



## บทที่ 2: โครงสร้างและสถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ **MCS-51**

### ไมโครโปรเซสเซอร์ 1

**Sanya Kuankid, Ph.D.**  
<http://pws.npru.ac.th/sanya/>



## **บทที่ 2 โครงสร้างและสถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51**

**2.1 บทนำ**

**2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51**

**2.3 การจัดขาและหน้าที่ของขาสัญญาณต่างๆ**

**2.4 โครงสร้างหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์**

**2.5 เรจิสเตอร์ฟังก์ชันพิเศษ**

**2.6 สรุป**

**2.7 แบบฝึกหัดท้ายบท**



NP



RU

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม  
Nakhon Pathom Rajabhat University



## 2.1 บทนำ



NP



RU

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม  
Nakhon Pathom Rajabhat University



## 2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51



## 2.2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ **MCS-51** แต่ละรุ่น

ไมโครคอนโทรลเลอร์ **MCS-51** แต่ละรุ่นมีหลายเบอร์ให้เลือกใช้งาน ดังนี้

1. ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8031, 80C31, 80C32, ฯลฯ
2. ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8051, 80C51, 8052, 80C52, ฯลฯ
3. ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8751, 87C51, 87C52, ฯลฯ
4. ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 89C51, 89C52, 89C55, ฯลฯ
5. ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 89S53, 89S8252, ฯลฯ





NP



RU

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม  
Nakhon Pathom Rajabhat University



## 2.2.3 คุณสมบัติที่สำคัญของไมโครคอนโทรลเลอร์ **MCS-51**

ในที่นี้ขออ้างอิงไมโครคอนโทรลเลอร์ของบริษัท **ATMEL** เบอร์ **AT89C52** ซึ่งมีคุณสมบัติทั่วไป ดังนี้

1. มีหน่วยความจำแฟลชขนาด 8 กิโลไบต์
2. สามารถโปรแกรมซ้ำได้ถึง 1,000 ครั้ง
3. ทำงานได้ด้วยสัญญาณนาฬิกาตั้งแต่ 0-24 **MHz**
4. มีระบบป้องกันหน่วยความจำโปรแกรมได้ 3 ระดับ
5. มีหน่วยความจำแรมขนาด 256 ไบต์



NP



RU

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม  
Nakhon Pathom Rajabhat University



## 2.2.3 คุณสมบัติที่สำคัญของไมโครคอนโทรลเลอร์ **MCS-51**

6. มีพอร์ตอินพุตเอาต์พุต 4 พอร์ตๆ ละ 8 บิต รวม 32 บิต
7. มีไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์ขนาด 16 bit ทั้งหมด 3 ตัว
8. รองรับการอินเทอร์รัพท์ได้ 8 แหล่ง
9. รองรับการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม
10. มีรูปแบบการทำงานแบบ Low-power idle และรูปแบบ Power-down สำหรับการประหยัดพลังงาน



NP



RU

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม  
Nakhon Pathom Rajabhat University



## 2.3 การจัดหาและหน้าที่ของขาสัญญาณต่างๆ ของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ **MCS-51**



NP

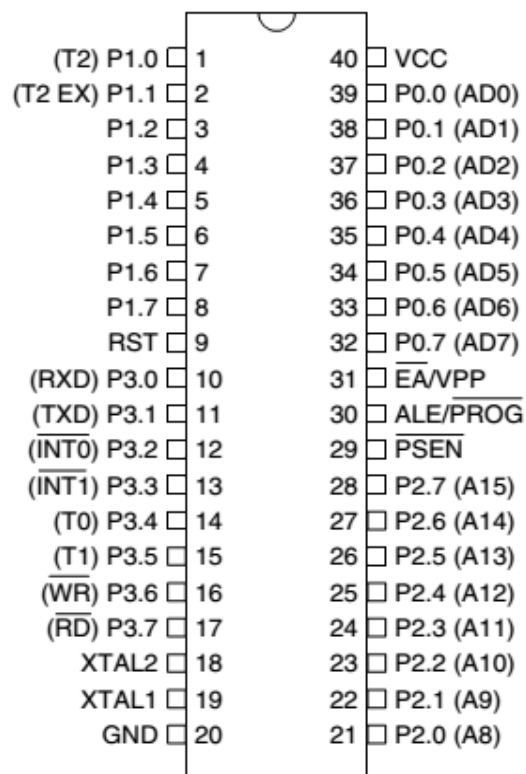


RU

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม  
Nakhon Pathom Rajabhat University



## 2.3 การจัดขาและหน้าที่ของขาสัญญาณต่าง ๆ



ภาพที่ 2.2 การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ **AT89C52**



## ตารางที่ 2.1 หน้าพินของขาสัญญาณต่างๆ

| ชื่อขา             | หน้าที่การทำงาน                                                                                                                                                               |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| VCC                | สำหรับต่อกับแรงดันไฟเลี้ยงวงจร 5 โวลต์                                                                                                                                        |
| GND                | สำหรับต่อกับกราวด์                                                                                                                                                            |
| Port 0 (P0.0-P0.7) | เป็นพอร์ตแบบสองทิศทางขนาด 8 บิต สามารถทำงานได้สองหน้าที่คือเป็นพอร์ตอินพุตเอาต์พุตทั่วไป และใช้เป็นพอร์ตสำหรับติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกคือรับส่งข้อมูลและกำหนดแอดเดรสไบต์ต่ำ |
| Port 1 (P1.0-P1.7) | เป็นพอร์ตแบบสองทิศทางขนาด 8 บิต มีการต่อต้านทานพูลอัพ (Pull-up resister) ไว้ภายใน ทำหน้าที่เป็นพอร์ตอินพุตเอาต์พุตทั่วไป นอกจากนี้ยังใช้งานเป็นขาอินพุตเอาต์พุตของไทม์เมอร์ 2 |



NP



RU

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม  
Nakhon Pathom Rajabhat University



## ตารางที่ 2.1 หน้าที่ของขาสัญญาณต่างๆ

|                                                    |                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Port 2 (P2.0-P2.7)                                 | เป็นพอร์ตแบบสองทิศทางขนาด 8 บิต มีการต่อต้านทานพูลอัพไว้ภายในสามารถทำงานได้สองหน้าที่คือเป็นพอร์ตอินพุตเอาต์พุตทั่วไป และใช้เป็นพอร์ตสำหรับติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกคือกำหนดแอดเดรสไบต์สูง                       |
| Port 3                                             | เป็นพอร์ตแบบสองทิศทางขนาด 8 บิต มีการต่อต้านทานพูลอัพไว้ภายในทำหน้าที่เป็นพอร์ตอินพุตเอาต์พุตทั่วไปนอกจากนี้ยังใช้งานเป็นขาสัญญาณควบคุมการติดต่อกับหน่วยความจำการอินเตอร์รัพท์ และอื่นๆ                           |
| RST                                                | เป็นขาอินพุตที่ใช้รับสัญญาณสำหรับรีเซ็ตซีพียู โดยจะถูกรีเซ็ตเมื่อขานี้เป็นลอจิก 1 นาน 2 แมกซ์ซีเคิล                                                                                                               |
| ALE/<br>PROG<br>(Address Latch<br>Enable/ Program) | เป็นขาเอาต์พุตซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณพัลส์ออกมาทำการแลตช์แอดเดรสไบต์ต่ำที่อยู่ที่พอร์ต P0 เมื่อซีพียูต้องการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก และขานี้จะป็นอินพุตเพื่อควบคุมการโปรแกรมภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ |



## ตารางที่ 2.1 หน้าทีของขาสัญญาณต่าง ๆ

|                                                        |                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\overline{\text{PSEN}}$<br>(Program Store Enable)     | เป็นขาเอาต์พุต ที่ใช้ในการติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก ขานี้จะแอกทีฟสองครั้งในแต่ละแมชชีนไซเคิล                                                                                                                         |
| $\overline{\text{EA}}/\text{VPP}$<br>(External Access) | เป็นขาอินพุตและต้องการลอจิก 0 เพื่อยอมให้ซีพียูสามารถเข้าถึงหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกได้ ซึ่งอยู่ที่ตำแหน่ง 0000H-0FFFFH นอกจากนี้แล้วขานี้ยังใช้รับแรงดัน 12 โวลต์ เพื่อใช้ในระหว่างที่ทำการโปรแกรมภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ |
| XTAL1                                                  | เป็นขาอินพุตของวงจรออสซิลเลเตอร์แอมพลิฟายเออร์                                                                                                                                                                               |
| XTAL2                                                  | เป็นขาเอาต์พุตของวงจรออสซิลเลเตอร์แอมพลิฟายเออร์                                                                                                                                                                             |



NP



RU

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม  
Nakhon Pathom Rajabhat University



## 2.4 โครงสร้างหน่วยความจำของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ **MCS-51**



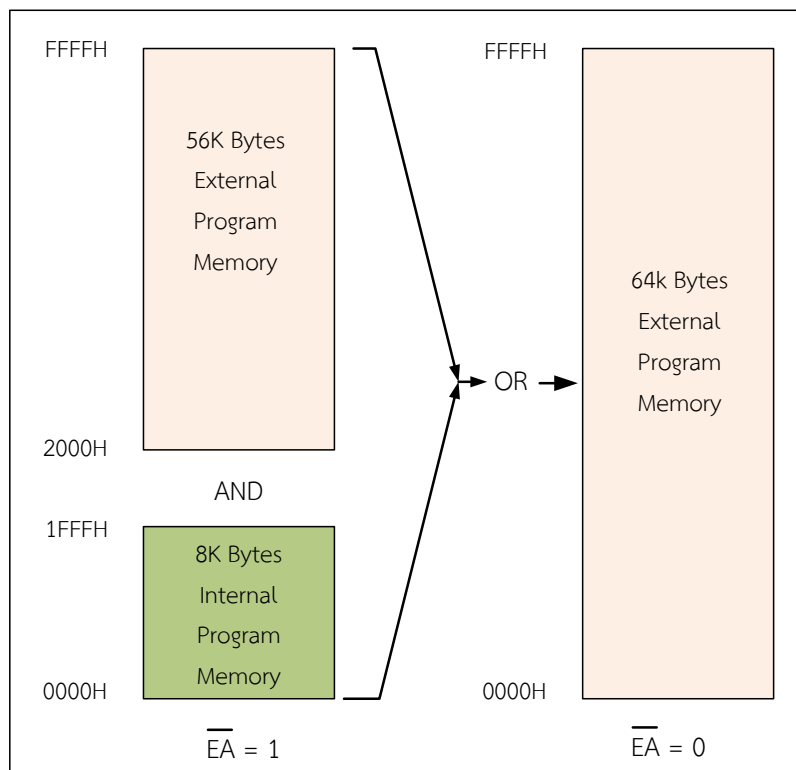
## 2.4.1 หน่วยความจำโปรแกรม

หน่วยความจำโปรแกรม (Program memory) โดยทั่วไปหมายถึงหน่วยความจำรวม เป็นหน่วยความจำที่ไม่โครคอนโทรลเลอร์สามารถเข้าถึงได้เพื่ออ่านค่าอย่างเดียวไม่สามารถเปลี่ยนแปลงค่าใดๆ ได้

หน่วยความจำโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบ่งออกได้เป็น 2 แบบ ได้แก่

- หน่วยความจำโปรแกรมภายใน (Internal program memory)
- หน่วยความจำโปรแกรมภายนอก (External program memory)

## 2.4.1 หน่วยความจำโปรแกรม



ภาพที่ 2.3 การเลือกใช้หน่วยความจำโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์  
เบอร์ **AT89C52**



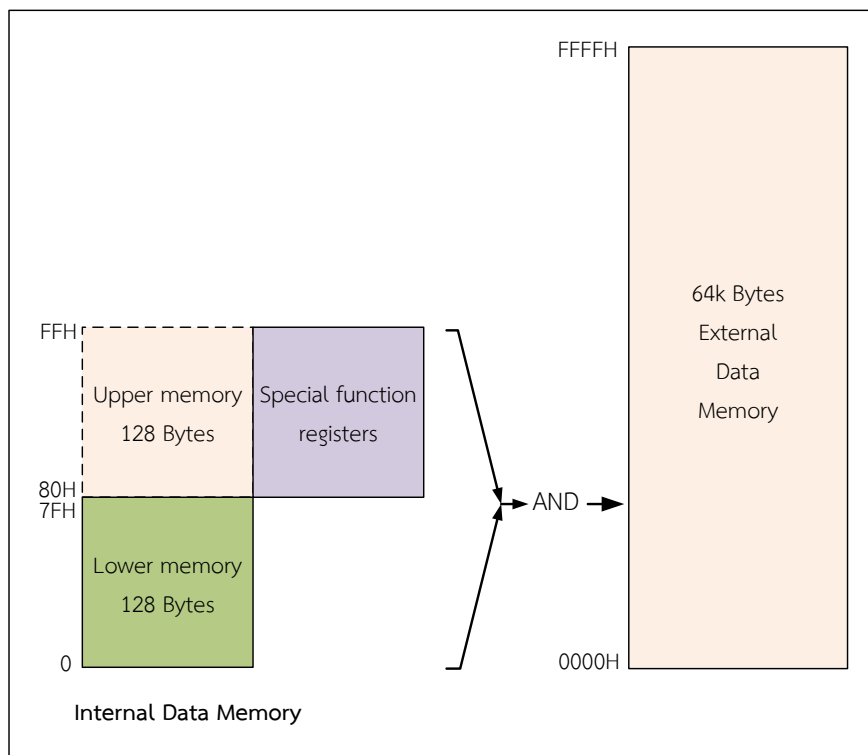
## 2.4.2 หน่วยความจำข้อมูล

หน่วยความจำข้อมูล (Data memory) โดยทั่วไปหมายถึงหน่วยความจำแรม เป็นหน่วยความจำที่ไม่ใคร่คอนโทรลเลอร์สามารถเข้าถึงได้ทั้งอ่านและเขียนข้อมูล หน่วยความจำข้อมูลนั้นจะแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดเหมือนกับหน่วยความจำโปรแกรม

- หน่วยความจำข้อมูลภายใน (Internal data memory)
- หน่วยความจำข้อมูลภายนอก (External data memory)



## 2.4.2 หน่วยความจำข้อมูล



ภาพที่ 2.4 การจัดสรรหน่วยความจำข้อมูลของไมโครคอนโทรลเลอร์

เบอร์ 89 **C52**

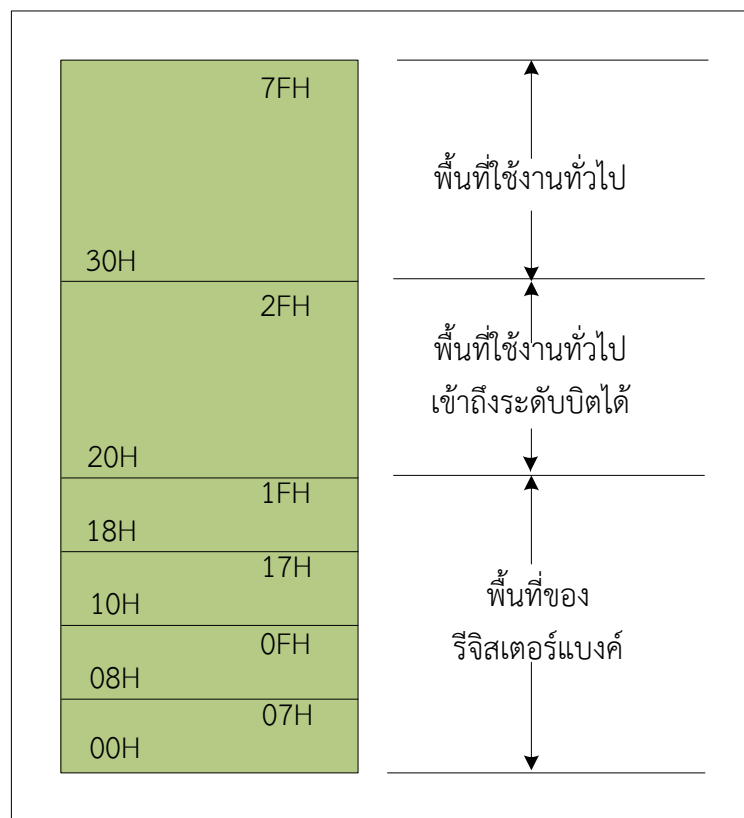


## 2.4.2 หน่วยความจำข้อมูล

หน่วยความจำข้อมูลสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วนด้วยกันนั่นคือ

- หน่วยความจำข้อมูลส่วนล่าง (Lower memory)
- หน่วยความจำส่วนบน (Upper memory)
- หน่วยความจำในส่วนของเรจิสเตอร์ฟังก์ชันพิเศษ (Special Function Register)

## 2.4.2.1 หน่วยความจำข้อมูลส่วนล่าง



ภาพที่ 2.5 หน่วยความจำข้อมูลส่วนล่างของไมโครคอนโทรลเลอร์ **MCS-51**



NP



RU

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม  
Nakhon Pathom Rajabhat University



## 1) พื้นที่ของเรจิสเตอร์แบงค์ (**Bank**)

| เรจิสเตอร์แบงค์ | เรจิสเตอร์ | ตำแหน่ง |
|-----------------|------------|---------|
| 0               | R0-R7      | 00H-07H |
| 1               | R0-R7      | 08H-0FH |
| 2               | R0-R7      | 10H-17H |
| 3               | R0-R7      | 18H-1FH |

ตารางที่ 2.2 ตำแหน่งของเรจิสเตอร์ **R0-R7** ในแบงค์ต่างๆ



NP



RU

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม  
Nakhon Pathom Rajabhat University



## 2) หน่วยความจำข้อมูลทั่วไป

|     | MSB |     |     |     | LSB |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 7FH | 7FH | 7EH | 7DH | 7CH | 7BH | 7AH | 79H | 78H |
| 7EH | 77H | 76H | 75H | 74H | 73H | 72H | 71H | 70H |
| 7DH | 6FH | 6EH | 6DH | 6CH | 6BH | 6AH | 69H | 68H |
| 7CH | 67H | 66H | 65H | 64H | 63H | 62H | 61H | 60H |
| 7BH | 5FH | 5EH | 5DH | 5CH | 5BH | 5AH | 59H | 58H |
| 7AH | 57H | 56H | 55H | 54H | 53H | 52H | 51H | 50H |
| 79H | 4FH | 4EH | 4DH | 4CH | 4BH | 4AH | 49H | 48H |
| 78H | 47H | 46H | 45H | 44H | 43H | 42H | 41H | 40H |
| 77H | 3FH | 3EH | 3DH | 3CH | 3BH | 3AH | 39H | 38H |
| 76H | 37H | 36H | 35H | 34H | 33H | 32H | 31H | 30H |
| 75H | 2FH | 2EH | 2DH | 2CH | 2BH | 2AH | 29H | 28H |
| 74H | 27H | 26H | 25H | 24H | 23H | 22H | 21H | 20H |
| 73H | 1FH | 1EH | 1DH | 1CH | 1BH | 1AH | 19H | 18H |
| 72H | 17H | 16H | 15H | 14H | 13H | 12H | 11H | 10H |
| 71H | 0FH | 0EH | 0DH | 0CH | 0BH | 0AH | 09H | 08H |
| 70H | 07H | 06H | 05H | 04H | 03H | 02H | 01H | 00H |

ภาพที่ 2.6 หน่วยความจำข้อมูลทั่วไปสามารถอ้างตำแหน่งในลักษณะบิตหรือไบต์ได้



### 3) หน่วยความจำข้อมูลทั่วไป

หน่วยความจำข้อมูลทั่วไป มีแอดเดรสอยู่ที่ตำแหน่ง 30H-7FH  
จำนวน 80 ไบต์เป็นหน่วยความจำข้อมูลที่ใช้งานทั่วไปแต่ไม่สามารถ  
เข้าถึงระดับบิตได้



NP



RU

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม  
Nakhon Pathom Rajabhat University



## 2.4.2.2 หน่วยความจำส่วนบน

หน่วยความจำส่วนบนมีแอดเดรสอยู่ที่ 80H-OFFH รวม 128 ไบต์ เป็นหน่วยความจำที่สามารถเข้าถึงแบบทางอ้อมได้เท่านั้น สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์บางเบอร์นั้นจะไม่มีหน่วยความจำส่วนบนไว้ให้ เช่น เบอร์ AT89C51 ส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีหน่วยความจำส่วนบนอยู่ด้วยเช่นเบอร์ AT89C52



NP



RU

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม  
Nakhon Pathom Rajabhat University



## 2.5 เรจิสเตอร์ฟังก์ชันพิเศษ



## 2.5 เรจิสเตอร์ฟังก์ชันพิเศษ

| สัญลักษณ์ | ชื่อเรจิสเตอร์         | ตำแหน่ง |
|-----------|------------------------|---------|
| ACC       | Accumulator            | 0E0H    |
| B         | B register             | 0F0H    |
| PSW       | Program Status Word    | 0D0H    |
| SP        | Stack Pointer          | 81H     |
| DPL       | Data Pointer Low byte  | 82H     |
| DPH       | Data Pointer High byte | 83H     |

ตารางที่ 2.3 สัญลักษณ์และรายชื่อของเรจิสเตอร์ฟังก์ชันพิเศษ



NP



RU

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม  
Nakhon Pathom Rajabhat University



## 2.5 เรจิสเตอร์ฟังก์ชันพิเศษ

|      |                            |      |
|------|----------------------------|------|
| P0   | Port 0                     | 80H  |
| P1   | Port 1                     | 90H  |
| P2   | Port 2                     | 0A0H |
| P3   | Port 3                     | 0B0H |
| IP   | Interrupt Priority Control | 0B8H |
| IE   | Interrupt Enable Control   | 0A8H |
| TMOD | Timer/Counter Mode Control | 89H  |
| TCON | Timer/Counter Control      | 88H  |

ตารางที่ 2.3 สัญลักษณ์และรายชื่อของเรจิสเตอร์ฟังก์ชันพิเศษ



NP



RU

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม  
Nakhon Pathom Rajabhat University



## 2.5 เรจิสเตอร์ฟังก์ชันพิเศษ

|      |                           |     |
|------|---------------------------|-----|
| TH0  | Timer/Counter 0 High Byte | 8CH |
| TL0  | Timer/Counter 0 Low Byte  | 8AH |
| TH1  | Timer/Counter 1 High Byte | 8DH |
| TL1  | Timer/Counter 1 Low Byte  | 8BH |
| SCON | Serial Control            | 98H |
| SBUF | Serial Data Buffer        | 99H |
| PCON | Power Control             | 87H |

ตารางที่ 2.3 สัญลักษณ์และรายชื่อของเรจิสเตอร์ฟังก์ชันพิเศษ



NP



RU

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม  
Nakhon Pathom Rajabhat University



## 2.6 สรุป



NP



RU

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม  
Nakhon Pathom Rajabhat University



## สรุป

เนื้อหาในบทนี้ได้กล่าวถึงโครงสร้างและสถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ซึ่งประกอบด้วยโครงสร้างภายในและคุณสมบัติที่สำคัญของไมโครคอนโทรลเลอร์ การจัดหาและหน้าที่ของขาสัญญาณต่างๆ ความรู้พื้นฐานของหน่วยความจำโปรแกรม หน่วยความจำข้อมูล และการทำงานของ เรจิสเตอร์ฟังก์ชันพิเศษ



NP



RU

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม  
Nakhon Pathom Rajabhat University



## 2.7 แบบฝึกหัดท้ายบท



NP



RU

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม  
Nakhon Pathom Rajabhat University



## 2.7 แบบฝึกหัดท้ายบท

1. ในปัจจุบันมีไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูลใดบ้างที่นำมาประยุกต์ใช้งาน อธิบาย
2. จงอธิบายโครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เบอร์ AT89C52
3. จงอธิบายโครงสร้างหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เบอร์ AT89C52
4. จงอธิบายการทำงานของเรจิสเตอร์ฟังก์ชันพิเศษต่อไปนี้
  - 4.1) เรจิสเตอร์ A
  - 4.2) เรจิสเตอร์ SP
  - 4.3) เรจิสเตอร์ P0-P3
  - 4.4) เรจิสเตอร์ไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์
  - 4.5) เรจิสเตอร์ PCON



## เอกสารอ้างอิง

- ดอนสัน ปงผาบ. (2554). **ปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์และการประยุกต์ใช้งาน 1**. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- ทีมงานสมาร์ตเลิร์นนิ่ง. (2555). **เริ่มต้นเรียนรู้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ด้วยภาษา C**. กรุงเทพฯ: สมาร์ตเลิร์นนิ่ง
- ธีรวัฒน์ ประกอบผล. (2540). **การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์**. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- นคร รักดีชาติ และชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. (2550). **ทดลองและใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ด้วยโปรแกรมภาษา C ฉบับ P89V51RD2**. กรุงเทพฯ: อินโนเวทีฟ เอ็กเพอริเมนต์.
- นวลندا สงวนวงศ์ทอง. (ม.ป.ป.). **เอกสารประกอบการสอน วิชาการโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 1**. ค้นเมื่อ มีนาคม 1 2557 จาก [http://www.it.tl.ac.th/~witsarut/subject\\_c.html](http://www.it.tl.ac.th/~witsarut/subject_c.html)
- ประจัน พลังสันติกุล และชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. (2550). **ปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 กับ Keil C51 คอมไพเลอร์**. กรุงเทพฯ: อินโนเวทีฟ เอ็กเพอริเมนต์.
- सानนท์ เจริญฉาย. (2546). **การเขียนโปรแกรมและอัลกอริทึม**. กรุงเทพฯ: มหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย.



## เอกสารอ้างอิง

**Architecture and Programming of 8051 MCUS.** Retrieved March 1, 2014, from  
<http://www.mikroe.com/products/view/267/architecture-and-programming-of-8051-mcu-s/>

ARMKIEL Microcontrollers Tools. **Cx51 User's Guide.** Retrieved April 1, 2014, from  
<http://www.keil.com/support/man/docs/c51/>

Michael, P. (2001). **Patterns for time-triggered embedded systems: Building reliable applications with the 8051 family of microcontrollers.** New York: ACM Press Books.

Michael, P. (2002). **Embedded C.** London: Addison-Wesley Professional.

**Microcontroller with 8K Bytes Flash AT89C52.** Retrieved March 1, 2014, from  
<http://www.atmel.com/images/doc0313.pdf>

**Z80 CPU User Manual.** Retrieved April 1, 2014, from  
[http://www.zilog.com/appnotes\\_download.php?FromPage=DirectLink&dn=UM0080&ft=User%20Manual&f=YUhSMGNeb3ZMM2QzZHk1NmFXeHZaeTVqYjIwldlpHOWpjeTk2T0RBdlZVMHdNRGd3TG5Ca1pnPT0=](http://www.zilog.com/appnotes_download.php?FromPage=DirectLink&dn=UM0080&ft=User%20Manual&f=YUhSMGNeb3ZMM2QzZHk1NmFXeHZaeTVqYjIwldlpHOWpjeTk2T0RBdlZVMHdNRGd3TG5Ca1pnPT0=)