

TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI  
VIỆN TOÁN ỨNG DỤNG & TIN HỌC



Bài giảng

**KIẾN TRÚC MÁY TÍNH**

Giảng viên :      Phạm Huyền Linh  
Bộ môn        :      Toán Tin



## CHƯƠNG 8

# HỆ THỐNG VÀO RA (Input/Output)

# Chương 8

---



1. Tổng quan về hệ thống vào-ra
2. Các phương pháp điều khiển vào-ra
3. Nối ghép thiết bị vào-ra

# 1. Tổng quan về hệ thống vào-ra

---

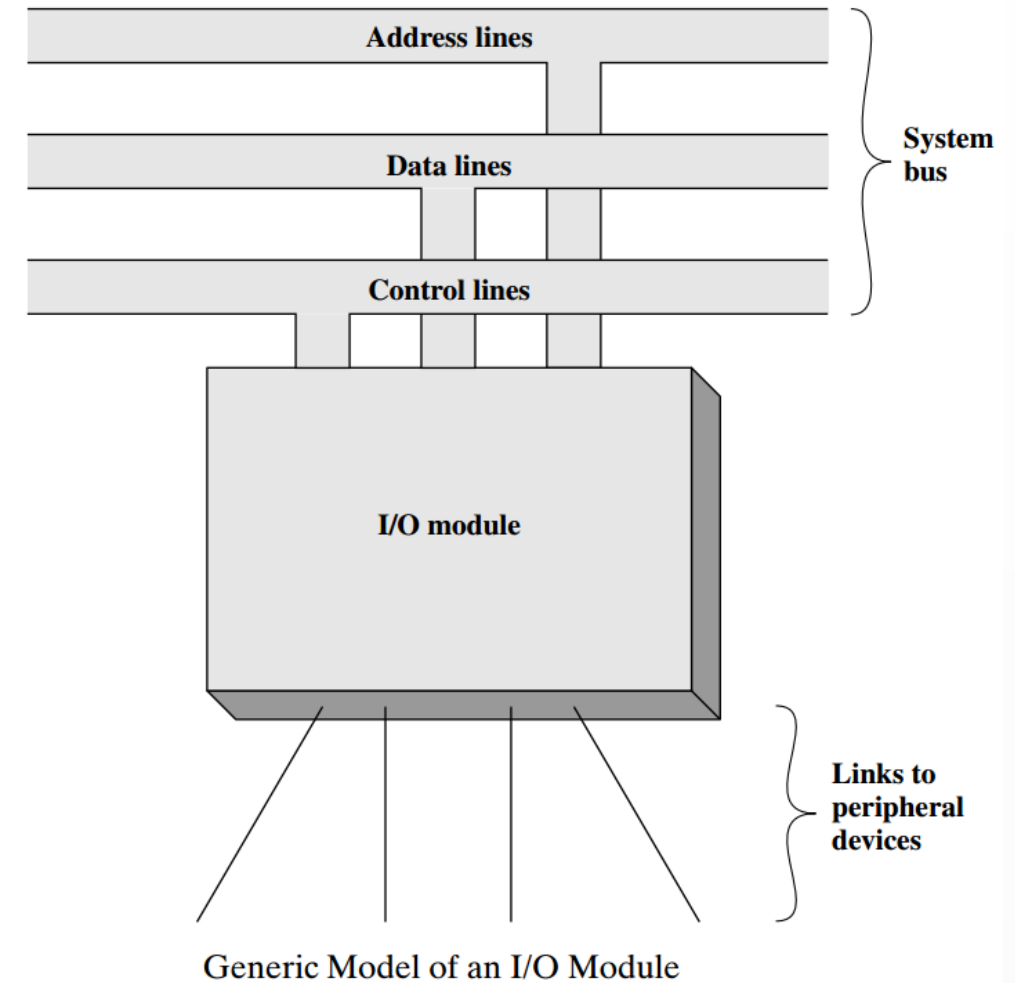


- Đặc điểm chung
- Thiết bị vào ra
- Modul vào ra
- Địa chỉ hóa cổng vào ra

# Đặc điểm chung



- **Chức năng:**
  - Trao đổi thông tin giữa máy tính với bên ngoài
- **Các thao tác cơ bản:**
  - Vào dữ liệu (Input)
  - Ra dữ liệu (Output)
- **Các thành phần chính:**
  - Các thiết bị vào-ra
  - Các modul vào-ra



# Đặc điểm chung



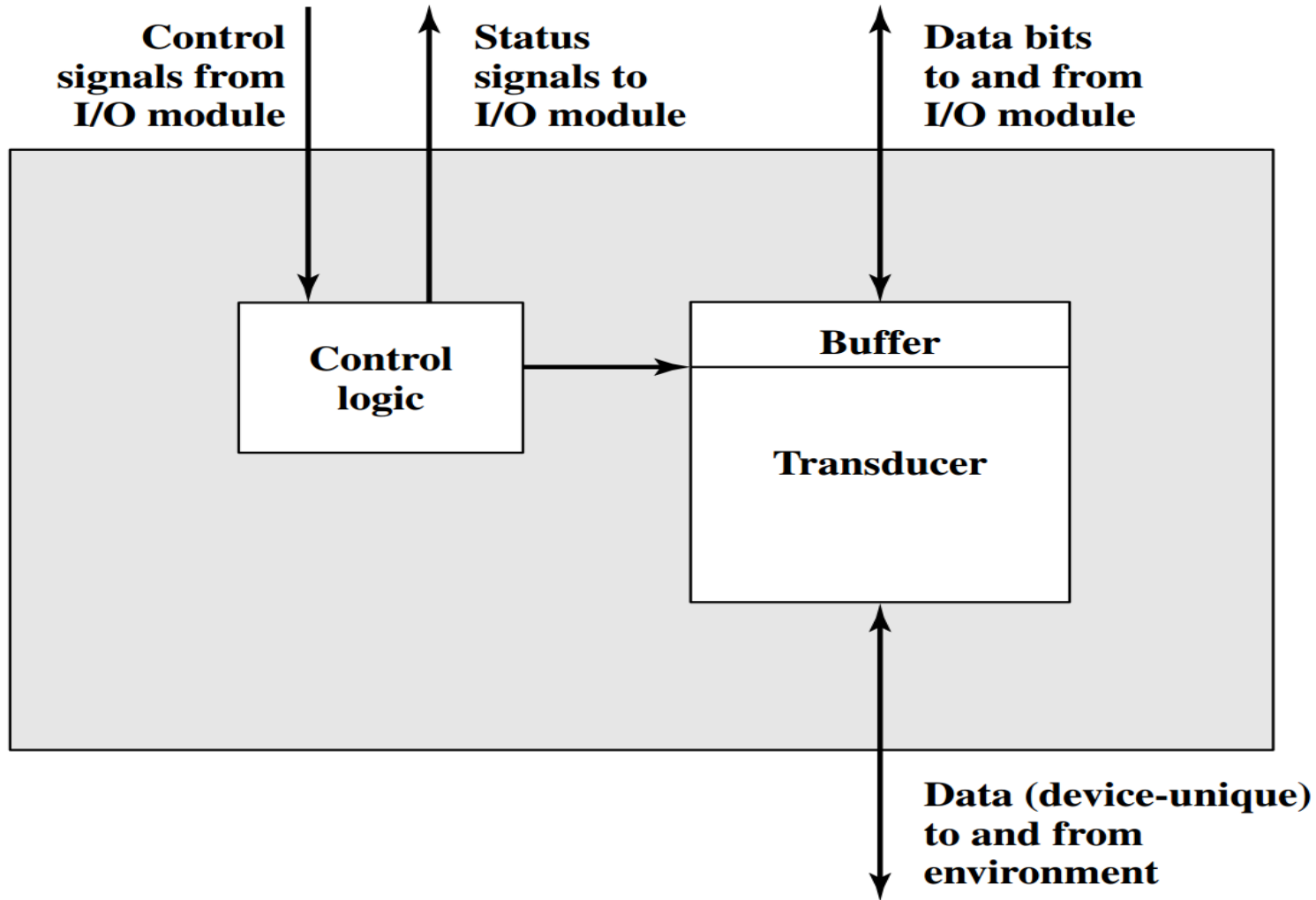
- Các thiết bị ngoại vi không nối trực tiếp với hệ thống bus vì:
    - Có đa dạng thiết bị vào-ra, nguyên tắc hoạt động khác nhau;
    - Tốc độ: Đa phần tốc độ truyền DL của chúng chậm hơn nhiều so với bộ nhớ và CPU nên cần phải có bộ phận điều khiển hợp lý;
    - Khuôn dạng dữ liệu và chiều dài từ của các TB ngoại vi cũng khác nhau
- => Cần các modul vào-ra để nối ghép các thiết bị với CPU và bộ nhớ.

# Thiết bị vào/ra (Peripherals)



- **Chức năng:** Chuyển đổi dữ liệu giữa bên trong và bên ngoài máy tính
- **Phân loại:**
  - Thiết bị vào (Input Devices): Key, Mouse, Scanner, Micro, Camera,...
  - Thiết bị ra (Output Devices): Printer, Monitor, Projector,...
  - Thiết bị lưu trữ (Storage Devices): HDD, SSD, CD, DVD,...
  - Thiết bị truyền thông (Communication Devices) : Modem, Internet card
- **Giao tiếp:**
  - Người - máy
  - Máy - máy

# Cấu trúc chung của thiết bị vào-ra



Block Diagram of an External Device

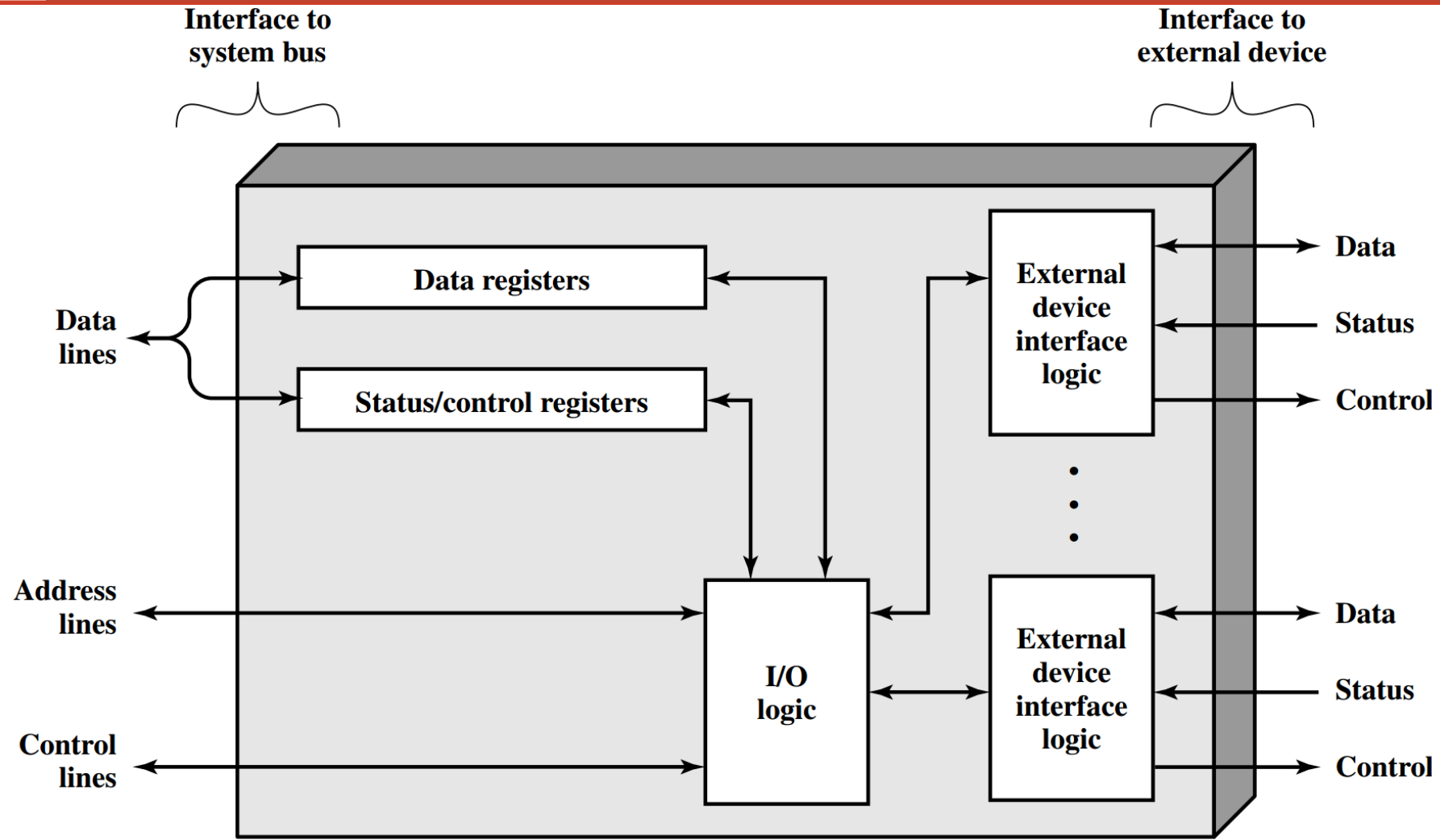


# Modul vào/ra



- Chức năng:
  - Điều khiển và phân định thời gian
  - Trao đổi thông tin với CPU hoặc bộ nhớ chính
  - Trao đổi thông tin với thiết bị vào-ra
  - Đệm giữa bên trong máy tính với thiết bị vào-ra
  - Phát hiện lỗi của thiết bị vào-ra

# Cấu tạo của Modul vào-ra



Block Diagram of an I/O Module

# Địa chỉ hóa cổng vào-ra (IO addressing)

---



- Một không gian địa chỉ nhớ
- Hai không gian địa chỉ tách biệt

# Địa chỉ hóa cổng vào/ra (IO addressing)

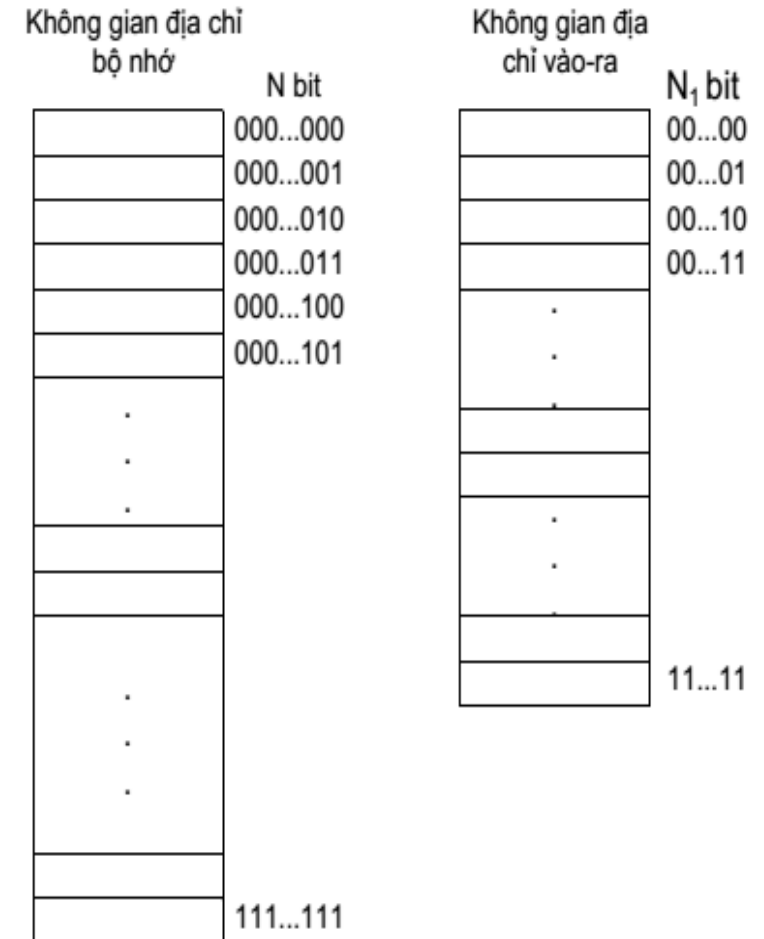


- **Một không gian địa chỉ nhớ:** Hầu hết các BXL chỉ có một không gian địa chỉ, dùng chung cho cả các ngăn nhớ và các cổng vào-ra
    - Các bộ xử lý 680x0 của Motorola
    - Các bộ xử lý theo kiến trúc RISC: MIPS, ARM, ...
- VD: BXL Motorola 68030 quản lý được  $2^{32}$  byte

# Địa chỉ hóa cổng vào-ra (IO addressing)

## ■ Hai không gian địa chỉ tách biệt:

- Không gian địa chỉ bộ nhớ ( $2^N$  ngăn nhớ)
- Không gian địa chỉ vào-ra (QL được  $2^{N_1}$  cổng vào ra,  $N_1 \ll N$ )
- Khi có 2 không gian thì CPU phải có tín hiệu để phân biệt 2 KGĐC trên.
- Ví dụ: Pentium của Intel có 2 KGĐC
  - KGĐC bộ nhớ  $2^{32}$  byte=4GB
  - KGĐC vào ra  $2^{16}$  byte=64KB
  - Pentium có 2 lệnh vào ra chuyên biệt IN, OUT



# Các phương pháp địa chỉ hoá cổng vào-ra

---



- Vào-ra theo bản đồ bộ nhớ (Memory mapped IO)
- Vào-ra riêng biệt (Isolated IO)

# Vào-ra theo bản đồ bộ nhớ



- Cổng vào-ra được đánh địa chỉ theo không gian địa chỉ bộ nhớ
- CPU coi cổng vào-ra như ngăn nhớ
- Lập trình trao đổi dữ liệu với cổng vào-ra bằng các lệnh truy nhập dữ liệu bộ nhớ
- Ví dụ: Bộ xử lý MIPS
  - 32-bit địa chỉ cho một không gian địa chỉ chung cho cả các ngăn nhớ và các cổng vào-ra
  - Các cổng vào-ra được gán các địa chỉ thuộc vùng địa chỉ dự trữ
  - Vào/ra dữ liệu: sử dụng lệnh load/store

# Ví dụ lập trình vào-ra cho MIPS



- **Ví dụ:** Có hai cổng vào-ra được gán địa chỉ
  - Cổng 1: 0xFFFFFFFF4
  - Cổng 2: 0xFFFFFFFF8

- Ghi giá trị 0x41 ra cổng 1

```
addi  $t0, $0, 0x41    # đưa giá trị 0x41
sw     $t0, 0xFFF4($0)  # ra cổng 1
```

- Đọc dữ liệu từ cổng 2 đưa vào \$t3

```
lw     $t3, 0xFFF8($0)  # đọc dữ liệu cổng 2 đưa vào $t3
```



# Vào-ra riêng biệt (Isolated IO)



- Cổng vào-ra được đánh địa chỉ theo không gian địa chỉ vào-ra riêng
  - Lập trình trao đổi dữ liệu với cổng vào-ra bằng các lệnh vào-ra chuyên dụng
  - Ví dụ: Intel x86
    - Dùng 8-bit hoặc 16-bit địa chỉ cho không gian địa chỉ vào-ra riêng
    - Có hai lệnh vào-ra chuyên dụng
- Lệnh IN: nhận dữ liệu từ cổng vào
- Lệnh OUT: đưa dữ liệu đến cổng ra

# Chương 8

---



1. Tổng quan về hệ thống vào-ra
2. Các phương pháp điều khiển vào-ra
3. Nối ghép thiết bị vào-ra

## 2. Các phương pháp điều khiển vào ra

---



- Vào-ra bằng chương trình (Programmed IO)
- Vào-ra điều khiển bằng ngắt (Interrupt Driven IO)
- Truy nhập bộ nhớ trực tiếp - DMA (Direct Memory Access)
- Bộ xử lý vào ra

# Vào-ra bằng chương trình



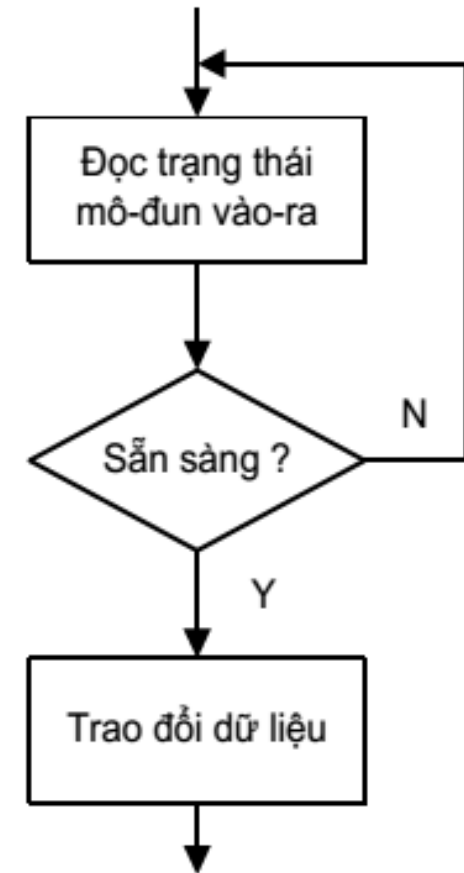
## ■ Nguyên tắc chung:

- Người lập trình chủ động viết các lệnh vào ra
- CPU điều khiển trực tiếp việc trao đổi DL với các modul vào ra

## ■ Hoạt động:

- CPU yêu cầu thao tác vào/ra
- Modul vào ra thực hiện các thao tác đó, và thiết lập các bit trạng thái
- CPU kiểm tra khi nào module sẵn sàng thì trao đổi DL, nếu chưa thì tiếp tục kiểm tra

=> *Tiêu tốn thời gian của CPU*



# Vào-ra bằng chương trình



- Các tín hiệu điều khiển vào-ra
  - **Control:** Kích hoạt thiết bị vào-ra
  - **Test:** Kiểm tra trạng thái của modul vào-ra
  - **Read:** Modul vào-ra nhận DL từ thiết bị vào-ra và đưa vào bộ đệm DL rồi chuyển về CPU
  - **Write:** Modul vào-ra lấy DL trên bus dữ liệu đưa đến bộ đệm DL rồi chuyển ra thiết bị vào-ra.

# Vào-ra bằng chương trình



- Các lệnh vào ra

- Với vào-ra theo bản đồ bộ nhớ:

- Các cổng vào ra được địa chỉ hóa như ô nhớ
- Dùng các lệnh giao tiếp với bộ nhớ để giao tiếp với các TB vào ra (Load/store)

- Với vào-ra riêng biệt:

- Sử dụng các lệnh vào-ra chuyên dụng (IN, OUT)

## 2. Các phương pháp điều khiển vào ra

---



- Vào-ra bằng chương trình (Programmed IO)
- Vào-ra điều khiển bằng ngắt (Interrupt Driven IO)
- Truy nhập bộ nhớ trực tiếp - DMA (Direct Memory Access)
- Bộ xử lý vào ra

# Vào-ra điều khiển bằng ngắt

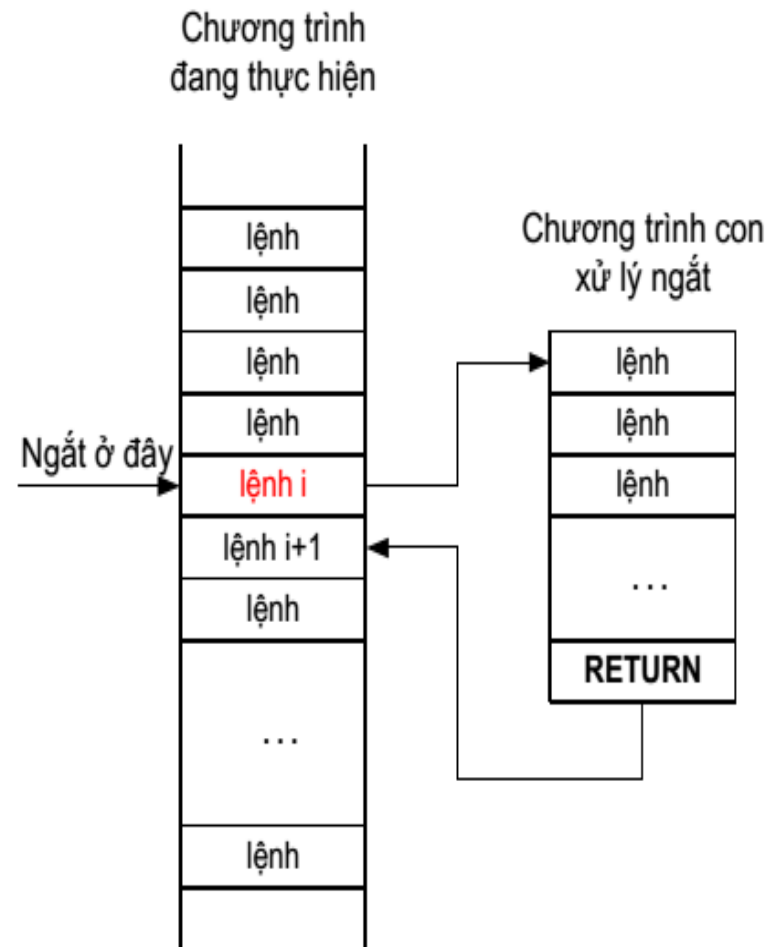


## ■ Nguyên tắc chung:

- CPU phát tín hiệu tới Modul và tiếp tục thực hiện một chương trình nào đó
- Khi modul vào-ra sẵn sàng thì nó phát tín hiệu ngắt tới CPU
- CPU thực hiện chương trình con xử lý ngắt vào-ra tương ứng để trao đổi DL
- CPU trở lại tiếp tục thực hiện chương trình đang bị ngắt

## ■ Đặc điểm:

- CPU vẫn trực tiếp điều khiển vào ra, nhưng ko phải đợi modul vào ra sẵn sàng





# Vào-ra điều khiển bằng ngắt



## ■ Hoạt động:

- CPU phát tín hiệu đọc đến Modul, rồi tiếp tục làm việc khác,
- Modul nhận DL từ TB ngoại vi,
- Phát ra tín hiệu ngắt CPU,
- Cuối mỗi chu trình lệnh, CPU kiểm tra tín hiệu ngắt này,
- CPU cất ngữ cảnh đang thực hiện,
- Thực hiện chương trình con phục vụ ngắt để lấy DL,
- Khôi phục ngữ cảnh và tiếp tục chương trình đang tạm dừng.

# Các vấn đề nảy sinh



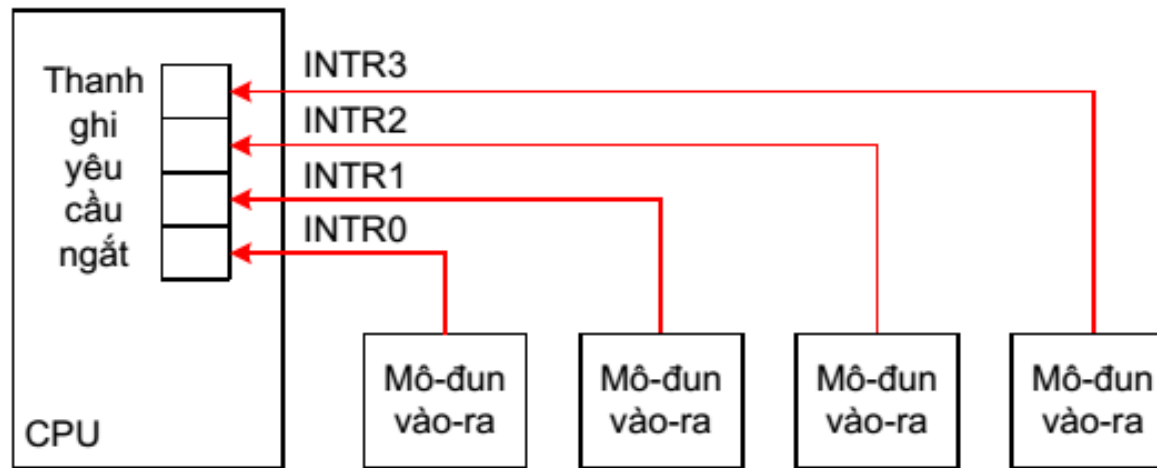
- Làm thế nào để xác định được Modul vào-ra nào phát tín hiệu ngắt.
- CPU xử lý như thế nào khi có nhiều yêu cầu ngắt cùng một lúc

# 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 (PIC)

# Nhiều đường yêu cầu ngắt

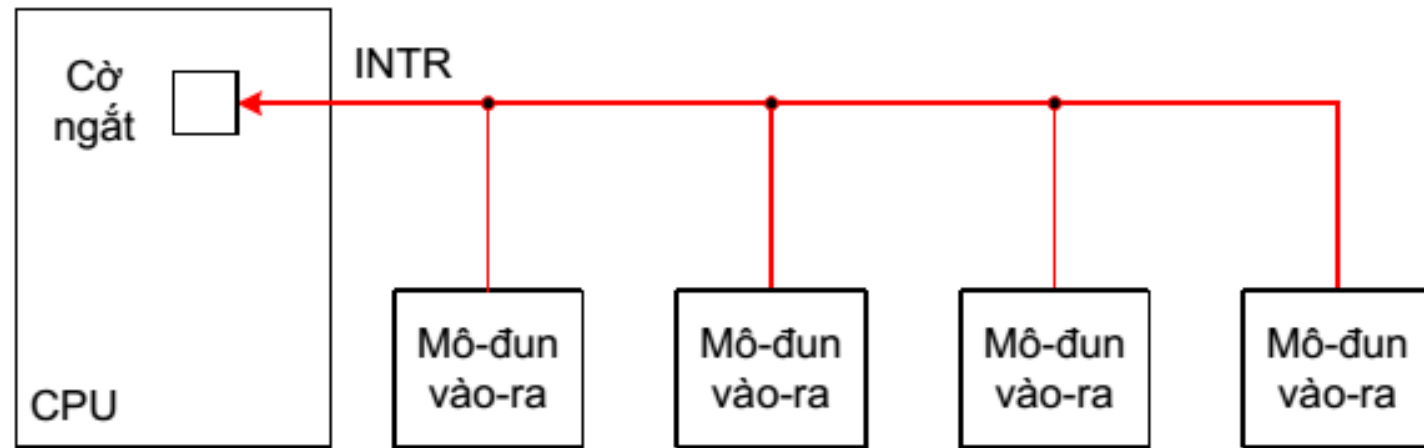


- Mỗi modul vào-ra được nối với một đường yêu cầu ngắt
- CPU phải có nhiều đường tín hiệu yêu cầu ngắt
- Hạn chế số lượng modul vào-ra
- Các đường ngắt được quy định mức ưu tiên

# Hỏi vòng bằng phần mềm



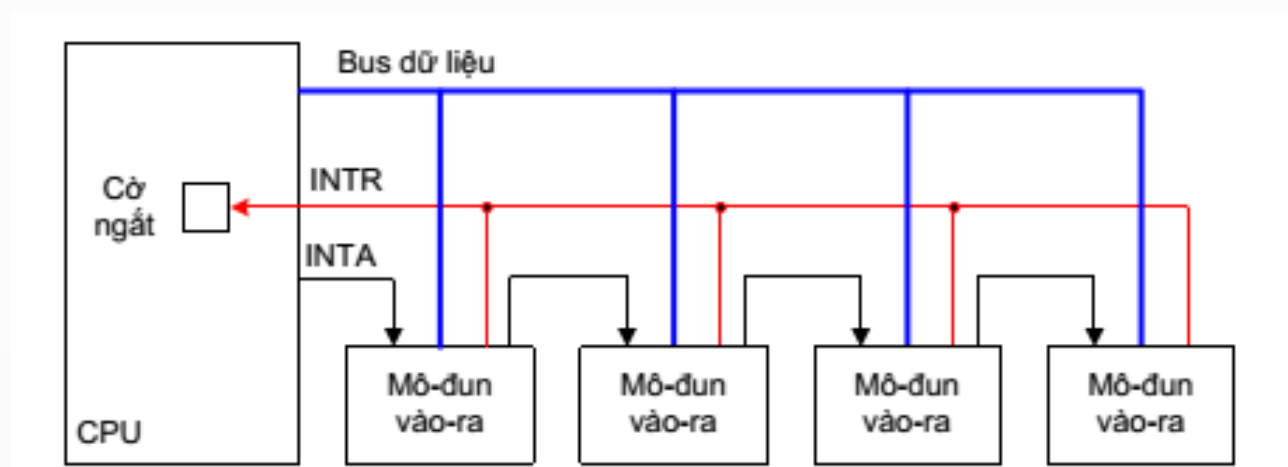
- CPU thực hiện phần mềm hỏi lần lượt từng modul vào-ra
- Thứ tự các mô-đun được hỏi vòng chính là thứ tự ưu tiên
- Nhược: Chậm



# Hỏi vòng bằng phần cứng



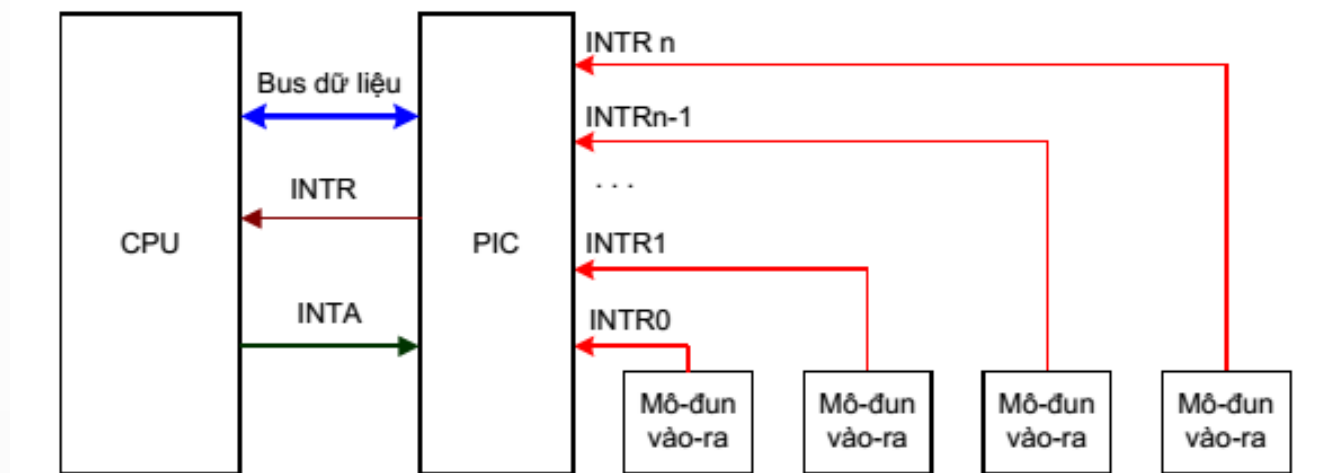
- Các modul trong chuỗi được kết nối theo thứ tự ưu tiên
- CPU phát tín hiệu chấp nhận ngắt (INTA) đến modul vào-ra đầu tiên
- Nếu modul vào-ra đó không gây ra ngắt thì nó gửi tín hiệu đến modul kế tiếp cho đến khi xác định được modul gây ngắt



# Bộ điều khiển ngắt lập trình được



- PIC – Programmable Interrupt Controller
- PIC có nhiều đường vào y/c ngắt có qui định mức ưu tiên
- PIC chọn một y/c ngắt không bị cấm có mức ưu tiên cao nhất gửi tới CPU



## 2. Các phương pháp điều khiển vào ra

---



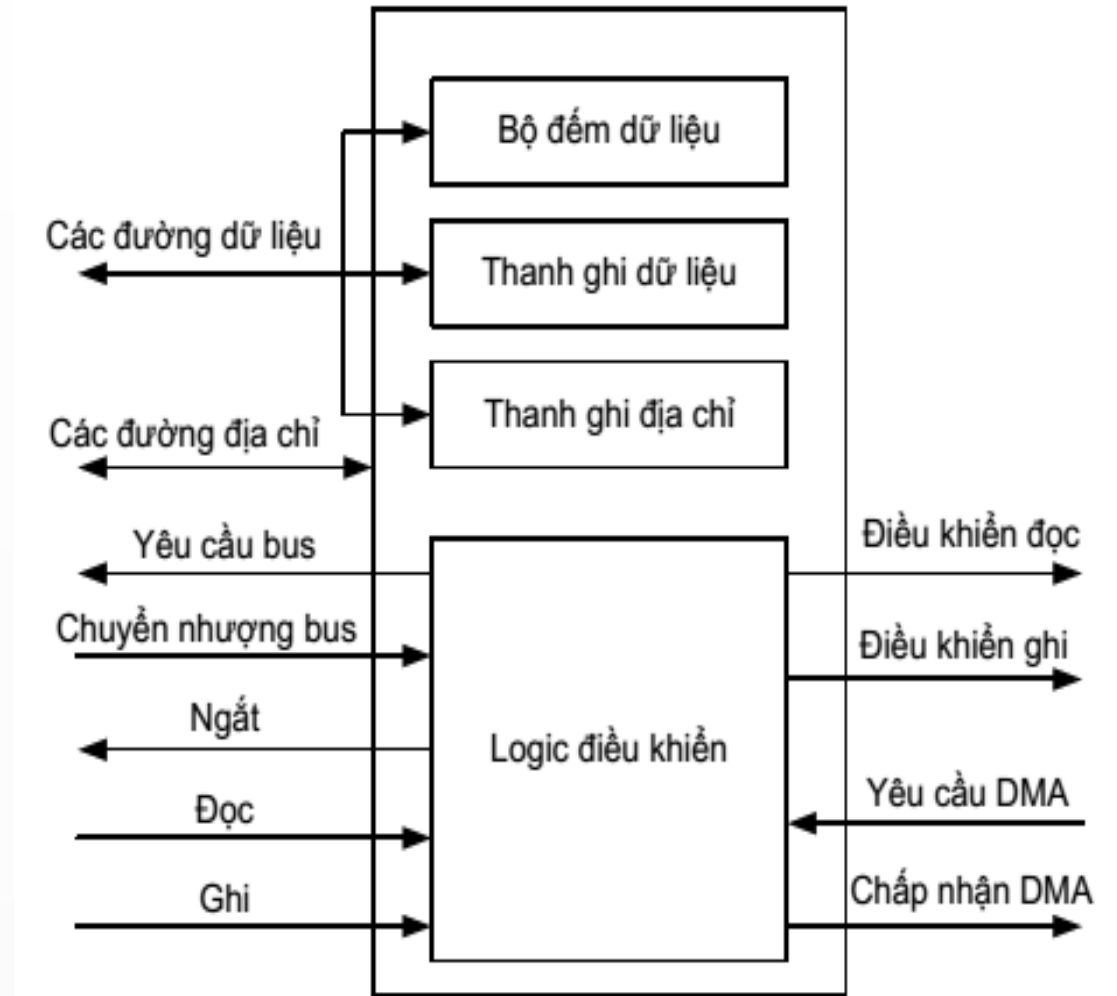
- Vào-ra bằng chương trình (Programmed IO)
- Vào-ra điều khiển bằng ngắt (Interrupt Driven IO)
- Truy nhập bộ nhớ trực tiếp - DMA (Direct Memory Access)
- Bộ xử lý vào ra



# DMA (Direct Memory Access)



- Modul DMAC (Controller) chuyên dụng, điều khiển trao đổi dữ liệu giữa modul vào-ra với bộ nhớ chính
- **Thành phần:**
  - Thanh ghi dữ liệu: Chứa DL trao đổi
  - Thanh ghi địa chỉ: Chứa địa chỉ ngăn nhớ DL
  - Bộ đếm dữ liệu: Chứa số từ DL cần trao đổi
  - Logic điều khiển: Điều khiển hoạt động của DMAC



# Hoạt động của DMA



- CPU thông báo cho DMAC:
  - Vào hay Ra dữ liệu
  - Địa chỉ thiết bị vào-ra (cổng vào-ra 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 tới CPU để báo kết thúc DMA

# Các kiểu cài đặt DMA

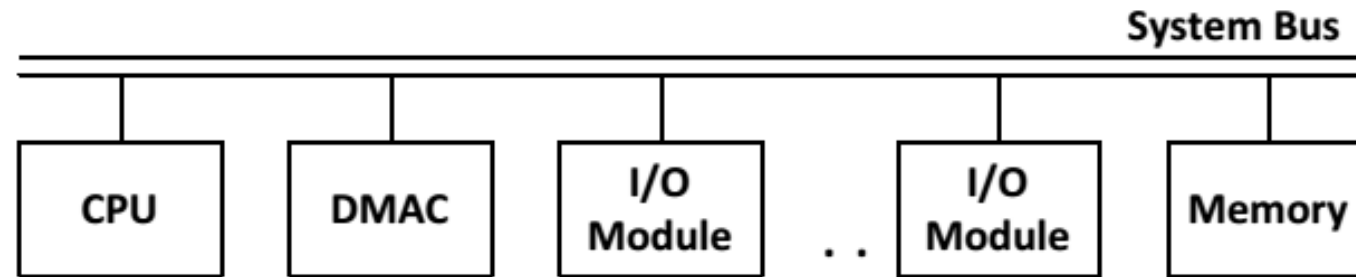


- DMA truyền theo khối (Block-transfer DMA): DMAC sử dụng bus để truyền xong cả khối dữ liệu
- DMA lấy chu kỳ (Cycle Stealing DMA): DMAC cưỡng bức CPU treo tạm thời từng chu kỳ bus, DMAC chiếm bus thực hiện truyền một từ dữ liệu.
- DMA trong suốt (Transparent DMA): DMAC nhận biết những chu kỳ nào CPU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

# Cấu hình DMA (1)



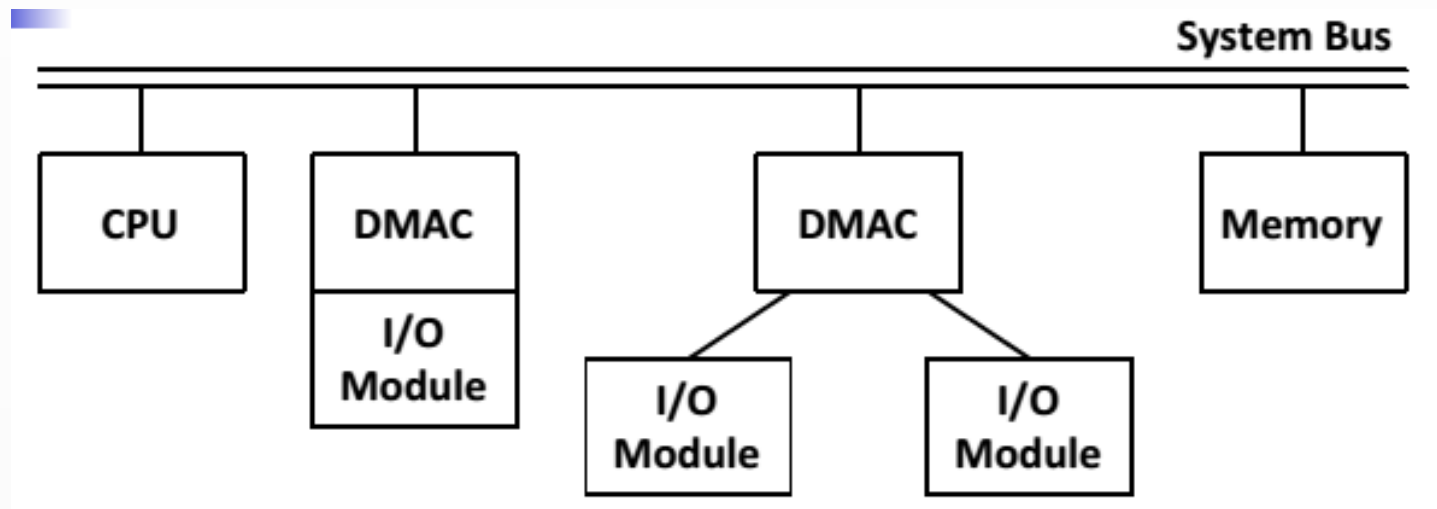
- Mỗi lần trao đổi một dữ liệu, DMAC sử dụng bus hai lần
  - Giữa modul vào-ra với DMAC
  - Giữa DMAC với bộ nhớ



# Cấu hình DMA (2)



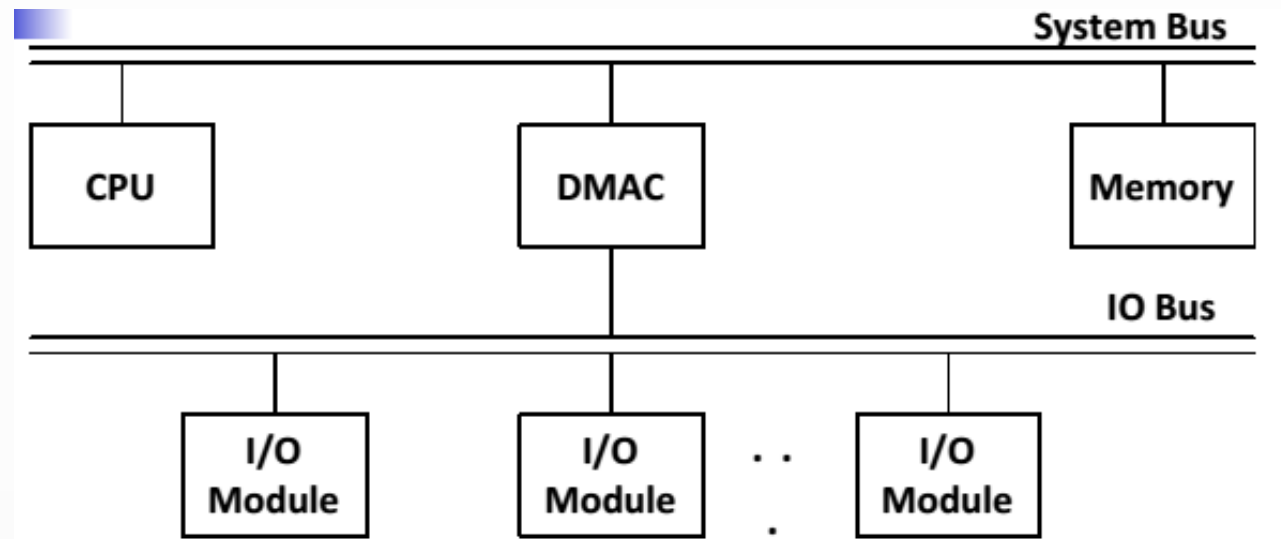
- DMAC điều khiển một hoặc vài modul vào-ra
- Mỗi lần trao đổi một dữ liệu, DMAC sử dụng bus một lần
  - Giữa DMAC với bộ nhớ



# Cấu hình DMA (3)



- Bus vào-ra tách rời
- DMAC điều khiển tất cả các modul I/O
- DMAC sử dụng bus một lần
  - Giữa DMAC với bộ nhớ



# Đặc điểm của DMA



- CPU không tham gia trong quá trình trao đổi dữ liệu
- DMAC điều khiển trao đổi DL giữa bộ nhớ chính với modul vào-ra (hoàn toàn bằng phần cứng) => tốc độ nhanh
- Phù hợp với các yêu cầu trao đổi mảng dữ liệu có kích thước lớn

## 2. Các phương pháp điều khiển vào ra

---



- Vào-ra bằng chương trình (Programmed IO)
- Vào-ra điều khiển bằng ngắt (Interrupt Driven IO)
- Truy nhập bộ nhớ trực tiếp - DMA (Direct Memory Access)
- Bộ xử lý vào ra



# Bộ xử lý vào-ra



- Việc điều khiển vào-ra được thực hiện bởi một bộ xử lý vào-ra chuyên dụng
- Bộ xử lý vào-ra hoạt động theo chương trình của riêng nó
- Chương trình của bộ xử lý vào-ra có thể nằm trong bộ nhớ chính hoặc nằm trong một bộ nhớ riêng

# Chương 8

---



1. Tổng quan về hệ thống vào-ra
2. Các phương pháp điều khiển vào-ra
3. Nối ghép thiết bị vào-ra

### 3. Nối ghép thiết bị vào-ra

---

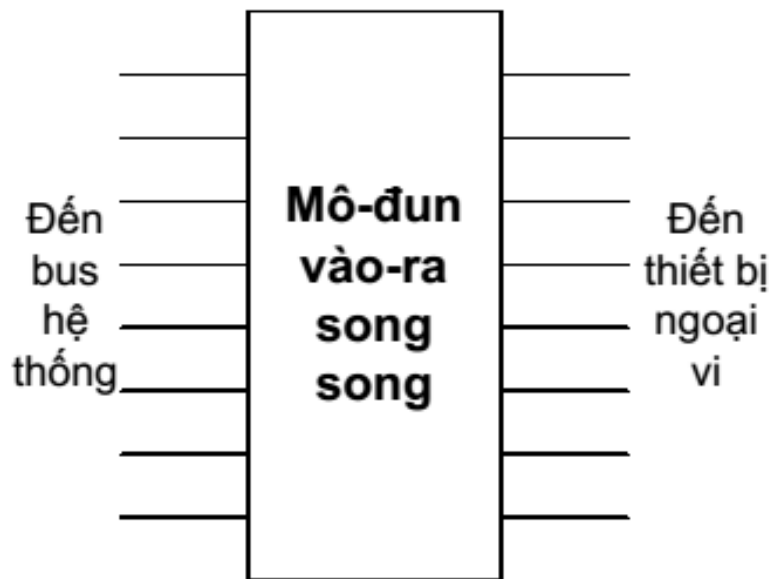


- Nối ghép song song
- Nối ghép nối tiếp

# Nối ghép song song



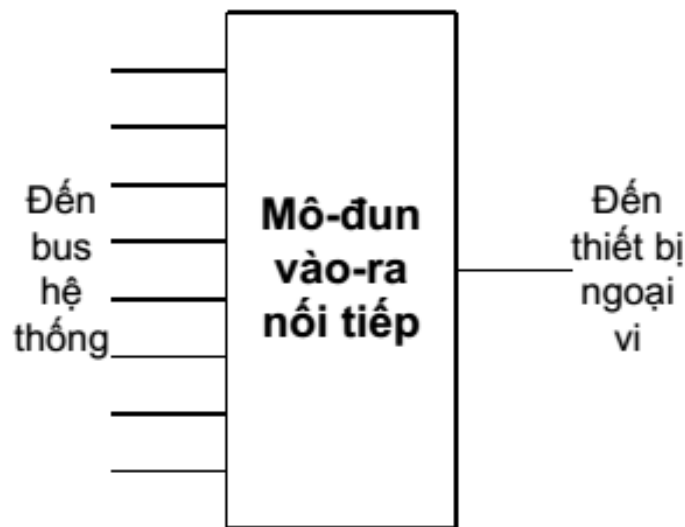
- Truyền nhiều bit song song
- Tốc độ nhanh
- Cần nhiều đường truyền dữ liệu



# Nối ghép nối tiếp



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



# HẾT CHƯƠNG 8