

Chương 2: Khối xử lý trung tâm - CPU

Kiến trúc máy tính

ThS. Đinh Xuân Trường
truongdx@ptit.edu.vn



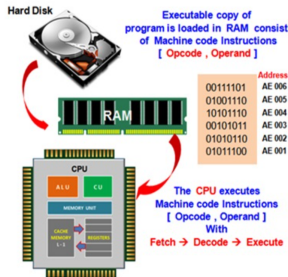
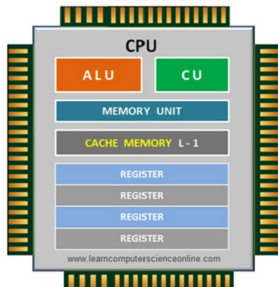
Posts and Telecommunications
Institute of Technology
Faculty of Information Technology 1



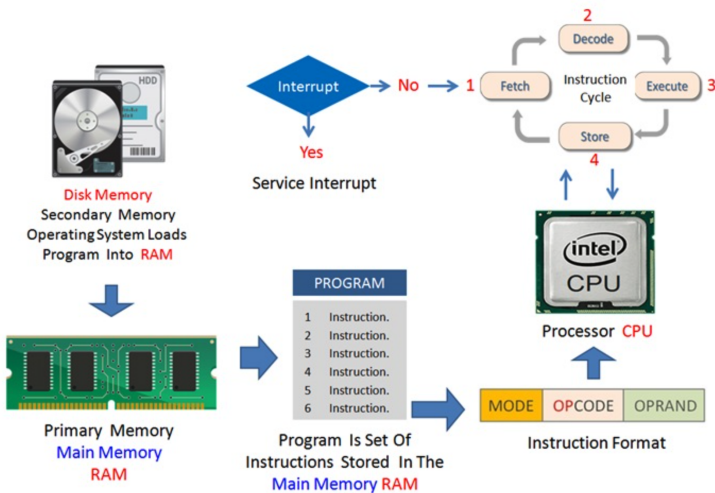
CNTT1
Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông

January 15, 2023

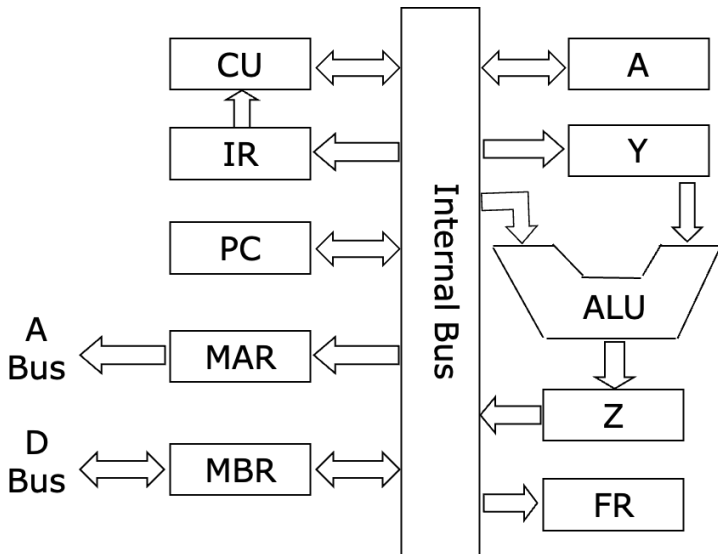
1. Sơ đồ khối tổng quát của CPU
2. Chu kỳ xử lý lệnh CPU
3. Các thành phần chức năng của CPU



Chức năng của khối xử lý trung tâm CPU

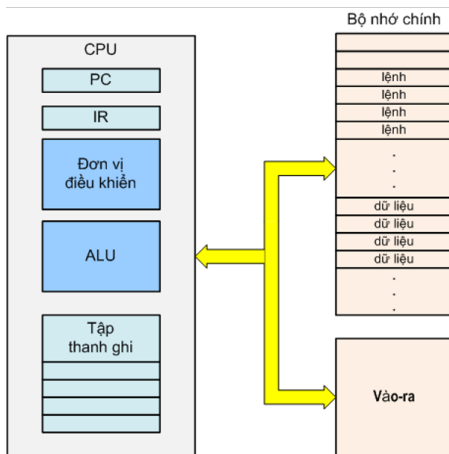


Sơ đồ khối tổng quát của CPU



- ▶ CU: (Control Unit) Khối điều khiển
- ▶ IR: (Instruction Register) Thanh ghi lệnh
- ▶ PC: (Program Counter) Bộ đếm chương trình
- ▶ MAR: (Memory Address Register) Thanh ghi địa chỉ bộ nhớ
- ▶ MBR: (Memory Buffer Register) Thanh ghi nhớ đệm
- ▶ A: (Accumulator Register) Thanh ghi tích lũy
- ▶ Y, Z: (Temporary Register) Thanh ghi tạm thời
- ▶ FR: (Flag Register) Thanh ghi cờ
- ▶ ALU: (Arithmetic and Logic Unit) Khối tính toán số học -logic

Chu kỳ lệnh (Instruction Cycle) là khoảng thời gian để CPU thực hiện xong một lệnh kể từ khi CPU cấp phát tín hiệu địa chỉ ô nhớ chứa lệnh đến khi nó hoàn tất việc thực hiện lệnh đó.



Mỗi chu kỳ lệnh của CPU được mô tả theo các bước sau:

1. Khi một chương trình được chạy, hệ điều hành tải mã chương trình vào bộ nhớ trong RAM
2. Địa chỉ lệnh đầu tiên của chương trình được đưa vào thanh ghi PC
3. Địa chỉ của ô nhớ chứa lệnh được chuyển tới bus A qua thanh ghi MAR
4. Bus A truyền địa chỉ tới khối quản lý bộ nhớ MMU (Memory Management Unit)
5. MMU chọn ô nhớ và sinh ra tín hiệu READ
6. Lệnh chứa trong ô nhớ được chuyển tới thanh ghi MBR qua bus D
7. MBR chuyển lệnh tới thanh ghi IR. Sau đó IR lại chuyển lệnh tới CU
8. CU giải mã lệnh và sinh ra các tín hiệu xử lý cho các đơn vị khác, ví dụ như ALU để thực hiện lệnh cộng

9. Địa chỉ trong PC được tăng lên để trỏ tới lệnh tiếp theo của chương trình sẽ được thực hiện
10. Thực hiện lại các bước 3->9 để chạy hết các lệnh của chương trình

Ví dụ: Trình bày chu trình CPU xử lý cho lệnh sau và trạng thái CPU (giá trị các thanh ghi trong CPU) khi thực hiện lệnh sau: $z = x + y$

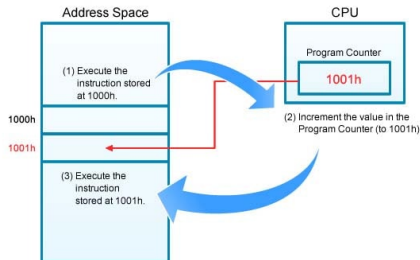
Với giả thiết lệnh cộng được mã hóa có giá trị là 1001H, Câu lệnh ở địa chỉ ô 1000H và x có giá trị là 1 và y có giá trị là 2.

- ▶ Thanh ghi là thành phần nhớ ở bên trong CPU:
 - Lưu trữ tạm thời lệnh và dữ liệu cho CPU xử lý
 - Dung lượng nhỏ, số lượng ít
 - Tốc độ rất cao (bằng tốc độ CPU)
- ▶ Các CPU thế hệ cũ (80x86) có 16 – 32 thanh ghi. CPU thế hệ mới (Intel Pentium 4, Core 2 Duo) có hàng trăm thanh ghi
- ▶ Kích thước thanh ghi phụ thuộc vào thiết kế CPU: 8, 16, 32, 64, 128 và 256 bit
 - 8086 và 80286: 8 và 16 bit
 - 80386, Pentium II: 16 – 32 bit
 - Pentium IV, Core Duo: 32, 64 và 128 bit

Thanh ghi tích lũy A (Accumulator)

- ▶ Thanh ghi tích lũy hay thanh ghi A là một trong những thanh ghi quan trọng nhất của CPU
 - Lưu trữ các toán hạng đầu vào
 - Lưu kết quả đầu ra
- ▶ Kích thước của thanh ghi A tương ứng với độ dài từ xử lý của CPU: 8, 16, 32, 64 bit
- ▶ Cũng được sử dụng để trao đổi dữ liệu với các thiết bị vào ra
- ▶ **Ví dụ:** thực hiện phép tính $x + y \rightarrow z$
 - Toán hạng x được đưa vào thanh ghi A
 - Toán hạng y được đưa vào thanh ghi Y
 - ALU thực hiện phép cộng $A+Y$, kết quả được lưu vào Z
 - Kết quả sau đó lại được đưa vào A

Bộ đếm chương trình PC - Program Counter



- ▶ Program Counter/Instruction Pointer lưu địa chỉ của lệnh tiếp theo
- ▶ PC chứa địa chỉ ô nhớ chứa lệnh đầu tiên của chương trình khi nó được kích hoạt và được tải vào bộ nhớ
- ▶ Khi CPU chạy xong 1 lệnh, địa chỉ lệnh tiếp theo được tải vào PC
- ▶ Kích thước của PC phụ thuộc vào thiết kế CPU: 8, 16, 32, 64 bit

Thanh ghi trạng thái FR

Flag	ZF	SF	CF	AF	IF	OF	PF	1
Bit No	7	6	5	4	3	2	1	0

- ▶ Mỗi bit của thanh ghi cờ lưu trữ trạng thái kết quả phép tính được ALU thực hiện
- ▶ Có 2 kiểu cờ:
 - Cờ trạng thái: CF, OF, AF, ZF, PF, SF
 - Cờ điều khiển: IF, TF, DF
- ▶ Các bit cờ thường được dùng là các điều kiện rẽ nhánh lệnh tạo logic chương trình
- ▶ Kích thước FR phụ thuộc thiết kế CPU

Thanh ghi trạng thái FR

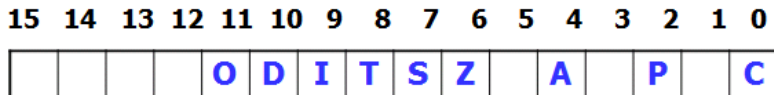
Flag	ZF	SF	CF	AF	IF	OF	PF	1
Bit No	7	6	5	4	3	2	1	0

- ▶ ZF: Zero Flag, ZF=1 nếu kết quả =0 và ZF=0 nếu kết quả $\neq 0$.
- ▶ SF: Sign Flag, SF=1 nếu kết quả âm và SF=0 nếu kết quả dương
- ▶ CF: Carry Flag, CF=1 nếu có nhớ/mượn ở bit trái nhất
- ▶ AF: Auxiliary Flag, AF=1 nếu có nhớ ở bit trái nhất của nibble
- ▶ OF: Overflow Flag, OF=1 nếu có tràn, OF=0 ngược lại
- ▶ PF: Parity Flag, PF=1 nếu tổng số bit 1 trong kết quả là số lẻ, PF=0 ngược lại
- ▶ IF: Interrupt Flag, IF=1: ngắt được phép, IF=0: cấm ngắt

Thanh ghi trạng thái FR của 8086

Các thành phần chức năng CPU (cont.)

Thanh ghi



O OverFlow flag

D : Direction flag

I : Interrupt flag

T : Trap flag

S : Sign flag

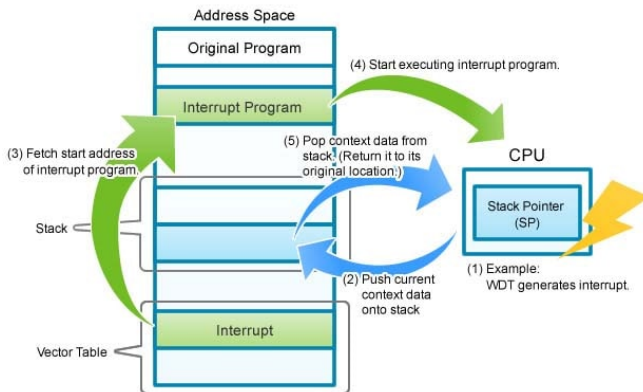
Z : Zero flag

A : Auxiliary flag

P : Parity flag

C : Carry flag

Con trỏ ngăn xếp - SP: Stack Pointer



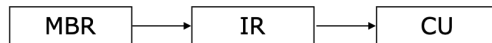
- ▶ Ngăn xếp là 1 đoạn bộ nhớ đặc biệt hoạt động theo nguyên tắc vào sau ra trước (LIFO)

- ▶ PC chứa địa chỉ ô nhớ chứa lệnh đầu tiên của chương trình khi nó được kích hoạt và được tải vào bộ nhớ
- ▶ Con trỏ ngăn xếp là thanh ghi luôn trỏ tới đỉnh của ngăn xếp
- ▶ 2 thao tác với ngăn xếp:
 - Push: đẩy dữ liệu vào ngăn xếp
 - ▶ $SP \leftarrow SP + 1$
 - ▶ $SP \leftarrow \text{Data}$
 - Pop: lấy dữ liệu ra khỏi ngăn xếp
 - ▶ $\text{Register} \leftarrow SP$
 - ▶ $SP \leftarrow SP - 1$

Các thanh ghi đa năng

- ▶ Có thể sử dụng cho nhiều mục đích:
 - Lưu các toán hạng đầu vào
 - Lưu các kết quả đầu ra
- ▶ Ví dụ: CPU 8086 có 4 thanh ghi đa năng:
 - AX: Accumulator Register
 - BX: Base Register
 - CX: Counter Register
 - DX: Data Register

Thanh ghi lệnh IR



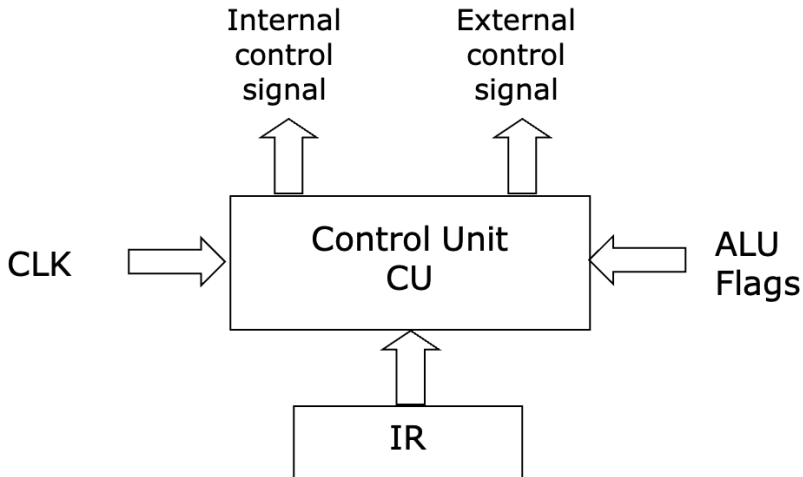
- ▶ Lưu trữ lệnh đang được xử lý
- ▶ IR lấy lệnh từ MBR và chuyển nó tới CU để giải mã lệnh

Các thanh ghi tạm thời

- ▶ CPU thường sử dụng một số thanh ghi tạm thời để:
 - Lưu trữ các toán hạng đầu vào
 - Lưu các kết quả đầu ra
 - Hỗ trợ xử lý song song (tại một thời điểm chạy nhiều hơn 1 lệnh)
 - Hỗ trợ thực hiện lệnh theo cơ chế thực hiện tiên tiến kiểu không trật tự (OOO – Out Of Order execution)

Các thành phần chức năng CPU

Khởi điều khiển CU

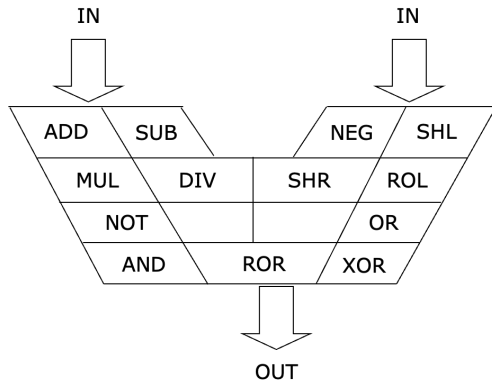


- Điều khiển tất cả các hoạt động của CPU theo xung nhịp đồng hồ

- ▶ Nhận 3 tín hiệu đầu vào:
 - Lệnh từ IR
 - Giá trị các cờ trạng thái
 - Xung đồng hồ
- ▶ CU sinh 2 nhóm tín hiệu đầu ra:
 - Nhóm tín hiệu điều khiển các bộ phận bên trong CPU
 - Nhóm tín hiệu điều khiển các bộ phận bên ngoài CPU
- ▶ Sử dụng nhịp đồng hồ để đồng bộ hóa các đơn vị bên trong CPU và giữa CPU với các thành phần bên ngoài

Các thành phần chức năng CPU

Khối số học và logic ALU- Arithmetic logic unit



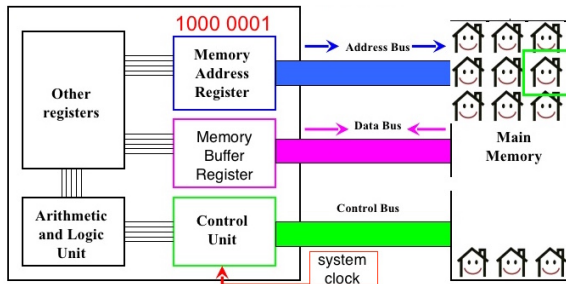
► ALU có:

- 2 cổng IN để nhận đầu vào từ các thanh ghi
- 1 cổng OUT được nối với bus trong để gửi kết quả tới các thanh ghi

- ▶ Bao gồm các đơn vị chức năng con để thực hiện các phép toán số học và logic:
 - Bộ cộng (ADD), bộ trừ (SUB), bộ nhân (MUL), bộ chia (DIV), ...
 - Các bộ dịch (SHIFT) và quay (ROTATE)
 - Bộ logic như phủ định (NOT), bộ và (AND), bộ hoặc (OR), và bộ hoặc loại trừ (XOR)

Các thành phần chức năng CPU

Bus trong CPU



- ▶ Bus trong là kênh liên lạc của tất cả các thành phần trong CPU
- ▶ Hỗ trợ liên lạc 2 chiều
- ▶ Bus trong có giao diện để trao đổi thông tin với bus ngoài
- ▶ Bus trong có băng thông lớn và tốc độ nhanh hơn so với bus ngoài

Chương 2

- ▶ Sơ đồ khối tổng quát của CPU
- ▶ Các thành phần chức năng của CPU
 - Các thanh ghi
 - Khối điều khiển CU
 - Khối số học và logic ALU
 - Bus trong CPU

Tiếp theo Chương 2

- ▶ Tập lệnh máy
- ▶ Khuôn dạng và các thành phần của lệnh
- ▶ Các dạng toán hạng lệnh
- ▶ Các chế độ địa chỉ
- ▶ Một số dạng lệnh thông dụng

1. **Mã đề 1 - D20:** Vẽ sơ đồ khối tổng quát các thành phần của CPU. Trình bày chức năng các thanh ghi: A, MAR và MBR.
2. **Mã đề 2 - D20:** Trình bày chức năng các thành phần điều khiển (CU) và tính toán số học và lô gics (ALU).
3. **Mã đề 3 - D20:** Trình bày về các bit trong thanh ghi cờ (flag register); cho các ví dụ minh họa.
4. **Mã đề 4 - D20:** Trình bày về bộ tính toán số học và lôgic (ALU); nêu chức năng của bộ đếm chương trình (PC); cho các ví dụ minh họa.

1. **Mã đề 5 -D20:** Trình bày về bộ điều khiển (CU); nêu chức năng của bộ đếm chương trình (PC); cho các ví dụ minh họa.
2. **Mã đề 6 -D20:** Vẽ sơ đồ tổng quát của bộ xử lý trung tâm (CPU); nêu chức năng của các thành phần trong quá trình CPU xử lý lệnh ADD R1, R2.
3. **Mã đề 3 - Kỳ 3 2021-2022:** Nêu sơ đồ khối tổng quát và chu trình xử lý lệnh của CPU?
4. **Mã đề 4 - Kỳ 3 2021-2022:** Thanh ghi cờ hay thanh ghi trạng thái của vi xử lý có chức năng gì? Nêu ý nghĩa của các cờ nhớ (C), cờ không (Z), cờ dấu (S) và lấy ví dụ minh họa.