

S_{KY}
SKYBOOK

คู่มือการทดลองไมโครโปรเซสเซอร์และการอินเตอร์เฟซ
บาร์โค้ด 9789743890246
ISBN 974-389-024-6

คู่มือการทดลอง

ไมโครโปรเซสเซอร์ และการอินเตอร์เฟซ



โดย..
ไชยยันต์ บุญมี
นักตร วังนเทพินทร์

คู่มือการทดลอง

ไมโครโพรเซสเซอร์

และการอินเทอร์เน็ตเฟช

...โดย...

ໂຮມຍັນຕ໌ ບຸນມີ

นภัทร วังนเทพินทร์

บริษัท สกายบุ๊กส์ จำกัด
 หน่วยงานโกลด์ทรัก 200 ปี (บริษัท)
SKYBOOK COMPANY LIMITED
 โทร. 0-2958-1125-7, 0-2567-5119 โทรสาร. 0-2567-5105
 515/278-8 ถ.สีลม-ปทุมธานี ส.ปอ.ราชธานี ๑๑ ถ.สุขุมวิท ๑ ปทุมธานี 12130
 E-mail: skybook1992@hotmail.com

“คู่มือการทดลองไมโครโปรเซสเซอร์และการอินเตอร์เฟซ”

พิมพ์ครั้งที่ 1 กุมภาพันธ์ 2545

สงวนลิขสิทธิ์ตามกฎหมาย

ห้ามคัดลอกถ่ายเอกสารหรือพิมพ์

หรือวิธีหนึ่งวิธีใดของหนังสือเล่มนี้ก่อนได้รับอนุญาต

จากบริษัท สกายบุ๊กส์ จำกัด

ราคา 150 บาท

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของหอสมุดแห่งชาติ

ไชยยันต์ บุญมี

คู่มือการทดลองไมโครโปรเซสเซอร์และการอินเตอร์เฟซ -- กรุงเทพฯ : สกายบุ๊กส์, 2545.

308 หน้า

1. ไมโครโปรเซสเซอร์ I. ชื่อเรื่อง

004 . 16

ISBN: 974-389-024-6

S7901-30-02-02

จัดพิมพ์และจำหน่ายโดย



บริษัท สกายบุ๊กส์ จำกัด
หน้าบ้านเลขที่ ๑๐๐ ปี (รัชกาล)
SKYBOOK COMPANY LIMITED
โทร. 0-29581125-7, 0-25675119 โทรสาร. 0-25675165
515/276-8 อ.รังสิต-ปทุมธานี อ.ปทุมธานี ๑.รังสิต ๑.ปทุมธานี 12130
E-mail: skybook1992@hotmail.com

“เรามุ่งหวังให้เด็กได้เรียนรู้การอ่าน”

พิมพ์ที่ บริษัท สยามสปอร์ต ซินดิเคท จำกัด

459 ซอยพญาบุรุษอุปกัมภ์ (ลาดพร้าว 48) แขวงสามเสนนอก เขตห้วยขวาง กรุงเทพฯ 10310

โทรศัพท์: 0-26943010

คำนำ

หนังสือ คู่มือการทดลองไมโครโพรเซสเซอร์และการอินเตอร์เฟซ เล่มนี้ ใช้ศึกษาการทำงานของไมโครโพรเซสเซอร์ โดยใช้หน่วยประมวลผลกลางเบอร์ Z80 (CPU Z80) แบ่งเป็น 16 การทดลอง ประกอบด้วย การทดลองการใช้คำสั่งต่าง ๆ ของ CPU Z80 อยู่ในการทดลองที่ 1-4 การอินเตอร์รัพท์ การขยายหน่วยความจำ การควบคุม Stepping Motor การใช้ระบบแอนะล็อกเป็นดิจิตอล การประยุกต์ใช้ต่าง ๆ รวมถึงการส่งข้อมูลแบบ DMA ซึ่งครอบคลุมเนื้อหาในหลักสูตรวิชาระบบไมโครโพรเซสเซอร์ ของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

การปฏิบัติการทดลองตามหนังสือเล่มนี้ จะอ้างอิงกับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์วงจเดี่ยว (Single Board) รุ่น ANA 2.0 ของบริษัท ANADIGIT เป็นส่วนใหญ่ แต่สำหรับผู้ที่ใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์วงจเดี่ยวยี่ห้ออื่นก็สามารถปฏิบัติตามหนังสือเล่มนี้ได้ เนื่องจากต้องใช้วงจรต่อภายนอกเสริมด้วย เช่น สายแพ ไฟโตบอร์ด และสายต่อวงจร เป็นต้น

ในแต่ละการทดลองจะมีเนื้อหาภาคทฤษฎีให้ผู้ศึกษาได้ศึกษาอย่างละเอียดพอสมควร ซึ่งจะช่วยให้สามารถเข้าใจหลักการทำงานหรือการเขียนโปรแกรมควบคุมได้มากขึ้น

หวังเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือเล่มนี้จะช่วยให้ผู้ศึกษาการทำงานและการประยุกต์ใช้งานไมโครโพรเซสเซอร์ Z80 ได้เข้าใจง่ายขึ้น

ไชยยันต์ บุญมี
นภัทร วัจนเทพินทร์

)สารบัญ(

การทดลองที่ 1	การโอนย้ายข้อมูล -----	5
การทดลองที่ 2	การคำนวณและการกระโดด -----	38
การทดลองที่ 3	การเลื่อนข้อมูล การควบคุมบิต และการทดสอบบิต -----	74
การทดลองที่ 4	การอินพุต-เอาต์พุต -----	93
การทดลองที่ 5	การขยายหน่วยความจำ -----	112
การทดลองที่ 6	การอินเตอร์รัพต์ -----	126
การทดลองที่ 7	การเชื่อมโยงแบบขนาน -----	145
การทดลองที่ 8	การเชื่อมโยงแบบอนุกรม 8251 -----	163
การทดลองที่ 9	การอ่านข้อมูลจากสวิตช์จำนวนมาก -----	189
การทดลองที่ 10	การจับตัวเลขแสดงผล 7 ส่วนหลัก -----	203
การทดลองที่ 11	การควบคุมการหมุนของสเตปป์มอเตอร์ -----	216
การทดลองที่ 12	การแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณแอนะล็อก (DAC) -----	231
การทดลองที่ 13	การแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล (ADC) -----	242
การทดลองที่ 14	การควบคุมการทำงานของอินพุตและเอาต์พุตอัตโนมัติ -----	251
การทดลองที่ 15	การโอนย้ายข้อมูลแบบ DMA -----	264
การทดลองที่ 16	การอัดข้อมูลลงบนหน่วยความจำชนิดอีพროม -----	292

การทดลองที่ 1	เรื่อง การโอนย้ายข้อมูล	หน้าที่ 1/33
วิชา ไมโครโพรเซสเซอร์		

วัตถุประสงค์

- อธิบายการทำงานของคำสั่งการโอนย้ายข้อมูลขนาด 8 บิตและ 16 บิตได้
- เขียนคำสั่งการโอนข้อมูลขนาด 8 บิตและ 16 บิตเป็นภาษาแอสเซมบลี (Assembly) และภาษาเครื่องได้
- ป้อนคำสั่งและรัน (Run) โปรแกรมบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์วงจรวัดเดียวได้
- ตรวจสอบผลการทำงานของคำสั่งการโอนย้ายข้อมูลขนาด 8 บิตและ 16 บิตได้

ทฤษฎี

ตอนที่ 1 การใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์วงจรวัดเดียว (Single Board)

การใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์วงจรวัดเดียว ในที่นี้จะใช้ของบริษัท ANADIGIT รุ่น ANA 2.0 เป็นหลัก เพราะฉะนั้นวิธีการป้อนข้อมูลจะเป็นไปตามวิธีของเครื่อง ANA 2.0

1.1 ระบบไมโครโพรเซสเซอร์ทางด้านฮาร์ดแวร์

ระบบไมโครโพรเซสเซอร์มีส่วนประกอบหลัก 4 ส่วนคือ หน่วยประมวลผลกลาง หน่วยความจำ อินพุตและเอาต์พุต แต่ละส่วนมีการเชื่อมต่อกันตามลักษณะทางด้านฮาร์ดแวร์ ดังแสดงได้เป็นไดอะแกรมในรูปที่ 1.1

(ก) ANA 2.0

รูปที่ 1.1 แสดงไดอะแกรมของระบบไมโครโพรเซสเซอร์ (ANA 2.0 และ ET 3.5)

การทดลองที่ 1	เรื่อง การโอนย้ายข้อมูล	หน้าที่ 2/33
วิชา ไมโครโปรเซสเซอร์		

ทางข้อมูล 8 บิต (Data Bus)

ทางตำแหน่ง 16 บิต (Address Bus)

ควบคุม (Control Bus)

ROM 2764, RAM 6264, Input/Output 8255

CPU Z80

D0-D7, A0-A15

(ข) ET 3.5

รูปที่ 1.1 (ต่อ)

1.2 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU, Control Processing Unit)

หน่วยประมวลผลกลางเป็นมันสมองของระบบไมโครโปรเซสเซอร์ ในที่นี่ใช้ CPU เบอร์ Z80 ซึ่งมีขาสำหรับเลือกตำแหน่งของหน่วยความจำ 16 ขา มีขนาดของข้อมูล 8 ขา ระบบแหล่งจ่ายไฟและสัญญาณนาฬิกา 3 ขา และขาควบคุม 13 ขา รวม 40 ขา ดังแสดงในรูปที่ 1.2

ควบคุมระบบ { M1, MREQ, I/O, RD, WR, RFSH }

ควบคุมขั้วพิน { HALT, WAIT, INT, NMI, RESET, BUSRQ, BUSAK }

ควบคุมบัส { }

ไฟเลี้ยงและสัญญาณนาฬิกา { +5V, GND, phi }

บัสแอดเดรส { A0-A15 }

บัสข้อมูล { D0-D7 }

รูปที่ 1.2 แสดงการจัดขาของ CPU Z80

การทดลองที่ 1	เรื่อง การโอนย้ายข้อมูล	หน้าที่ 3/33
วิชา ไมโครโพรเซสเซอร์		

1.3 หน่วยความจำ (Memory)

หน่วยความจำมีการจัดระบบการจัดเก็บข้อมูลในหน่วยความจำสำหรับระบบ ไมโครโพรเซสเซอร์ที่ใช้ IC หน่วยความจำ EPROM เป็นที่เก็บโปรแกรมจัดการระบบ และ IC หน่วยความจำ RAM เป็นที่เก็บโปรแกรมชั่วคราว ดังไดอะแกรมในรูปที่ 1.1

Address	Data
0000H	xx
0001H	xx
↓	↓
7FFFH	xx
8000H	--
8001H	--
↓	↓
9FFF	--
A000	--
↓	↓
FFFF	--

 ตำแหน่ง (Address) 0000H - 7FFFH เป็นที่เก็บข้อมูลชนิดรอม (ROM) บรรจุโปรแกรมจัดการระบบ ซึ่งไม่สามารถเปลี่ยนแปลงข้อมูลได้ ใช้ IC เบอร์ 27256 มีขา Address 15 ขา เก็บข้อมูลได้ 32768 ไบต์ (Byte)

 ตำแหน่ง (Address) 8000H - 9FFFH เป็นที่เก็บข้อมูลชนิดแรม (RAM) ผู้ใช้สามารถป้อนโปรแกรมที่คิดขึ้นไปเก็บไว้ได้ ในส่วนนี้ใช้ IC เบอร์ 6264 ขาแอดเดรส 13 ขา เก็บข้อมูลได้ 8192 ไบต์

 ตำแหน่ง (Address) A000H - FFFFH เป็นที่เก็บข้อมูลชนิดแรมหรือรอมก็ได้ ในกรณีต้องการขยายความจุของหน่วยความจำในระบบ

(ก) ANA 2.0

รูปที่ 1.3 แสดงการจัดสรรหน่วยความจำในเครื่อง ANA 2.0 และ ET 3.5

การทดลองที่ 1	เรื่อง การโอนย้ายข้อมูล	หน้าที่ 4/33
วิชา ไมโครโปรเซสเซอร์		

Address	Data
0000H	xx
0001H	xx
↓	↓
1FFF H	xx
2000H	--
2001H	--
↓	↓
3FFFH	--
4000H	--
↓	↓
FFFFH	--

💻 ตำแหน่ง (Address) 0000H - 1FFFH
เป็นที่เก็บข้อมูลชนิด EPROM บรรจุโปรแกรม
จัดการระบบ ไม่สามารถเปลี่ยนได้ ใช้ IC เบอร์
2764 มีขาแอดเดรส 13 ขา (A0-A12) เก็บ
ข้อมูลได้ 8192 ไบต์

💻 ตำแหน่ง (Address) 2000H - 3FFFH
เป็นที่เก็บข้อมูลชนิด RAM ผู้ใช้สามารถป้อน
โปรแกรมที่คิดขึ้นไปเก็บไว้ได้ ใช้ IC เบอร์ 6264
มีขาแอดเดรส 13 ขา (A0-A12) เก็บข้อมูลได้
8192 ไบต์

💻 ตำแหน่ง 4000H - FFFFH
เป็นที่เก็บข้อมูลชนิด RAM หรือ ROM ในกรณี
ต่อการขยายความจุของหน่วยความจำในระบบ

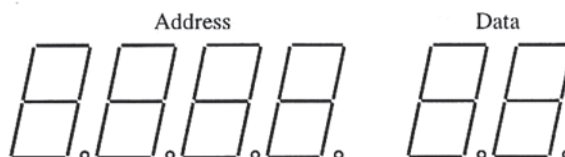
(ข)

รูปที่ 1.3 (ต่อ)

1.4 ภาคแสดงผล (Output)

ในเครื่องไมโครโปรเซสเซอร์ที่ใช้ฝึกเขียนโปรแกรม และใช้ CPU Z80 ส่วนใหญ่
เป็นแบบวงจรเดียว (Single Board) จะมีภาคแสดงผล 3 ชนิดคือ

1. 7 Segment 6 หลัก ทำหน้าที่เป็นจอแสดงผล



รูปที่ 1.4 แสดงจอแสดงผล (Monitor) ของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์วงจรเดียว (Single Board)

การทดลองที่ 1	เรื่อง การโอนย้ายข้อมูล	หน้าที่ 5/33
วิชา ไมโครโพรเซสเซอร์		

2. LED แสดงสถานะของผลการทำงาน CPU หรือแฟลกรีสจิสเตอร์ (Flag Register) จำนวน 8 หลอด

3. ลำโพงในสัญญาณเสียง

1.5 อุปกรณ์อินพุต (Input)

อุปกรณ์อินพุตแป้นกด (Keyboard) จำนวน 36 Key เราสามารถป้อนข้อมูลคำสั่งควบคุมการทำงานของ CPU และอุปกรณ์อื่นได้โดยผ่านแป้นกดเหล่านี้ ดังแสดงในรูปที่ 1.5

RES	USER MOV SET	FILL INS FIND	CPH SBR CPB	RAMT PC H:D	C	D	E	F
MON	RELO RELA SEGD	IN DEL OUT	CREG CBR CRAM	DASM REG DEMO	8 IX	9 IY	A SP	B IF
INT	TXB SEND TPW	RST STEP BAUD	CHAN - GSUM	TOOL DATA	4 AF	5 BC'	6 DE'	7 HL'
FUNC	RXB RECV TPR	STONE GO POFF	LIST + DUMP	ADDR	0 AF	1 BC	2 DE	3 HL

รูปที่ 1.5 แสดงตำแหน่งของแป้นกดของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์วงจรเดียวของเครื่อง ANA 2.0

1.6 ระบบตัวเลข

ตัวที่แสดงบนมอนิเตอร์หรือ 7 Segment เป็นตัวเลขฐาน 16 เพราะฉะนั้นตัวเลขที่ป้อนข้อมูลเข้าเครื่องต้องเป็นเลขฐาน 16 ทั้งสิ้น ผู้ใช้จะต้องสามารถเปลี่ยนแปลงเลขฐานได้อย่างคล่องแคล่วและถูกต้อง ดังตารางที่ 1.1

การทดลองที่ 1	เรื่อง การโอนย้ายข้อมูล	หน้าที่ 6/33
วิชา ไมโครโพรเซสเซอร์		

ตารางที่ 1.1 แสดงสัญลักษณ์ตัวเลขฐาน 2 ฐาน 10 ฐาน 16 บนจอแสดงผล

เลขฐาน 16 (Hexadecimal)	เลขฐาน 10 (Decimal)	เลขฐาน 2 (Binary)	Seven Segment
0	0	0000	0.
1	1	0001	1.
2	2	0010	2.
3	3	0011	3.
4	4	0100	4.
5	5	0101	5.
6	6	0110	6.
7	7	0111	7.
8	8	1000	8.
9	9	1001	9.
A	10	1010	A.
B	11	1011	b.

การทดลองที่ 1	เรื่อง การโอนย้ายข้อมูล	หน้าที่ 7/33
วิชา ไมโครโพรเซสเซอร์		

ตารางที่ 1.1 (ต่อ)

เลขฐาน 16 (Hexadecimal)	เลขฐาน 10 (Decimal)	เลขฐาน 2 (Binary)	Seven Segment
C	12	1100	
D	13	1101	
E	14	1110	
F	15	1111	

1.7 ลำดับขั้นตอนการใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์วงจรเดียว

1. หลังจากคิดโปรแกรมหรือวิธีการคำนวณแล้ว ให้จัดลำดับขั้นตอนของโปรแกรมแต่ละขั้นตอนของคำสั่งที่อาจจะเป็นแผนภูมิ (Flow Chart) ก็ได้
2. เขียนโปรแกรมโดยภาษาแอสเซมบลีซึ่งมีรูปแบบตามนีมอนิกส์ (Mnemonics) ในตารางคำสั่งของ CPU Z80
3. เปลี่ยนจากภาษาแอสเซมบลีเป็นภาษาเครื่อง (Operation-Code) หรือรหัสการทำงานของแต่ละคำสั่งซึ่งจะเป็นรหัสเลขฐาน 2 (0, 1) โดยดูจากตารางการเขียนภาษาเครื่อง (Op-Code)
4. ป้อนคำสั่งภาษาเครื่องที่แปลงจากเลขฐาน 2 เป็นเลขฐาน 16 แล้วเข้าเครื่อง Single Board
5. สั่งในเครื่องทำงานตามคำสั่งและตรวจสอบความถูกต้อง

การทดลองที่ 1	เรื่อง การโอนย้ายข้อมูล	หน้าที่ 8/33
วิชา ไมโครโปรเซสเซอร์		

อุปกรณ์ในการทดลอง

1. เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์วงจรงเดียว	1 เครื่อง
2. Adapter 9VDC	1 ตัว
3. ใบทดลองไมโครโปรเซสเซอร์	1 เล่ม

ลำดับขั้นตอนการทดลอง ตอนที่ 1

1. จ่ายไฟให้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์วงจรงเดียว

2. ป้อนโปรแกรมลงเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์วงจรงเดียว โดยกดแป้นตามขั้นตอนในตารางต่อไปนี้ โดยใช้เครื่องของบริษัท ANADIGIT รุ่น ANA 2.0

โปรแกรมภาษา		กดแป้น	แสดงผล
แอสเซมบลี	เครื่อง (Op-Code)		
ORG 8000H		respc	8.000 FF
		Data	8008 FF
LD HL, 0001H	8000H : 21 01 00	2DE 1BC 0AF 1BC 0AF 0AF	8003 FF

การทดลองที่ 1		เรื่อง การโอนย้ายข้อมูล	หน้าที่ 9/33
วิชา ไมโครโพรเซสเซอร์			

โปรแกรมภาษา		กดแป้น	แสดงผล
แอสเซมบลี	เครื่อง (Op-Code)		
LD C, 01H	8003H : 0E 01	0E AFBC	8005 FF
Sound : LD A, 17H	8005H : 3E 17	3E HLHL'	8007 FF
RST 10H	8007H : D7	D7 HL'	8008 FF
DEC C	8008H 0D	0D AF	8009 FF
INC HL	8009H 23	23 DEHL	800A FF
LD A, 04H	800AH 3E 04	3E HL 04 AFAF	800C FF
RST 10H	800CH D7	D7 HL'	800d FF
JR Sound	800DH 18 F6	18 BCIX F6 DE'	800F FF
RST 80H	800FH CF	CF	80 10 FF

การทดลองที่ 1	เรื่อง การโอนย้ายข้อมูล	หน้าที่ 10/33
วิชา ไมโครโปรเซสเซอร์		

ถ้าใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์รุ่นเดียวของบริษัท EIT รุ่น ETV 3.5 จะมีขั้นตอนการกวดดังนี้

โปรแกรมภาษา		กวดแป้น	แสดงผล
แอสเซมบลี	เครื่อง (Op-Code)		
ORG 8000H		MON 20 00	2000
		DATA	2000.FF
LD HL, 0001H	2000H : 21 01 00	21 01 00	2003.EE
LD C, 01H	2003H : 0E 01	0E 01	2005.FF
INC HL	2005H : 23	23 B	2006.FF

การทดลองที่ 1	เรื่อง การโอนย้ายข้อมูล	หน้าที่ 11/33
วิชา ไมโครโพรเซสเซอร์		

โปรแกรมภาษา		กดแป้น	แสดงผล
แอสเซมบลี	เครื่อง (Op-Code)		
LD A, 17H	2006H : 3E 17	3 E 1 7	2008.FF
RST 38H	2008H : FF	F F	2009.FF

3. การรันโปรแกรมมีขั้นตอนดังนี้

 เครื่อง ANA 2.0

การรันโปรแกรม	กดแป้น	แสดงผล
1. กลับมาที่ตำแหน่งเริ่มต้นของโปรแกรม	ADDR 8 IX 0 AF 0 AF	8000 2.1
2. รันโปรแกรมโดยกดแป้น GO	GO	มีเสียงดนตรีดัง
3. หยุดการทำงาน กดแป้น RES	res	ANA-2.0

การทดลองที่ 1 วิชา ไมโครโปรเซสเซอร์	เรื่อง การโอนย้ายข้อมูล	หน้าที่ 12/39
--	-------------------------	---------------

 เครื่อง ETV 3.5

การรันโปรแกรม	กดแป้น	แสดงผล
1. กลับไปที่ตำแหน่งเริ่มต้นของโปรแกรม	MON 2 0 0 0	2000
2. รันโปรแกรมโดยกด RUN	RUN	2009

4. ป้อนโปรแกรมต่อไปนี้ลงเครื่อง ANA 2.0 และรันโปรแกรม

โปรแกรม	ภาษาเครื่อง	คำอธิบาย
ORG 8000H		
LD A, F6H	8000 : 3E F6	
OUT (DIGIT), A	8002 : D3 01	; ให้ระดับแรงดัน “0” ที่แคโทด (Cathode) ของแฟล็ก LED
CHASE : LD A, 00H	8004 : 3E 00	;
CHASE1 : OUT (SEGM), A	8006 : D3 00	
RLA	8008 : 17	; เปลี่ยนค่าใน A โดยการเลื่อนข้อมูล
CALL DELAY	8009 : CD 12 80	;
CP 80H	800C : FE 80	; ตรวจสอบว่า LED ติดครบทุกหลอดหรือไม่
JR NA CHASE1	800E : 20 F6	; ถ้ายังไม่ครบให้กลับไป CHASE
JR CHASE	8010 : 18 F2	

การทดลองที่ 1	เรื่อง การโอนย้ายข้อมูล	หน้าที่ 13/33
วิชา ไมโครโพรเซสเซอร์		

โปรแกรม	ภาษาเครื่อง	คำอธิบาย
DELAY : LD HL, 9000H	8012 : 21 00 90	; กำหนดเวลาในการหน่วง
LD BC, 0001H	8015 : 01 01 00	
DELAY1 : SBC HL, BC	8018 : ED 42	
JR NC, DELAY1	801A : 30 FC	
RET	801C : C9	

5. เมื่อรันโปรแกรมจะเกิดไฟรั้งที่ LED ด้านขวาของจอแสดงผล

6. ถ้าไม่เกิดไฟรั้งให้หาจุดผิดของโปรแกรมโดยใช้แป้นกด +- เพื่อแก้ไขให้ถูกต้อง และรันโปรแกรมใหม่

กด ☐ - เพื่อลดค่าของตำแหน่งและตรวจสอบข้อมูลในตำแหน่งนั้น

กด ☐ + เพื่อเพิ่มค่าของตำแหน่งและตรวจสอบข้อมูลในตำแหน่งนั้น

ทฤษฎี

ตอนที่ 2 คำสั่งการโอนย้ายข้อมูล

2.1 รูปแบบของคำสั่ง

รูปแบบของคำสั่งมี 3 ส่วน คือ

LD, X, Y

1 2 3

ส่วนที่ 1 คือชื่อคำสั่ง LD มาจาก LOAD หมายถึง การโอนย้ายข้อมูล

ส่วนที่ 2 คือ X เป็นที่เก็บข้อมูลปลายทางของการโอนย้ายข้อมูลซึ่งประกอบด้วย รีจิสเตอร์ (Register) ทุกตัว (A, B, C, D, E, H, L, IX, IY) และหน่วยความจำชนิดแรม (RAM)

การทดลองที่ 1	เรื่อง การโอนย้ายข้อมูล	หน้าที่ 14/33
วิชา ไมโครโปรเซสเซอร์		

ส่วนที่ 3 คือ Y เป็นที่เก็บข้อมูลที่ต้องการโอนย้ายหรือคัดลอก ประกอบด้วย รีจิสเตอร์และในหน่วยความจำทั้งชนิดรอม (ROM) และแรม (RAM)

2.2 การทำงานของคำสั่งการโอนย้ายข้อมูล

LD, X, Y หมายถึง คัดลอกที่อยู่ในส่วนที่ 3 หรือส่วนที่ 3 ซ้ายไปเก็บไว้ที่

1 2 3 ส่วนที่ 2 ซ้าย เช่น สมมติให้ในรีจิสเตอร์ A มี 25H และ รีจิสเตอร์ B มี 3DH

คำสั่ง LD B, A หมายถึง นำข้อมูลที่อยู่ในรีจิสเตอร์ A ไปเก็บไว้ที่รีจิสเตอร์ B

∴ เมื่อเครื่องทำงานเสร็จแล้วรีจิสเตอร์ A = 2 H, รีจิสเตอร์ B = 25H ส่วนข้อมูลในรีจิสเตอร์ B เดิม = 3DH จะหายไปทันที

2.3 คำสั่งการโอนย้ายข้อมูลขนาด 8 บิต

ตารางที่ 1.2 คำสั่งการโอนย้ายข้อมูล ขนาด 8 บิต

ตารางที่ 1.2 (ต่อ)

นิมอนิกส์	สัญลักษณ์การทำงาน	แฟลก						ภาษาเครื่อง		
		C	Z	P/V	S	N	H			
LD r, r'	$r \leftarrow r'$	•	•	•	•	•	•	01	r	r'
LD r, n	$r \leftarrow n$							00	r	110
								---	n	---
LD r, (HL)	$r \leftarrow (HL)$							01	r	110
LD r, (IX + d)	$r \leftarrow (IX + d)$							11	011	101
								01	r	110
								---	d	---