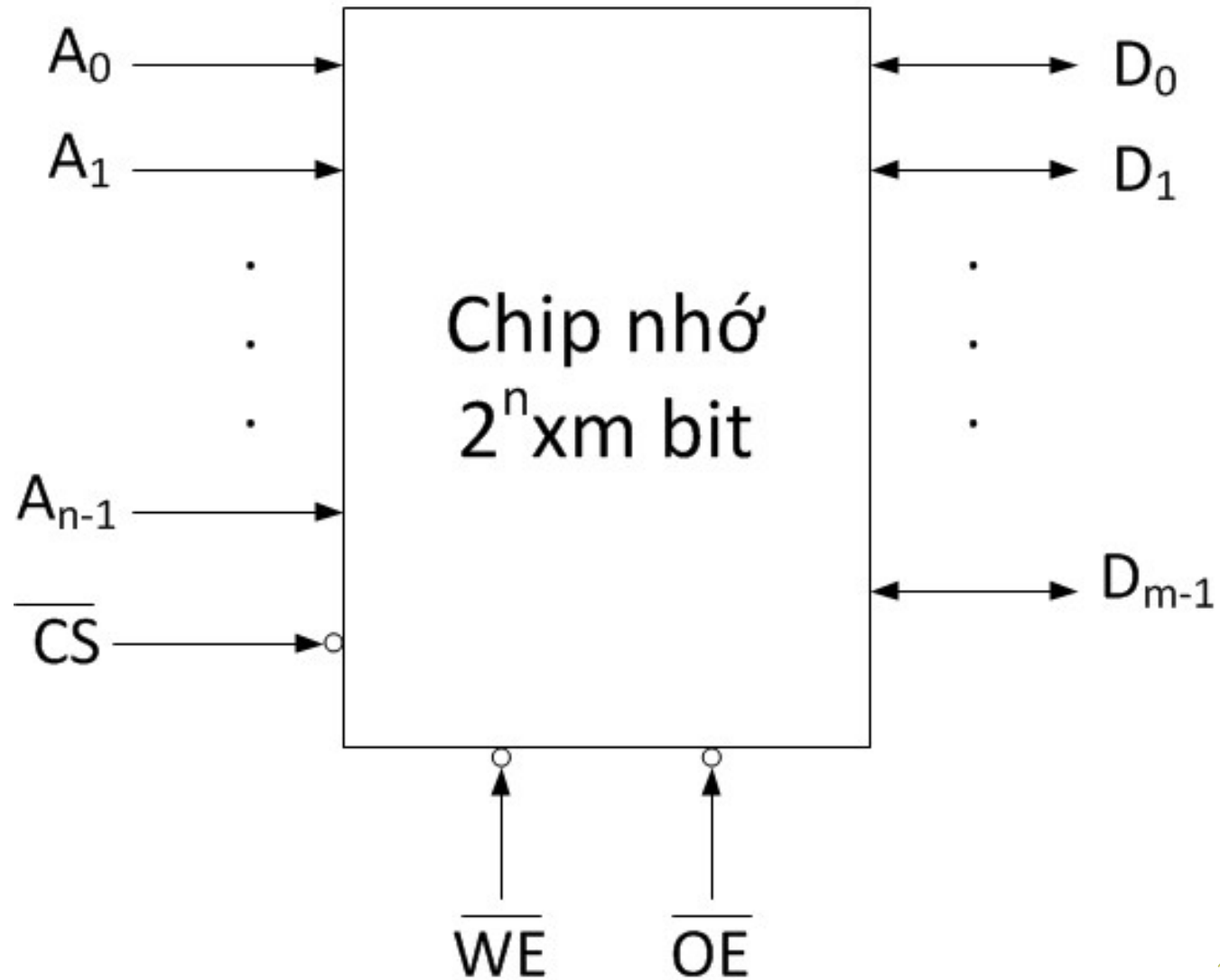
- Các bit được lưu trữ trên tụ điện cần phải có mạch làm tươi
  - ▶ Cấu trúc đơn giản
  - ▶ Dung lượng lớn
  - ▶ Tốc độ chậm hơn
  - ▶ Rẻ tiền hơn
  - ▶ Dùng làm bộ nhớ chính





# Tổ chức chip nhớ

## Sơ đồ cơ bản của chip nhớ



# Tổ chức chip nhớ

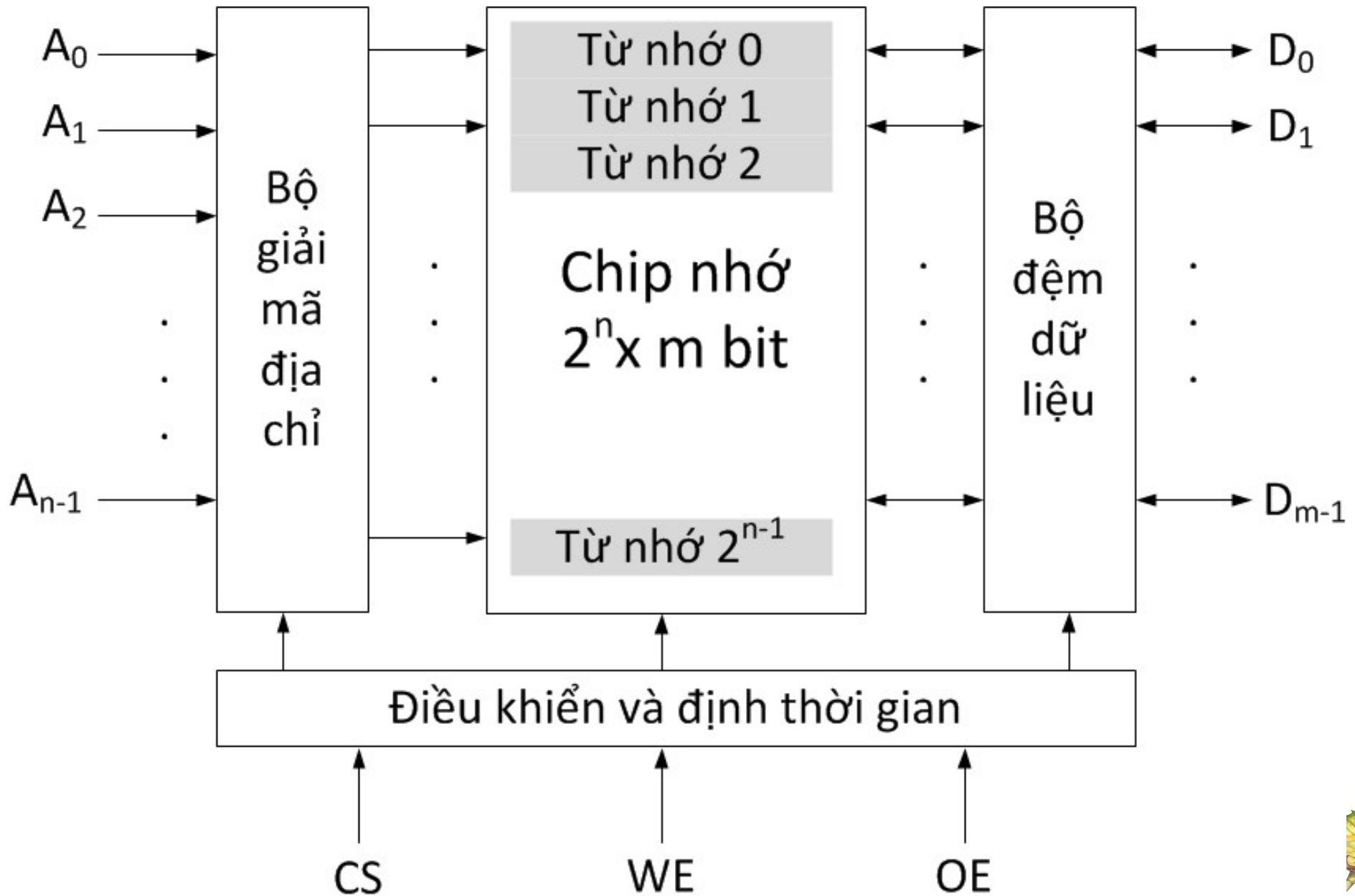
## □ Các tín hiệu của chip nhớ:

- Các đường địa chỉ:  $A_0 \div A_{n-1}$  có  $2^n$  từ nhớ
- Các đường dữ liệu:  $D_0 \div D_{m-1}$  độ dài từ nhớ = m bit
- Dung lượng chip nhớ =  $2^n \times m$  bit
- Các đường điều khiển:
  - ▶ Tín hiệu chọn chip CS (Chip Select)
  - ▶ Tín hiệu điều khiển đọc OE (Output Enable)
  - ▶ Tín hiệu điều khiển ghi WE (Write Enable)

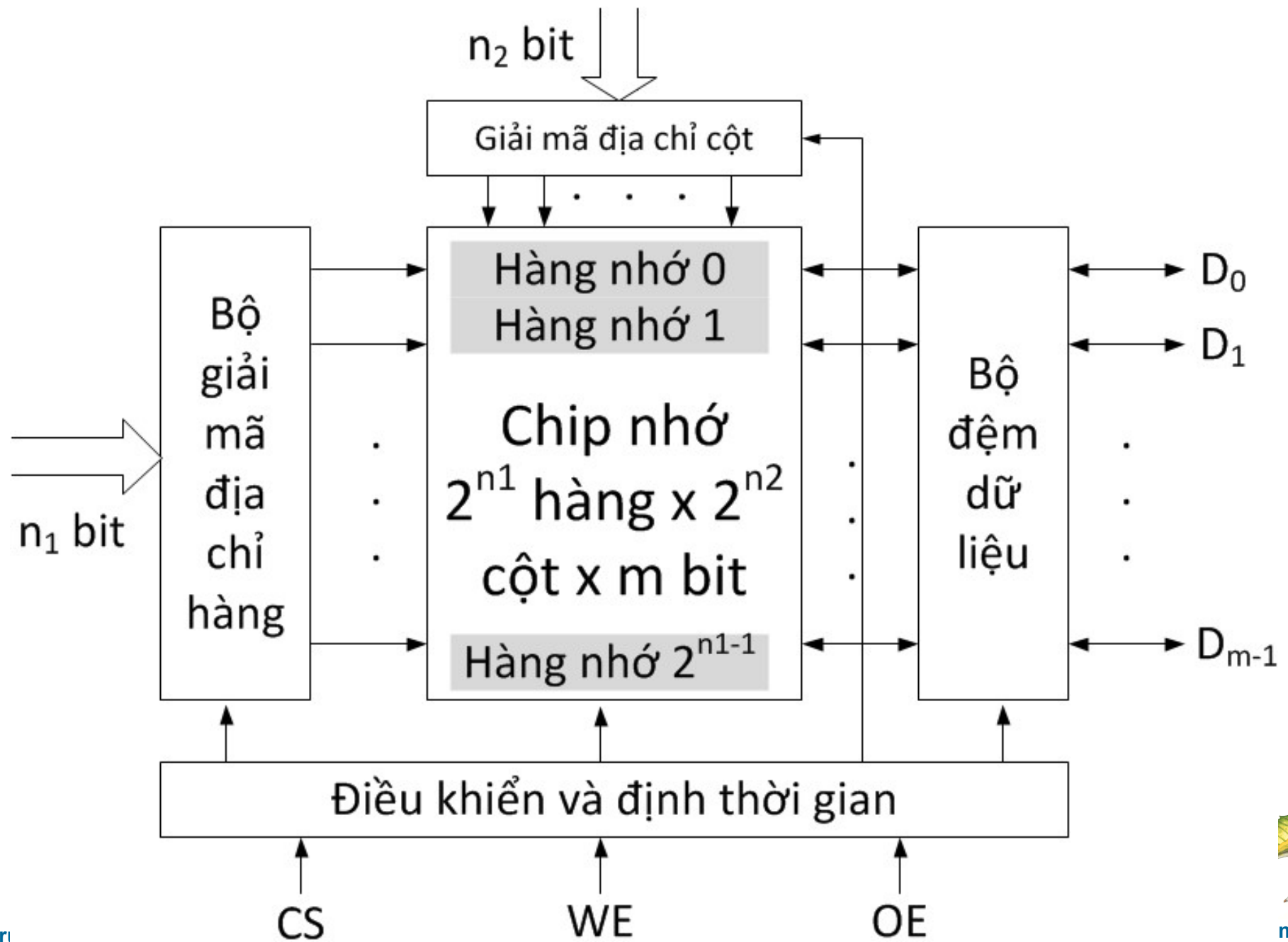
(Các tín hiệu điều khiển thường tích cực với mức 0)



# Tổ chức bộ nhớ một chiều



# Tổ chức bộ nhớ hai chiều

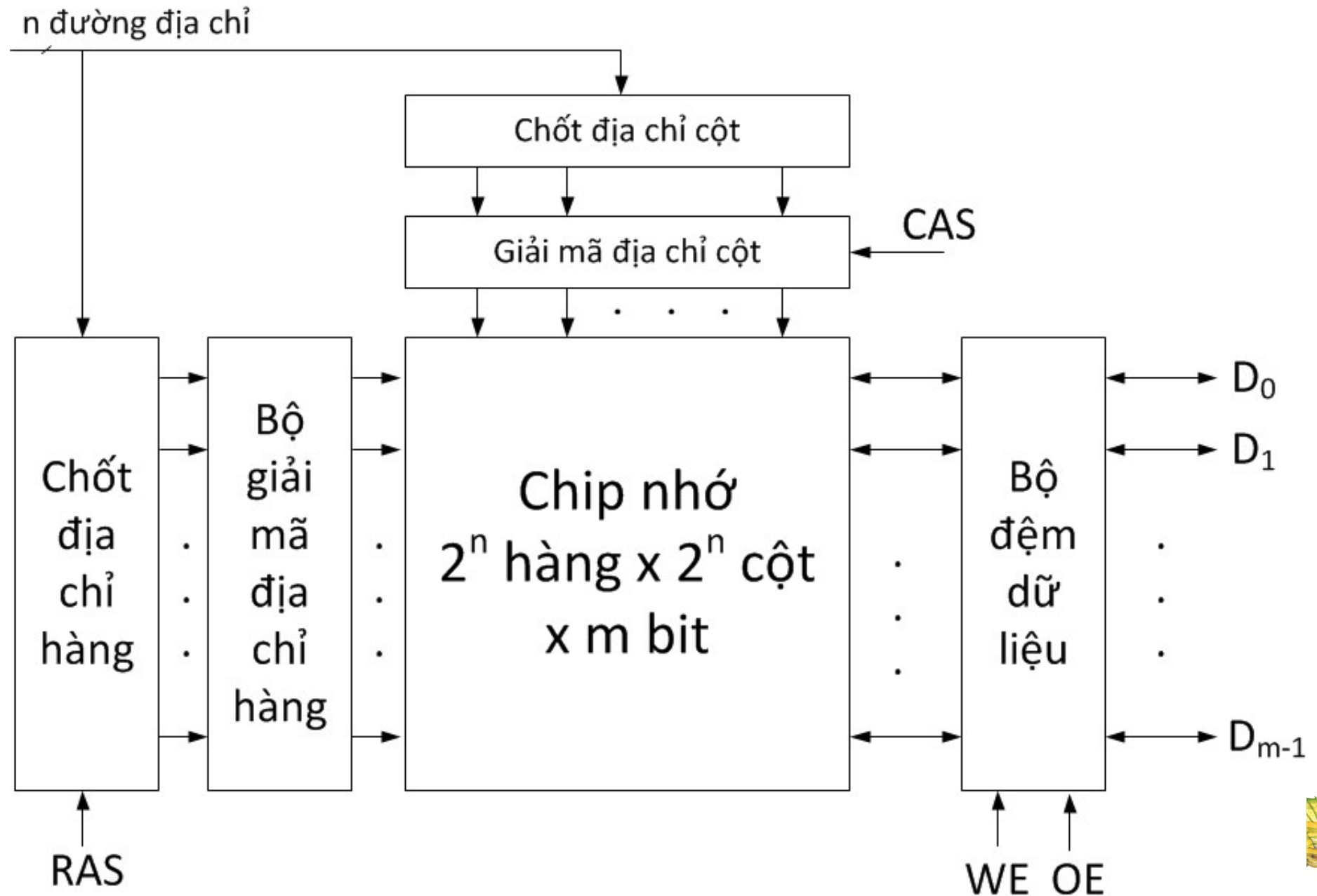


# Tổ chức bộ nhớ hai chiều

- Có  $n$  đường địa chỉ:  $n = n_1 + n_2$ 
  - $2^{n_1}$  hàng,
  - mỗi hàng có  $2^{n_2}$  từ nhớ,
- Có  $m$  đường dữ liệu:
  - mỗi từ nhớ có độ dài  $m$ -bit.
  - Dung lượng của chip nhớ:  
 $[2^{n_1} \times (2^{n_2} \times m)] \text{ bit} = (2^{n_1} \times 2^{n_2} \times m) \text{ bit} = (2^n \times m) \text{ bit}.$
- Hoạt động giải mã địa chỉ:  
Bước 1: bộ giải mã hàng chọn 1 trong  $2^{n_1}$  hàng.  
Bước 2: bộ giải mã cột chọn 1 trong  $2^{n_2}$  từ nhớ.



# Tổ chức của DRAM



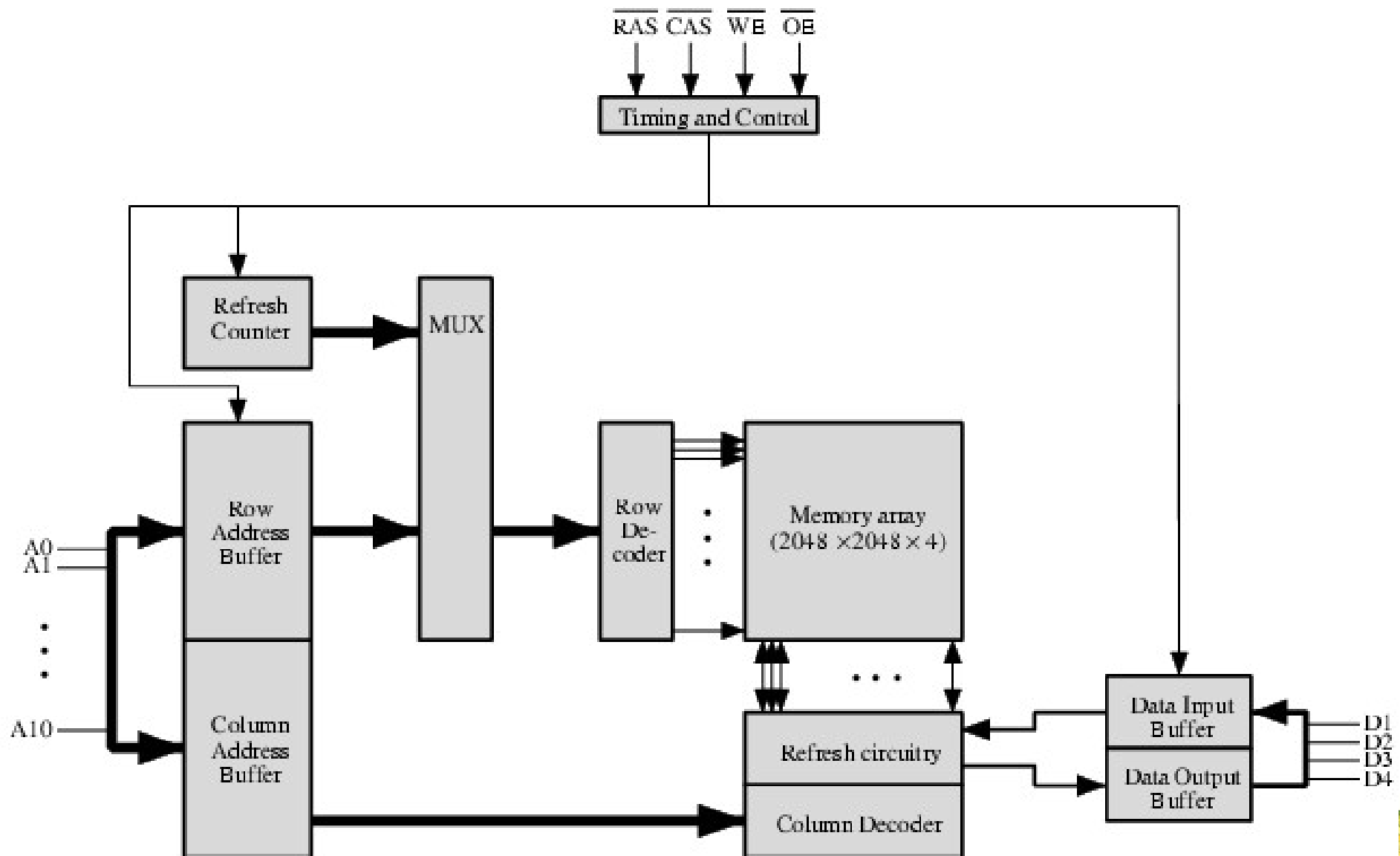
# Tổ chức bộ nhớ hai chiều

---

- Dùng n đường địa chỉ dồn kênh cho phép truyền  $2^n$  bit địa chỉ
- Tín hiệu chọn địa chỉ hàng RAS (Row Address Select)
- Tín hiệu chọn địa chỉ cột CAS (Column Address Select)
- Dung lượng của DRAM=  $2^{2n}$  x m bit

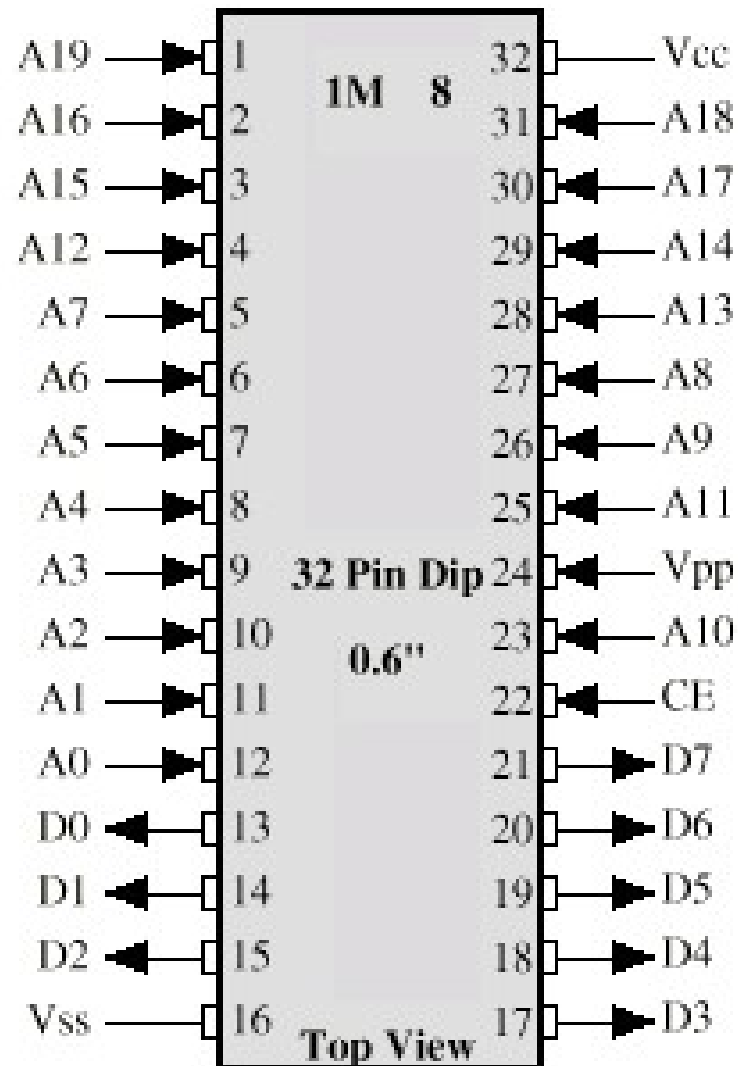


# Ví dụ DRAM 4Mbx4

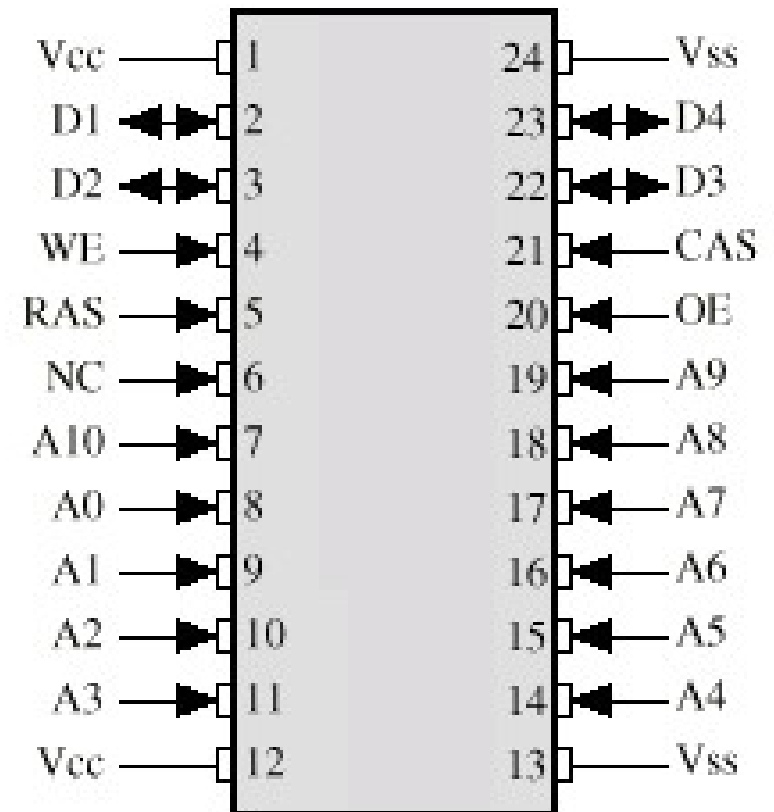




# Chip nhớ



(a) 8 Mbit EPROM



(b) 16 Mbit DRAM

# Thiết kế module nhớ bán dẫn

---

- Dung lượng chip nhớ  $2^n \times m$  bit
- Cần thiết kế để tăng dung lượng:
  - Thiết kế tăng độ dài từ nhớ
  - Thiết kế tăng số lượng từ nhớ
  - Thiết kế kết hợp



# Tăng độ dài từ nhớ

---

VD1:

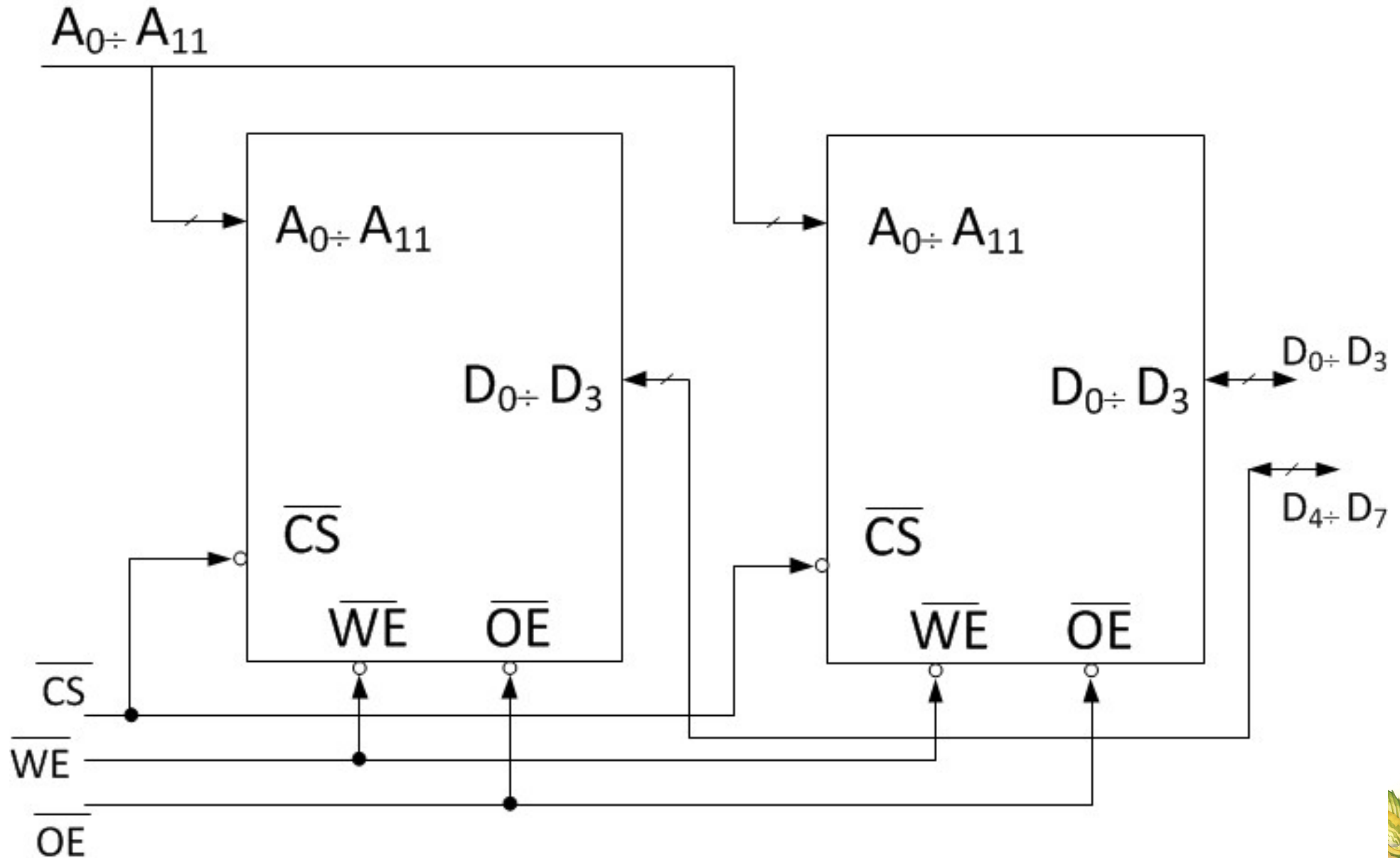
- Cho chip nhớ SRAM 4K x 4 bit
- Thiết kế mô-đun nhớ 4K x 8 bit

Giải:

- Dung lượng chip nhớ =  $2^{12} \times 4$  bit
- Chip nhớ có:
  - ▶ 12 chân địa chỉ
  - ▶ 4 chân dữ liệu
- mô-đun nhớ cần có:
  - ▶ 12 chân địa chỉ
  - ▶ 8 chân dữ liệu



# Tăng độ dài từ nhớ



# Bài toán tăng độ dài từ nhớ tổng quát

---

- Cho chip nhớ  $2^n \times m$  bit
- Thiết kế mô-đun nhớ  $2^n \times (k.m)$  bit
- Dùng  $k$  chip nhớ



# Tăng số lượng từ nhớ

## □ VD2:

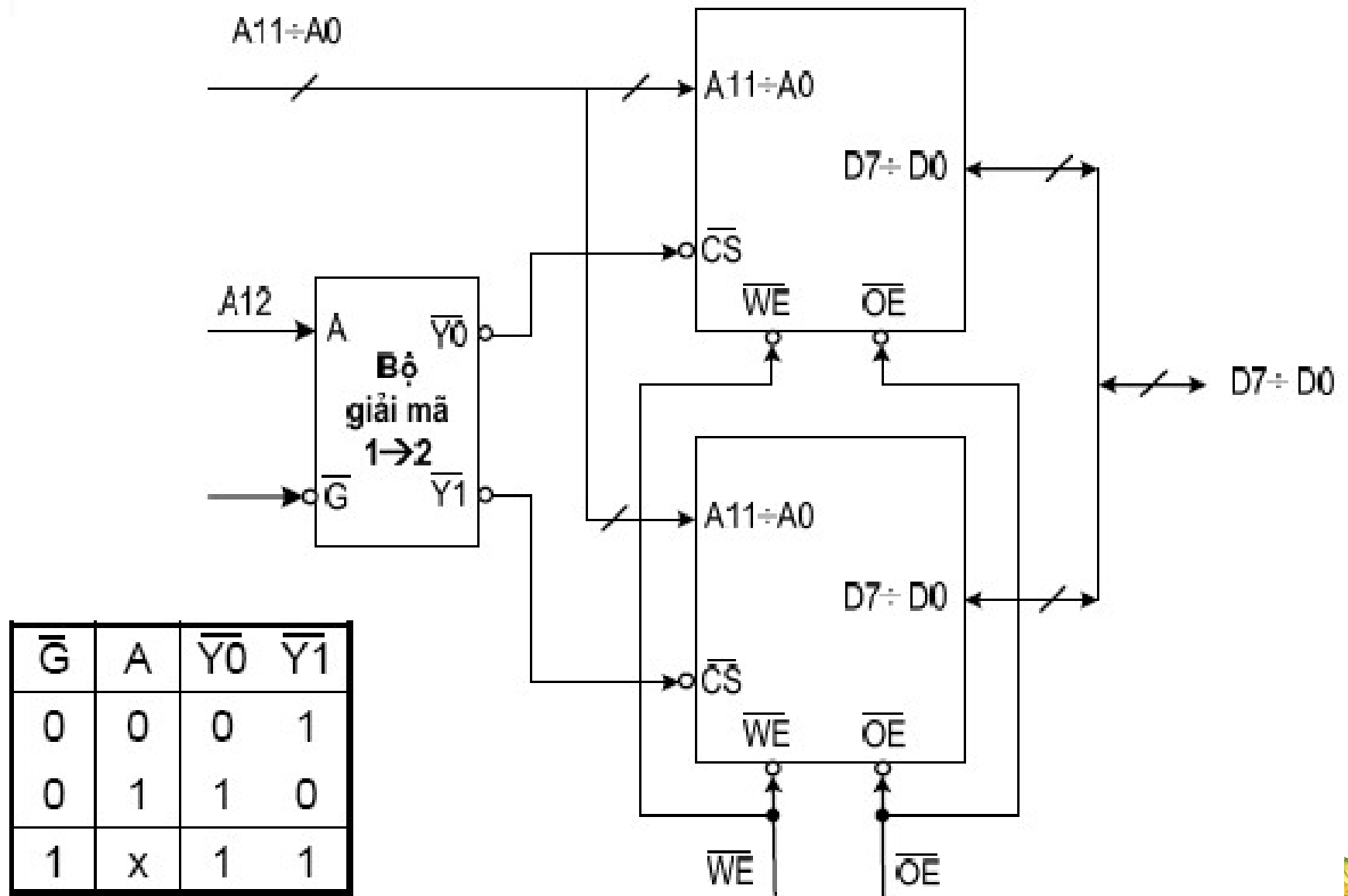
- Cho chip nhớ SRAM 4K x 8 bit
- Thiết kế mô-đun nhớ 8K x 8 bit

## □ Giải:

- Dung lượng chip nhớ =  $2^{12} \times 8$  bit
- chip nhớ có:
  - ▶ 12 chân địa chỉ
  - ▶ 8 chân dữ liệu
- Dung lượng mô-đun nhớ =  $2^{13} \times 8$  bit
  - ▶ 13 chân địa chỉ
  - ▶ 8 chân dữ liệu



# Tăng số lượng từ nhớ



# Bài tập

---

- Tăng số lượng từ gấp 4 lần:
  - Cho chip nhớ SRAM 4K x 8 bit
  - Thiết kế mô-đun nhớ 16K x 8 bit
- Tăng số lượng từ gấp 8 lần:
  - Cho chip nhớ SRAM 4K x 8 bit
  - Thiết kế mô-đun nhớ 32K x 8 bit
- Thiết kế kết hợp:
  - Cho chip nhớ SRAM 4K x 4 bit
  - Thiết kế mô-đun nhớ 8K x 8 bit





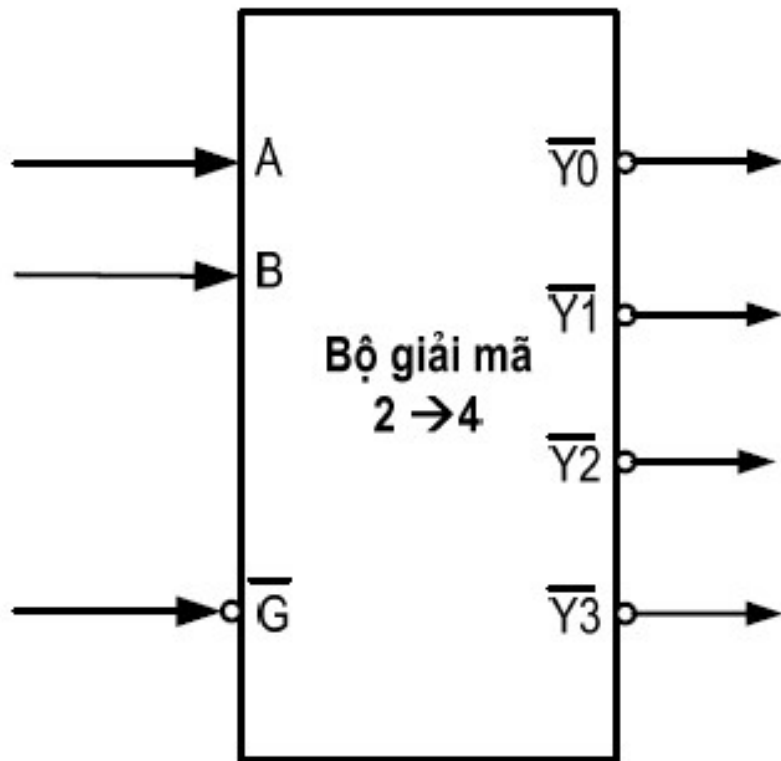
# Kiểm tra

---

- Cho chip nhớ SRAM 2K x 8 bit
- Thiết kế mô-đun nhớ 16K x 8 bit
- Xác định số tín hiệu địa chỉ cần sử dụng
- Vẽ mạch kết nối
- Vẽ mạch giải mã & bảng chân trị



# Giải mã 2 ra 4



$\overline{G}$	$B$	$A$	$\overline{Y0}$	$\overline{Y1}$	$\overline{Y2}$	$\overline{Y3}$
0	0	0	0	1	1	1
0	0	1	1	0	1	1
0	1	0	1	1	0	1
0	1	1	1	1	1	0
1	x	x	1	1	1	1



# Nội dung

---

- Tổng quan về hệ thống nhớ
- Bộ nhớ bán dẫn
- **Bộ nhớ chính**
- Bộ nhớ cache
- Bộ nhớ ngoài
- Bộ nhớ ảo
- Hệ thống nhớ trên máy tính cá nhân



# Bộ nhớ chính

---

## □ Các đặc trưng cơ bản

- Chứa các chương trình đang thực hiện và các dữ liệu đang được sử dụng.
- Tồn tại trên mọi hệ thống máy tính
- Bao gồm các ngăn nhớ được đánh địa chỉ trực tiếp bởi CPU
- Dung lượng của bộ nhớ chính nhỏ hơn không gian địa chỉ bộ nhớ mà CPU quản lý.
- Việc quản lý logic bộ nhớ chính tùy thuộc vào hệ điều hành.



# Bộ nhớ chính

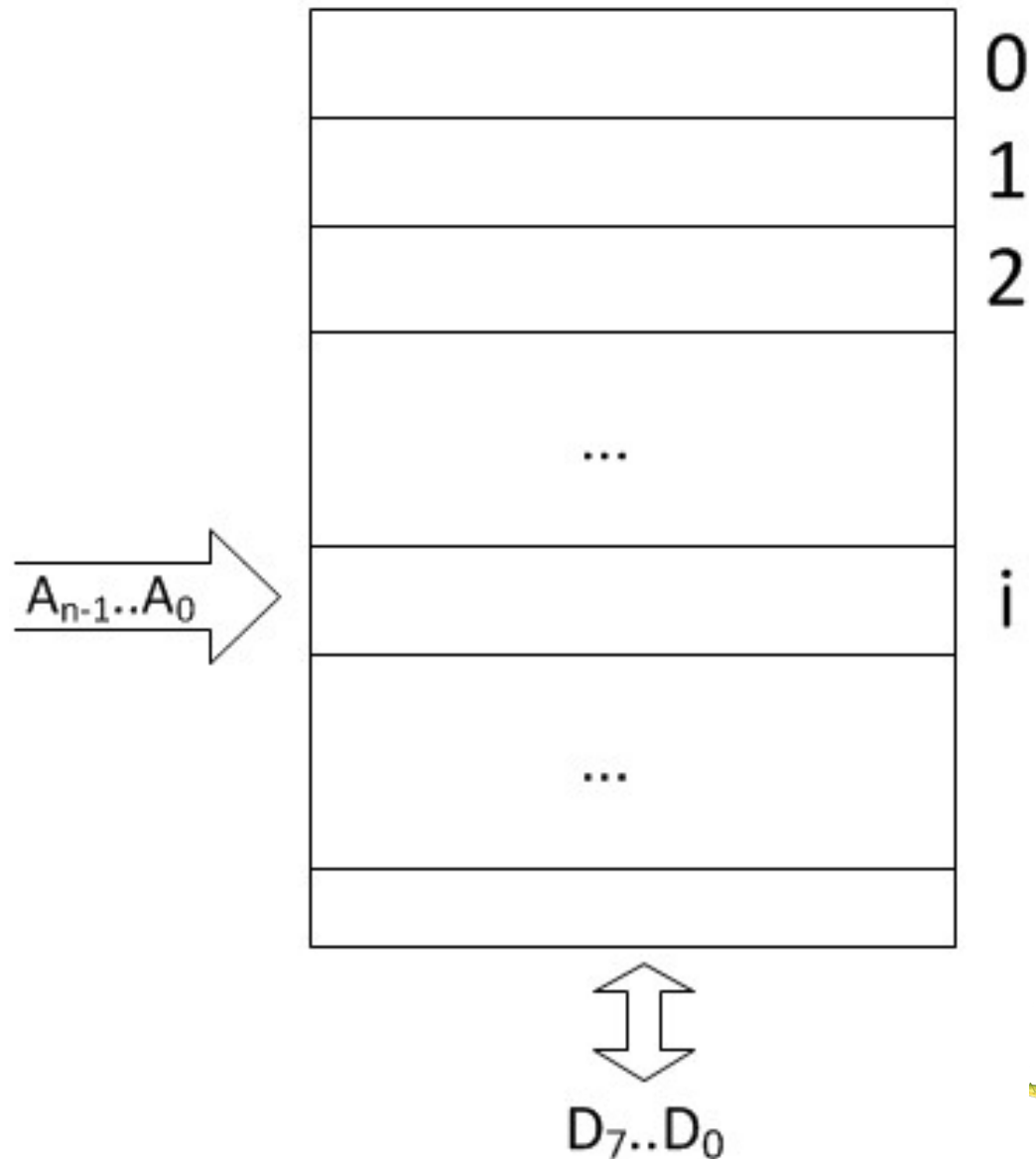
---

- Tổ chức bộ nhớ đan xen
  - Độ rộng của bus dữ liệu để trao đổi với bộ nhớ:  $m = 8, 16, 32, 64, 128 \dots$  bit
  - Các ngăn nhớ được tổ chức theo byte
  - Cần phải tổ chức các bộ nhớ đan xen lẫn nhau nhằm đảm bảo độ dài của từ nhớ tương thích với độ rộng của bus dữ liệu.



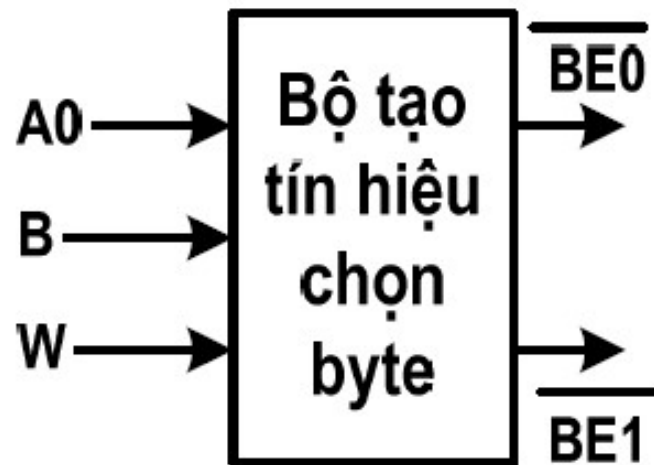
# Bộ nhớ chính

- Tổ chức bộ nhớ đan xen:  
Bảng nhớ tuyến tính 8 bit



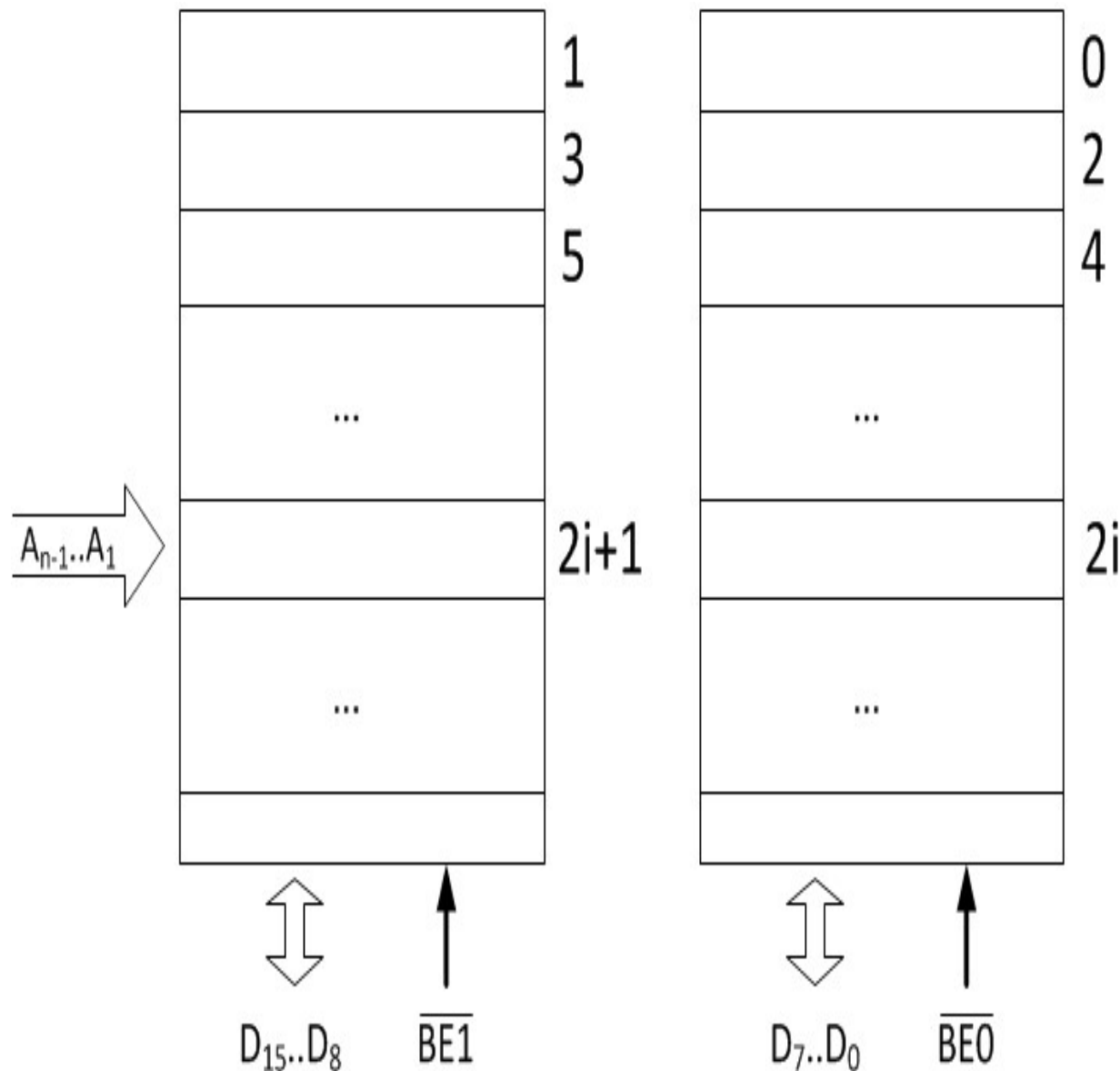
# Bộ nhớ chính

- Tổ chức bộ nhớ đan xen: 2 băng nhớ 1 byte



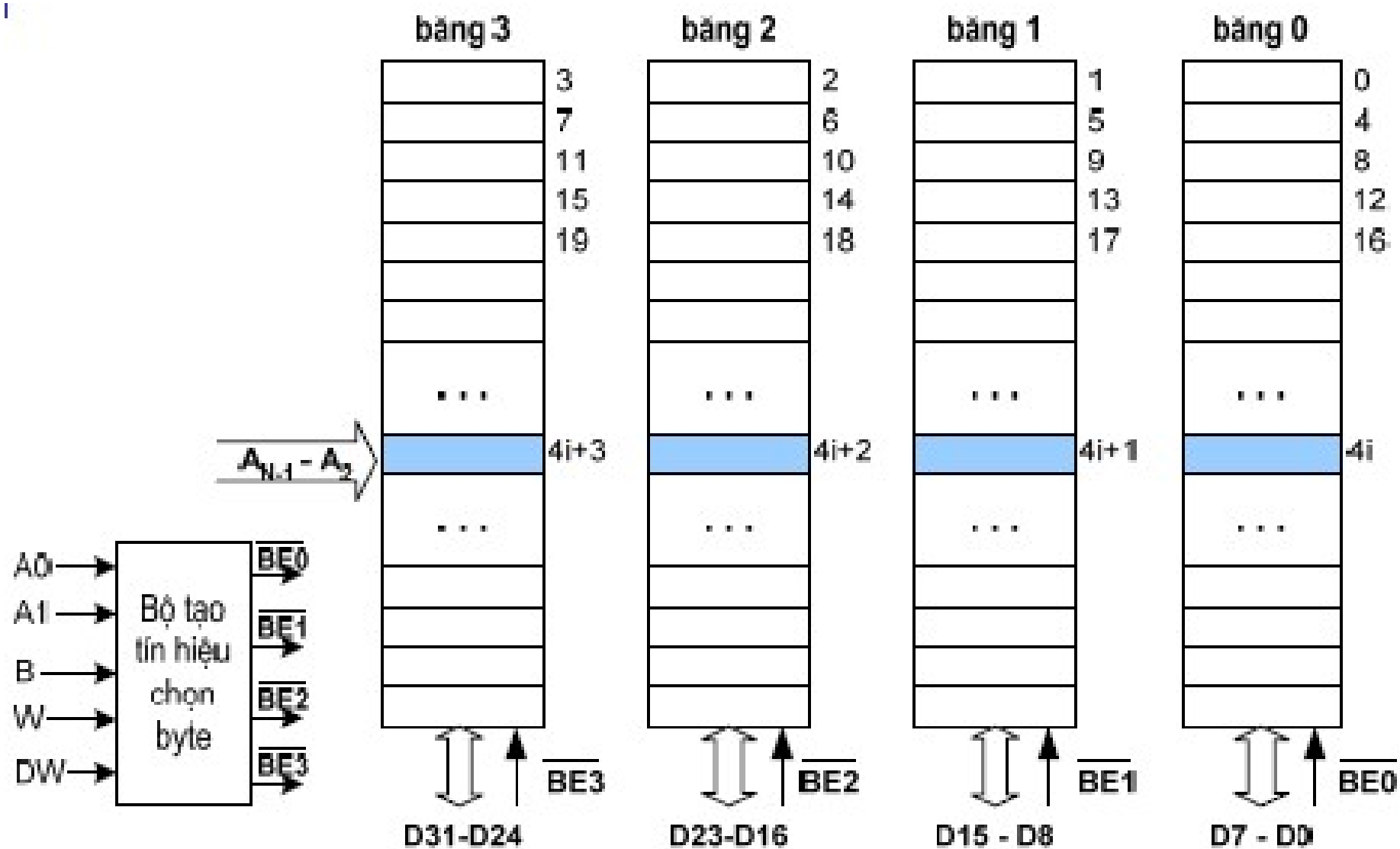
Các tín hiệu chọn byte

$\overline{BE1}$	$\overline{BE0}$	Chọn byte
0	0	Chọn cả hai byte
0	1	Chọn byte cao
1	0	Chọn byte thấp
1	1	không chọn



# Bộ nhớ chính

□ Tổ chức bộ nhớ đan xen: 4 băng nhớ 1 byte





# Nội dung

---

- Tổng quan về hệ thống nhớ
- Bộ nhớ bán dẫn
- Bộ nhớ chính
- Bộ nhớ cache
- Bộ nhớ ngoài
- Bộ nhớ ảo
- Hệ thống nhớ trên máy tính cá nhân



# Bộ nhớ ngoài

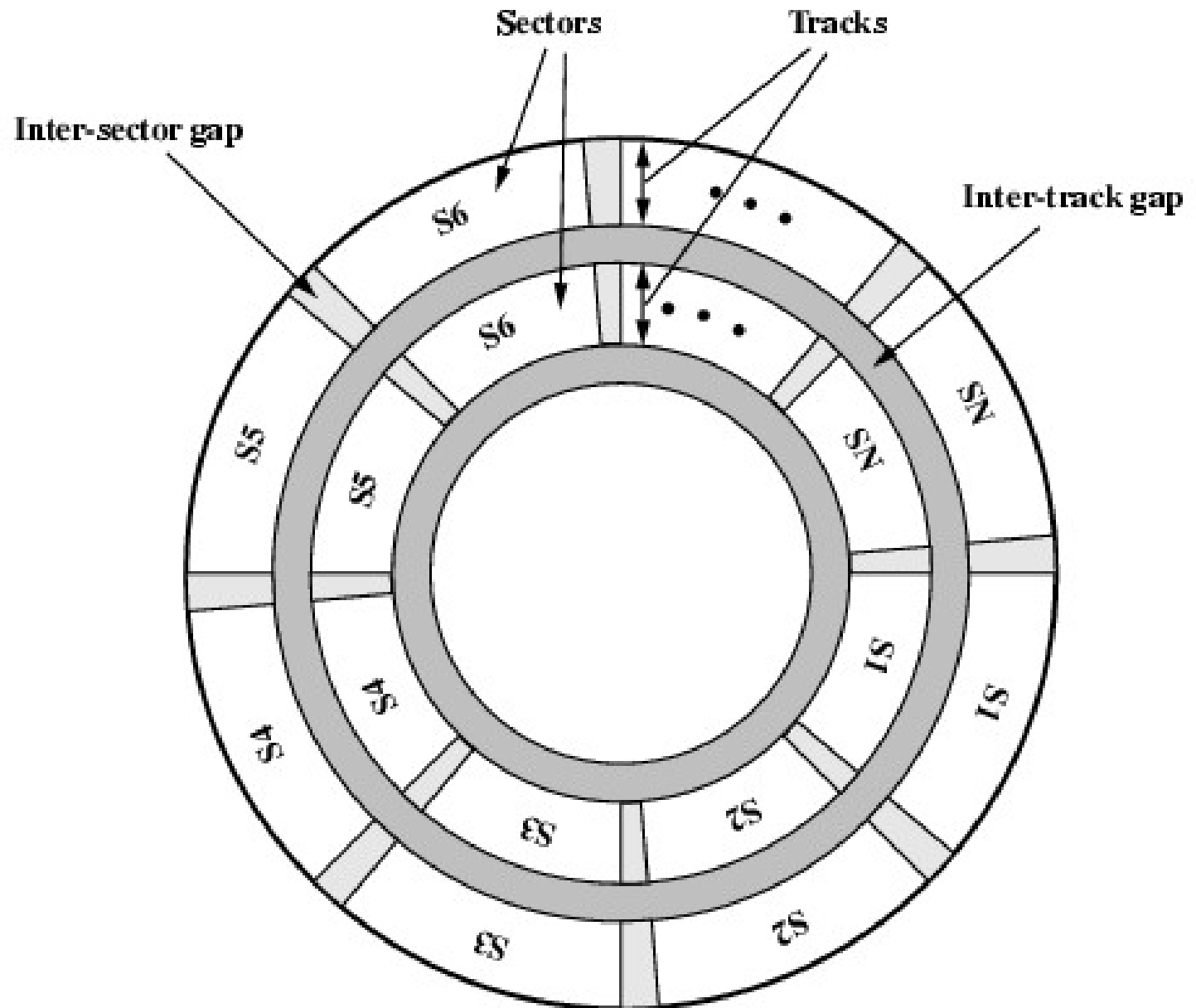
---

- Phân loại bộ nhớ ngoài
  - Băng từ
  - Đĩa từ
  - Đĩa quang
  - Bộ nhớ Flash



# Bộ nhớ ngoài

## □ Đĩa từ



# Bộ nhớ ngoài

---

## □ Đĩa từ

### □ Tracks:

- ▶ Đĩa gồm nhiều vòng tròn hay rãnh đồng tâm.
- ▶ Ở giữa các rãnh thông thường có các khe hở.
- ▶ Để gia tăng dung lượng ổ đĩa chúng ta phải giảm số lượng các khe hở
- ▶ Các rãnh thông thường sẽ có dung lượng như nhau.
- ▶ Các track được đánh số từ ngoài vào trong. Bắt đầu từ track 0 và sau đó tăng dần.



# Bộ nhớ ngoài

---

## □ Đĩa từ

### □ Sector:

- ▶ Mỗi một track được chia thành nhiều sector
- ▶ Mỗi một sector thông thường có kích thước 512 Byte
- ▶ Các sector được đánh số theo vòng tròn.

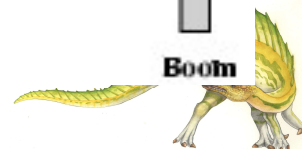
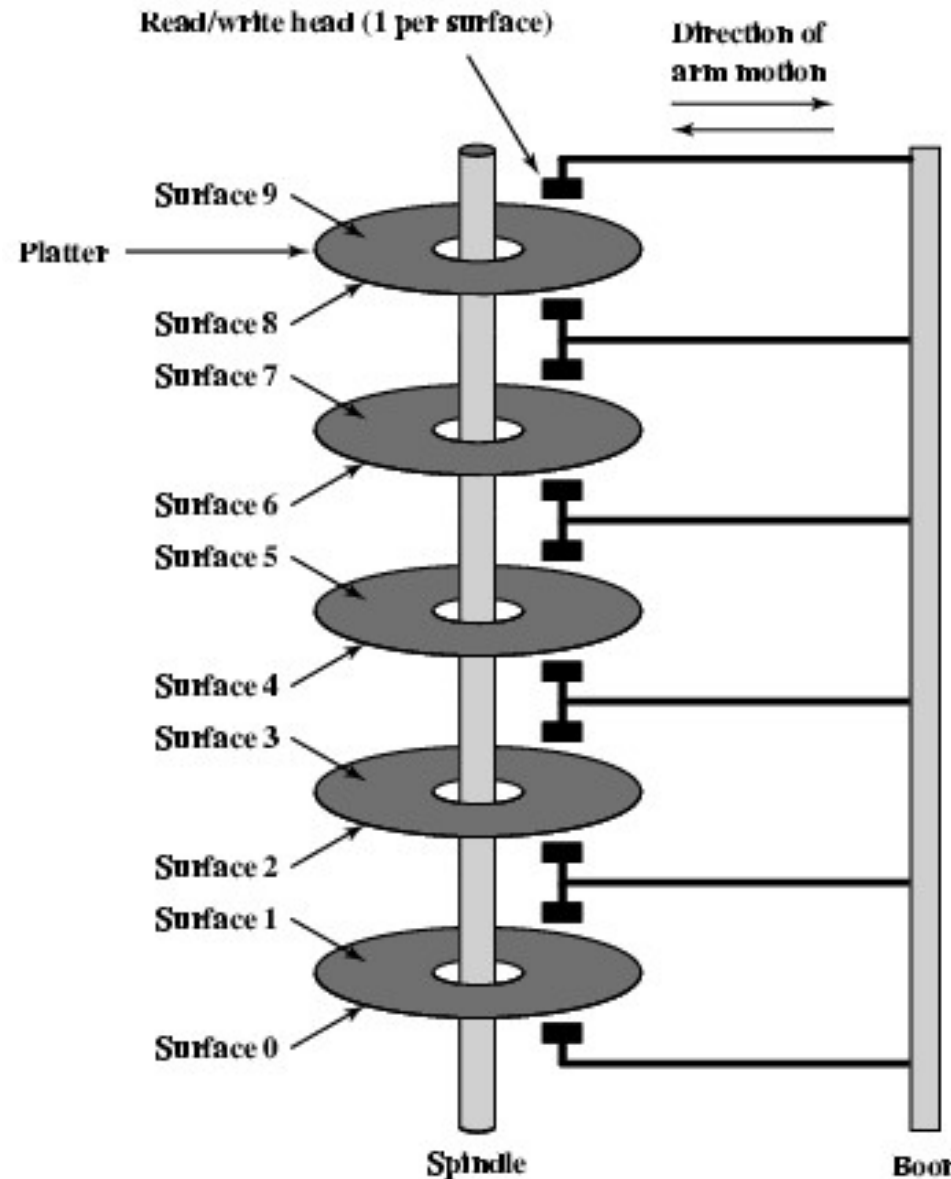
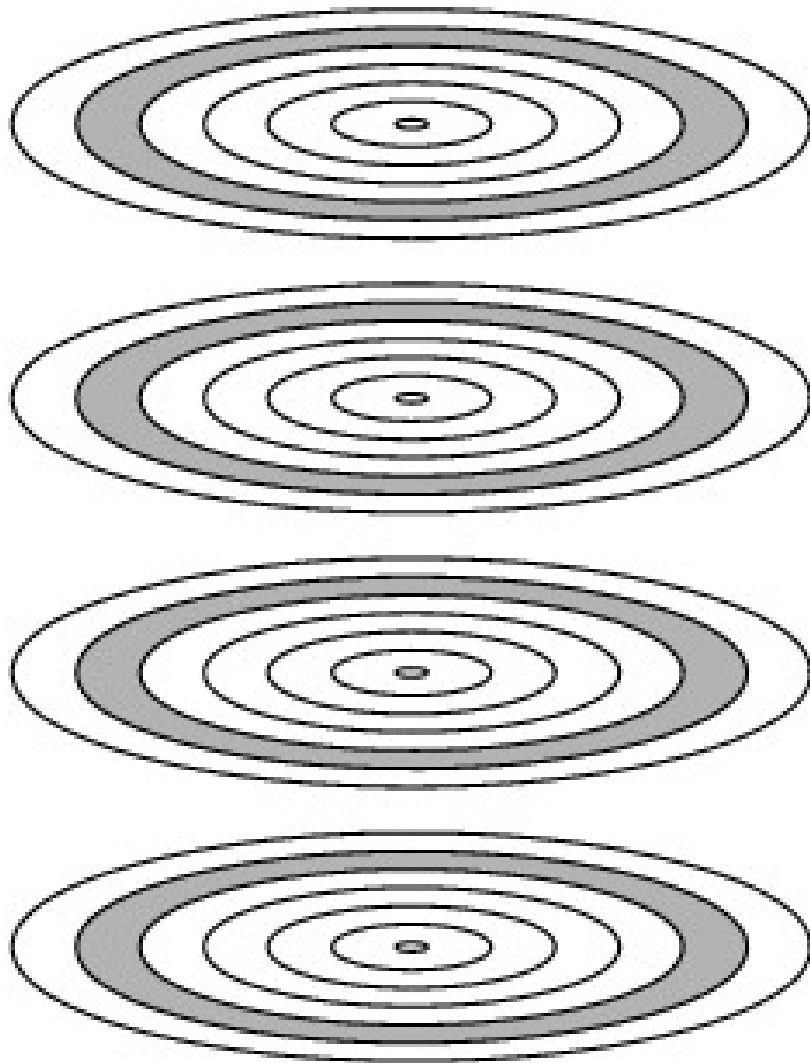
### □ Cylinder:

- ▶ Mỗi một lá đĩa có 2 mặt và các track được đánh số từ 0,1,..
- ▶ Cylinder là khái niệm để chỉ một cặp track ở hai mặt đĩa có cùng số thứ tự



# Bộ nhớ ngoài

## □ Track & cylinder



# Bộ nhớ ngoài

---

## □ Đĩa từ

- Để đọc dữ liệu cần phải xác định được track cần truy xuất và sau đó chờ đĩa quay đến sector cần đọc.
- Để định dạng đĩa, tùy vào chuẩn định dạng (FAT, NTFS,..) mà các thông tin thêm vào sẽ được ghi thêm vào đĩa để đánh dấu các rãnh và các sector



# Bộ nhớ ngoài

---

## □ Đĩa từ

### □ Tốc độ

- ▶ Do đầu từ di chuyển từ ngoài vào trong nên các bit càng gần trục quay sẽ có tốc độ truy cập chậm hơn các bit ở bên ngoài đĩa.
- ▶ Do các rãnh có cùng dung lượng nên mật độ tích hợp dữ liệu và tốc độ truy xuất của các rãnh bên trong nhiều hơn bên ngoài.
- ▶ Vận tốc quay của đĩa là một hằng số.





# Bộ nhớ ngoài

---

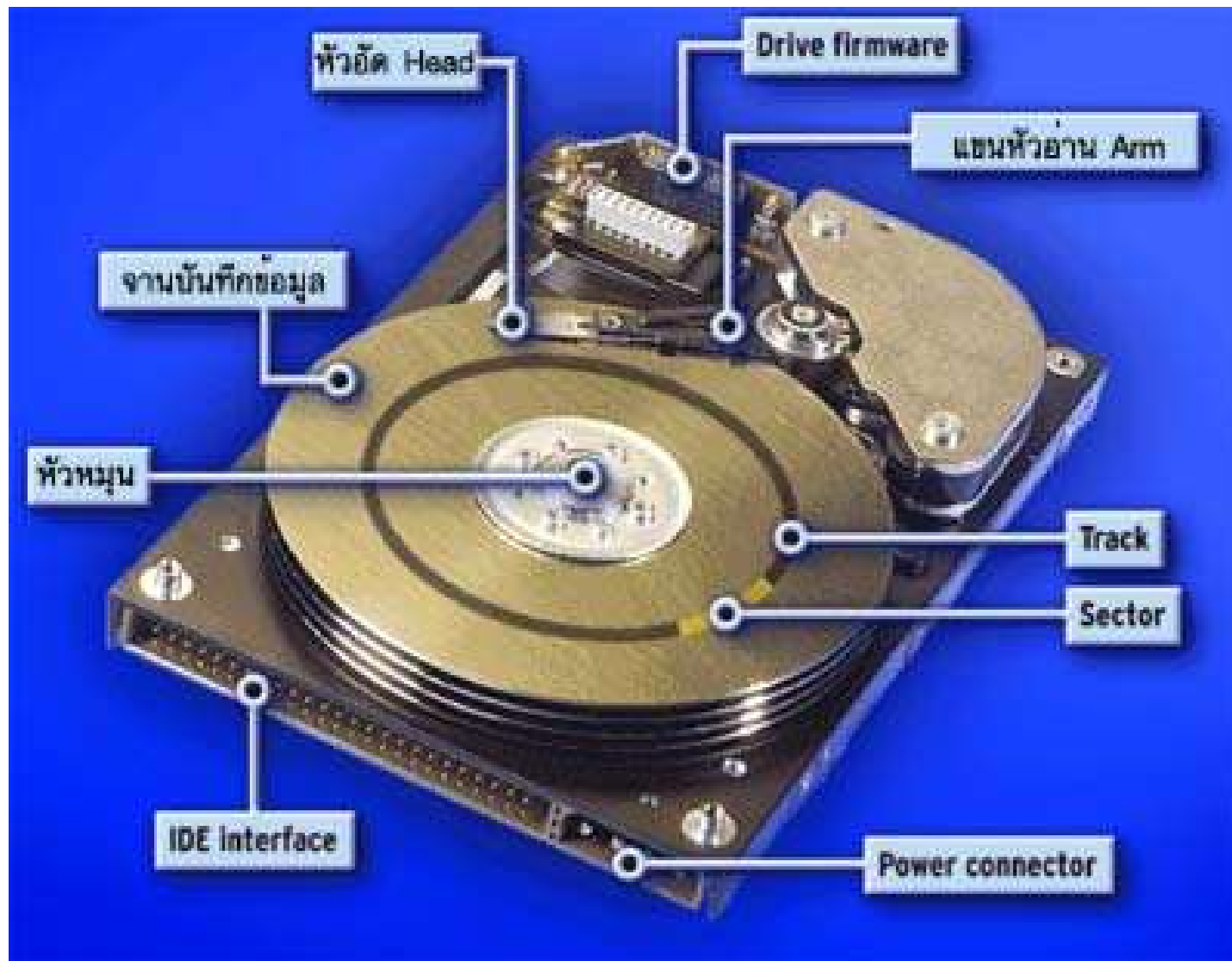
## □ Đĩa mềm

- 8", 5.25", 3.5"
- Dung lượng nhỏ: chỉ tới 1.44Mbyte
- Tốc độ chậm
- Hiện nay không sản xuất nữa



# Bộ nhớ ngoài

## □ Ổ đĩa cứng



# Bộ nhớ ngoài

## ▣ Ổ đĩa cứng



# Bộ nhớ ngoài

---

## □ Đĩa cứng

- Một đĩa cứng gồm nhiều lá đĩa nhỏ gọi là platter
- Mỗi lá đĩa có hai đầu đọc, một ở trên và một ở dưới. Được dịch chuyển cùng nhau.
- Tốc độ quay thông thường là: 5,400, 7,200, 10,000 và 15,000 vòng/ phút
- Các đầu đọc không chạm đĩa mà thường tiếp xúc thông qua một bộ đệm không khí ở giữa.
- Dung lượng lưu trữ lớn.
- Tốc độ đọc ghi nhanh
- Rẻ tiền



# Bộ nhớ ngoài

---

## □ Đĩa quang

- CD-ROM (Compact Disk ROM)
- CD-R (Recordable CD)
- CD-RW (Rewritable CD)
- Dung lượng thông dụng 650MB
- Ổ đĩa CD:
  - ▶ Ổ CD-ROM
  - ▶ Ổ CD-RW
- Tốc độ đọc cơ sở 150KByte/s.
- Tốc độ bội, ví dụ: 48x, 52x,...



# Bộ nhớ ngoài

---

## □ DVD:

- Digital Video Disk: chỉ dùng trên ổ đĩa xem video
- Digital Versatile Disk: ổ trên máy tính
- Ghi một hoặc hai mặt và một hoặc hai lớp trên một mặt
- Thông dụng: 4,7GB/lớp
- Double-sided, dual-layer—Capacity 17 GB



# Bộ nhớ ngoài

---

## □ Flash disk:

- Thường kết nối qua cổng USB
- Không phải dạng đĩa
- Bộ nhớ bán dẫn cực nhanh (flash memory)
- Dung lượng tăng nhanh
- Thuận tiện



# Nội dung

---

- Tổng quan về hệ thống nhớ
- Bộ nhớ bán dẫn
- Bộ nhớ chính
- Bộ nhớ cache
- Bộ nhớ ngoài
- Bộ nhớ ảo
- Hệ thống nhớ trên máy tính cá nhân





# Hệ thống nhớ trên máy tính cá nhân

---

- Bộ nhớ cache: tích hợp trên chip vi xử lý
- Bộ nhớ chính: Tồn tại dưới dạng các mô-đun nhớ RAM
  - SIMM – Single Inline Memory Module
    - ▶ 30 chân: 8 đường dữ liệu
    - ▶ 72 chân: 32 đường dữ liệu
  - DIMM – Dual Inline Memory Module
    - ▶ 64 đường dữ liệu



# Hệ thống nhớ trên máy tính cá nhân

---

- ROM BIOS chứa các chương trình sau:
  - Chương trình POST (Power On Self Test)
  - Chương trình CMOS Setup
  - Chương trình Bootstrap loader
  - Các trình điều khiển vào-ra cơ bản (BIOS)
- CMOS RAM:
  - Chứa thông tin cấu hình hệ thống
  - Đồng hồ hệ thống
  - Có pin nuôi riêng
- Video RAM: quản lý thông tin của màn hình
- Các loại bộ nhớ ngoài

