หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

ไมโครโปรเซสเซอร์

ไมโครโปรเซสเซอร์ เป็นแอลเอสไอ (Large Scale Integrated Circuit : LSI) ซึ่งทำหน้าที่เป็นหน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit : CPU) ซีพียูนี้เดิมทำจากไอซีจำนวนมากประกอบกัน แต่ไมโครโปรเซสเซอร์ย่อส่วนเอาไอซีเหล่านี้ลงในชิ้นส่วนเดียวกัน (Single Chip) เมื่อใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ร่วมกับหน่วยความจำ (Memory) และหน่วยอินพุท/เอาท์พุท (Input/Output Unit) จะมีขีดความสามารถในการทำงานสูงขึ้นเป็นไมโครคอมพิวเตอร์ ภายในไมโครโปรเซสเซอร์จะประกอบด้วยหน่วยคำนวณทางเลขคณิตและลอจิก (Arithmetic Logic Unit : ALU) รีจิสเตอร์ (Register) และวงจรควบคุม (Control Unit) ในแต่ละส่วนมีหน้าที่ดังนี้

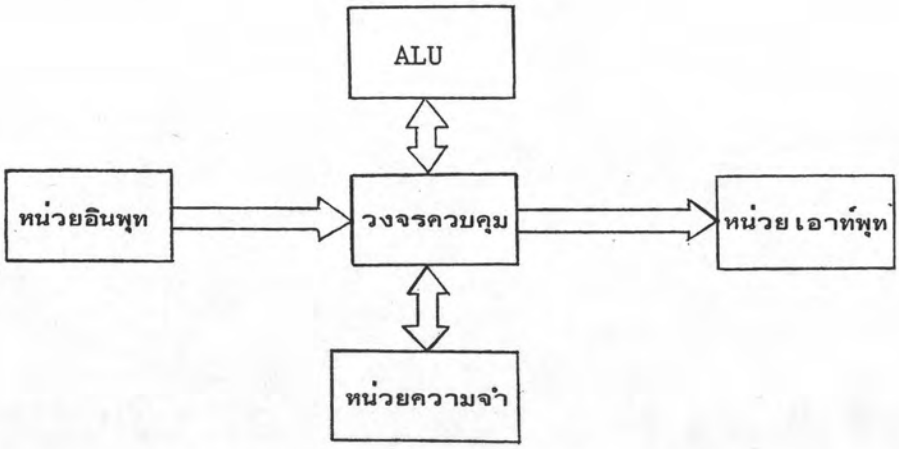
ก. เอแอลยู (ALU) จะทำหน้าที่ในการคำนวณทางคณิตศาสตร์และลอจิก (Logic) จากข้อมูลที่หน่วยความจำหรืออินพุท/เอาท์พุทรับเข้ามา

ข. รีจิสเตอร์ เป็นแหล่งเก็บข้อมูลชั่วคราวภายในซีพียู

ค. วงจรควบคุมจะทำหน้าที่ควบคุมการส่งถ่ายข้อมูลและเชื่อมโยงคำสั่งภายในตัวไมโครโปรเซสเซอร์เอง

การทำงาน จะเริ่มจากการอ่านคำสั่งที่เก็บไว้ในหน่วยความจำ นำคำสั่งซึ่งเป็น รหัสนี้มาถอด รหัส เพื่อให้ได้สัญญาณควบคุมที่สามารถควบคุมการทำงานของเอแอลยู และรีจิสเตอร์ หน่วยความจำและหน่วยอินพุท/เอาท์พุท ให้ถูกต้องตามลำดับ (Sequence) การทำงาน หน่วยความจำจะใช้เป็นที่เก็บข้อมูลและเก็บคำสั่ง อุปกรณ์อินพุทเอาท์พุทเป็นอุปกรณ์ที่ซีพียูใช้เป็นตัวที่จะติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก จะมีการรับข้อมูลเข้าและส่งข้อมูลออกเพื่อแสดงผลหรือใช้ควบคุมอีกทีหนึ่ง

ไมโครโปรเซสเซอร์ สามารถทำงานตามคำสั่งเพื่อนำมาใช้แทนเกท (Gate) และฟลิปฟลอป (Flip Flop) ในระบบดิจิตัลที่มีขนาดใหญ่และซับซ้อน การใช้งานของไมโครโปรเซสเซอร์สามารถแบ่งออกง่าย ๆ เป็น 2 ประเภทคือ การใช้เป็นไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้ในการคำนวณหรือควบคุม อีกประการหนึ่งคือการใช้งานแทนวงจรดิจิตัลในเครื่องมือวัดรุ่นใหม่ ๆ ในรูปที่ 3.1 เป็นโครงสร้างระบบไมโครโปรเซสเซอร์



รูปที่ 3.1 โครงสร้างระบบไมโครโปรเซสเซอร์

3.1 ไมโครโปรเซสเซอร์ Z - 80

Z - 80 เป็นไมโครโปรเซสเซอร์ที่ได้จากการพัฒนาและสร้างขึ้นของวิศวกรบริษัทไซลอก (Zilog) Z - 80 เป็นไมโครโปรเซสเซอร์ขนาด 8 บิท มีลักษณะที่น่าสนใจบางประการคือ

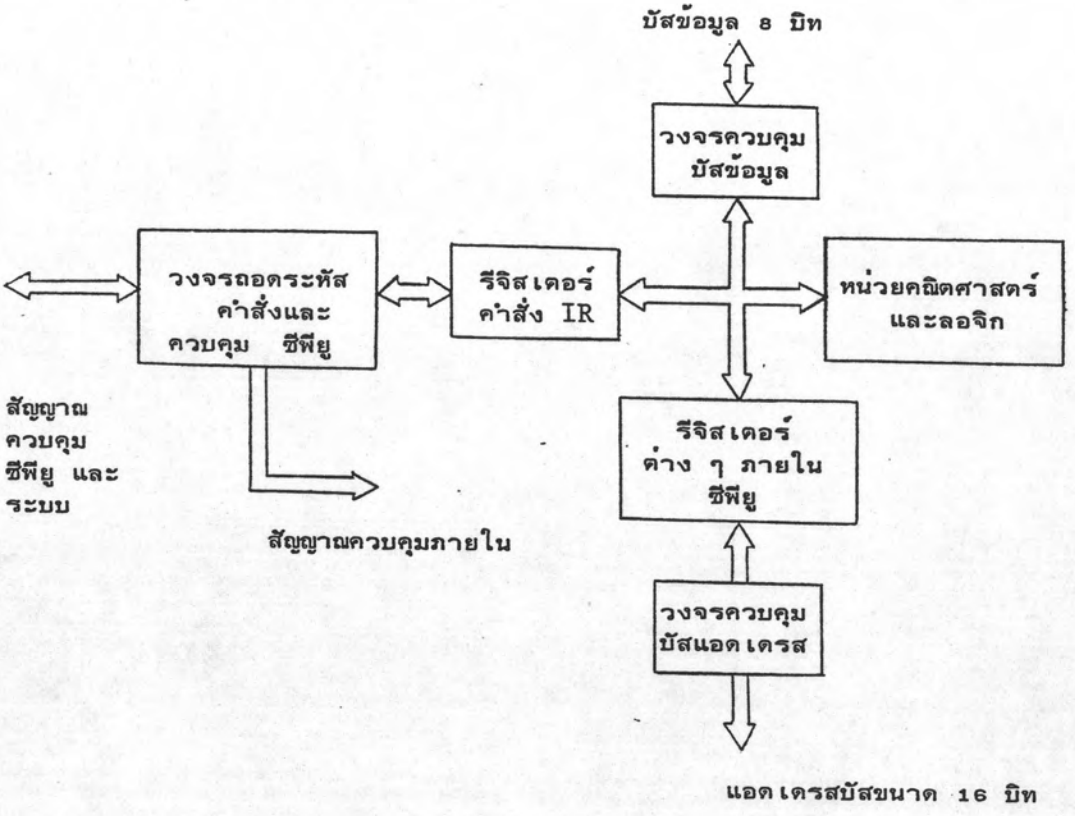
ก. Z - 80 มีลักษณะทางซอฟท์แวร์ที่สามารถนำไปใช้แทนไมโครโปรเซสเซอร์ 8080 ได้

ข. Z - 80 สามารถใช้สัญญาณนาฬิกาได้สูงถึง 6 เมกกะเฮิรทซ์ (MHz) (Z - 80 B) โดยใช้แหล่งจ่ายไฟเลี้ยงเพียงชุดเดียวคือ 5 โวลท์ และต้องการสัญญาณนาฬิกาเฟสเดียว

ค. อุปกรณ์ทำงานร่วมหาได้ง่าย เช่น ชิพที่ใช้ในการอินเตอร์เฟส (Interface) ข้อมูลแบบอนุกรมหรือขนาน

3.1.1 โครงสร้างทั่วไปของซีพียู

รูปที่ 3.2 แสดงโครงสร้างภายในของ Z - 80 จะประกอบด้วยบัสข้อมูล 8 บิท ซึ่งเป็นบัสชนิดสองทิศทาง คือข้อมูลสามารถวิ่งเข้าหรือออกจากซีพียูได้ บัสแอดเดรสเป็นบัสขนาด 16 บิท ที่จะทำให้ขีดความสามารถในการอ้างถึงแอดเดรสได้โดยตรงได้ถึง 2^{16} = 64 K บัดแอดเดรสนี้เป็นเส้นทางสำคัญในการอ้างถึงแอดเดรสของหน่วยเพอริเฟอรัลที่เป็นอินพุทหรือเอาท์พุทด้วย สายบัสควบคุมนั้นจะประกอบไปด้วยสัญญาณควบคุมต่าง ๆ ซึ่งมีอยู่ด้วยกันทั้งหมด 13 สาย ลักษณะการจัดวงจรภายในของ Z - 80 แสดงให้เห็นดังรูปที่ 3.3



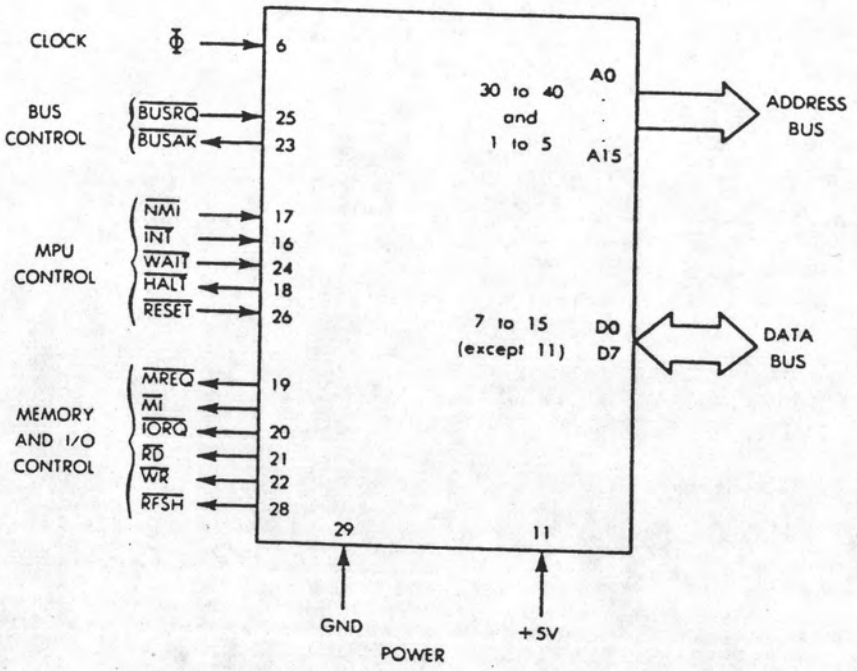
รูปที่ 3.2 โครงสร้างภายในซีพียู Z - 80

สายเชื่อมโยงสัญญาณประกอบด้วย บัส 3 ชุด คือ

ก. บัสข้อมูล (Data Bus)

ข. บัสแอดเดรส (Address Bus)

ค. สายสัญญาณควบคุม (Control Signal Wire)



รูปที่ 3.3 แสดงการจัดขาของ Z - 80

รายละเอียดของสัญญาณต่าง ๆ และหน้าที่ที่สำคัญมีดังนี้

$A_0 - A_{15}$ เป็นสายของแอดเดรสบัส 16 สาย ที่ส่วนภายในของเอาท์พุทเป็นลอจิก 3 สถานะ (Tristate Output) ที่จะถูกอีนาเบิ้ล เลือกว่าเวลาใดเป็นสัญญาณใด ทั้งนี้เพราะสายของแอดเดรสยังทำหน้าที่เป็นตัวอ้างแอดเดรสสำหรับอุปกรณ์ I / O ด้วย

$D_0 - D_7$ เป็นสายบัสข้อมูลจำนวน 8 สาย ลักษณะของขานี้ก็เป็นลอจิกสามสถานะสองทิศทาง (Tristate Input / Output) เพื่อเลือกทิศทางไหลของข้อมูล

ระหว่างซีพียูกับหน่วยความจำหรืออุปกรณ์อินพุท / เอาท์พุท

$\overline{M_1}$ เป็น เอาท์พุท ซึ่งส่งสัญญาณออกมา เพื่อบอกให้ทราบว่า กำลังอยู่ในสภาวะ เฟทช์ โดยแอคตีฟที่ลอจิก " 0 "

$\overline{MREQ}$ เป็น เอาท์พุทลอจิกสามสถานะ สัญญาณเอาท์พุทขานี้ จะ เป็นตัวบอกว่า ขณะนี้ สัญญาณที่แอด เดรสบัสมีค่าแอด เดรส เพื่อ เขียนหรืออ่านในหน่วยความจำ โดย แอคตีฟ ที่ลอจิก " 0 "

$\overline{IORQ}$ เป็น เอาท์พุทที่ให้สัญญาณเพื่อบอกว่า ขณะนี้สัญญาณในแอด เดรสบัสจาก $A_0 - A_7$ เป็นแอด เดรสของ I / O ประโยชน์ของสัญญาณนี้ เพื่อดี เทค (Detect) ระหัสแอด เดรสในการ เขียนหรืออ่านข้อมูลจาก เพอริ เฟอรัล

$\overline{RD}$ เป็นสัญญาณเอาท์พุทที่แสดงสภาวะของซีพียู ขณะที่ต้องการจะอ่านข้อมูลจาก หน่วยความจำ หรือ I / O

$\overline{WR}$ เป็นขาที่ให้สัญญาณเอาท์พุท แสดงสภาวะของซีพียูขณะที่ต้องการจะ เขียนข้อมูล ลงในหน่วยความจำ หรือ I / O

$\overline{RFSH}$ เป็นสายที่ส่งสัญญาณที่จะบอกว่า ขณะนี้สายของแอด เดรสจะบรรจุข้อมูลแอด เดรส สำหรับการรี เฟรช (Refresh) หน่วยความจำชนิดไดนามิค

$\overline{HALT}$ เป็นสายที่จะแอคตีฟ เมื่อซีพียูกระทำคำสั่ง HALT โดยจะแอคตีฟให้ลอจิก" 0 "

$\overline{WAIT}$ เป็นสัญญาณที่จะบอกให้ทราบว่า ขณะนี้หน่วยความจำหรือ I / O ยังไม่พร้อมที่ จะรับหรือส่งผ่านข้อมูล เมื่อส่งสัญญาณเข้าไปซีพียูจะหยุดรอจนกว่า เลิกสัญญาณ WAIT

$\overline{INT}$ เป็นสัญญาณจาก I / O ที่จะอิน เตอร์รัพท์ซีพียู การอิน เตอร์รัพท์จะมีหลาย โหมด เป็นแบบมาส ค์ เค เบิ้ล(Maskable Interrupt)

$\overline{RESET}$ เป็นสัญญาณที่จะส่ง เข้าไปรี เซทซีพียู หรือ ทำให้โปรแกรม เคาน์ เตอร์มีค่า เป็น 0

$\overline{NMI}$ เป็นสัญญาณอิน เตอร์รัพท์ที่ เป็นนอนมาสค์ เค เบิ้ลอิน เตอร์รัพท์ (Non Maskable Interrupt)

$\overline{BUSRQ}$ เป็นการส่งสัญญาณบอกซีพียูว่า ขณะนี้จะต้องการใช้บัสจะทำให้ซีพียูควบคุมบัส โดยใช้หลักการลอจิกสามสถานะ ในการทำให้บัสแอด เดรสและบัสข้อมูลแยก

ออกจากระบบในซีพียู เพื่อให้หน่วยความจำ และ I / O ใช้บัสในการเคลื่อนย้ายข้อมูลระหว่างกัน

$\overline{\text{BUSAK}}$ เป็นสัญญาณจากซีพียู ที่จะส่งออกไปบอกว่าขณะนี้ซีพียูไม่ได้ใช้บัสแล้ว

CLOCK เป็นสัญญาณที่จะทำให้ซีพียูทำงานสัมพันธ์ (Synchronize) ภายในตัวเอง และ กับระบบส่วนอื่นได้

หมายเหตุ การใช้ "___" อยู่เหนือสัญญลักษณ์ แสดงว่า เป็นการแอคตีฟที่ลอจิก " 0 "

3.1.2 ระบบทางฮาร์ดแวร์ของไมโครโปรเซสเซอร์ Z - 80

ไมโครโปรเซสเซอร์ จะทำงานตามลักษณะการจัดการได้จะต้องประกอบด้วยองค์ประกอบ 2 ส่วน คือส่วนโปรแกรมที่เรียกว่าซอฟท์แวร์ (Software) และส่วนวงจรติดต่อภายนอก เรียกว่า ฮาร์ดแวร์ (Hardware)

วงจรฮาร์ดแวร์พื้นฐานของไมโครคอมพิวเตอร์ Z - 8θ ประกอบด้วย

ก. แหล่งจ่ายไฟตรง ขนาด 5 โวลท์

ข. วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา

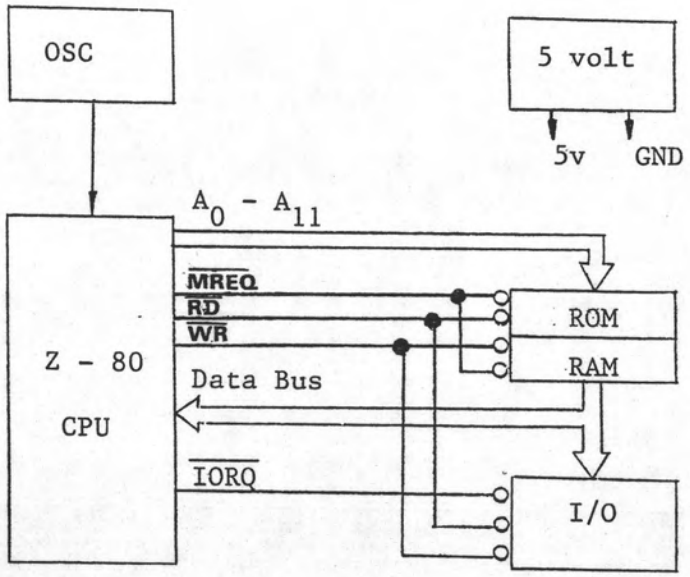
ค. อุปกรณ์หน่วยความจำ RAM และ ROM

ง. วงจร I / O

จ. ซีพียู Z - 80

องค์ประกอบที่กล่าวนี้ สามารถเขียนเป็นแผนภาพการทำงาน ดังแสดงในรูปที่ 3.4 สัญญาณนาฬิกาจากวงจรกำเนิดสัญญาณจะทำหน้าที่เป็นฐานเวลา ควบคุมการทำงานตามลำดับขั้นของซีพียู ไมโครโปรเซสเซอร์จะเริ่มทำงานตามรหัสคีย์ จากอุปกรณ์ภายนอกผ่าน I/O ด้วยการอ่านคำสั่งซอฟท์แวร์จากโปรแกรมมอนิเตอร์ในรอม และปฏิบัติตามคำสั่งชุดนั้น ๆ โดยมีซีพียูเป็นส่วนประมวลคำสั่ง ติดต่อรับส่งข้อมูลกับอุปกรณ์ภายนอกเพื่อแสดงผล จนกระทั่งสิ้นสุดขั้นตอนทำงานและรอรับคำสั่งใหม่ องค์ประกอบพื้นฐานของไมโครโปรเซสเซอร์ คือ ระบบไมโครคอมพิวเตอร์แบบแผ่นเดียว

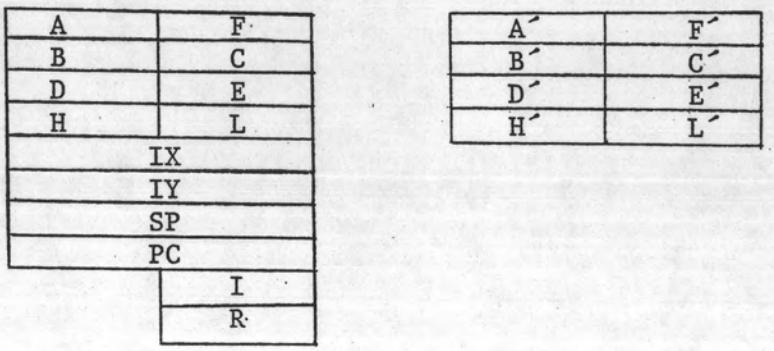
009345



รูปที่ 3.4 ระบบไมโครคอมพิวเตอร์พื้นฐาน

3.1.3 โครงสร้างภายในซีพียู

ส่วนสำคัญภายในซีพียูนอกจากเอแอลยู (ALU) ก็ได้แก่ รีจิสเตอร์ รีจิสเตอร์ภายใน Z - 80 ประกอบด้วยรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิทจำนวน 18 ตัว รีจิสเตอร์ขนาด 16 บิทจำนวน 4 ตัว ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 โครงสร้างรีจิสเตอร์ภายใน Z - 80

รีจิสเตอร์สำหรับวัตถุประสงค์พิเศษ คือ

ก. โปรแกรมเคาวน์เตอร์ (PC) PC เป็นตัวเก็บแอดเดรสขนาด 16 บิท เพื่อให้ซีพียูทำการเฟทช์ (Fetch) คำสั่งในหน่วยความจำได้ถูกต้อง หลังจากที่ซีพียูได้กระทำคำสั่งเสร็จแล้ว ค่าในโปรแกรมเคาน์เตอร์จะเพิ่มค่าขึ้นอัตโนมัติ

ข. สแตคพอยเตอร์ (SP) SP เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 16 บิท โดยซีพียูจะใช้สแตคพอยเตอร์ เป็นตัวชี้ไปยังหน่วยความจำ เพื่อจะบอกชั้นบนสุดของสแตคอยู่ที่ใด และถ้าซีพียูมีการกระทำ POP หรือ PUSH มันจะเปลี่ยนค่า SP โดยอัตโนมัติ เพื่อชี้ตำแหน่งบนสุดของสแตคในหน่วยความจำ

ค. อินเดคซ์รีจิสเตอร์IX และ IY เป็นรีจิสเตอร์อิสระ 2 ตัว ที่มีขนาด 16 บิท โดยปกติจะใช้เป็นฐานในการชี้ไปยังบริเวณหน่วยความจำที่ข้อมูลจะนำออกหรือนำเข้า

ง. รีจิสเตอร์อินเตอร์รัพท์เพจแอดเดรส (I) รีจิสเตอร์นี้มีประโยชน์สำหรับการกระโดดไปกระทำโปรแกรมที่อื่นในขณะมีการอินเตอร์รัพท์ โดยรีจิสเตอร์ I จะกำหนดแอดเดรสในบิท $A_{15} - A_8$ ส่วนแอดเดรส $A_0 - A_7$ จะมาจากลักษณะของคำสั่งอินเตอร์รัพท์

จ. รีจิสเตอร์รีเฟรชหน่วยความจำ (R) ซีพียูของ Z - 80 จะมีรีจิสเตอร์ที่ใช้ในการรีเฟรชหน่วยความจำชนิดไดนามิคได้ รีจิสเตอร์นี้เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิท ซึ่งจะเก็บค่าแอดเดรสของหน่วยความจำที่ต้องการรีเฟรช

3.1.4 แฟลก (Flag)

Z - 80 ซีพียู จะประกอบด้วยแฟลก จำนวน 6 แฟลก และมีบิทที่ไม่ได้แสดงเป็นแฟลกอีก 2 บิทรวมเป็น 8 บิท เพื่อประกอบเป็นรีจิสเตอร์ F ส่วนของแฟลกแต่ละบิทสามารถที่จะเซ็ทหรือรีเซ็ทได้

ลักษณะการใช้แฟลกจะใช้ตัวอักษรย่อแทนดังนี้

C = แฟลกตัวทด

N = แฟลกแสดงการบวกหรือลบ

P/V = แฟลกแสดงพาริตี้และโอเวอร์โฟล์ว

H = แสดงแฟลกตัวทดช่วย

Z = แฟลกแสดงค่าศูนย์

S = แฟลกเครื่องหมาย

X = ไม่ได้ใช้

S	Z	X	H	X	P/V	N	C
b_7	b_6	b_5	b_4	b_3	b_2	b_1	b_0

รูปที่ 3.6 ลักษณะของรีจิสเตอร์

3.1.5 วิธีการแอดเดรสของ Z - 80

ในการทำงานของ Z - 80 จะต้องอ้างตำแหน่งหรือแอดเดรส มีดังต่อไปนี้

ก. การอ้างแอดเดรสแบบอิมมีเดียท (Immediate Addressing)

ข. การอ้างแอดเดรสแบบขยายข้อมูลชนิดอิมมีเดียท

ค. การแอดเดรสแบบเพจศูนย์ (Modified Page Zero)

ง. การอ้างแอดเดรสแบบเปรียบเทียบ (Relative Addressing)

จ. การอ้างแอดเดรสแบบขยายข้อมูลแอดเดรส (Extended Addressing)

ฉ. การอ้างแอดเดรสโดยใช้อินเดครีจิสเตอร์ (Index Addressing)

ช. การอ้างแอดเดรสแบบใช้รีจิสเตอร์ (Register Addressing)

ซ. การอ้างแอดเดรสแบบ Implied Addressing

ฌ. การอ้างแอดเดรสเข้าสู่บิทต่าง ๆ (Bit Addressing)

3.2 การนำ Z - 80 ไมโครโปรเซสเซอร์ประยุกต์ใช้งาน

โดยปกติเราจะนำ Z - 80 ไมโครโปรเซสเซอร์มาใช้งานเป็นประเภท ไมโครคอมพิวเตอร์ คือควบคุม วิเคราะห์ข้อมูล แสดงผลข้อมูล ฯลฯ. ในการออกแบบ Z - 80 ไมโครคอมพิวเตอร์จึงประกอบด้วยส่วนใหญ่ ๆ ดังนี้

ก. ซีพียู Z - 80 ทำหน้าที่ประมวลผลกลาง

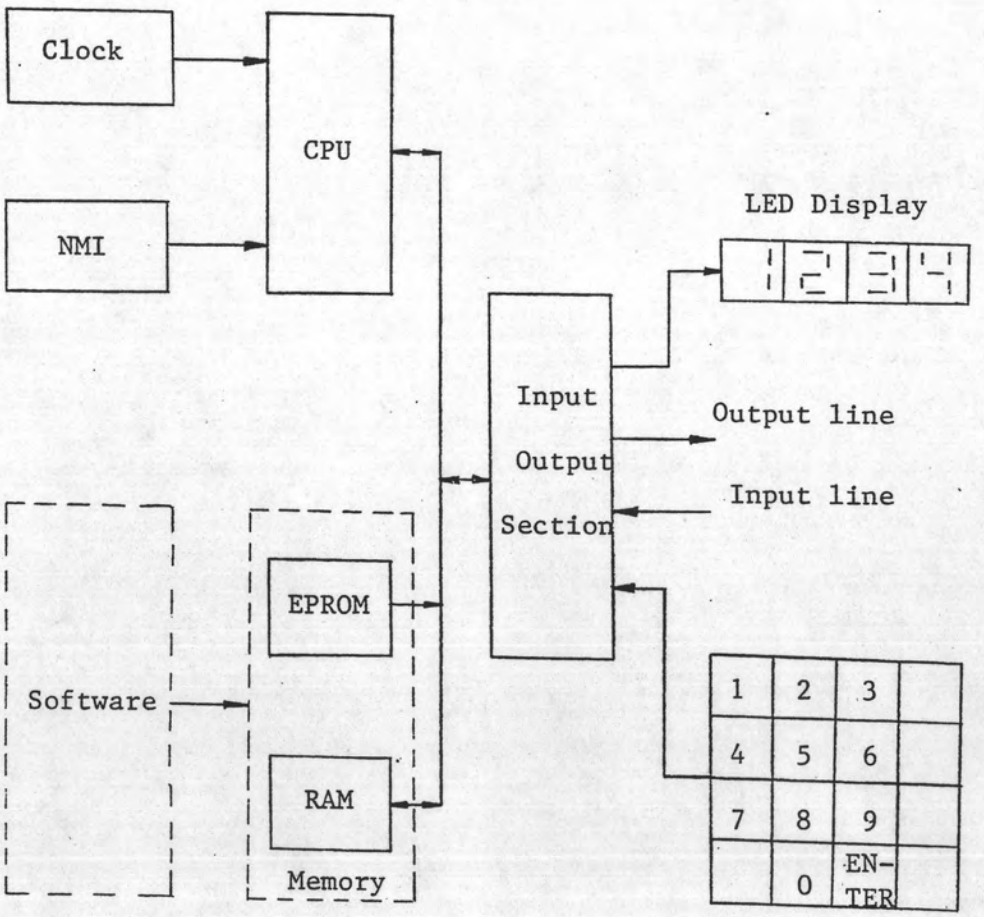
ข. หน่วยความจำทั้งชนิดแรมและรอม (RAM and ROM.)

ค. อินเตอร์เฟส (Interface) ข้อมูลเข้าและออกจากระบบ

ง. ซอฟท์แวร์ (Software) คือโปรแกรมที่เขียนขึ้นเพื่อให้ระบบไมโครคอมพิวเตอร์นี้ทำงานควบคุมตามที่เราต้องการ

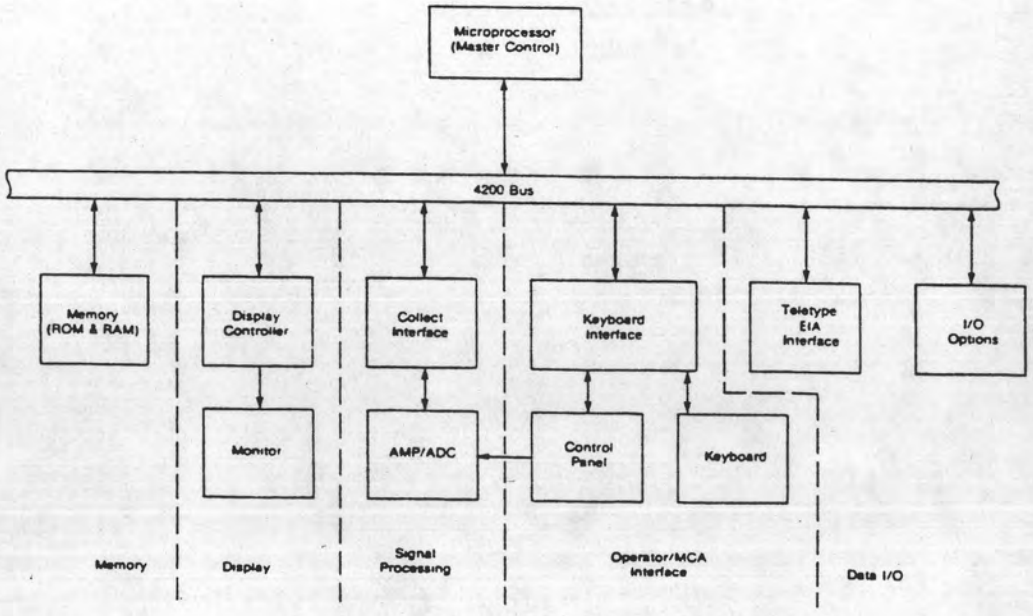
จ. ส่วนแสดงผล

ในรูปที่ 3.7 เป็น แผนภาพ (Block Diagram) แสดงระบบไมโครคอมพิวเตอร์วงจรหนึ่ง ซึ่งมีภาคแสดงผลข้อมูลเป็น ไดโอดเปล่งแสง (7 - Segment LED) และมีภาคป้อนข้อมูลเข้าสำหรับการควบคุมโดยคีย์บอร์ด (Keyboard) โปรแกรมจะถูกเก็บไว้ในอีพรอม (EPROM) และข้อมูลต่าง ๆ ที่จะต้องเก็บไว้ชั่วคราวระหว่างการวิเคราะห์หรือควบคุมหรือแสดงผลนั้น จะถูกเก็บไว้ในแรม (RAM)



รูปที่ 3.7 แผนภาพแสดงระบบไมโครคอมพิวเตอร์แบบแผ่นเดียว

เครื่องมือวัดและวิเคราะห์รุ่นใหม่จะใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ เป็นหน่วยประมวลผลกลาง ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้มีความสะดวกในการใช้งานโดยผู้ใช้ ไม่จำเป็นต้องรู้เรื่องไมโครโปรเซสเซอร์และโปรแกรมต่าง ๆ เพียงแต่เข้าใจความหมายของรหัส บนคีย์บอร์ดเป็นตัว ๆ หรือชุดจากคู่มือใช้งานของเครื่อง เมื่อคีย์ รหัส เหล่านั้นแล้วตามด้วยตัวเลข ก็สามารถจะตั้งเวลาหรือเลือกช่วงที่จะวิเคราะห์ได้ โปรแกรมหลัก โปรแกรมซับรูทีน และตารางมาตราฐานของระบบวิเคราะห์เชิงคุณภาพจะถูกเก็บไว้ในหน่วยเก็บความจำถาวร (ROM) ภายในเครื่อง พร้อมที่จะถูกเรียกใช้งานเมื่อกดคีย์การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผล เมื่อมีคำสั่งเก็บข้อมูลตามกำหนดเวลาซึ่งอยู่ในช่วงที่สนใจ (ROI) โปรแกรมซับรูทีนจะถูกเรียกมาใช้ ในกระบวนการวิเคราะห์เพื่อนำข้อมูลมาเปรียบเทียบกับค่าปริมาณมาตราฐานในระบบวัดเชิงปริมาณ (Quantitative) ในขั้นสุดท้ายจะแสดงผลให้ผู้วิเคราะห์ทราบทางหน่วยแสดงผล รูปที่ 3.8 แสดงแผนภาพของเครื่องวิเคราะห์ความสูงของพัลส์แบบหลายช่อง (Multichannel Pulse Height Analyzer) Series 40 ของบริษัทแคนเบอร์ร่า (Canberra)



รูปที่ 3.8 แผนภาพแสดง MCA รุ่น Series 40 Canberra