

# Chương 4

## Hệ thống I/O

### (Input Output System)

# Nội dung

1. Tổng quan về hệ thống I/O
2. Điều khiển I/O
3. Nối ghép thiết bị ngoại vi

# 1. Tổng quan về hệ thống I/O

- Giới thiệu chung
  - Chức năng của hệ thống I/O: Trao đổi thông tin giữa máy tính với thế giới bên ngoài
  - Các thao tác cơ bản:
    - Vào dữ liệu (Input)
    - Ra dữ liệu (Output)
  - Các thành phần chính:
    - Các thiết bị ngoại vi
    - Các mô-đun I/O (I/O module)
  - Tất cả các thiết bị ngoại vi đều chậm hơn CPU và RAM → Cần có các mô-đun I/O để nối ghép các thiết bị ngoại vi với CPU và bộ nhớ chính

# 1. Tổng quan về hệ thống I/O

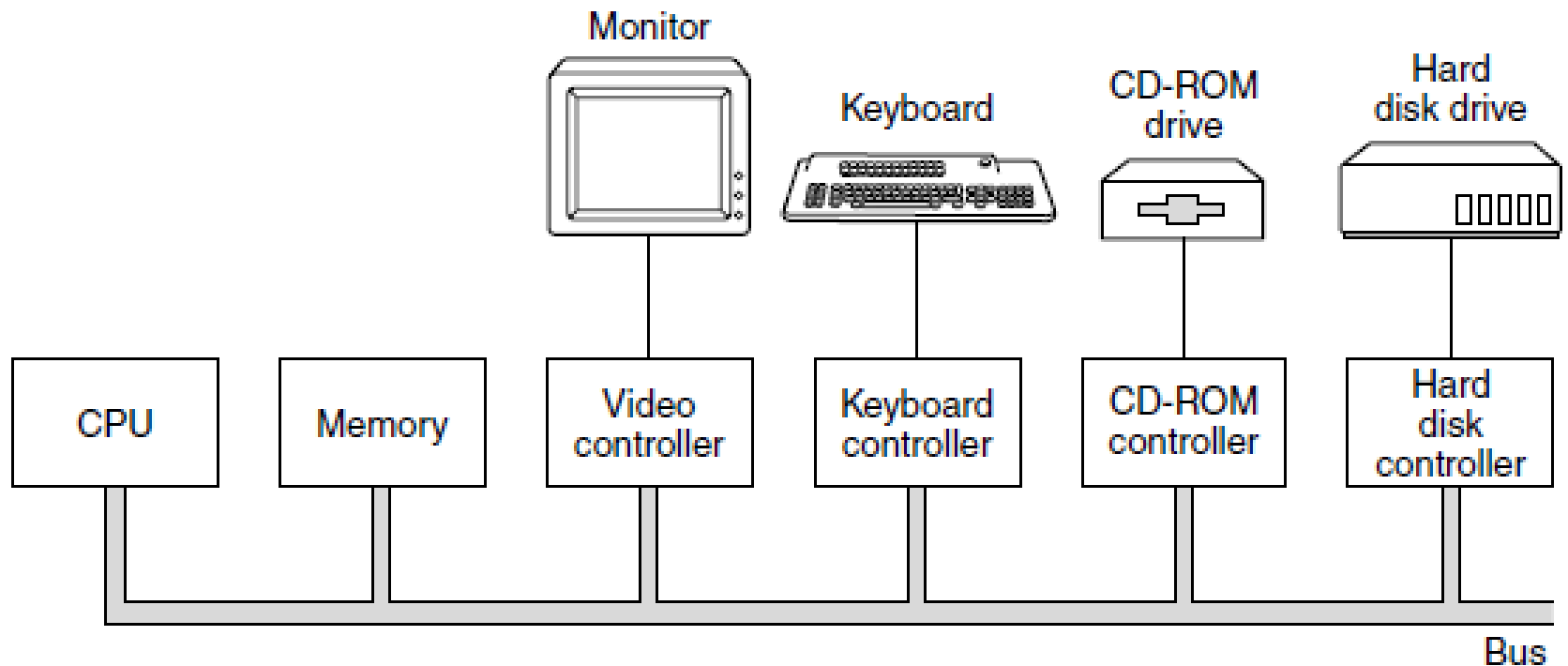
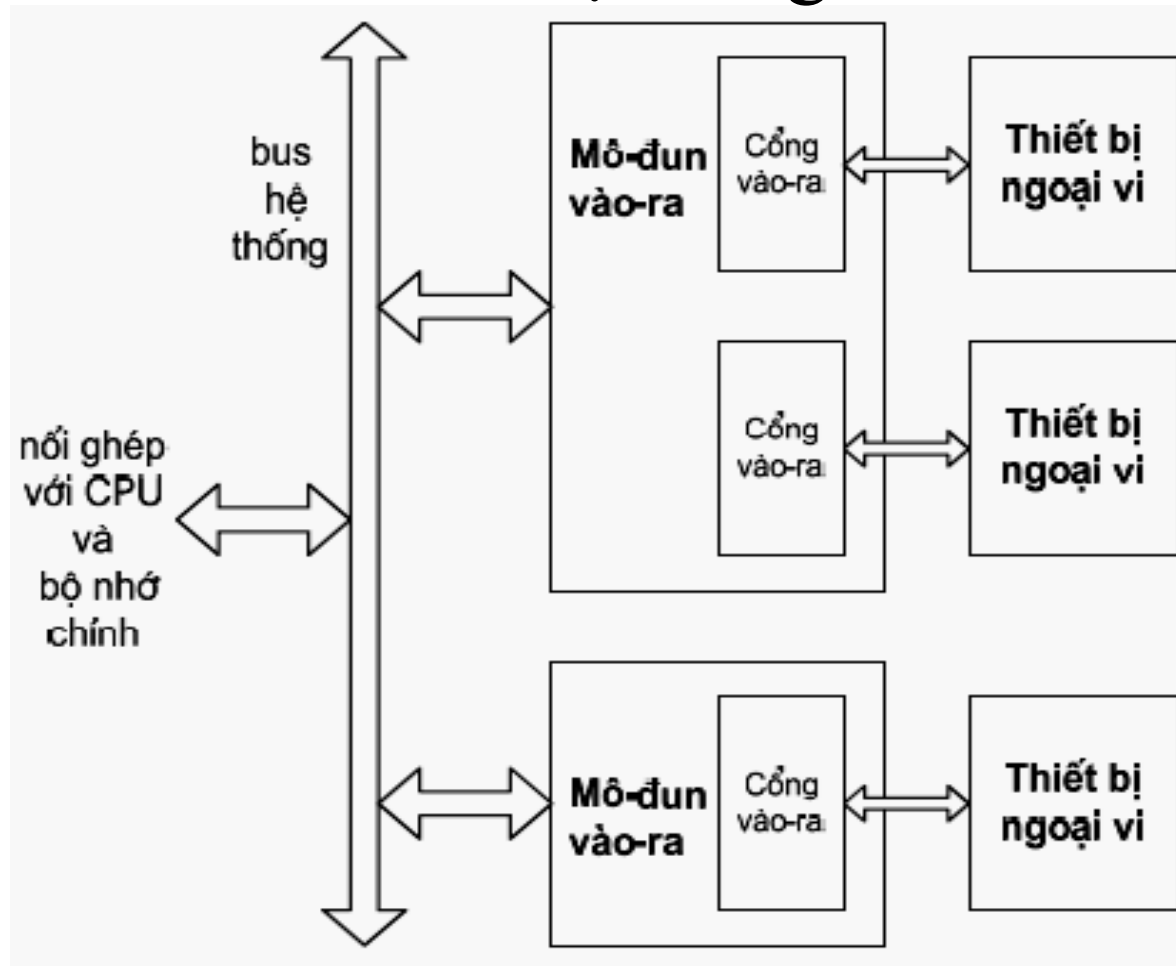


Figure 2-30. Logical structure of a simple personal computer.

# 1. Tổng quan về hệ thống I/O

- Cấu trúc cơ bản của hệ thống I/O

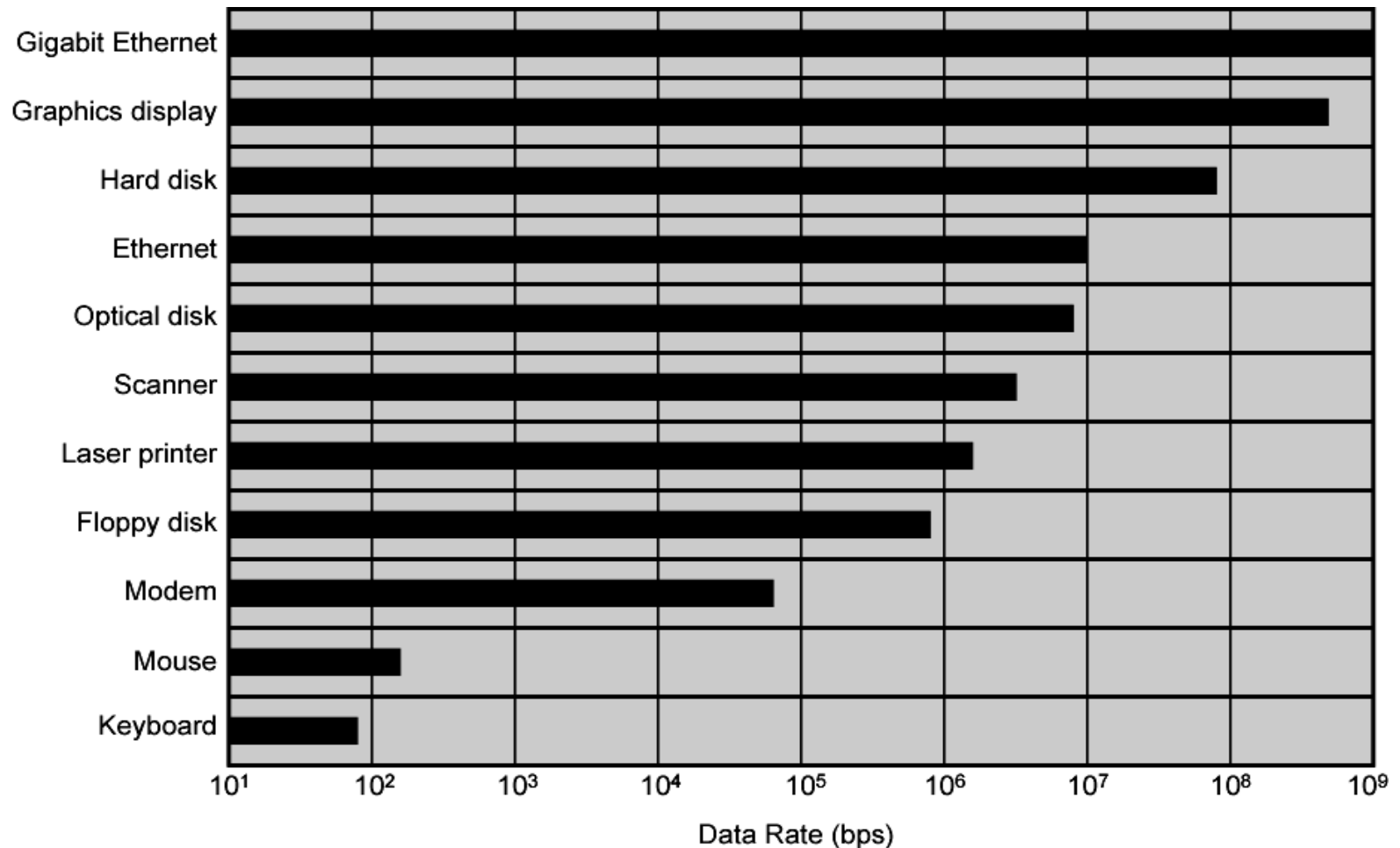


# 1. Tổng quan về hệ thống I/O

- Các thiết bị ngoại vi
  - Chức năng: chuyển đổi dữ liệu giữa bên trong và bên ngoài máy tính
  - Phân loại:
    - Thiết bị ngoại vi giao tiếp người-máy (người đọc): Bàn phím, Màn hình, Máy in,...
    - Thiết bị ngoại vi giao tiếp máy-máy (máy đọc): Đĩa cứng, CDROM, USB,...
    - Thiết bị ngoại vi truyền thông: Modem, Network Interface Card (NIC)

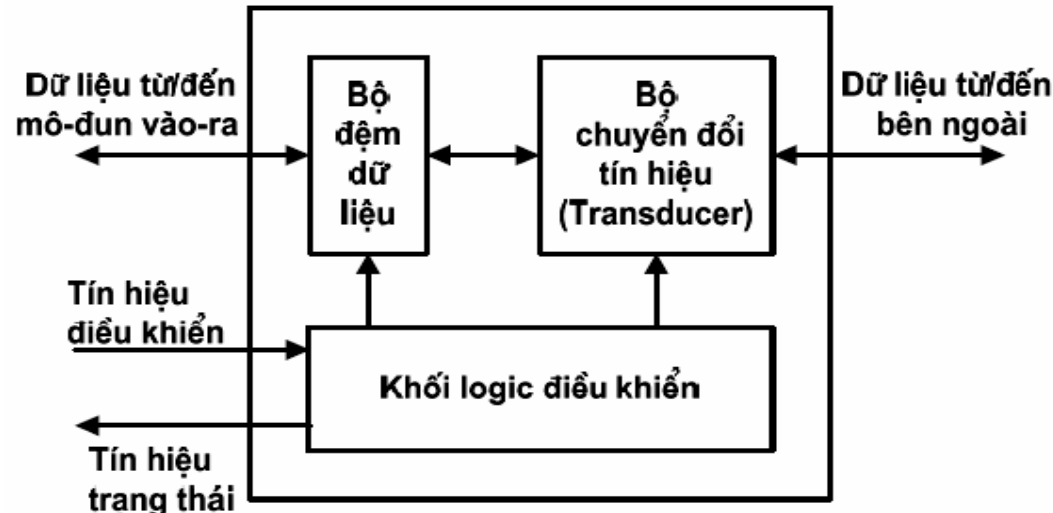
# 1. Tổng quan về hệ thống I/O

- Tốc độ 1 số TBNV



# 1. Tổng quan về hệ thống I/O

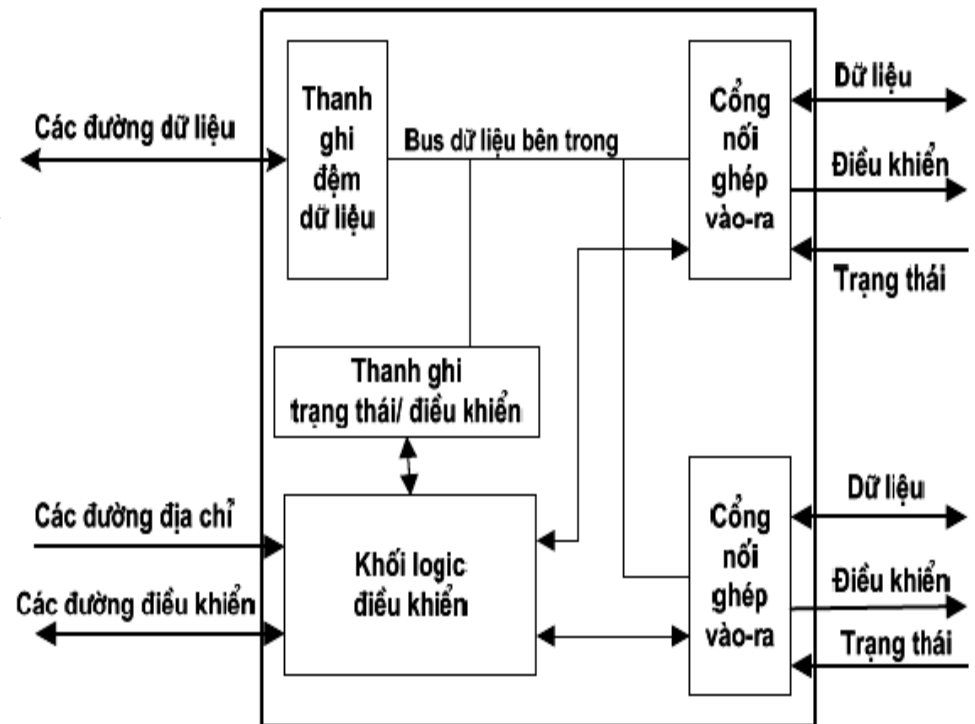
- Các thành phần của thiết bị ngoại vi
  - Bộ chuyển đổi tín hiệu: chuyển đổi dữ liệu giữa bên ngoài và bên trong máy tính
  - Bộ đệm dữ liệu: đệm dữ liệu khi truyền giữa mô-đun I/O và thiết bị ngoại vi
  - Khối logic điều khiển: điều khiển hoạt động của thiết bị ngoại vi đáp ứng theo yêu cầu từ mô-đun I/O





# 1. Tổng quan về hệ thống I/O

- Chức năng của mô-đun I/O:
  - Điều khiển và định thời
  - Trao đổi thông tin với CPU hoặc bộ nhớ chính
  - Trao đổi thông tin với thiết bị ngoại vi
  - Đệm giữa bên trong máy tính với thiết bị ngoại vi
  - Phát hiện lỗi của thiết bị ngoại vi



# 1. Tổng quan về hệ thống I/O

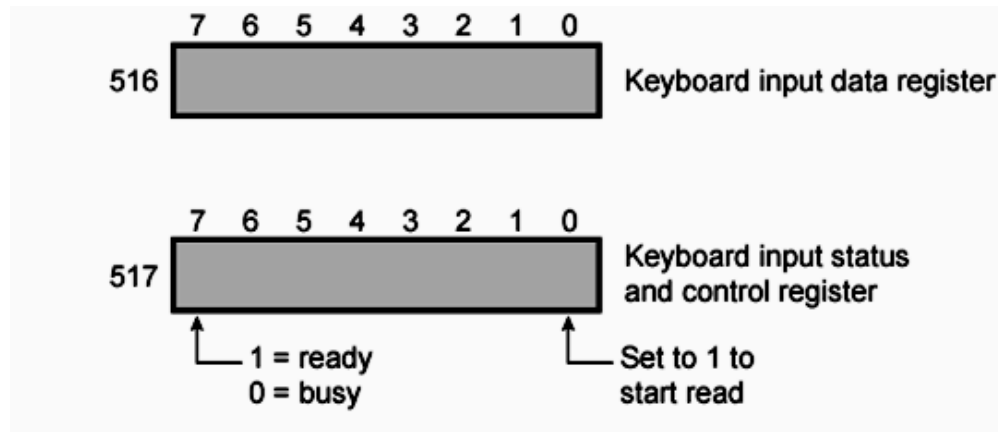
- Không gian địa chỉ của CPU
  - Một số CPU quản lý duy nhất một không gian địa chỉ:
    - Không gian địa chỉ bộ nhớ:  $2^M$  địa chỉ
  - Một số CPU quản lý hai không gian địa chỉ tách biệt:
    - Không gian địa chỉ bộ nhớ:  $2^M$  địa chỉ
    - Không gian địa chỉ I/O:  $2^I$  địa chỉ
    - Có tín hiệu điều khiển phân biệt truy nhập không gian địa chỉ
    - Tập lệnh có các lệnh I/O chuyên dụng
  - Ví dụ: Pentium 4 (Intel)
    - Không gian địa chỉ bộ nhớ =  $2^{36}$  byte = 64GB
    - Không gian địa chỉ I/O =  $2^{16}$  byte = 64KB
    - Lệnh I/O chuyên dụng: IN, OUT

# 1. Tổng quan về hệ thống I/O

- Các phương pháp địa chỉ hoá cổng I/O
  - I/O riêng biệt (Isolated I/O)
    - Cổng I/O được đánh địa chỉ theo không gian địa chỉ I/O
    - CPU trao đổi dữ liệu với cổng I/O thông qua các lệnh I/O chuyên dụng (IN, OUT)
    - Chỉ có thể thực hiện trên các hệ thống có quản lý không gian địa chỉ I/O riêng biệt
  - I/O theo bộ nhớ (Memory mapped I/O)
    - Cổng I/O được đánh địa chỉ theo không gian địa chỉ bộ nhớ
    - I/O giống như đọc/ghi bộ nhớ
    - CPU trao đổi dữ liệu với cổng I/O thông qua các lệnh truy nhập dữ liệu bộ nhớ
    - Có thể thực hiện trên mọi hệ thống

# 1. Tổng quan về hệ thống I/O

- Ví dụ: So sánh 2 phương pháp I/O



ADDRESS	INSTRUCTION	OPERAND	COMMENT
200	Load AC	"1"	Load accumulator
	Store AC	517	Initiate keyboard read
202	Load AC	517	Get status byte
	Branch if Sign = 0	202	Loop until ready
	Load AC	516	Load data byte

(a) Memory-mapped I/O

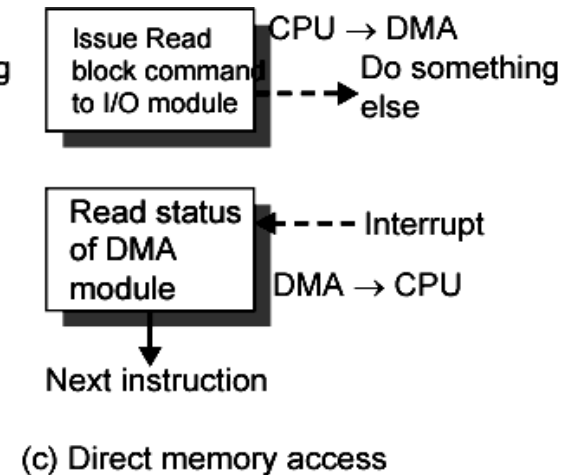
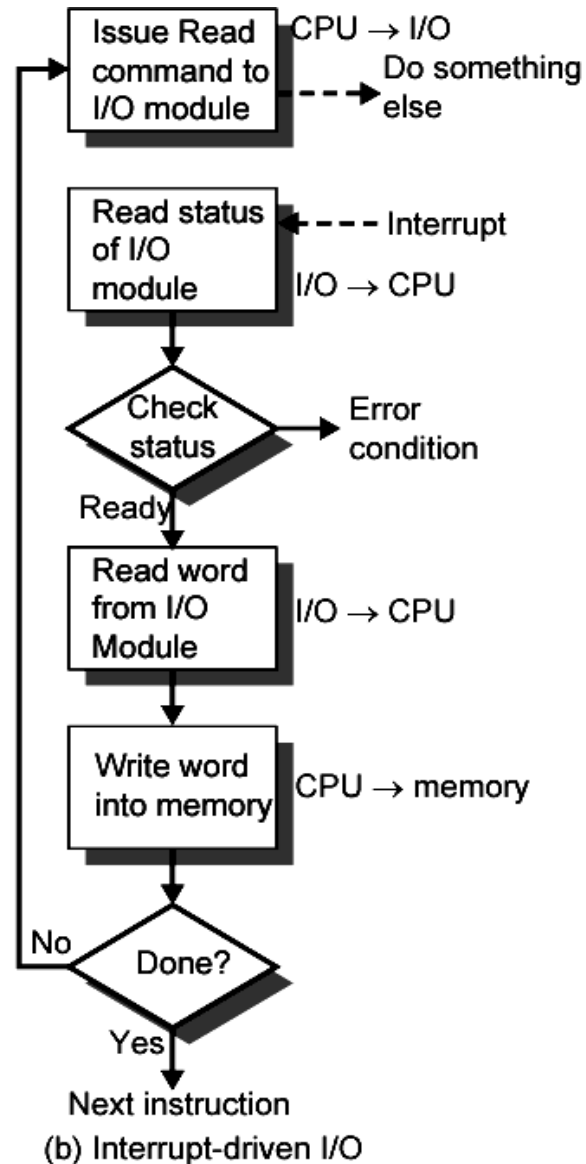
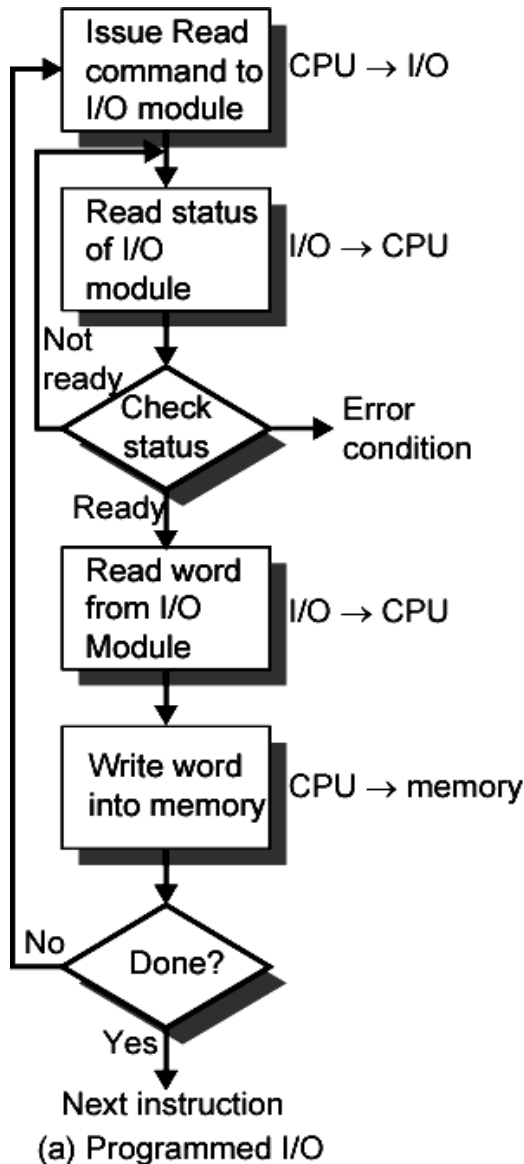
ADDRESS	INSTRUCTION	OPERAND	COMMENT
200	Load I/O	5	Initiate keyboard read
201	Test I/O	5	Check for completion
	Branch Not Ready	201	Loop until complete
	In	5	Load data byte

(b) Isolated I/O

## 2. Điều khiển I/O

- Các phương pháp điều khiển I/O
  - I/O bằng chương trình (Programmed I/O)
  - I/O điều khiển bằng ngắt (Interrupt Driven I/O)
  - Truy nhập bộ nhớ trực tiếp DMA (Direct Memory Access)

## 2. Điều khiển I/O



## 2. Điều khiển I/O

- I/O bằng chương trình
  - Nguyên tắc chung: CPU điều khiển trực tiếp I/O bằng chương trình → cần phải lập trình I/O.
  - Với I/O riêng biệt: sử dụng các lệnh I/O chuyên dụng (IN, OUT).
  - Với I/O theo ánh xạ bộ nhớ: sử dụng các lệnh trao đổi dữ liệu với bộ nhớ để trao đổi dữ liệu với cổng I/O.

## 2. Điều khiển I/O

- Các tín hiệu điều khiển I/O
  - Tín hiệu điều khiển (Control): kích hoạt & khởi động thiết bị ngoại vi
  - Tín hiệu kiểm tra (Test): kiểm tra trạng thái của mô-đun I/O và thiết bị ngoại vi
  - Tín hiệu điều khiển đọc (Read): yêu cầu mô-đun I/O nhận dữ liệu từ thiết bị ngoại vi và đưa vào thanh ghi đệm dữ liệu, rồi CPU nhận dữ liệu đó
  - Tín hiệu điều khiển ghi (Write): yêu cầu mô-đun I/O lấy dữ liệu trên bus dữ liệu đưa đến thanh ghi đệm dữ liệu rồi chuyển ra thiết bị ngoại vi

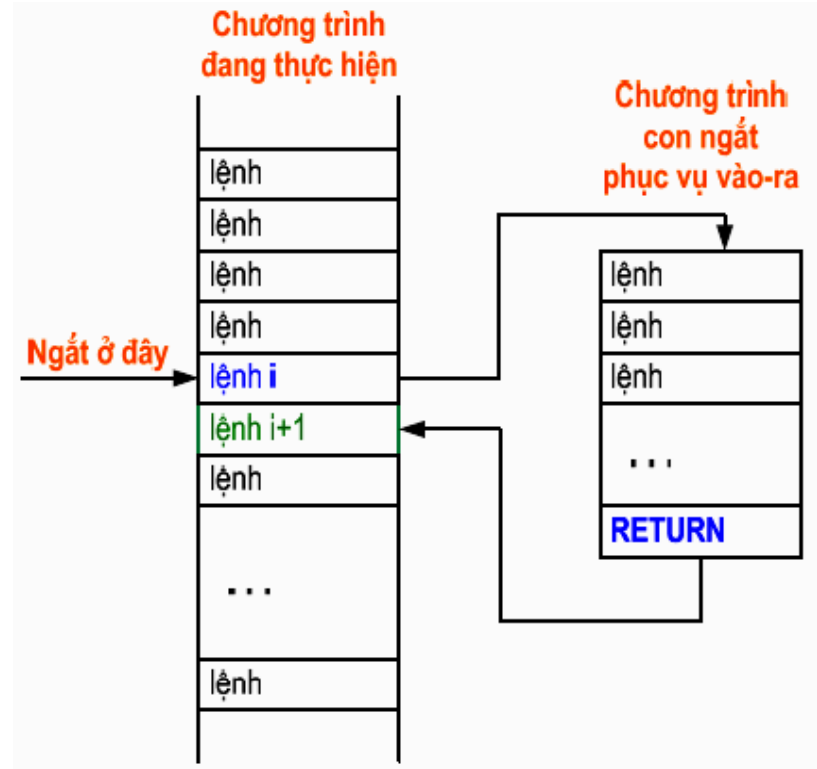


## 2. Điều khiển I/O

- Hoạt động của I/O bằng chương trình
  - CPU yêu cầu thao tác I/O
  - Mô-đun I/O thực hiện thao tác
  - Mô-đun I/O thiết lập các bit trạng thái
  - CPU kiểm tra các bit trạng thái:
    - Nếu chưa sẵn sàng thì quay lại kiểm tra
    - Nếu sẵn sàng thì chuyển sang trao đổi dữ liệu với mô-đun I/O
- Đặc điểm
  - I/O do ý muốn của người lập trình
  - CPU trực tiếp điều khiển I/O
  - CPU đợi mô-đun I/O → tiêu tốn thời gian của CPU

## 2. Điều khiển I/O

- I/O điều khiển bằng ngắt
  - CPU không phải đợi trạng thái sẵn sàng của mô-đun I/O, CPU thực hiện một chương trình nào đó
  - Khi mô-đun I/O sẵn sàng thì nó phát tín hiệu ngắt CPU
  - CPU thực hiện chương trình con I/O tương ứng để trao đổi dữ liệu
  - CPU trở lại tiếp tục thực hiện chương trình đang bị ngắt



## 2. Điều khiển I/O

- Hoạt động nhập dữ liệu: nhìn từ mô-đun I/O
  - Mô-đun I/O nhận tín hiệu điều khiển đọc từ CPU
  - Mô-đun I/O nhận dữ liệu từ thiết bị ngoại vi, trong khi đó CPU làm việc khác
  - Khi đã có dữ liệu → mô-đun I/O phát tín hiệu ngắt CPU
  - CPU yêu cầu dữ liệu
  - Mô-đun I/O chuyển dữ liệu đến CPU

## 2. Điều khiển I/O

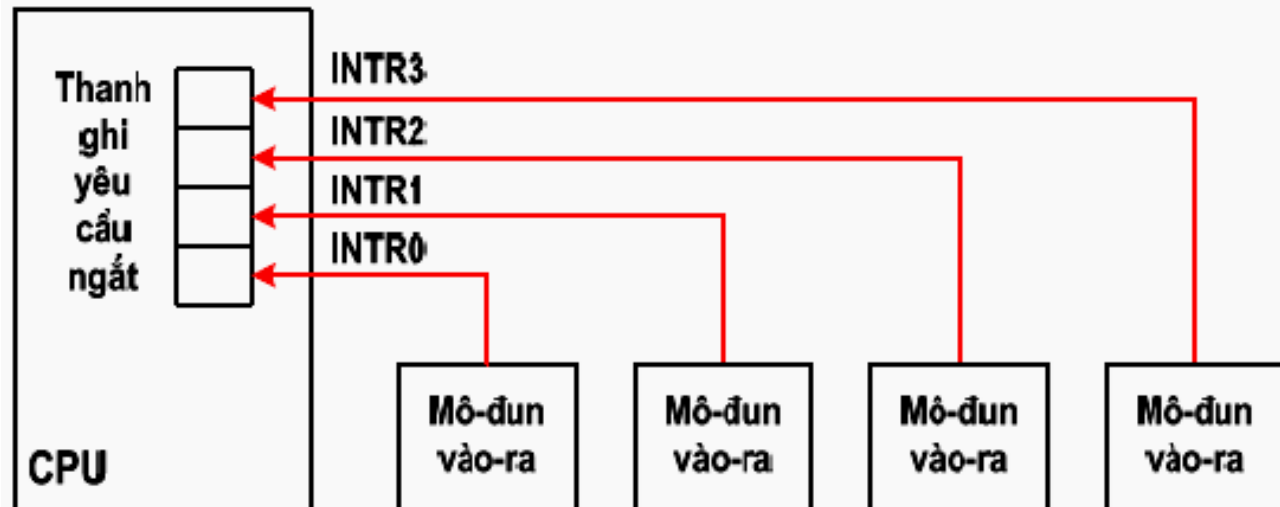
- Hoạt động nhập dữ liệu: nhìn từ CPU
  - Phát tín hiệu điều khiển đọc
  - Làm việc khác
  - Cuối mỗi chu trình lệnh, kiểm tra tín hiệu ngắt
  - Nếu bị ngắt:
    - Cắt ngữ cảnh (nội dung các thanh ghi)
    - Thực hiện chương trình con ngắt để vào dữ liệu
    - Khôi phục ngữ cảnh của chương trình đang thực hiện

## 2. Điều khiển I/O

- Các vấn đề nảy sinh khi có ngắt:
  - Xác định được mô-đun I/O nào phát tín hiệu ngắt ?
  - Có nhiều yêu cầu ngắt cùng xảy ra ?
- Các phương pháp nối ghép ngắt
  - Sử dụng nhiều đường yêu cầu ngắt
  - Hỏi vòng bằng phần mềm (Software Poll)
  - Hỏi vòng bằng phần cứng (Daisy Chain or Hardware Poll)
  - Sử dụng bộ điều khiển ngắt lập trình được PIC (Programmable Interrupt Controller)

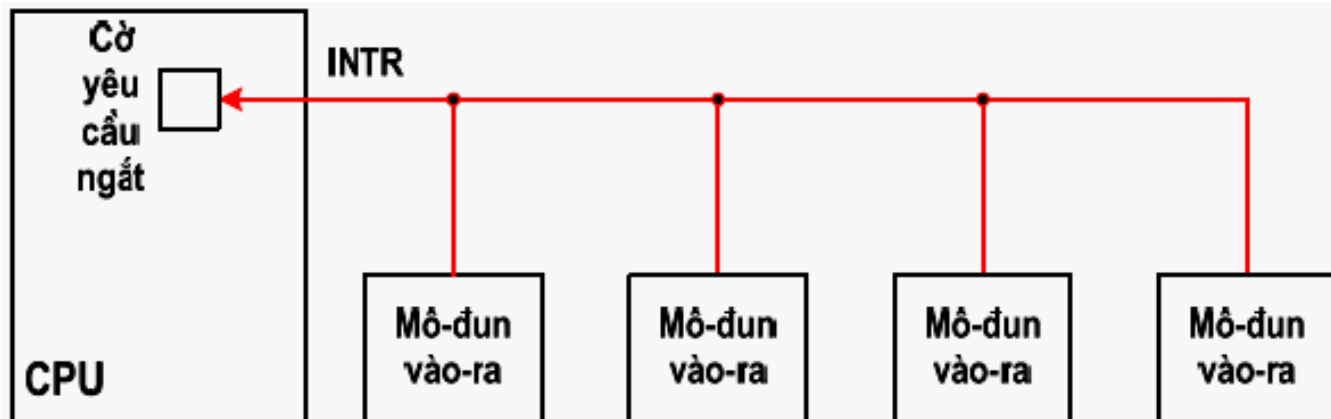
## 2. Điều khiển I/O

- Nhiều đường yêu cầu ngắt
  - Mỗi mô-đun I/O được nối với một đường yêu cầu ngắt
  - CPU phải có nhiều đường tín hiệu yêu cầu ngắt
  - Hạn chế số lượng mô-đun I/O
  - Các đường ngắt được quy định mức ưu tiên



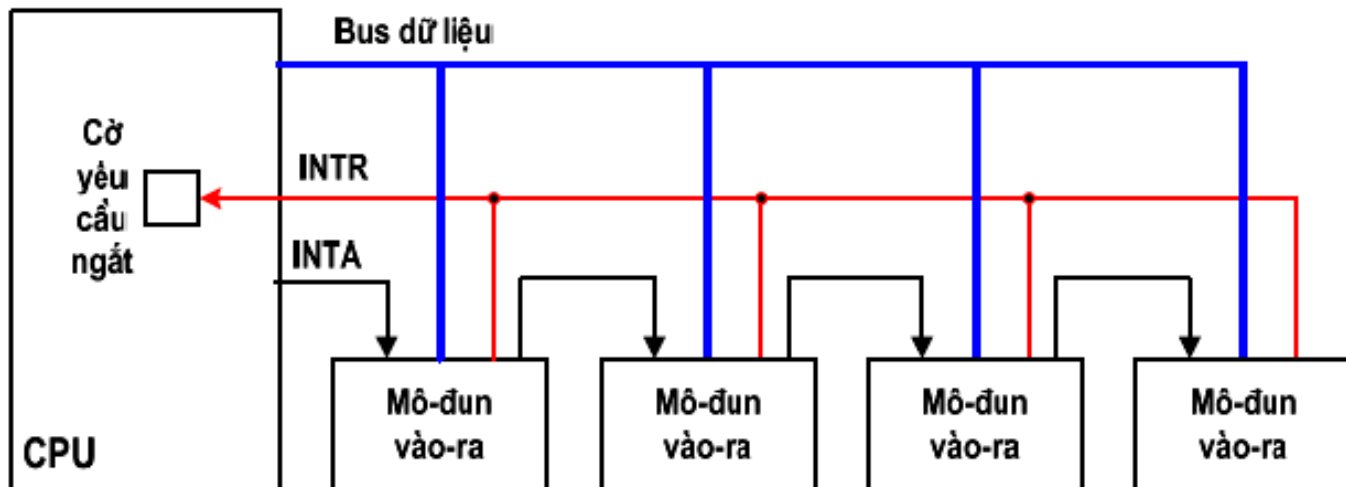
## 2. Điều khiển I/O

- Hởi vòng bằng phần mềm
  - CPU thực hiện phần mềm hỏi lần lượt từng mô-đun I/O
  - Chậm
  - Thứ tự các mô-đun được hỏi vòng chính là thứ tự ưu tiên



## 2. Điều khiển I/O

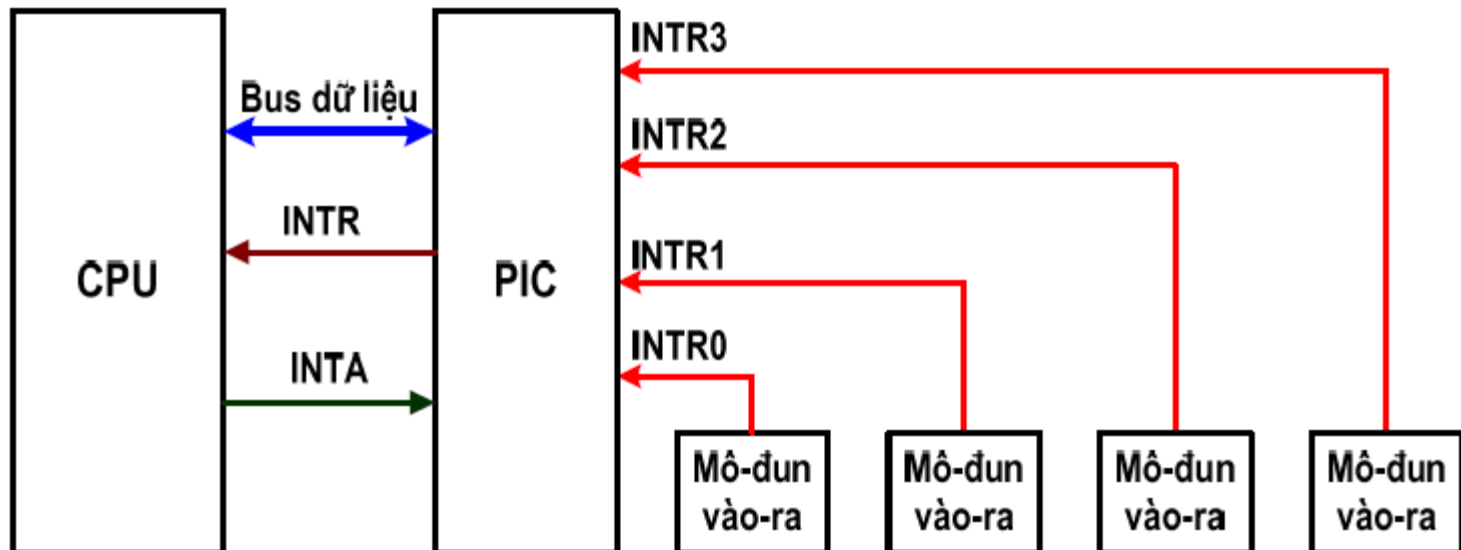
- Hởi vòng bằng phần cứng
  - CPU phát tín hiệu chấp nhận ngắt (INTA) đến mô-đun I/O đầu tiên
  - Nếu mô-đun I/O đó không gây ra ngắt thì nó gửi tín hiệu đến mô-đun kế tiếp cho đến khi xác định được mô-đun gây ngắt
  - Thứ tự các mô-đun I/O kết nối trong chuỗi xác định thứ tự ưu tiên





## 2. Điều khiển I/O

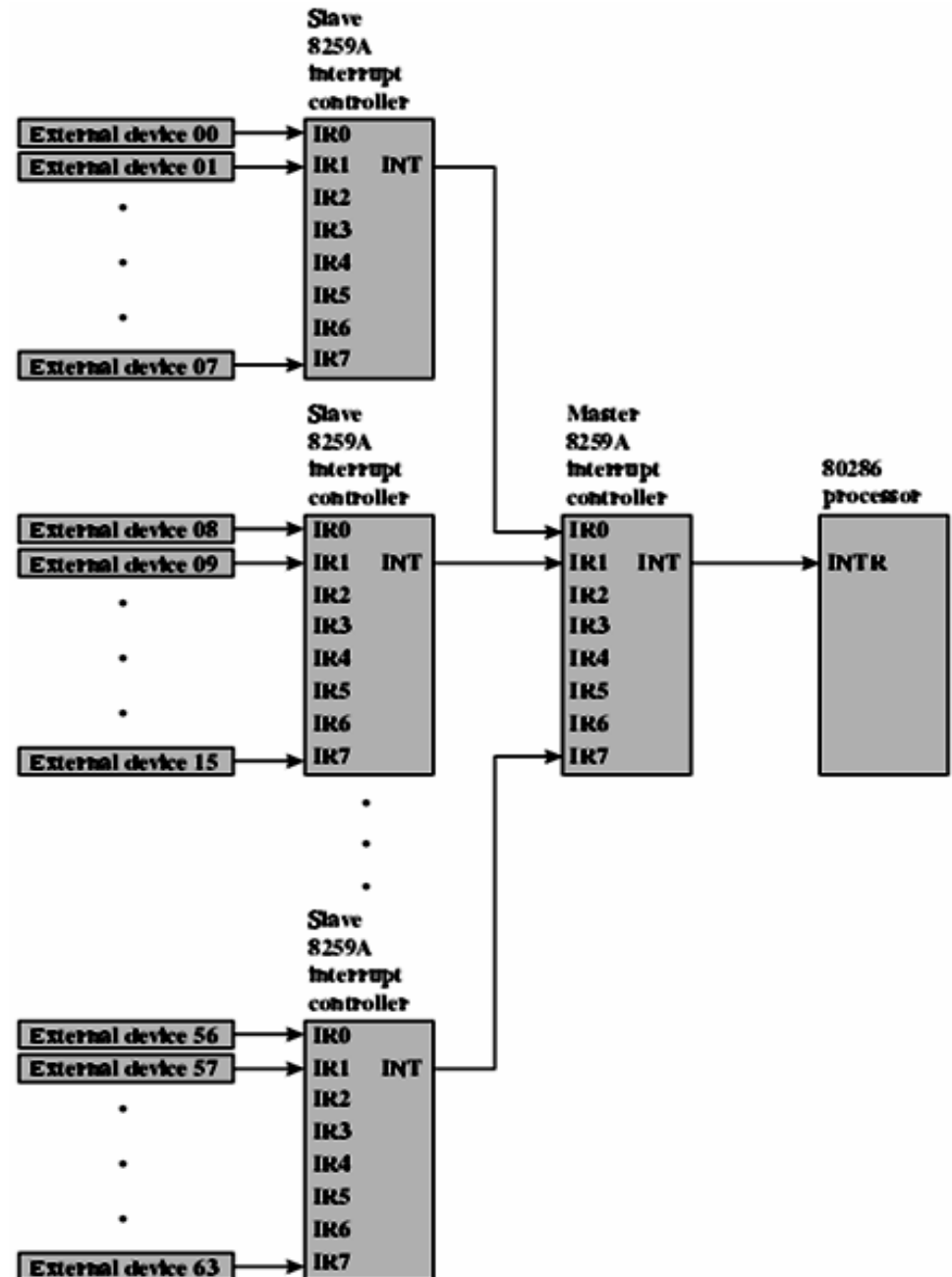
- Bộ điều khiển ngắt lập trình được PIC
  - PIC có nhiều đường vào yêu cầu ngắt có qui định mức ưu tiên
  - PIC chọn một yêu cầu ngắt không bị cấm có mức ưu tiên cao nhất gửi tới CPU



## 2. Điều khiển I/O

- Đặc điểm của I/O điều khiển bằng ngắt
  - Có sự kết hợp giữa phần cứng và phần mềm
  - Phần cứng: gây ngắt CPU
  - Phần mềm: trao đổi dữ liệu
  - CPU trực tiếp điều khiển I/O
  - CPU không phải đợi mô-đun I/O → hiệu quả sử dụng CPU tốt hơn

- Ví dụ: Hệ thống ngắt trên máy PC
  - CPU Intel x86 có 1 chân tín hiệu ngắt
  - PIC 8259A có 8 đường ngắt
  - Có thể đấu nối nhiều PIC theo chế độ master/ slaver để tăng số lượng đường ngắt phục vụ cho nhiều thiết bị

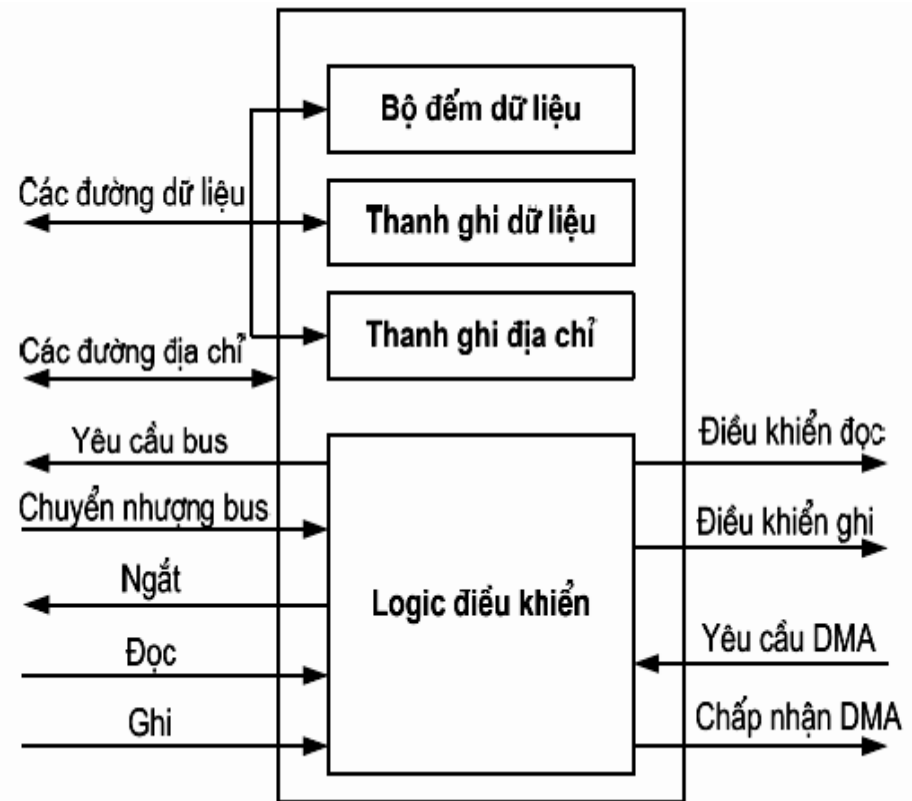


## 2. Điều khiển I/O

- DMA (Direct Memory Access)
  - I/O bằng chương trình và bằng ngắt do CPU trực tiếp điều khiển:
    - Chiếm thời gian của CPU
    - Tốc độ truyền bị hạn chế vì phải chuyển dữ liệu qua CPU (thanh ghi có dung lượng nhỏ)
  - Để khắc phục dùng DMA
    - Thêm mô-đun phần cứng trên bus → DMAC (DMA Controller)
    - DMAC điều khiển trao đổi dữ liệu giữa môđun I/O với bộ nhớ chính

## 2. Điều khiển I/O

- Sơ đồ cấu trúc của DMAC
  - Thanh ghi dữ liệu: chứa dữ liệu trao đổi
  - Thanh ghi địa chỉ: chứa địa chỉ ô nhớ dữ liệu
  - Bộ đếm dữ liệu: chứa số từ dữ liệu cần trao đổi
  - Logic điều khiển: điều khiển hoạt động của DMAC



## 2. Điều khiển I/O

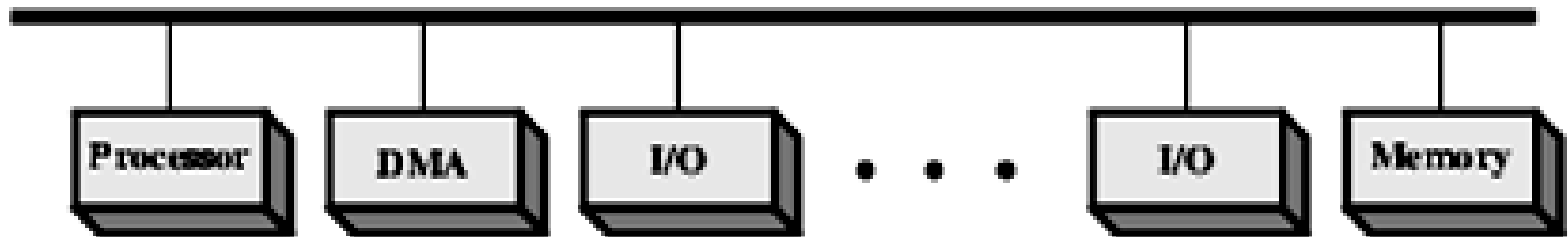
- Hoạt động DMA
  - CPU gửi tín hiệu cho DMAC
    - Vào hay Ra dữ liệu
    - Địa chỉ thiết bị I/O (cổng I/O tương ứng)
    - Địa chỉ đầu của mảng nhớ chứa dữ liệu → nạp vào thanh ghi địa chỉ
    - Số từ dữ liệu cần truyền → nạp vào bộ đếm dữ liệu
  - CPU làm việc khác
  - DMAC điều khiển trao đổi dữ liệu
  - Sau khi truyền được một từ dữ liệu thì:
    - nội dung thanh ghi địa chỉ tăng
    - nội dung bộ đếm dữ liệu giảm
  - Khi bộ đếm dữ liệu = 0, DMAC gửi tín hiệu ngắt CPU để báo kết thúc DMA

## 2. Điều khiển I/O

- Các kiểu thực hiện DMA
  - DMA truyền theo khối (Block-transfer DMA): DMAC sử dụng bus để truyền xong cả khối dữ liệu
  - DMA lấy lén chu kỳ (Cycle Stealing DMA): DMAC cưỡng bức CPU treo tạm thời từng chu kỳ bus, DMAC chiếm bus thực hiện truyền một từ dữ liệu.
  - DMA trong suốt (Transparent DMA): DMAC nhận biết những chu kỳ nào CPU không sử dụng bus thì chiếm bus để trao đổi một từ dữ liệu.

## 2. Điều khiển I/O

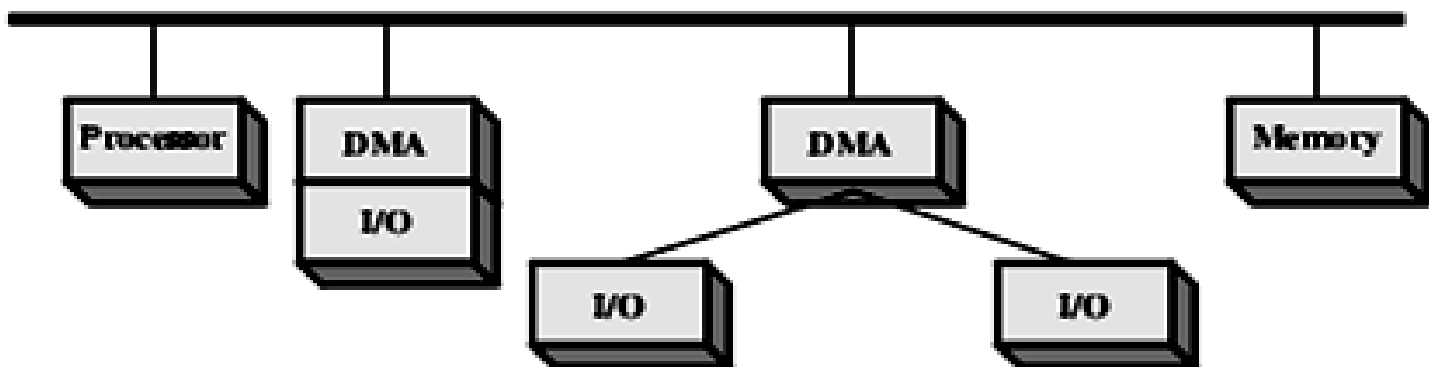
- Cấu hình DMA 1: Bus chung, DMA tách biệt
  - Mỗi lần trao đổi một dữ liệu, DMAC sử dụng bus hai lần
    - Giữa mô-đun I/O với DMAC
    - Giữa DMAC với bộ nhớ
  - CPU bị treo khỏi bus 2 lần





## 2. Điều khiển I/O

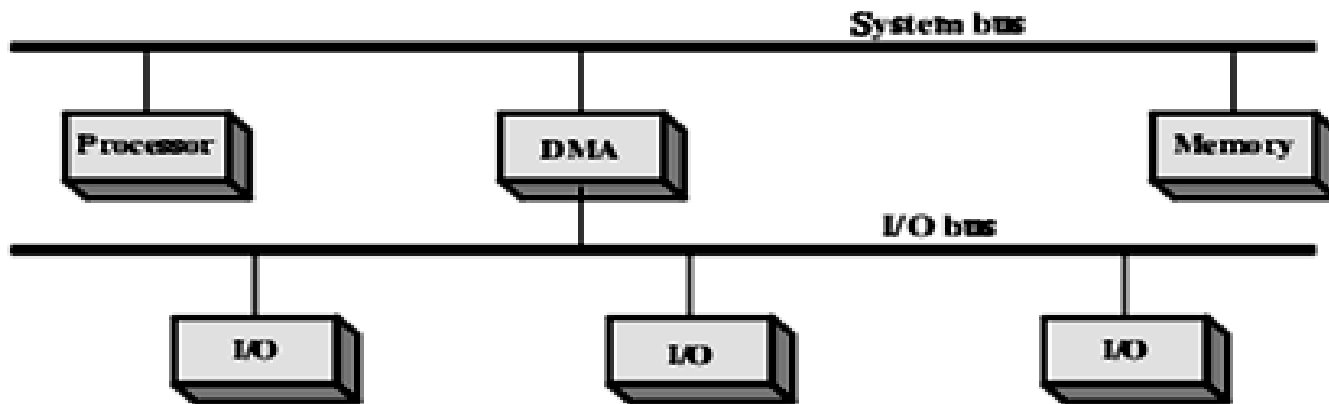
- Cấu hình DMA 2: Bus chung, DMA tích hợp
  - DMAC điều khiển một hoặc vài mô-đun I/O
  - Mỗi lần trao đổi một dữ liệu, DMAC sử dụng bus một lần
    - Giữa DMAC với bộ nhớ
  - CPU bị treo khỏi bus 1 lần



(b) Single-bus, Integrated DMA-I/O

## 2. Điều khiển I/O

- Cấu hình DMA 3: Bus I/O riêng
  - Bus I/O tách rời hỗ trợ tất cả các thiết bị cho phép DMA
  - Mỗi lần trao đổi một dữ liệu, DMAC sử dụng bus một lần
    - Giữa DMAC với bộ nhớ
  - CPU bị treo khỏi bus 1 lần



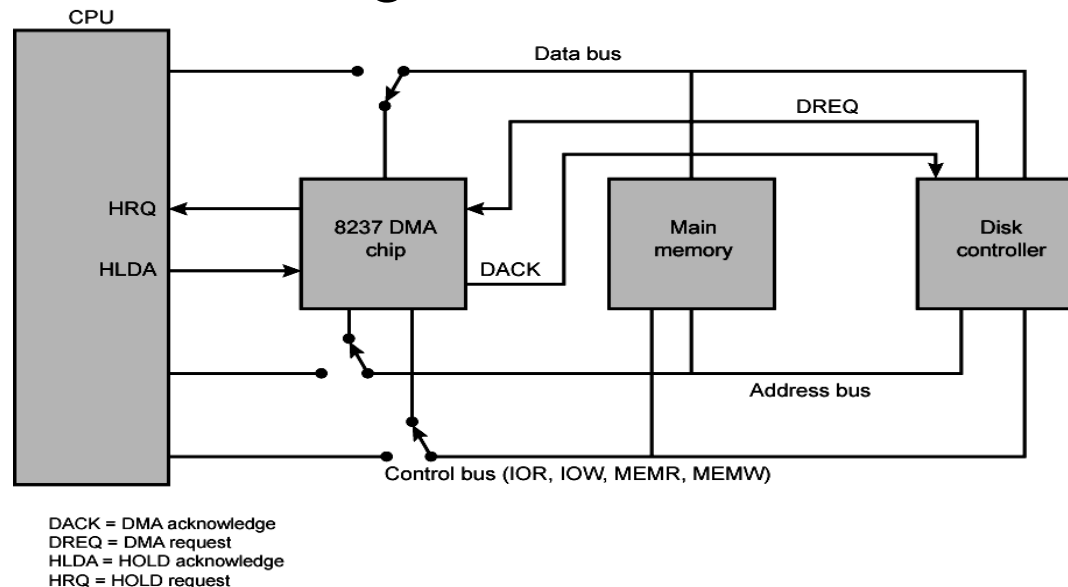
(c) I/O bus

## 2. Điều khiển I/O

- Đặc điểm của DMA
  - CPU không tham gia trong quá trình trao đổi dữ liệu
  - DMAC điều khiển trao đổi dữ liệu giữa bộ nhớ chính với mô-đun I/O (hoàn toàn bằng phần cứng) → tốc độ nhanh
  - Phù hợp với các yêu cầu trao đổi mảng dữ liệu có kích thước lớn (Block devices)
- Phân loại TBNV
  - Character devices
  - Block devices

## 2. Điều khiển I/O

- Ví dụ: Chip DMA trong máy PC
  - Intel 8237A DMA Controller
  - Giao tiếp với CPU Intel x86 và DRAM
  - Khi DMA cần bus, nó gửi tín hiệu HRQ cho CPU
  - CPU trả lời bằng tín hiệu HLDA
  - DMA bắt đầu sử dụng bus

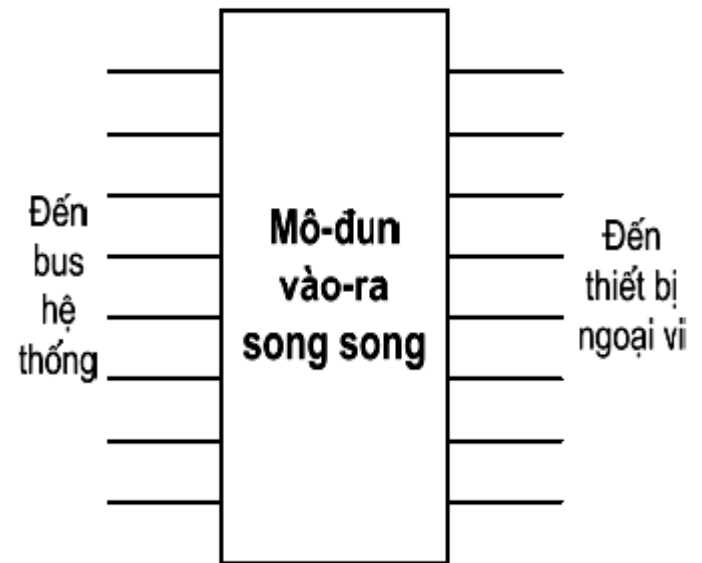


## 2. Điều khiển I/O

- Kênh I/O (I/O channel)
  - Việc điều khiển I/O được thực hiện bởi một bộ xử lý I/O chuyên dụng
  - Bộ xử lý I/O hoạt động theo chương trình của riêng nó
  - Chương trình của bộ xử lý I/O có thể nằm trong bộ nhớ chính hoặc nằm trong một bộ nhớ riêng
  - Hoạt động theo kiến trúc đa xử lý
    - CPU gửi yêu cầu I/O cho kênh I/O
    - Kênh I/O tự thực hiện việc truyền dữ liệu

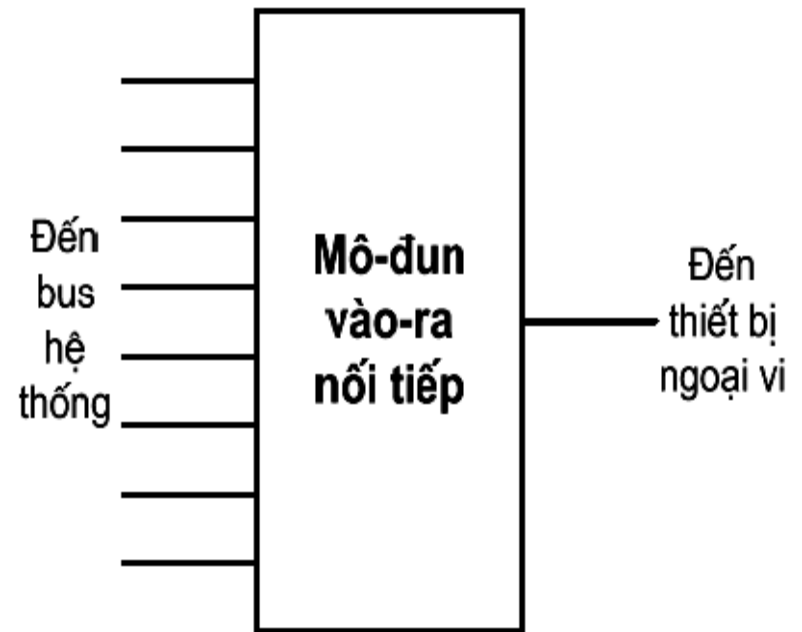
# 3. Nối ghép thiết bị ngoại vi

- Các kiểu nối ghép
  - Nối ghép song song (parallel)
  - Nối ghép nối tiếp (serial)
- Nối ghép song song
  - Truyền nhiều bit song song
  - Cần nhiều đường truyền dữ liệu
  - Tốc độ nhanh
  - Dễ bị nhiễu giữa các tín hiệu



# 3. Nối ghép thiết bị ngoại vi

- Nối ghép nối tiếp
  - Truyền lần lượt từng bit
  - Cần có bộ chuyển đổi từ dữ liệu song song sang nối tiếp hoặc/và ngược lại
  - Cần ít đường truyền dữ liệu
  - Tốc độ chậm hơn



# 3. Nối ghép thiết bị ngoại vi

- Các cấu hình nối ghép
  - Điểm tới điểm (Point to Point)
    - Mỗi cổng I/O nối ghép với một thiết bị ngoại vi
    - Ví dụ:
      - SATA (Serial ATA)
      - SAS (Serial Atache SCSI)
  - Điểm tới đa điểm (Point to Multipoint)
    - Mỗi cổng I/O cho phép nối ghép với nhiều thiết bị ngoại vi
    - Ví dụ:
      - SCSI (Small Computer System Interface): 7 hoặc 15 thiết bị
      - USB (Universal Serial Bus): 127 thiết bị
      - IEEE 1394 (FireWire): 63 thiết bị



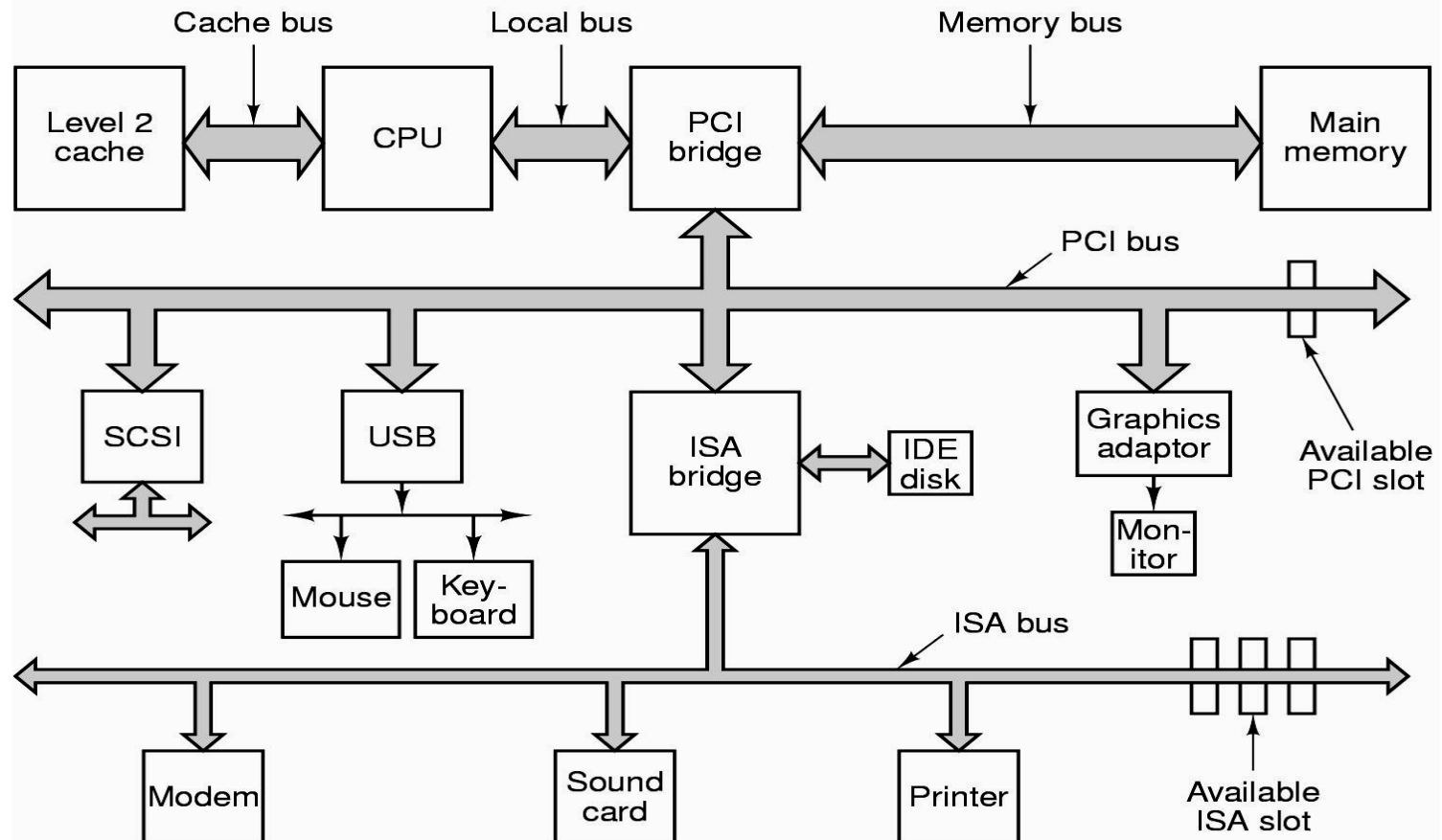
# 3. Nối ghép thiết bị ngoại vi

- Ví dụ: Các cổng nối ghép ngoại vi trên PC
  - PS/2: nối ghép bàn phím và chuột
  - VGA: Cổng nối ghép màn hình
  - LPT (Line Printer): nối ghép với máy in, là cổng song song (Parallel Port) – 25 chân
  - COM (CommunicatI/On): nối ghép với Modem, là cổng nối tiếp (Serial Port) - 9 hoặc 25 chân
  - USB (Universal Serial Bus): Cổng nối tiếp đa năng, cho phép nối ghép tối đa 127 thiết bị



# 3. Nối ghép thiết bị ngoại vi

- Ví dụ: Hệ thống bus ngoại vi trên máy PC



# 3. Nối ghép thiết bị ngoại vi

- Hệ thống bus ngoại vi trên máy PC (tiếp)
  - ISA (Industry Standard Architecture): Sử dụng trên máy PC 8086 (8 bit) và AT 80286 (16 bit)
  - MCA (Micro Channel Architecture): Sử dụng trên máy 80386 của IBM (32 bit)
  - EISA (Extended ISA) Sử dụng trên các máy 80386 tương thích (32 bit)
  - VL bus (VESA Local bus): Sử dụng trên các máy 80486 (32 bit)

# 3. Nối ghép thiết bị ngoại vi

- Hệ thống bus ngoại vi trên máy PC (tiếp)
  - AGP (Accelerated Graphics Port): Bus dành riêng cho card màn hình trên máy Pentium. Bao gồm các mức tốc độ 1x, 2x, 4x và 8x (1x=266MB/s).
  - PCI (Peripheral Component Interconnect): Sử dụng trên các máy Pentium (32 & 64 bit)
    - PCI-X: Sử dụng tần số xung nhịp cao hơn (66-133 MHz) so với PCI 33 MHz
    - PCI-E (PCI-Express): Cho phép truyền dữ liệu tốc độ cao, được sử dụng trong các máy PC đời mới. Gồm nhiều mức tốc độ: 1x, 2x, ..., 32x (1x: 1 Lane có 4 đường truyền nối tiếp 250 MB/s)

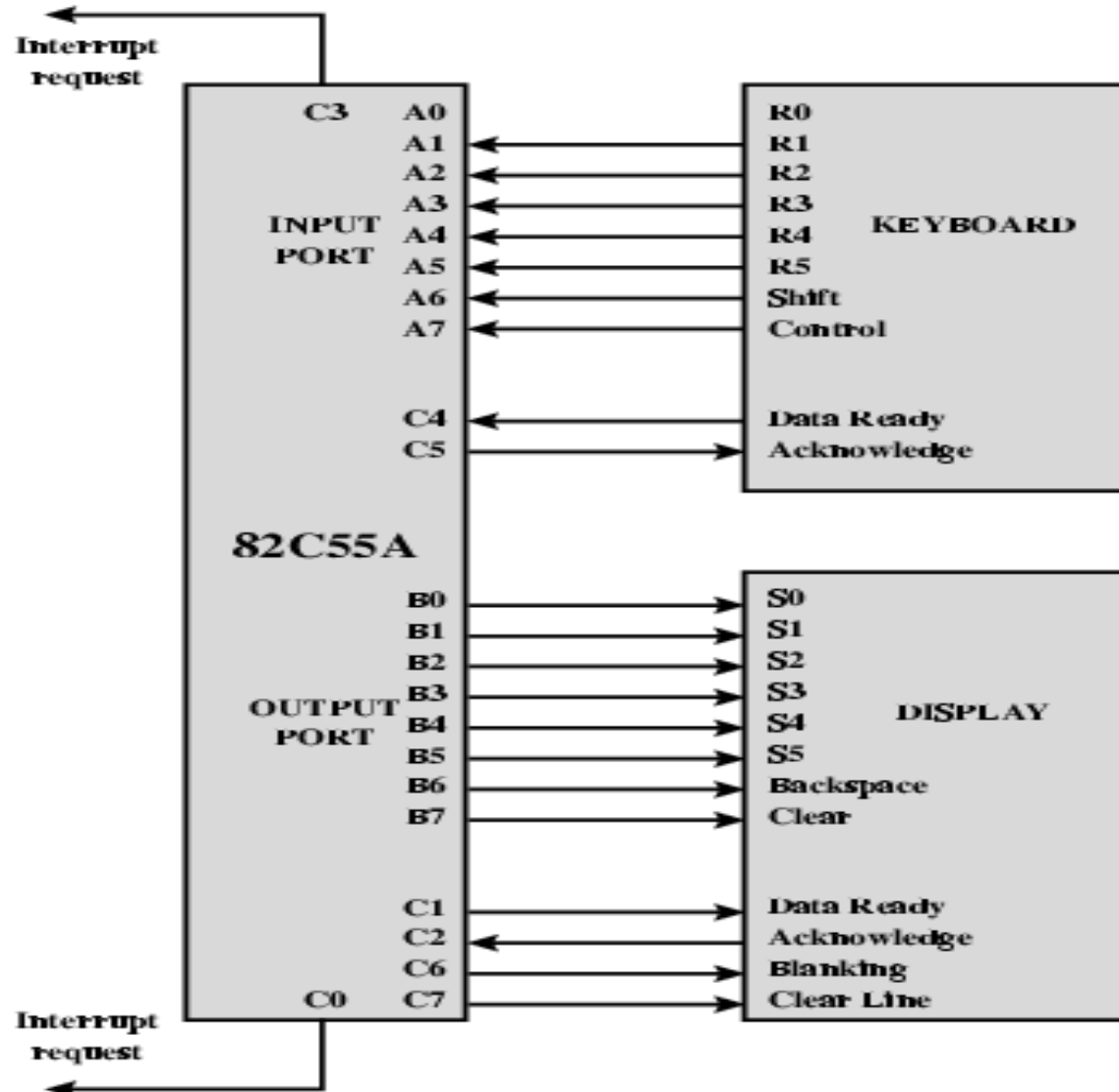
# Nối ghép thiết bị ngoại vi

- Các cổng điều khiển đĩa
  - Đĩa mềm : Dùng cáp 34 chân kết nối tối đa 2 ổ mềm
  - Đĩa cứng/CD/DVD/SSD :
    - Chuẩn ST506
    - Chuẩn ESDI
    - Chuẩn IDE/UDMA/PATA
    - Chuẩn SCSI
    - Chuẩn SATA
    - Chuẩn SAS

# 4. Các thiết bị ngoại vi thông dụng

- Thiết bị nhập
  - Bàn phím, chuột, scanner, digitizer, micro, đọc vân tay, đọc bar-code, camera, ...
- Thiết bị xuất
  - Màn hình, máy in, máy vẽ, loa, projector, ...
- Thiết bị mạng & truyền thông
  - Modem, Router,...
- Thiết bị lưu trữ
  - Đĩa mềm, đĩa cứng, SSD, CD, DVD, thẻ nhớ, ...

## 4.1. Keyboard/Display Interfaces to 82C55A

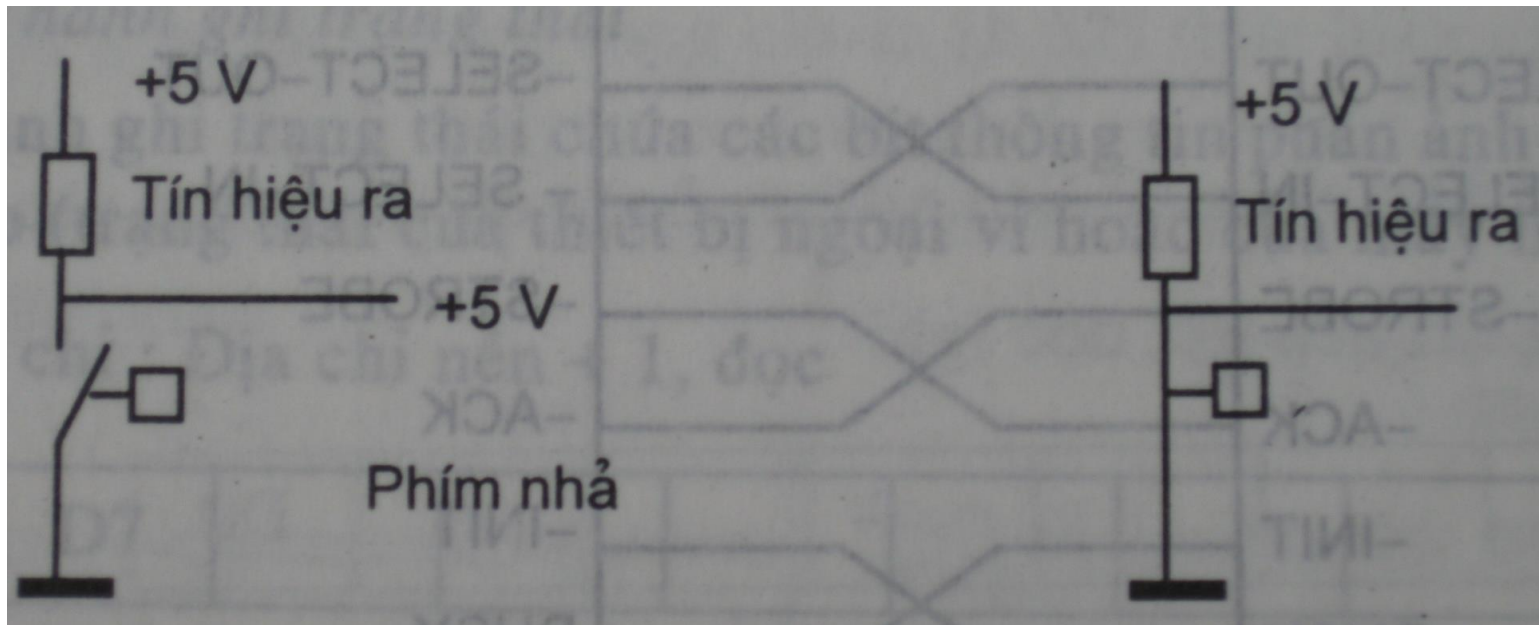


# Keyboard (2)

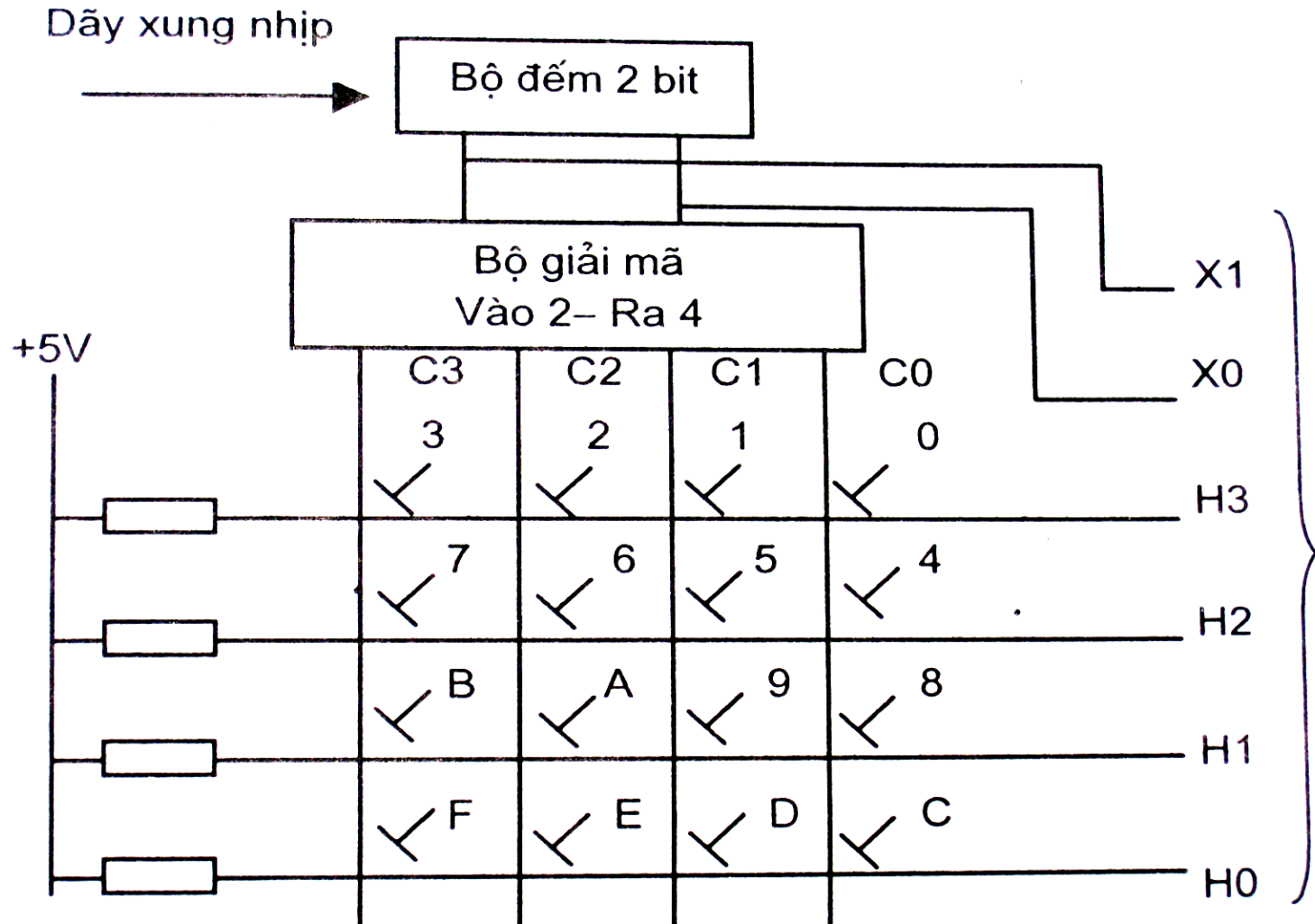
- Dữ liệu truyền bàn phím vào máy tính là ký tự.
- Mỗi ký tự được gán với một mã, có độ dài 7 đến 8 bit.
- Mã ký tự được dùng phổ biến nhất là IRA International Reference Alphabet. Các ký tự gồm 2 loại : ký tự in được và ký tự điều khiển .
- Khi người dùng nhấn một phím, một tín hiệu điện phát ra và được thông dịch bởi transducer trong keyboard và được dịch thành các bit ứng với mã IRA. Các bit được chuyển tới I/O module trong máy tính.



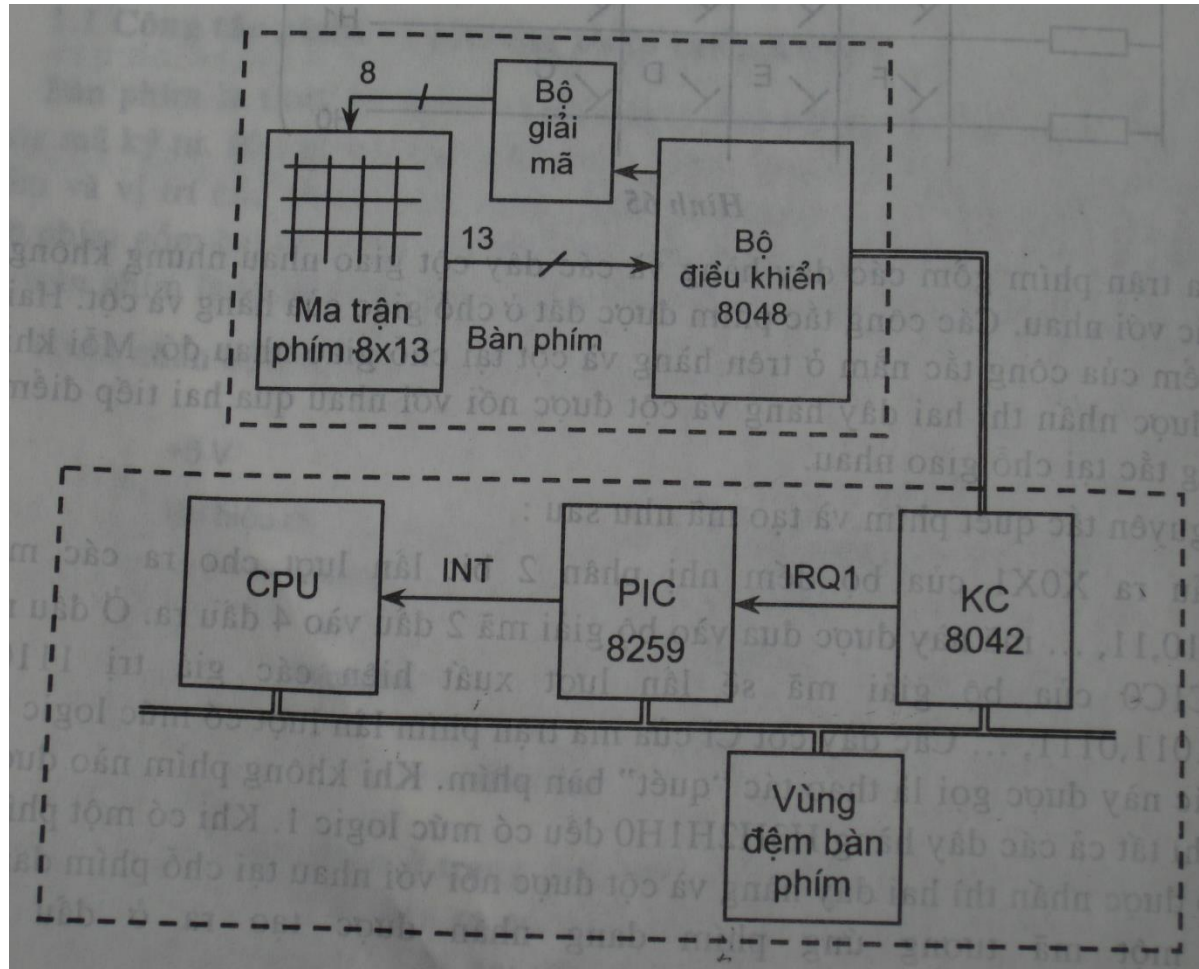
# Keyboard - Phím nhấn



# Keyboard-Nguyên lí hoạt động



# Keyboard – Sơ đồ khối

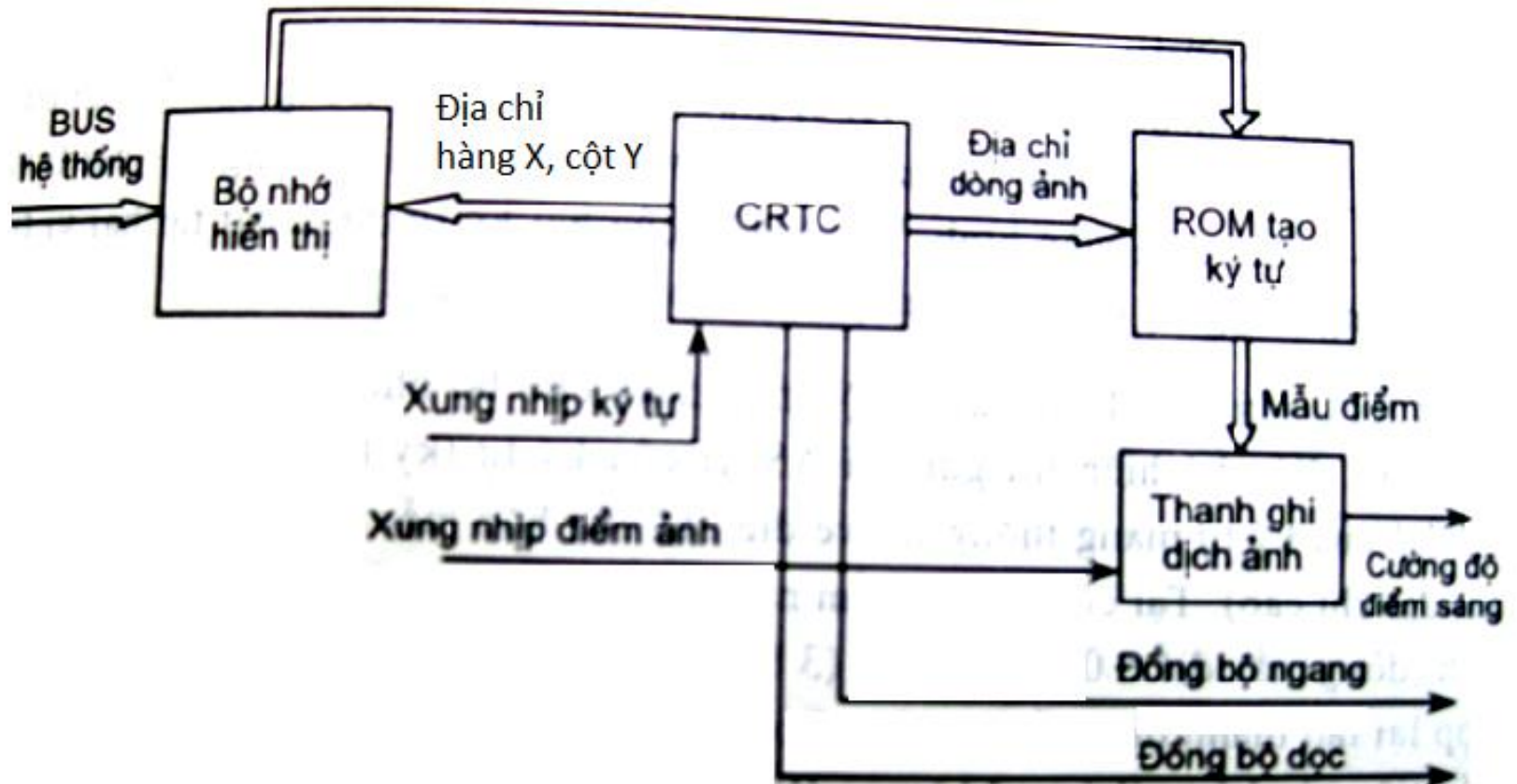


## 4.2. Video của máy tính (monitor, card và memory)

- **Monitor**

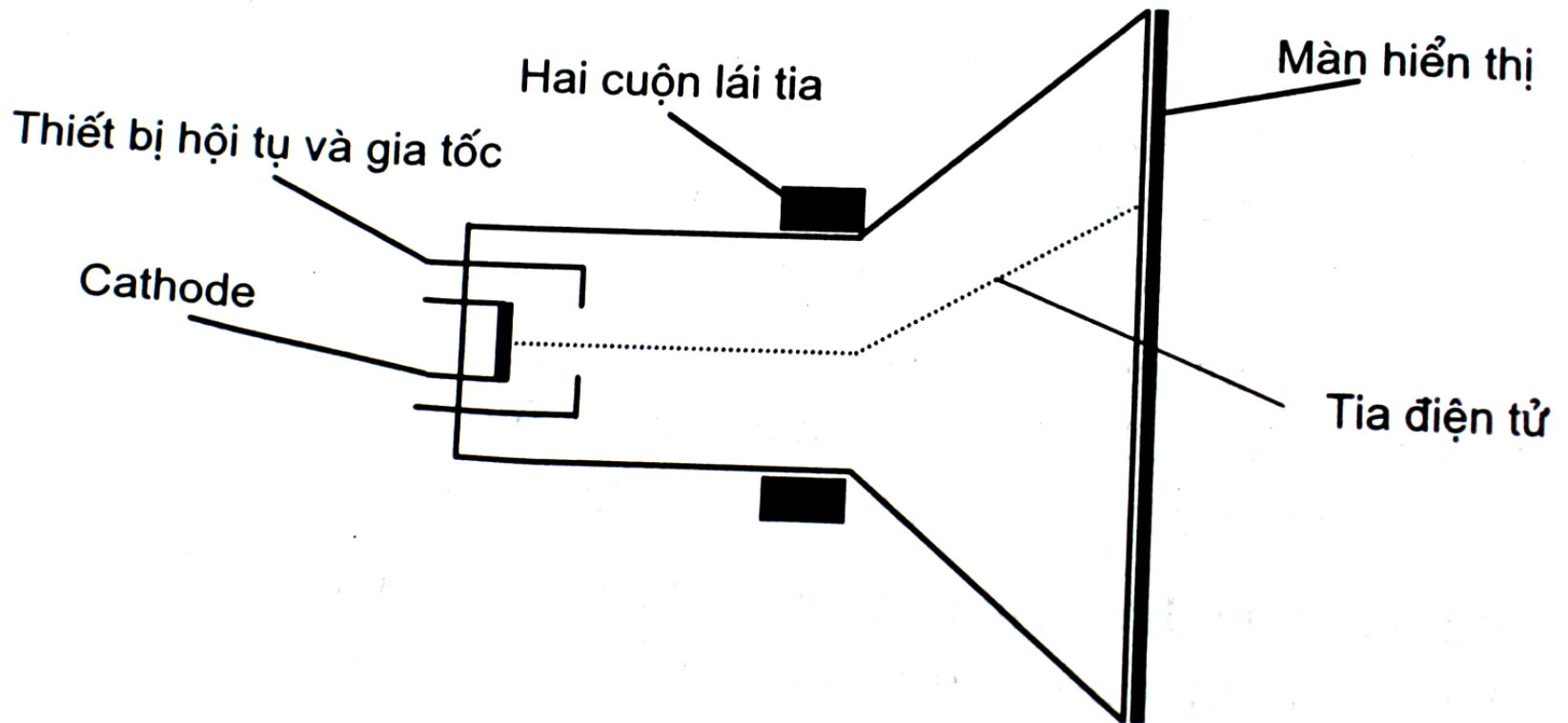
- cung cấp sự liên kết giữa người sử dụng và máy tính.
- Các máy tính đầu tiên được sản xuất không có màn hình.
  - người sử dụng quan sát thông tin qua trạng thái của các dãy đèn LED.
  - Khi công nghệ CRT (cathode ray tube: ống phóng tia âm cực) ra đời, thì máy tính với màn hình hiển thị hình ảnh trở nên hấp dẫn với người dùng.
- Hệ thống hiển thị (Video) của một PC gồm có hai bộ phận chính:
  - Monitor (hay màn hình hiển thị video).
  - Video adapter (còn gọi là card video hay card đồ họa, VGA card).

# Monitor-CRT

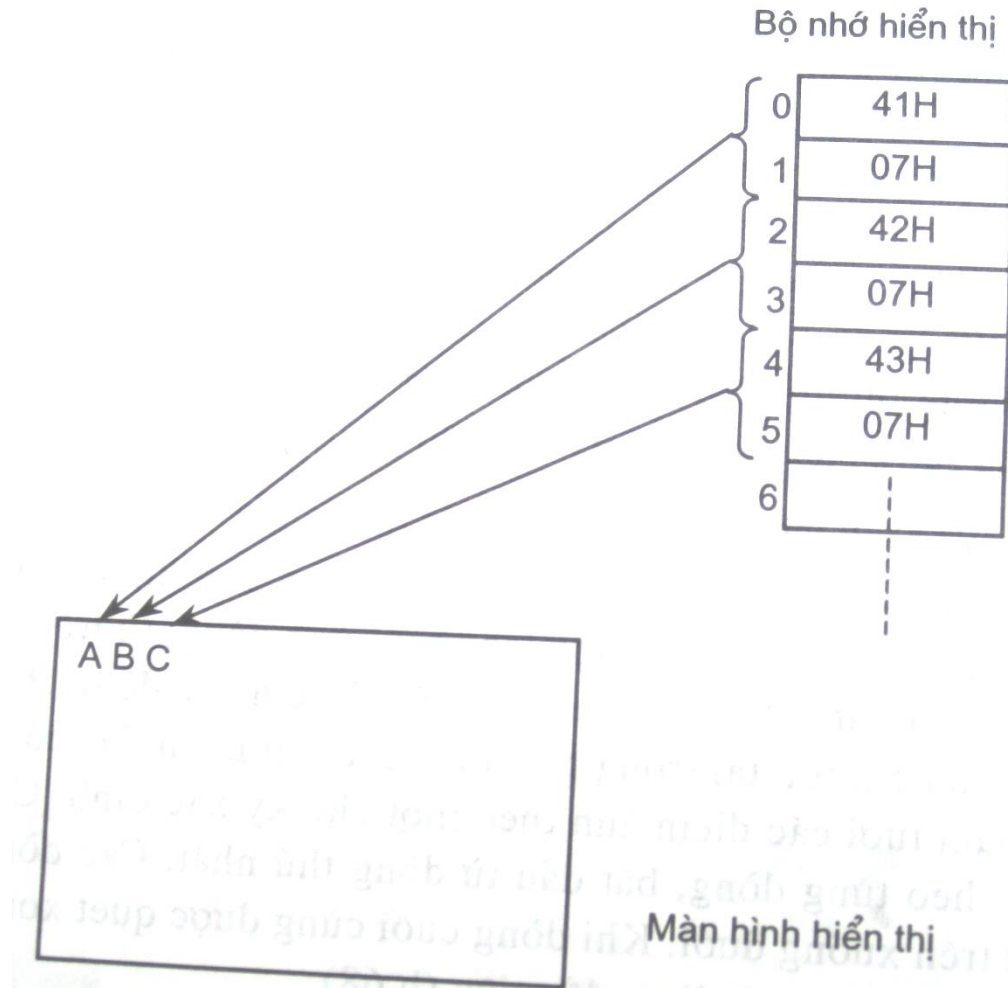


Sơ đồ nguyên lý của thiết bị giao diện màn hình ở chế độ văn bản

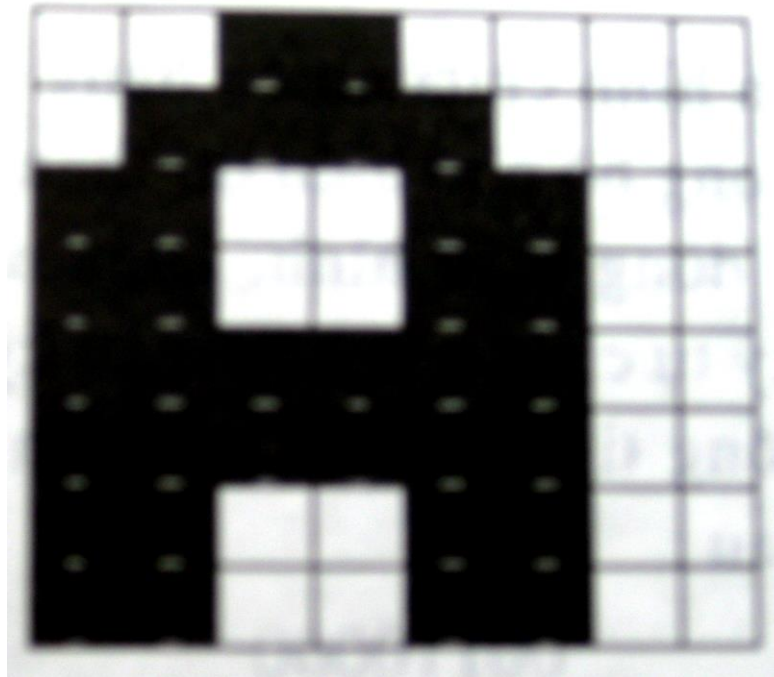
# Monitor – CRT



# Monitor – Minh họa



# Monitor – Hiển thị văn bản





# Các thông số liên quan đến màn hình

- Độ phân giải:
  - số điểm ảnh Pixel được hiện thị trên màn hình, được tính bằng số điểm ảnh theo chiều ngang (nhân) số điểm ảnh theo chiều dọc.
  - Đối với màn hình màu mỗi điểm ảnh được hình thành do ba điểm phát sáng của ba màu cơ bản (Red, Green, Blue) hợp lại nên số lượng điểm phát sáng thực sự trên màn hình bằng độ phân giải nhân 3.
- Khoảng cách giữa các điểm ảnh:
  - Dot Pitch, Dot pitch càng nhỏ thì hình ảnh càng sắc nét. Màn hình VGA thường có Dot Pitch là 0.28 mm.
- Tần số quét (refresh):
  - đơn vị là Hz, là số lần màn hình tiến hành vẽ lại hình ảnh trên một giây. Các màn hình hiện nay thường hỗ trợ nhiều tần số quét, có thể chỉnh tần số quét cho màn hình nhưng tốt nhất là nên để màn hình hoạt động ở tần số quét mặc định (thường là 72-75 MHz)

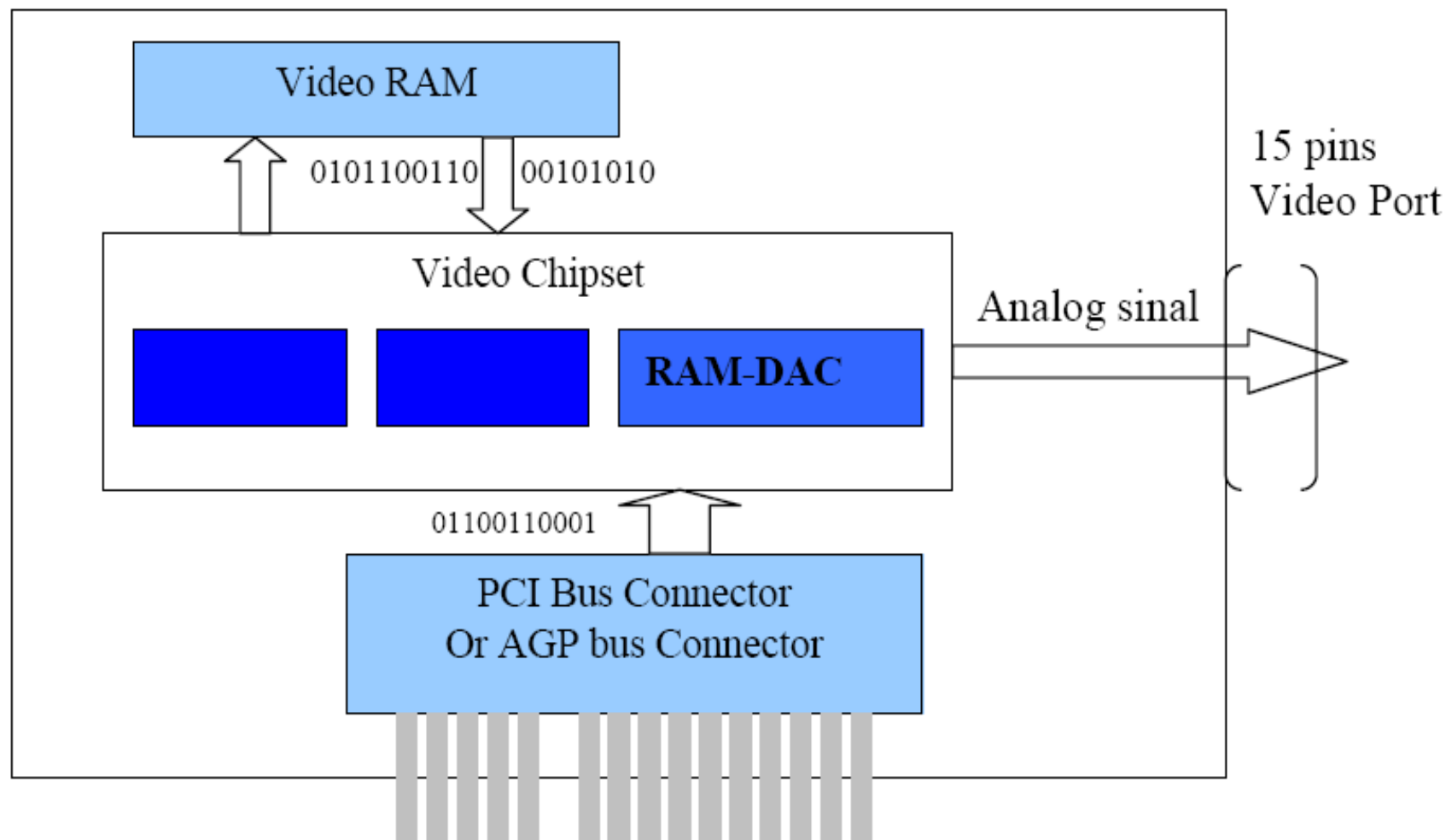
# Phân loại màn hình

- Theo sự điều chỉnh:
  - loại chỉnh tương tự (chỉnh các thông số kỹ thuật của màn hình dạng núm xoay) đã lạc hậu và loại chỉnh số (dạng nút nhấn) là loại phổ biến ngày nay.
- Theo kích thước:
  - được đo bằng đơn vị inches theo đường chéo..
- Màu sắc:
  - gồm có các loại màn hình MonoColor (đơn sắc: đen trắng). Các màn hình màu theo các chuẩn phổ biến ngày nay: VGA (Video Graphics Array) ; SVGA (Supper VGA), XGA (eXtended Graphics Array).
- Theo công nghệ:
  - Màn hình ống phóng tia âm cực: CRT (cathode ray tube):
  - Màn hình tinh thể lỏng LCD (Liquid crystal display); LED;
  - Màn hình Plasma
  - Màn hình cảm biến:
- Theo bề mặt màn hình:
  - có các loại màn hình cong, màn hình phẳng (FLAT Monitor).

# Card màn hình

- là một giao tiếp giữa màn hình và máy tính.
- còn gọi là card đồ họa (graphics card), bảng mạch video (video boards), hay display card.
- VGA on-board).
  - muốn bổ xung và sử dụng card rời => chỉnh BIOS.
- Giao tiếp PCI ; giao tiếp AGP (bus tăng tốc đồ họa); giao tiếp PCI Express; giao tiếp HDMI,...

# Cấu tạo card giao tiếp PCI



# Q & A

Tìm hiểu thêm các loại thiết bị ngoại vi hiện tại ?