ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อปริญญานิพนธ์ นาฬิกาโปรแกรมเวลาควบคุม

PROGRAM TIME CONTROLLER

ชื่อนักศึกษา 1.นายก้องเกียรติ วงศ์วาร รหัสประจำตัว 36031204

2.นายธนพงษ์ วัฒนมิตร์ รหัสประจำตัว 36031213

3.นางสาวน้ำค้าง แหยมคง รหัสประจำตัว 36031218

4.นายอินทร กุลธรวัฒนา รหัสประจำตัว 36031240

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมโทรคมนาคม

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

1.อาจารย์สันติ ตันตระกูล

2.อาจารย์สมชาย หมื่นสายญาติ

3.อาจารย์กิติพงค์ มะโน

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์	ลายมือ
1. อาจารย์กิติพงค์ มะโน	.....
2. อาจารย์สันติ ตันตระกูล	.....
3. อาจารย์สมชาย หมื่นสายญาติ	.....
4. อาจารย์วิสุทธิ์ อธิพรธรรม	.....
5. อาจารย์ปิยะ จิตธรรมมาภิรมย์	.....

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ วันที่ 20 เดือนพฤษภาคม พ.ศ.2538 เวลา 9.00 น.ถึง 10.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.310 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม .....

(ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

นาฬิกาโปรแกรมเวลาควบคุม

PROGRAM TIME CONTROLLER

นายก้องเกียรติ วงศ์วาร

นายธนพงษ์ วัฒนมิตร์

นางสาวน้ำค้าง แหยมคง

นายอินทร กุลธรวัฒนา

A021070

วพ.
เลขหมู่ ว344 ป 2537
เลขทะเบียน 1302
วัน เดือน ปี -3 พ.ค. 2538
021070

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2537

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง นาฬิกาโปรแกรมเวลาควบคุม

PROGRAM TIME CONTROLLER

ผู้จัดทำ

1. นายก้องเกียรติ วงศ์วาร รหัสประจำตัว 36031204
2. นายธนพงษ์ วัฒนมิตร์ รหัสประจำตัว 36031213
3. นางสาวน้ำค้าง แหยมคง รหัสประจำตัว 36031218
4. นายอินทร กุลธรวัฒนา รหัสประจำตัว 36031240

อาจารย์ที่ปรึกษา

ลงนาม.....

(อาจารย์สันติ ตันตระกูล)

ลงนาม .....

(อาจารย์สมชาย หมื่นสายญาติ)

ลงนาม .....

(อาจารย์กิติพงศ์ มะโน)

หัวหน้าภาควิชา

ลงนาม.....

(ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง นาฬิกาโปรแกรมเวลาควบคุม

PROGRAM TIME CONTROLLER

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้งานของระบบไมโครโปรเซสเซอร์
2. เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมภาษาแอสแซมบลี้
3. เพื่อออกแบบวงจรนาฬิกาที่โปรแกรมเวลาควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า
4. เพื่อสร้างเป็นนาฬิกาที่ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าให้เปิด-ปิดตามเวลาที่ต้องการ
5. เพื่อนำไปใช้เป็นนาฬิกาควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าให้เปิด-ปิดตามเวลาที่ต้องการ
6. เพื่อแสดงผลเป็นนาฬิกาบอกเวลา

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เข้าใจในระบบไมโครโปรเซสเซอร์ได้
2. เขียนโปรแกรมภาษาแอสแซมบลี้ได้
3. ออกแบบวงจรนาฬิกาที่โปรแกรมเวลาควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าได้
4. ได้วงจรนาฬิกาที่ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าให้เปิด-ปิดตามเวลาที่ต้องการได้
5. นำไปใช้เป็นนาฬิกาควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ให้เปิด-ปิดตามเวลาที่ต้องการได้
6. นำไปแสดงผลเป็นนาฬิกาบอกเวลาได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นาฬิกาโปรแกรมเวลาควบคุม

นายก้องเกียรติ วงศ์วาร
นายธนพงษ์ วัฒนมิตร์
นางสาวน้ำค้าง แหยมคง
นายอินทร กุลธรวัฒนา

อาจารย์ที่ปรึกษา
นายสันติ ตันตระกูล
นายสมชาย หมื่นสายญาติ
นายกิติพงศ์ มะโน
ปีการศึกษา 2537

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันเครื่องใช้ไฟฟ้าได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันมาก ดังนั้นหากเราจะใช้แรงงานคนมาควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าเหล่านั้นที่มีจำนวนมากๆ และใช้งานบ่อยๆ ก็จะทำให้ไม่สะดวกและเสียเวลา ฉะนั้นโครงงานนี้จึงได้ทำการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าตามที่ต้องการได้โดยใช้ระบบไมโครโปรเซสเซอร์มาประยุกต์ใช้งานในการโปรแกรมเวลาเพื่อควบคุมตามเวลาที่เราสามารถตั้งไว้ล่วงหน้าโดยไม่ต้องใช้คนมาคอยควบคุม สามารถโปรแกรมตั้งเวลาควบคุมได้ 8 ช่อง มี 666 โปรแกรม และต่อกับแบตเตอรี่สำรอง ในกรณีไฟฟ้าดับโปรแกรมก็จะไม่สูญหาย อีกทั้งมีหน้าปัดแสดงผลที่ตัวเครื่องและมีแผงแสดงผลขนาดใหญ่ ไว้ติดตั้งให้เห็นเด่นชัด โครงงานนี้จึงมีประโยชน์และเหมาะที่จะใช้สำหรับโรงเรียน โรงงาน บ้านหรือสำนักงาต่างๆ เป็นการช่วยให้ประหยัดแรงงานคน และประหยัดเงินค่าไฟฟ้าโดยเปิด-ปิดใช้งานเครื่อง ใช้ไฟฟ้าเฉพาะช่วงเวลาที่จำเป็นเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PROGRAM TIME CONTROLLER

MR. KONGKIET WONGWAN
MR. TANAPONG WATTANAMIT
MISS. NAMKANG YAMKONG
MR. INTORN KULTORNWATTANA

ADVISOR
MR. SUNTI TANTRAKOOL
MR. SOMCHAI MAUNSAIYART
MR. KITIPONG MANO

1994

ABSTRACT

Nowaday, appliances play an important role in everyday life. Thus if we use human's power to control several appliance and often use them, It may be inconvenient and waste of time. Thus, this project can compel them as we want it use microprocessor system to apply with time program in order to control the timer which we can set in advance without human's force. It can set 8 channels of timer. There are 666 programs, it joins with batteries backup in case light gose out suddenly and programs will not vanish. In addition, There are display which shows at the machine and big board which is distinquishable.

This project advantageous and suitable for schools, facturies, house or offices. It can save human's power and money. We should turn appliances on and off when it is necessary.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

จากปริญญานิพนธ์นี้จะสำเร็จลุล่วงไปด้วยดีนั้น เนื่องจากได้รับการช่วยเหลือในด้านต่างๆ จากหลายๆฝ่ายๆด้วยกันในด้านการให้คำปรึกษา ต้องขอขอบพระคุณท่านอาจารย์สันติ ตันตระกูล อาจารย์สมชาย หมื่นสายญาติ, อาจารย์กิติพงค์ มะโน อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม ทุกท่าน ตลอดจนเจ้าหน้าที่ประจำภาควิชา ซึ่งได้อำนวยความสะดวกในเรื่องของอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ทำโครงงาน คุณพ่อ,คุณแม่ที่ให้การสนับสนุนในด้านงบประมาณและคอยให้กำลังใจ พี่ๆ เพื่อนๆ ที่คอยแนะนำในเรื่องของการปฏิบัติตนและการจัดทำปริญญานิพนธ์จนโครงงานนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี จึงขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญภาพ	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	2
2.1 ภาคอินพุต	3
2.2 ภาคประมวลผล	4
2.2.1 ส่วนประกอบภายในของซีพียู	5
2.2.2 หน่วยความจำชนิดรอม	8
2.2.3 หน่วยความจำชนิดแรม	10
2.2.4 อินพุตเอาท์พุตพอร์ต	11
2.3 ภาคแสดงผล	13
2.4 ภาคควบคุมอุปกรณ์ภายนอก	13
บทที่ 3 การออกแบบและการสร้าง	15
3.1 การออกแบบในส่วนของภาคแสดงผลหรือชุดไมโครโปรเซสเซอร์	15
3.1.1 โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์	15
3.1.2 โครงสร้างทางซอฟท์แวร์	17
3.1.2.1 Z-80 กับ 8155	17
3.1.2.2 8155 กับ ซอฟท์แวร์	21
3.1.2.3 แรมกับซอฟท์แวร์	22
3.1.2.4 เรื่องของพอร์ตเคาน์เตอร์และCSR	23
3.2 การออกแบบในส่วนภาคแสดงผลและภาคอินพุต/เอาท์พุต	28
3.2.1 โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1.1 ส่วนของภาคแสดงผล 28
3.2.1.2 ส่วนควบคุมอุปกรณ์ภายนอก 31
3.2.1.3 ในส่วนของคีย์บอร์ต 31
3.2.2 โครงสร้างทางซอฟท์แวร์ 31
3.2.2.1 หลักการเก็บเวลาของนาฬิกา 31
3.2.2.2 การทำงานของคีย์บอร์ดกับการใช้ซอฟท์แวร์ควบคุม 37
3.3 หลักการสร้าง 39
3.3.1 การสร้างชุด Z - 80 ไมโครโปรเซสเซอร์ 39
3.3.2 การสร้างชุดแสดงผลและอินพุต/เอาท์พุต 41
3.3.2.1 ส่วนคีย์บอร์ด 41
3.3.2.2 ส่วนของภาคแสดงผล 41
3.3.2.3 ส่วนเอาท์พุต 42
3.4 วงจรภาคแสดงผลขนาดใหญ่ 43
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 47
4.1 การทำงานในโหมด SET TIME 47
4.2 การทำงานในโหมด PROGRAM 50
4.3 การทำงานในโหมด LIST 51
4.4 การตรวจสอบโปรแกรม 51
4.5 การทำงานในโหมด TIME 52
4.6 การทดลองการ error ของเวลา 52
บทที่ 5 บทวิจารณ์ สรุปและแนวทางในการพัฒนา 53
5.1 บทสรุป 53
5.2 ปัญหาและการแก้ไข 53
5.3 แนวทางการพัฒนา 54
ภาคผนวก 55
ภาคผนวก ก รายการอุปกรณ์ 55
ภาคผนวก ข แผ่นวงจรพิมพ์ 58
ภาคผนวก ค รายละเอียดของอุปกรณ์ 65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง โปรแกรม 69
ภาคผนวก จ คู่มือการใช้งาน 95
บรรณานุกรม 104

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
ตารางที่ 3.1	การอ้างถึงแอดเดรสของ 8155 ในการส่งแอดเดรสและข้อมูล Z-80	22
ตารางที่ 3.2	การอ้างถึงพอร์ต,เคาน์เตอร์และ CSR เมื่อ Z-80 ส่งค่าแอดเดรส (AD-A) มาเลือก	23
ตารางที่ 3.3	ความหมายแต่ละโหมดของพอร์ต C	24
ตารางที่ 3.4	รายละเอียดแต่ละโหมดของเคาน์เตอร์	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

รูปภาพ		หน้า
รูปที่ 2.1	หลักการเบื้องต้นของนาฬิกาโปรแกรมเวลา	2
รูปที่ 2.2	การต่อสวิตช์เพื่อเป็นอุปกรณ์อินพุท	3
รูปที่ 2.3	โครงสร้างการต่อคีย์บอร์ดแบบเมตริกซ์	3
รูปที่ 2.4	ลักษณะการจัดรหัสของคีย์บอร์ดอินพุต	4
รูปที่ 2.5	บล็อกไดอะแกรมของระบบไมโครโปรเซสเซอร์	5
รูปที่ 2.6	บล็อกไดอะแกรมของ Z - 80	6
รูปที่ 2.7	รีจีสเตอร์ต่างๆ ภายใน Z - 80	7
รูปที่ 2.8	ลักษณะของขาไอซี Z - 80	7
รูปที่ 2.9	แผนผังการเชื่อมต่อรอมกับไมโครโปรเซสเซอร์	8
รูปที่ 2.10	ส่วนประกอบพื้นฐานของรอม	8
รูปที่ 2.11	แผนผังการเชื่อมต่อระหว่าง Z - 80 กับอีพรอมเบอร์ 2716 โดยวิธีต่อถึงกันโดยตรงระหว่างบัสแอดเดรสกับบัสข้อมูล	9
รูปที่ 2.12	โครงสร้างพื้นฐานของแรม	10
รูปที่ 2.13	การต่อแรมเบอร์ 6116 เข้ากับ Z-80	10
รูปที่ 2.14	การรับและการส่งข้อมูลจากซีพียูกับพอร์ตอินพุตและพอร์ตเอาท์พุต	11
รูปที่ 2.15	แสดงลักษณะของไอซีพอร์ตเบอร์ 8155	12
รูปที่ 2.16	การต่อตัวแสดงผลหลายตัว	12
รูปที่ 2.17	ในส่วนของการควบคุมอุปกรณ์ภายนอก	13
รูปที่ 2.18	บล็อกไดอะแกรมของนาฬิกาโปรแกรมเวลาเป็นซิงเกิลบอร์ดแบบพื้นฐาน	14
รูปที่ 3.1	วงจรไมโครโปรเซสเซอร์	16
รูปที่ 3.2	แผนผังเวลาของ Z-80 ในการติดต่อกับ 8155	19
รูปที่ 3.3	แผนผังภายใน 8155	21
รูปที่ 3.4	ความหมายแต่ละบิตของ CSR เมื่อ Z-80 ทำการเขียน	24
รูปที่ 3.5	ความหมายของไบท์ต่ำและไบท์สูงของเคาน์เตอร์เมื่อ Z-80 เขียนเข้ามาโปรแกรม	26
รูปที่ 3.6	ความหมายของแต่ละบิตของ CSR เมื่อ Z-80 ทำการอ่าน	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.7 ชุดแสดงผลนาฬิกา 29
รูปที่ 3.8 ชุดควบคุมเอาท์พุตและเพาเวอร์ซัพพลาย 30
รูปที่ 3.9 รูปแบบการเก็บเวลาของนาฬิกาในรีจีสเตอร์ 32
รูปที่ 3.10 สัญญาณฐานเวลาทุกๆ 1 นาที 32
รูปที่ 3.11 รูปแบบการเก็บโปรแกรมเวลาเปิด-ปิดเอาท์พุต 33
รูปที่ 3.12 การจัดแรม 6116 สำหรับเก็บค่าต่างๆ 34
รูปที่ 3.13 (ก) Flow Chart ของ Main Program 35
รูปที่ 3.13 (ข) Flow Chart การเปรียบเทียบกับ Main Program 36
รูปที่ 3.13 Flow Chart ของนาฬิกาในรูป ก และการเปรียบเทียบกับโปรแกรมในรูป ข 36
รูปที่ 3.14 Flow Chart ของชุดนาฬิกาโปรแกรมเวลา 38
รูปที่ 3.15 ชุด Z-80 ไมโครโปรเซสเซอร์ 40
รูปที่ 3.16 หน้าปัดในส่วนของภาคแสดงผล 40
รูปที่ 3.17 การต่อกับชุดรีเลย์กับช่องเอาท์พุต 41
รูปที่ 3.18 ช่องเอาท์พุตของหลังเครื่องที่ใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า 42
รูปที่ 3.19 ภายในเครื่องที่สร้างไว้ใช้งาน 43
รูปที่ 3.20 การนำเอาแอลอีดีมาต่อกันเป็นแผงแสดงผลนาฬิกา 43
รูปที่ 3.21 ลักษณะการป้อนอินพุตให้ภาคแสดงผล 44
รูปที่ 3.22 การต่อวงจรแสดงผลแต่ละส่วน 44
รูปที่ 3.23 การป้อนอินพุตให้วงจรแสดงผล 45
รูปที่ 3.24 ลักษณะการต่อระหว่างพอร์ตคอนโทรลกับพอร์ตภาคแสดงผล 45
รูปที่ 3.25 ลักษณะการต่อนำไปใช้งาน 46
รูปที่ 4.1 การตั้งเวลาของนาฬิกาอยู่ในโหมดเซ็ทเวลา 47
รูปที่ 4.2 ผลการตั้งเวลาของนาฬิกาของหลักชั่วโมง 48
รูปที่ 4.3 ผลการตั้งเวลาของนาฬิกาของหลักนาที 49
รูปที่ 4.4 ผลการตั้งวัน 49
รูปที่ 4.5 การตั้งเวลาเพื่อโปรแกรมเปิดปิดอุปกรณ์ 50
รูปที่ 4.6 ผลเอาท์พุตทางหน้าปัดตามโปรแกรมที่ตั้งไว้ 51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ไมโครโปรเซสเซอร์ได้มีบทบาท ในงานด้านการควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ตลอดจนเครื่องมือเครื่องจักรกลในอุตสหกรรมสมัยใหม่ แต่การใช้งานไมโครโปรเซสเซอร์ในการควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ภายนอกนั้น มีความยุงยากในการออกแบบ การเขียนโปรแกรมเพื่อสั่งให้อุปกรณ์ต่างๆ ทำงานได้ตามต้องการ และเป็นการสิ้นเปลืองชุดเชื่อมต่อ (INTERFACE) ไมโครโปรเซสเซอร์กับอุปกรณ์ต่างๆ ภายนอกอีกด้วย จากเหตุผลที่กล่าวมานี้จึงทำให้ได้เริ่มจัดทำและพัฒนาโครงงานนี้ขึ้นมาเป็น "นาฬิกาโปรแกรมเวลา" เพื่อใช้ควบคุมการเปิด-ปิดอุปกรณ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยหลักการแล้วโครงงานนี้เป็นการประยุกต์ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ Z-80 มาใช้ในการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าหรือเป็นเครื่องตั้งเวลานั่นเอง และโครงสร้างของเครื่องจะเป็นนาฬิกาที่สามารถโปรแกรมการตั้งเวลาเปิด-ปิด เครื่องใช้ไฟฟ้าได้ถึง 8ช่อง โดยแต่ละช่องจะโปรแกรมได้อย่างอิสระต่อกัน จะให้ช่องไหนเปิด-ปิดเวลาไหนก็ได้ ซึ่งมีรายละเอียดกับวงจรและวิธีการทำงานของเครื่องในแต่ละบทในปริญญานิพนธ์นี้ดังนี้

บทที่ 2 เป็นส่วนของทฤษฎีและหลักการต่างๆ ที่ใช้ในการออกแบบ ซึ่งทฤษฎีและหลักการส่วนใหญ่ก็จะเป็นเนื้อหาเกี่ยวกับการใช้งาน

บทที่ 3 เป็นการออกแบบในแต่ละส่วนของวงจร

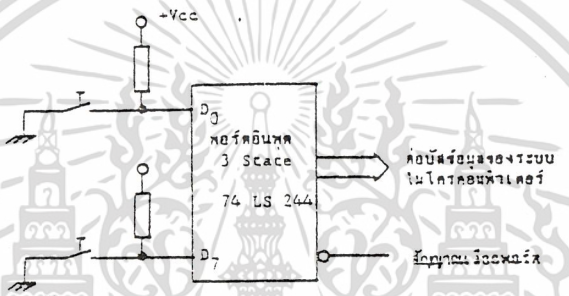
บทที่ 4 เป็นส่วนของการทดลองวงจรของแต่ละภาคและโปรแกรม

บทที่ 5 เป็นบทวิจารณ์และสรุปผลการดำเนินงานต่างๆ ในโครงงานนี้ทั้งปัญหาที่พบแนวทางการแก้ไขปัญหาและตลอดจนถึงแนวทางในการพัฒนาโครงงานต่อไป

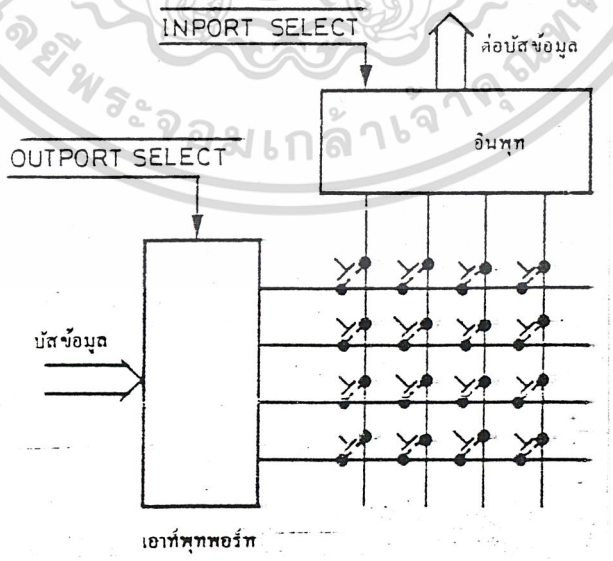
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 ภาคอินพุต

ในขบวนการของภาคอินพุตนั้นจะเป็นการป้อนข้อมูลให้กับหน่วยประมวลผล ซึ่งในการป้อนข้อมูลนั้นส่วนใหญ่จะเป็นลักษณะของคีย์บอร์ดซึ่งคีย์บอร์ดจะทำเป็นลักษณะของสวิตช์ในระบบไมโครคอมพิวเตอร์นั้นเราใช้สวิตช์เพื่อเป็นอุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณบางอย่างที่ต้องการหรือเป็นการอ่านข้อมูลจากสวิตช์ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 การต่อสวิตช์เพื่อเป็นอุปกรณ์อินพุต

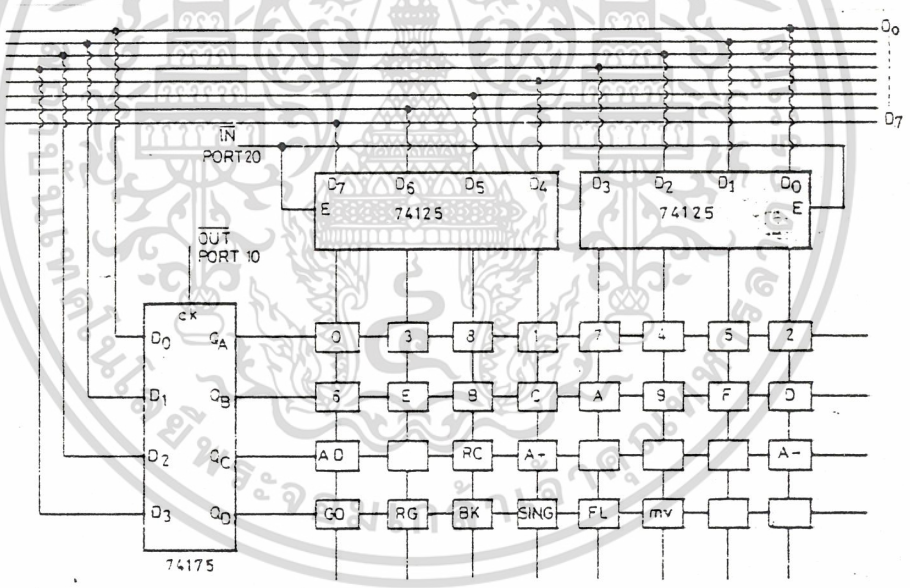


รูปที่ 2.3 โครสร้างการต่อคีย์บอร์ดแบบเมตริกซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการต่อสวิตช์แบบปกติจะใช้ 1 บิทต่อสวิตช์ 1 ตัว แต่ในการใช้งานจริงของระบบไมโครคอมพิวเตอร์ต้องการใช้สวิตช์หรือคีย์บอร์ดเป็นจำนวนมาก ดังนั้นถ้าใช้ 1 สวิตช์ต่อ 1 บิท จะทำให้สิ้นเปลืองพอร์ตปีนจำนวนมากเช่น ถ้าต้องการใช้ 64 สวิตช์จะต้องใช้พอร์ทแบบขนาน 8 บิทถึง 8 พอร์ต วิธีการต่อสวิตช์แบบที่ประหยัดพอร์ตและเป็นที่นิยมใช้แบบหนึ่งคือ การต่อแบบแมตริกซ์ ซึ่งจะทำให้ลดจำนวนพอร์ตลงตัวอย่างของวิธีการต่อแบบนี้แสดงไว้ในรูปที่ 2.3

หลักการทำงานทั่วไปคือ เราจะให้โปรแกรมทำการสแกนกล่าวคือ กำหนดลอจิกในแต่ละแถว (เอาท์พุตพอร์ต) เป็น "0" หรือ "1" ที่เวลาต่างกันเช่น แถวแรกเป็น "0" และแถวอื่นเป็น "1" หมด แล้วทำการอ่านข้อมูลที่อินพุตพอร์ตดูว่ามีบิตใดบิตหนึ่งทางคอลัมน์นี้เป็น "0" หรือไม่ ถ้ามีก็จะทราบได้ว่าคีย์ในตำแหน่งแถวแรกคอลัมน์นี้ที่เท่าไรเป็นคีย์ที่ได้รับการกด แต่ถ้าไม่มีซีพียูก็จะสแกนไปยังแถวถัดไปวนรอบไปเรื่อยๆ ตลอดเวลา ดังนั้นการตรวจสอบคีย์กดจะทราบในลักษณะแถวที่เท่าไรเป็นคีย์ที่ได้รับการกด



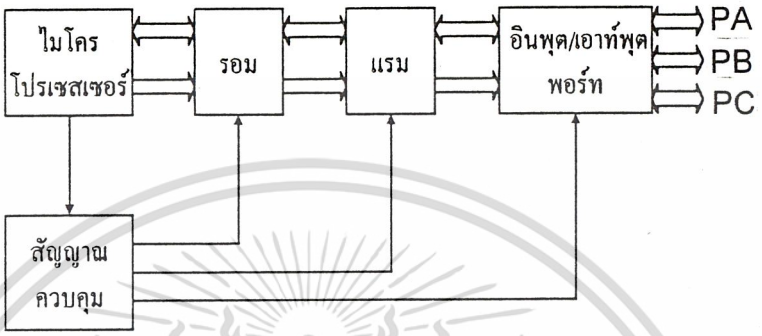
รูปที่ 2.4 ลักษณะการจัดรหัสของคีย์บอร์ดอินพุต

2.2 ภาคประมวลผล

ในภาคนี้เป็นระบบไมโครโปรเซสเซอร์ที่ทำหน้าที่ในการประมวลผลคำสั่งต่างๆ ที่มีการสั่งงานจากภายนอกหรือจากคีย์บอร์ดและส่งผลที่ทำการประมวลแล้วไปยังส่วนเอาท์พุตซึ่งต่ออยู่ภายนอกโดยจะผ่านข้อมูลทาง I/O พอร์ตของระบบเพื่อแสดงผลการทำงานต่อไป ระบบไมโครโปรเซสเซอร์นี้จะประกอบไปด้วย ซีพียู ที่ใช้ประมวลคำสั่ง เบอร์ Z-80 ซึ่งเป็นเบอร์ที่นิยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้กันทั่วไปทำให้เข้าใจคำสั่งในการเขียนโปรแกรมได้ง่ายขึ้น หน่วยความจำประเภทอีพรอม หน่วยความจำแรมและพอร์ตซึ่งใช้ส่งผ่านข้อมูลทั้งอินพุตและเอาท์พุตซึ่งเขียนบล็อกไดอะแกรมได้ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 บล็อกไดอะแกรมของระบบไมโครโปรเซสเซอร์

2.2.1 ส่วนประกอบภายในของซีพียู (CENTRAL PROCESSING UNIT)

ซึ่งภายในประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ ดังบล็อกไดอะแกรมรูปที่ 2.6 ซึ่งแต่ละบล็อกมีลักษณะการทำงานดังต่อไปนี้

1. ARITHMETICS LOGIC UNIT (ALU) เป็นหน่วยที่ทำหน้าทีในการคำนวนฟังก์ชั่นพื้นฐานทางคณิตศาสตร์และการทำฟังก์ชั่นทางลอจิก

2. CONTROL UNIT เป็นหน่วยที่ทำหน้าที่ในการส่งสัญญาณไปควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ที่ต่อเชื่อมกับซีพียูให้ทำงานร่วมกันได้อย่างถูกต้อง

3. DATA BUS เป็นบัสสองทิศทางที่ใช้ในการส่งผ่านข้อมูลระหว่างซีพียูกับอุปกรณ์อื่นๆ ภายในระบบ

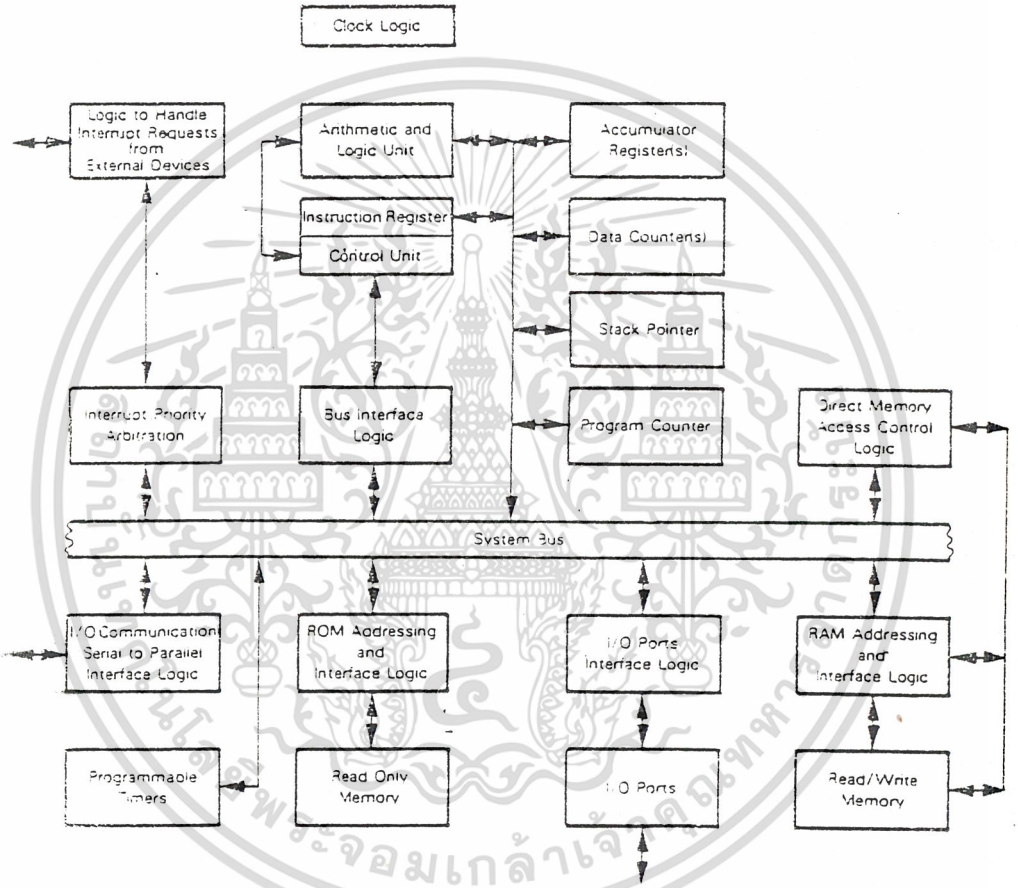
4. CONTROL BUS หรือบัสควบคุม เป็นบัสทางเดียวที่ใช้ในการส่งผ่านสัญญาณควบคุมให้กับอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบ

5. ADDRESS BUS เป็นบัสทางเดียวใช้ส่งผ่านแอดเดรสจากซีพียูออกไปยังหน่วยความจำเพื่อระบุตำแหน่งที่ต้องการรับหรือส่งข้อมูล

Z-80 ไมโครโปรเซสเซอร์เป็นซีพียูที่ผลิตจากบริษัท ZILOG INC. โดยกลุ่มวิศวกรชุดเดียวกับที่ผลิต 8080 ซีพียู ของบริษัท INTEL COORPERATION. ซึ่งซีพียูได้รับการพัฒนาให้มีข้อดีเหนือกว่า 8080 เช่น มีชุดคำสั่งมากถึง 158 คำสั่งโดยรวมชุดคำสั่งของ 8080 ไว้ 80 คำสั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ Z-80 ยังมีรีจิสเตอร์มากกว่าใน 8080 ถึง 12 ตัว และ 8080 เพียงตัวเดียวก็ยังไม่สามารถที่จะนำไปใช้งานได้ต้องต่อกับอุปกรณ์สนับสนุนอีก 2 ตัวคือ CLOCK GENERATOR CHIP , SYSTEM CONTROL CHIP รวมกันเรียกว่า THREE CHIP PROCESSOR แต่ใน Z-80 ซีพียูได้รวมเอาลักษณะพื้นฐานเหล่านี้ไว้ในชุดเดียวกัน และเพิ่มประสิทธิภาพทาง HARDWARE SOFTWARE และการ INTERFACE ให้สูงขึ้น



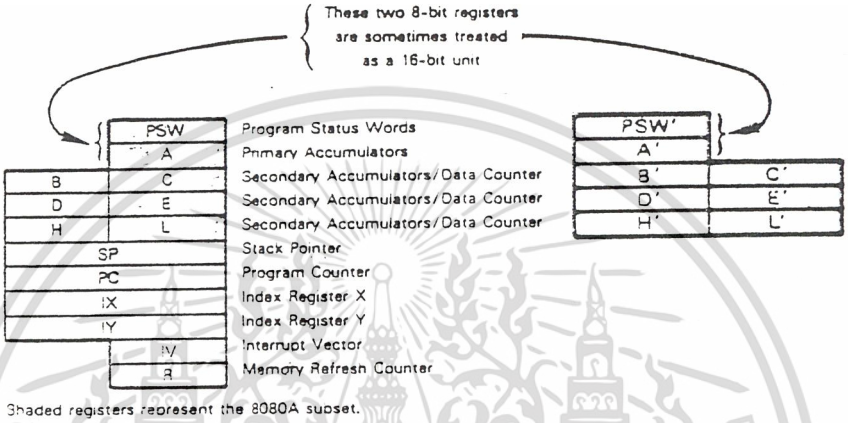
รูปที่ 2.6 บล็อกไดอะแกรมของ Z-80

Z-80 ไมโครโปรเซสเซอร์เพียงชิ้นเดียวไม่สามารถทำงานเป็นระบบคอมพิวเตอร์ได้ ต้องอาศัยอุปกรณ์อื่นๆ อีก 2 ส่วนคือ หน่วยความจำ (MEMORY) และหน่วยรับข้อมูลส่งเข้าออก (NO DEVICE) ซึ่งการทำงานในคำสั่งโปรแกรมที่ป้อนเข้ามา Z-80 ซีพียู จะต้องทำการโอนย้ายคำสั่งหรือข้อมูลระหว่างหน่วยความจำ กับรีจิสเตอร์ ซึ่งรีจิสเตอร์ใน Z-80 ซีพียู นั้นจะประกอบไปได้ด้วยรีจิสเตอร์ถึง 22 ตัว ดังรูปที่ 2.7 รีจิสเตอร์เหล่านี้จะแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มคือ คือรีจิสเตอร์ที่ทำหน้าที่โดยทั่วไป แบ่งเป็นรีจิสเตอร์หลักได้แก่ A,B,C,D,E,H และL มีความจุขนาด 8 บิต และ

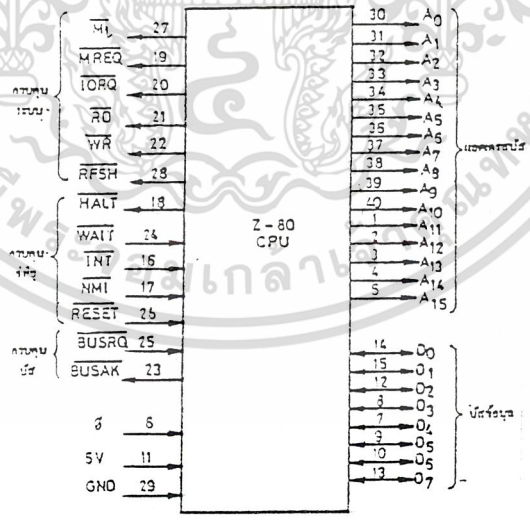
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รีจิสเตอร์สำรองได้แก่ A',B',C',D',E',H' และ L' ซึ่งรีจิสเตอร์เหล่านี้ไม่สามารถกระทำขบวนการทางคณิตศาสตร์และลอจิกได้ ส่วนกลุ่มที่ 2 เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้งานเฉพาะอย่าง ได้แก่

รีจิสเตอร์ I,R,IX,IY,SP และ PC สำหรับรายละเอียดของรีจิสเตอร์เล่านี้จะไม่ขอกล่าวถึง และรายละเอียดของขา Z-80 แสดงไว้ในรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.7 รีจิสเตอร์ต่างๆภายใน Z-80

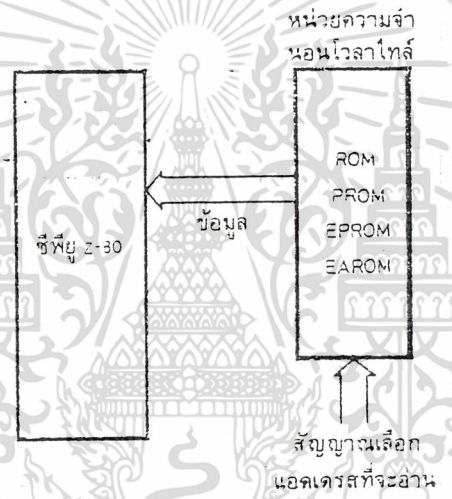


รูปที่ 2.8 ลักษณะของขาไอซี Z-80 ซีพียู

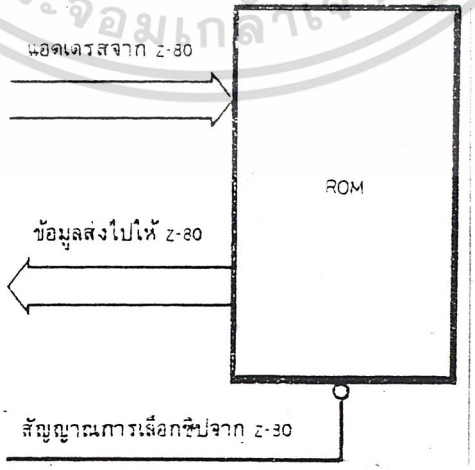
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 หน่วยความจำชนิดรอม (READ ONLY MEMORY)

รอมที่จะกล่าวในที่นี้หมายถึง หน่วยความจำที่มีโปรแกรมอยู่แล้วและพร้อมที่จะนำมาต่อกับ Z-80 ได้โดยตรง รอมในที่นี้จะรวมถึงพรอม (PROM) ,อีพรอม (EPROM) ,อีเอรอม (EAROM) รอมที่ใช้ทั่วไปมีโครงสร้างเป็นไบท์ ซึ่งเราจะกล่าวถึงขนาดความจุของรอมเป็นจำนวนกิโลไบท์เช่น 2048 เป็นรอมขนาด 2 กิโลไบท์ซึ่งหมายถึง 2×1024 ไบท์ ในทางคอมพิวเตอร์ 1 กิโลไบท์มีค่าเท่ากับ 2^{10} หรือ 1024 ไบท์ การเชื่อมโยงกับรอมนี้จึงเป็นที่ Z-80 จะอ่านข้อมูลได้อย่างเดียวไม่สามารถเขียนได้การอ่านนั้นจะอ่านเป็นคำสั่งมาทำงานตามหรือจะอ่านข้อมูลมาประมวลผลใน Z-80 ก็ได้แผนผังการเชื่อมโยงระหว่าง Z-80 กับรอมแสดงได้ดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 แผนผังการเชื่อมต่อรอมกับไมโครโปรเซสเซอร์

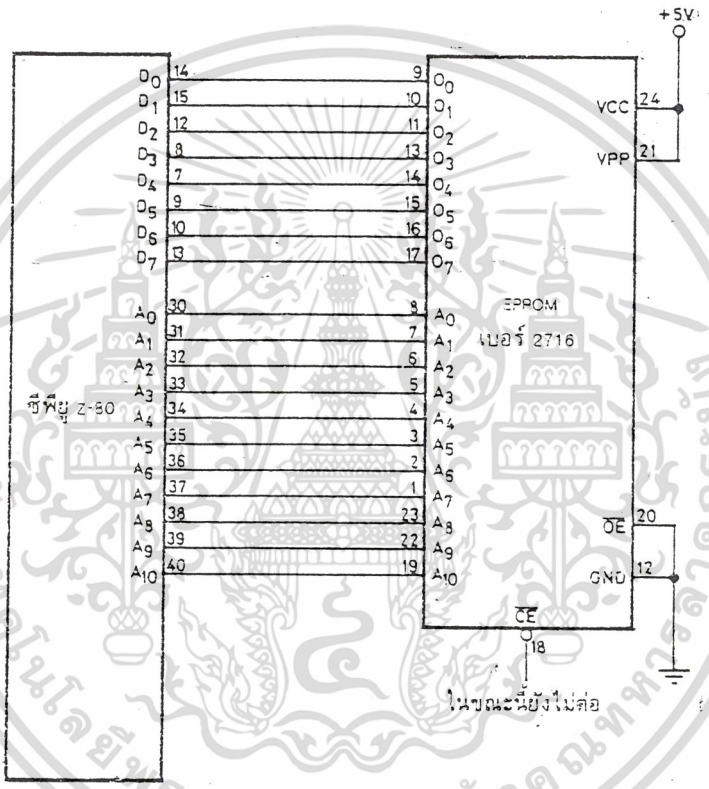


รูปที่ 2.10 ส่วนประกอบพื้นฐานของรอม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รอมที่นิยมใช้ส่วนมากจะเป็นชนิดอีพรอมเนื่องจากสามารถโปรแกรมและลบได้ง่ายเป็นหน่วยความจำที่มีความหนาแน่นสูงสามารถอ่านได้เพียงอย่างเดียวในหนึ่งชิปจะมีความจุได้สูงถึง 32 กิโลไบต์ดังแสดงในรูปที่ 2.10 จะแสดงให้เห็นส่วนพื้นฐานของรอมขาสัญญาณต่างๆที่เกี่ยวข้องกับรอมและทุกชิปที่อยู่ในรอมมักจะมีการจัดแบ่งแยกหน้าที่เสมอ

ในการต่อกับบัสของ Z-80 นั้นสามารถเชื่อมโยงกันได้โดยตรงเพราะ Z-80 จะแยกบัสข้อมูลและบัสแอดเดรสออกจากกันได้ดังแสดงในรูปที่ 2.11



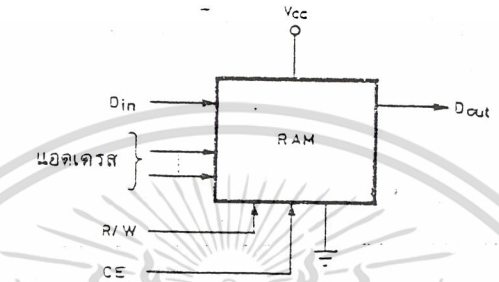
รูปที่ 2.11 แผนผังการเชื่อมต่อระหว่าง Z-80 กับอีพรอมเบอร์ 2716 โดยวิธีต่อถึงกันโดยตรงระหว่างบัสแอดเดรสกับบัสข้อมูล

จากรูปที่ 2.11 เป็นการนำเอารอม 2716 มาต่อกับ Z-80 โดยใช้แอดเดรสจากซีพียูต่อกับรอมโดยตรงและบัสข้อมูลก็ต่อถึงกันโดยตรง

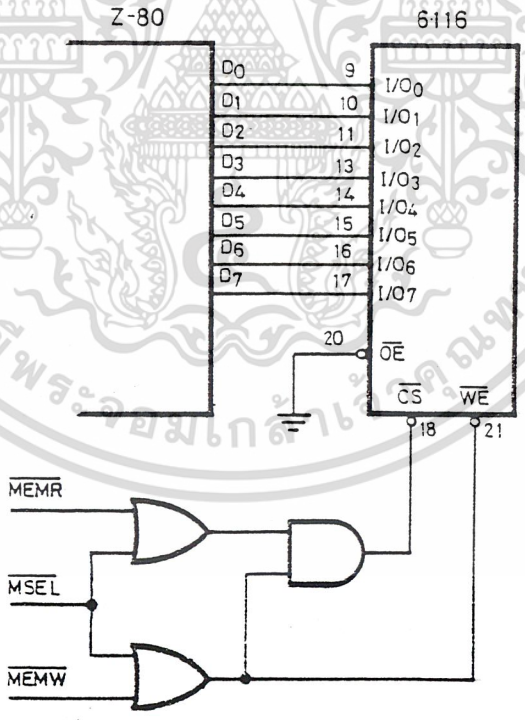
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 หน่วยความจำแรม (RANDOM ACCESS MEMORY)

แรมเป็นหน่วยความจำที่ใช้ในระบบไมโครโปรเซสเซอร์ซึ่งสามารถทั้งเขียนข้อมูลลงไปเก็บในตัวมันและอ่านออกมาได้โดยซีพียูต้องมีสัญญาณทางไฟฟ้าที่มีลักษณะเฉพาะสำหรับขบวนการเหล่านี้ในรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 โครงสร้างพื้นฐานของแรม



รูปที่ 2.13 การต่อแรมเบอร์ 6116 เข้ากับ Z-80

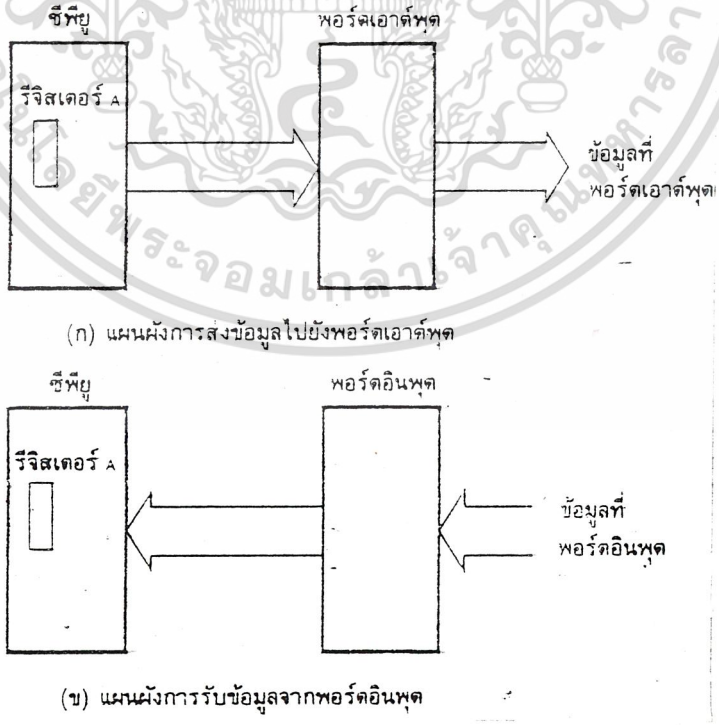
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรมที่นำมาใช้เชื่อมต่อ (INTERFACE) กับไมโครโปรเซสเซอร์ Z-80 นั้นจะเป็นแรมแบบสแตติกซึ่งในโรงงานอุตสาหกรรมจะใช้สแตติกแรมเบอร์ 2114 (1K/4บิต) และเบอร์ 6116 (1K/8บิต) เป็นหลักการทำงานของแรมจะต้องใช้สัญญาณต่างๆดังรูปที่ 2.12 เหล่านี้ร่วมกันโดยสัญญาณ ควบคุมนี้จะได้รับการสร้างขึ้นมาจากไมโครโปรเซสเซอร์ดังนั้นแรมที่ใช้ในโครงงานนี้เราจะใช้แรมเบอร์ 6116 เป็นแรมที่มีขนาดความจุของหน่วยความจำถึง 2KB×8 โดยแรมชิปนี้จะมีสายแอดเดรส 11 เส้น และสาย I/O จำนวน 8 เส้น สำหรับต่อเข้ากับบัสข้อมูล การควบคุมจะมีสัญญาณ WE และสัญญาณ CS เหมือนแรมเบอร์ 2114 แต่เพิ่มสัญญาณ OE

ในการต่อเข้ากับระบบทำได้ง่ายกว่าแรมเบอร์ 2114 โดยเราสามารถสัญญาณแอดเดรส A_0-A_{10} ต่อเข้ากับบัสแอดเดรสได้ ส่วนสาย IO ทั้ง 8 เส้น ก็ต่อเข้ากับบัสข้อมูลได้เช่นกันที่เหลือคือสัญญาณควบคุมการเขียนและการอ่านก็สามารถต่อได้เช่นเดียวกันดังแสดงในรูปที่ 2.13

2.2.4 อินพุตเอาท์พุตพอร์ต (INPUT/OUTPUT PORT)

การทำงานของ Z-80 จะต้องมีการรับข้อมูลจากพอร์ตอินพุต หรือส่งข้อมูลไปยังพอร์ตเอาท์พุต โดยปกติข้อมูลที่รับเข้าหรือส่งออกจะมีขนาดเท่ากับจำนวนบิตของบัสข้อมูล การรับหรือการส่งข้อมูลนี้จะส่งผ่านสัญญาณทางไฟฟ้า โดยรับข้อมูลจากภายนอกมาเก็บไว้ในรีจิสเตอร์ของ Z-80 และส่งข้อมูลจากรีจิสเตอร์ภายใน Z-80 ไปยังพอร์ตที่กำหนด

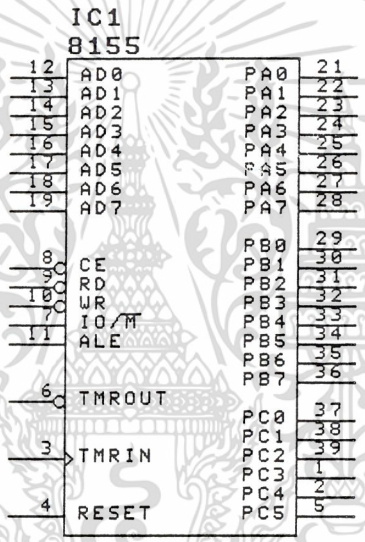


รูปที่ 2.14 การรับและส่งข้อมูลระหว่างซีพียูกับพอร์ตอินพุตและพอร์ตเอาท์พุต

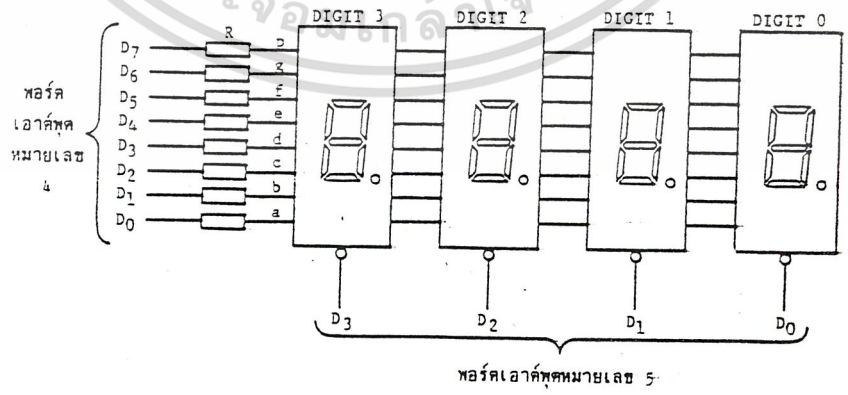
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการรับและส่งข้อมูลของ Z-80 จะเป็นการรับและส่งข้อมูลจากรีจิสเตอร์ A ไปยังบัสข้อมูล โดยมีการควบคุมสัญญาณและการกำหนดแอดเดรสตามออกมาด้วย การรับและการส่งข้อมูล จึงเป็นการรับและส่งข้อมูลแบบขนาน 8 บิต ดังแสดงในรูปที่ 2.14 ในการรับหรือส่งข้อมูลของ Z-80 จะกระทำภายใต้โปรแกรมควบคุมโดยมีคำสั่ง IN และคำสั่ง OUT เพื่อทำการรับและส่งข้อมูลระหว่างรีจิสเตอร์ A กับพอร์ตภายนอก โดยจะทำงานร่วมกับสัญญาณควบคุมอื่นๆด้วย

ในส่วนของอินพุตเอาท์พุตพอร์ตนี้ เราจะใช้ไอซีเบอร์ 8155 ซึ่งเป็นพอร์คที่ใช้ในการติดต่อและรับส่งข้อมูล สำหรับเบอร์ 8155 นี้ จะมีพอร์ตอยู่ 3 พอร์ตคือ พอร์ต A,พอร์ต B,พอร์ C ในส่วนของพอร์ต Aกับพอร์ต B จะทำหน้าที่เป็นพอร์ตเอาท์พุตและส่วนพอร์ต Cจะทำหน้าที่เป็นพอร์ทอินพุตดังรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 ลักษณะของไอซีพอร์ตเบอร์ 8155



รูปที่ 2.16 การต่อตัวแสดงผลหลายตัว

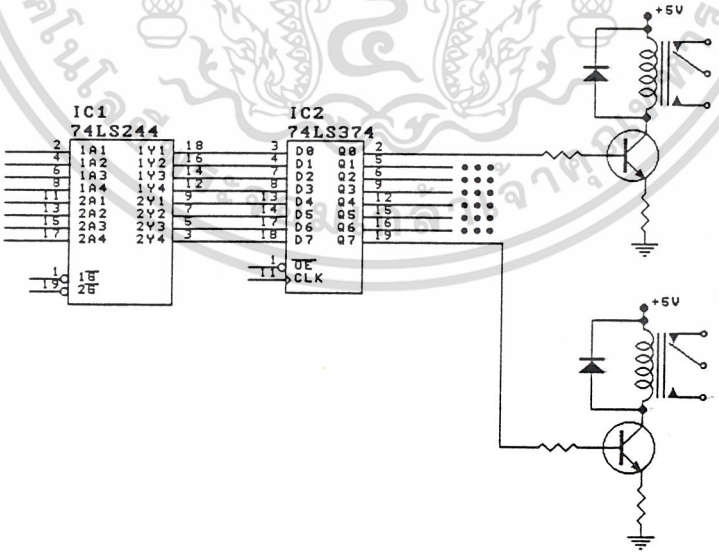
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ภาคแสดงผล

ในการส่งข้อมูลเพื่อที่จะแสดงผลทางเอาท์พุตของการแสดงผลนั้น จะถูกส่งออกมายังพอร์ตเอาท์พุตหมายเลข 4 ดังรูปที่ 2.16 วิธีการส่งข้อมูลออกทางแสดงล 7 เซ็กเมนต์ จำนวน 1 ตัว เราจะได้พอร์ตเอาท์พุตจำนวน 1 พอร์ต แต่ในการส่งข้อมูลออกที่ 7 เซ็กเมนต์หลายๆ ตัวนี้ โดยทั่วไปนิยมใช้วิธีการมัลติเพล็ก แทนที่จะใช้จำนวนพอร์ตเท่ากับจำนวนของตัวแสดงผล และอีกพอร์ตหนึ่งจะต่อเข้ากับขาร่วม (COMMON) ของตัวแสดงผลนั้นๆ และการที่จะกำหนดให้ตัวแสดงผลตัวใดติด ก็จะทำการควบคุมที่ขาร่วมของตัวแสดงผลแต่ละตัวนั้น โดยแสดงเป็นพอร์ตเอาท์พุตหมายเลข 5 ดังแสดงในรูปที่ 2.16

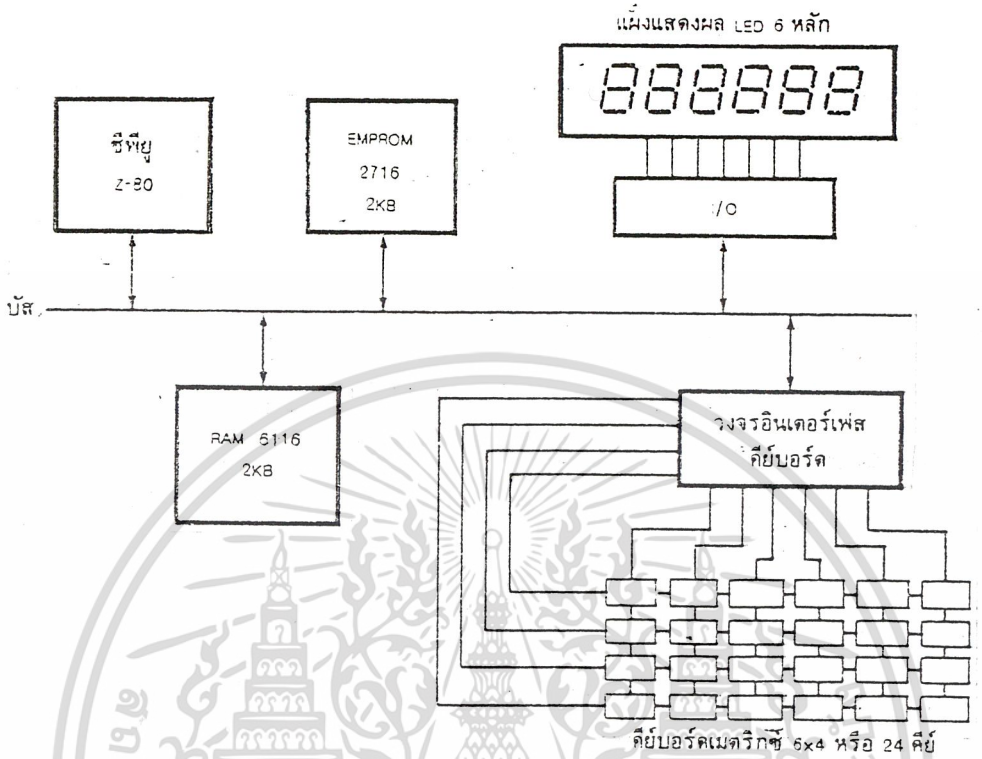
2.4 ภาคควบคุมอุปกรณ์ภายนอก

ในวงจรภาคแสดงของวงจรการควบคุมหรือวงจรการขับอุปกรณ์ภายนอกนั้น จะรับสัญญาณจากพอร์ตเอาท์พุตซึ่งจะส่งสัญญาณมาเพื่อการควบคุมอุปกรณ์ โดยการผ่านบัฟเฟอร์ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ภายนอกกับระบบไมโครโปรเซสเซอร์ จากนั้นก็ผ่านวงจรแลตช์ข้อมูลที่ทำการควบคุมอุปกรณ์ทางเอาท์พุตดังรูปที่ 2.17 จากหลักการดังกล่าวสามารถเขียนโครงสร้างทางฮาร์ดแวร์แบบพื้นฐานแสดงได้ดังรูปที่ 2.18 ซึ่งเป็นการใช้ Z-80 ซีพียู ประกอบด้วยหน่วยความจำแรมที่มีขนาด 2 กิโลไบท์ต่อกับ I/O ซึ่งเป็นวงจรคีย์บอร์ดและวงจรแสดงผลมีแอลอีดี 6 หลัก ที่สามารถแสดงเป็นตัวเลขได้



รูปที่ 2.17 ในส่วนของการควบคุมอุปกรณ์ภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.18 บล็อกไดอะแกรมของนาฬิกาโปรแกรมเวลาเป็นซิงเกิลบอร์ดแบบพื้นฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปฟ.
ก344น 2537

ห้องสมุด
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

บทที่ 3

การออกแบบและการสร้าง

จากทษฎีและหลักการที่ได้กล่าวมาในส่วนต่างๆ นั้น เราจะนำมาทำการออกแบบและสร้างให้เป็นนาฬิกาโปรแกรมเวลา ซึ่งมีการออกแบบในส่วนประกอบทางด้านฮาร์ดแวร์และซอฟท์แวร์ในส่วนต่างๆ ดังนี้

3.1 การออกแบบในส่วนของภาคแสดงผลหรือชุดไมโครโปรเซสเซอร์

3.1.1 โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์

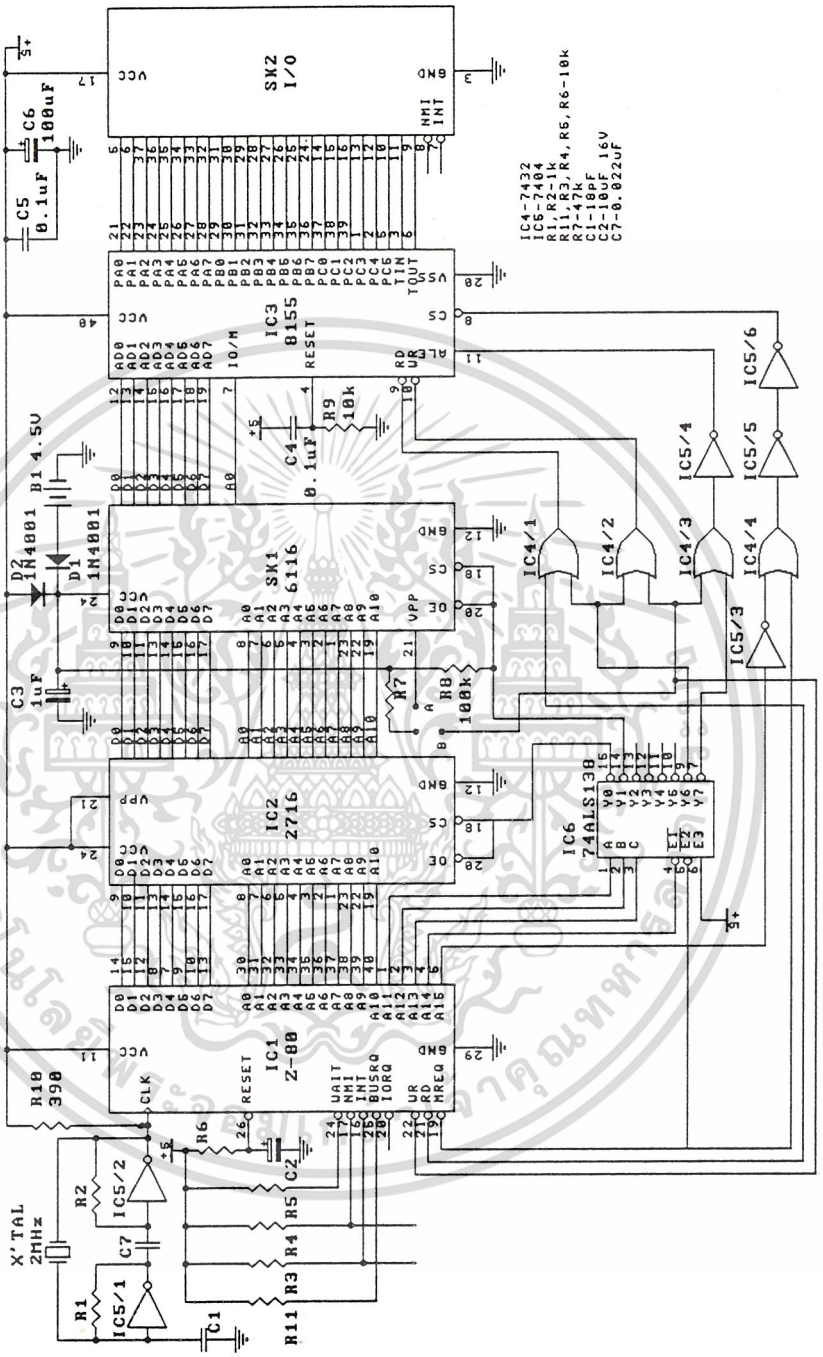
ในชุด Z-80 ไมโครโปรเซสเซอร์นี้ประกอบไว้ด้วยหน่วยความจำขนาด 4 kb จะเป็นอีพรอมเบอร์ 2716 ทั้ง 2 ตัว หรือ 2716 กับแรมเบอร์ 6116 อีก 1 ตัวก็ได้ และใช้พอร์ตเบอร์ 8155 ซึ่งเป็นแรมสำหรับเก็บข้อมูล 256 ไบท์ และยังประกอบด้วยพอร์ตที่สามารถโปรแกรมได้อีก 3 พอร์ต เป็นพอร์ต 8 ขา 2 พอร์ตและ 6 ขาอีก 1 พอร์ต นอกจากนั้นยังมีตัวนับหรือหารความถี่ขนาด 14 บิตที่โปรแกรมได้ (PROGRAMMABLE 14 BIT TIME/COUNTER) ให้อีก 1 ตัว

เนื่องจากมีจุดประสงค์ที่จะให้วงจรมีขนาดเล็ก กะทัดรัด ใช้อุปกรณ์น้อยชิ้นและมีราคาประหยัด จึงเลือกใช้พอร์ตเบอร์ 8155 ทำงานร่วมกับ Z-80 ซีพียู ซึ่งเป็นซีพียูที่รู้จักกันแพร่หลายและเขียนซอฟท์แวร์ได้ง่ายเช่นกัน และมีราคาไม่แพงเมื่อเทียบกับพอร์ตเบอร์ต่างๆ ในรูปที่ 3.1 ได้แสดงวงจรของชุด Z-80 ไมโครโปรเซสเซอร์ จะเห็นว่า Z-80 ติดต่อกับหน่วยความจำคือ IC_2 กับ SK_1 โดยที่ IC_2 ใช้อีพรอมเบอร์ 2716 ซึ่งเป็นโปรแกรมมอนิเตอร์ของวงจรขนาด 2 kb หรือถ้าหากว่าต้องการเพิ่มเป็น 4 kb ก็ทำได้โดยใช้ 2716 อีก 1 ตัวเสียบลงใน SK_1 แต่ถ้าหากว่าต้องการใช้แรมขนาดมากๆ (มากกว่า 256 ไบท์) ก็สามารถใช้แรมเบอร์ 6116 ขนาด 2 kb เสียบลงใน SK_1 แทน

หลักการทำงานมีอยู่ว่า IC_6 ทำหน้าที่ถอดรหัสแอดเดรสให้ 2716 อยู่ในตำแหน่งแอดเดรสที่ 0000-07FF และให้ SK_1 อยู่ในตำแหน่ง 0800-0FFF แต่สัญญาณเอาท์พุตของ IC_6 ยังมีให้ใช้อีก 4 ขา (Y_2-Y_5) ดังนั้นถ้าหากต้องการขยายหน่วยความจำเพิ่มขึ้นอีกก็ทำได้สูงสุด 12 kb ในกรณีที่ใช้แรมเสียบใน SK_1 ซึ่งเลือกใช้แรมเบอร์ 6116 ได้ออกแบบให้มีแบตเตอรี่สำรองเอา ไว้ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

021070



รูปที่ 3.1 วงจรไมโครโปรเซสเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีที่เกิดไฟดับ โดยมี D_1,D_2 เป็นตัวช่วยให้แบตเตอรี่จ่ายกระแสแทนในกรณีที่เกิดไฟดับ ซึ่งเป็นการป้องกันไม่ให้ข้อมูลสำคัญที่เราโปรแกรมเอาไว้สูญหายไปได้และขาที่ 21 ซึ่งเป็นขา R/W

ต้องเชื่อมต่อกับขา WR ของ Z-80 ด้วย แต่ถ้าใช้ SK_1 เป็น 2716 B_1,D_1,D_2,C_3,R_7,R_8 ไม่ต้องใช้และแทน D_1 กับ R_7 ด้วยลวดเชื่อมต่อเพื่อลัดวงจรให้ต่อกับ V_{CC} โดยตรง

สัญญาณนาฬิกาใช้เกท $IC_{5/1}$,$IC_{5/2}$ กำเนิดสัญญาณร่วมกับ X'TAL ขนาด 2 MHz นี้ เป็นฐานเวลาให้กับวงจรอื่น ก็สามารถใช้ตัวเก็บประจุค่า 200 pF แทนตัวตัว X'TAL นี้ได้ ซึ่งจะได้สัญญาณนาฬิกาความถี่ประมาณ 1.67 MHz เนื่องจาก 8155 เป็นไอซีซึ่งผลิตโดยบริษัทอินเทล ดังนั้น 8155 จึงสามารถใช้ร่วมกับซีพียูของอินเทลได้โดยตรง เช่น 8085,8035,8048 เป็นต้น แต่เมื่อนำมาใช้กับ Z-80 ซึ่งเป็นของบริษัทไซล็อก จึงไม่สามารถต่อกันได้โดยในวงจรรูปที่ 3.1 ได้จัดการใช้ IC_5 มาช่วยให้ Z-80 เข้ากับ 8155 ได้

ด้วยเหตุที่ 8155 ใช้ขาข้อมูลและขาแอดเดรสร่วนกัน (AD_0-AD_7) ดังนั้นในการที่ Z-80 จะติดต่อกับ 8155 Z-80 จะต้องส่งแอดเดรสของพอร์ตหรือของแรมหรือของเคาน์เตอร์ (สมมติให้ชื่อว่า AD-A) ไปทางขาข้อมูล (D_0-D_7) ก่อนแล้วต้องส่งสัญญาณมาที่ขา ALE (ADDRESS LATCH ENABLE) มาแจ้งให้ 8155 รับรู้ว่าข้อมูลที่ส่งออกมาทางขา AD_0-AD_7 ตอนนี้เป็นการอ้างถึงแอดเดรสก่อนซึ่ง 8155 จะแลทช์ค่าแอดเดรสเอาไว้ แล้ว Z-80 ต้องส่งข้อมูลที่ต้องการเขียนหรืออ่านพอร์ตหรือแรมหรือเคาน์เตอร์ (สมมติให้ชื่อว่า AD-D) ออกมาทางขาข้อมูล (D_0-D_7) อีกครั้งหนึ่งซึ่งตอนนี้ 8155 จะรับรู้เองว่าข้อมูลทางขา AD_0-AD_7 เป็นข้อมูลที่ต้องการเขียนหรืออ่านไม่ใช่แอดเดรส

สรุปแล้ว Z-80 จะต้องส่งข้อมูลให้ 8155 2 ครั้ง จึงจะสามารถเขียนหรืออ่านพอร์ตหรือแรม หรือเคาน์เตอร์ได้ โดยข้อมูลแรกจะเป็นค่าแอดเดรส (AD-D) และเมื่อดูวงจรในรูปที่ 3.1 จะเห็นว่า IC_6 ถูกอินาเบิลด้วยขา WREQ เพื่อที่จะส่งสัญญาณไปเขียนหรืออ่าน 8155 ดังนั้นในที่นี้ 8155 จะเป็นเสมือนหน่วยความจำตำแหน่งหนึ่ง ซึ่งทำให้การอ้างถึง 8155 จะต้องเป็นการอ้างถึงหน่วยความจำไม่ใช่พอร์ตและไม่สามารถใช้คำสั่ง IN หรือ OUT กับ 8155 ได้เหมือนกับพอร์ตทั่วไป

3.1.2 โครงสร้างทางซอฟท์แวร์

3.1.2.1 Z-80 กับ 8155

เพื่อให้เข้าใจการติดต่อระหว่าง Z-80 กับ 8155 ได้ง่าย กลับมาดูวงจรในรูปที่ 3.1 อีกครั้งดังที่ได้กล่าวแล้วว่า Z-80 จะต้องส่งข้อมูลซึ่งเป็นการอ้างถึงแอดเดรส (AD-D) ก่อนและจะต้องใช้คำสั่งเช่นเดียวกับการเขียนหรือการอ่านหน่วยความจำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นคำสั่งแรกที่จะส่งข้อมูลซึ่งเป็นแอด เดรส (AD-D) จะต้องเป็นคำสั่งเพื่อเขียนหน่วยความจำในตำแหน่งที่ขึ้นอยู่กับ Y_7 ของ IC_6 เพราะที่ตำแหน่งแอดเดรสนี้จะส่งสัญญาณ ALE ไปแลตช์ค่าแอดเดรส (AD-D) ไว้และตำแหน่งของหน่วยความจำ (หมายถึง 8155) จะขึ้นอยู่กับ A_{11} ถึง A_{15} ซึ่งใช้ IC_6 เป็นตัวถอดรหัสให้ได้เอาท์พุต Y_7 ซึ่งจะได้เป็น

$A_{15}\ A_{14}\ A_{13}\ A_{12}\ A_{11}\ A_{10}\ A_9 \ldots A_1\ A_0$

1 0 1 1 1 x x .... x-

A_{15} จะต้องเป็น "1" เพื่อส่งสัญญาณไปอีนาเบิลขา CS ของ 8155 ส่วนขา A_0 ต่อกับขา IO/M ของ 8155 ซึ่งถ้าเป็น "0" จะเป็นการเลือกแรมใน 8155 แต่ถ้าเป็น "1" จะเป็นการเลือกพอร์ตและเคาน์เตอร์ใน 8155 และในที่นี้สมมติให้ A_1 ถึง A_{10} เป็น "0" ด้วยเหตุนี้คำสั่งแรกจะต้องถึงหน่วยความจำ (8155) ในแอดเดรสที่

B800 เป็นแอดเดรสสำหรับเลือกแรมใน 8155

B801 เป็นแอดเดรสสำหรับเลือกพอร์ตและเคาน์เตอร์ใน 8155

คำสั่งแรกต้องส่งค่าแอดเดรสไปก่อน คำสั่งแรกของ Z-80 ที่ต้องการติดต่อกับแรมใน 8155 จะเป็นคำสั่งดังต่อไปนี้

- LD (B800), A
- LD (HL), reg หรือ n
- LD (IX+0), reg หรือ n
- LD (IY+0), reg หรือ n เป็นต้น

เมื่อข้อมูลใน (reg) หรือ n เป็นค่าแอดเดรสของแรม (AD-A) ใน 8155 ซึ่งมีค่าได้ตั้งแต่ 00H ถึง FFH (256ไบท์) และข้อมูลใน HL,IX,IY มีค่าเป็น B800

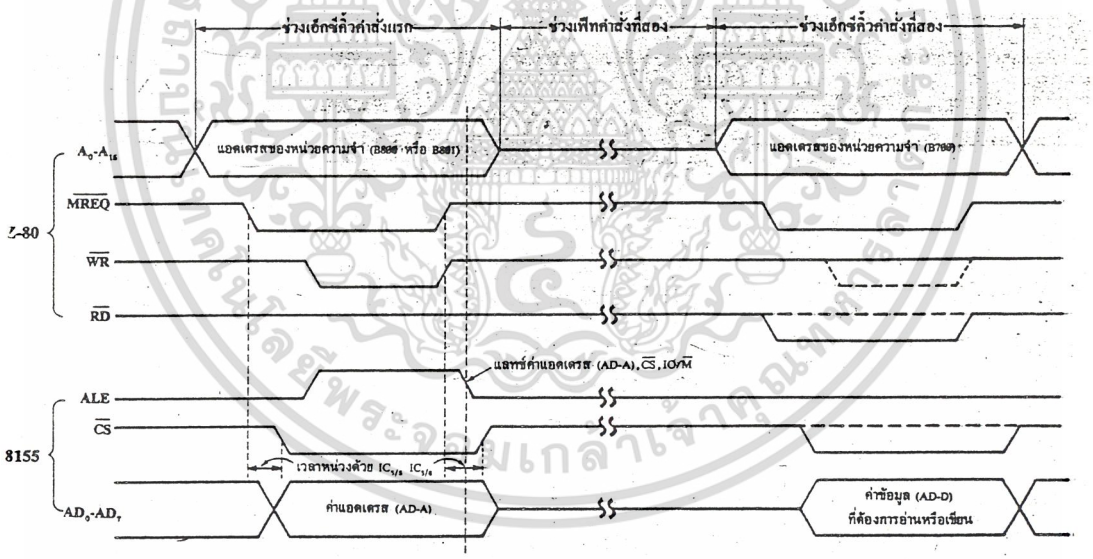
ในกรณีของพอร์ตและเคาน์เตอร์นั้นคำสั่งแรกของ Z-80 ที่ต้องการติดต่อด้วยนั้นจะต้องอ้างถึงแอดเดรส B801 (ตามที่สมมติไว้) ซึ่งจะเป็นคำสั่งดังต่อไปนี้

- LD (B801), A
- LD (HL), reg หรือ n
- LD (IX+1), reg หรือ n
- LD (IY+1), reg หรือ n เป็นต้น

เมื่อข้อมูลในรีจิสเตอร์ (reg) หรือ n เป็นค่าแอดเดรส (AD-A) ของพอร์ทและเคาน์เตอร์ (รวมทั้งแอดเดรสของ CONTROL BYTE ด้วยซึ่งจะได้กล่าวถึงในหัวข้อต่อไป) และข้อมูลใน HL มีค่าเป็น B801, ข้อมูลใน IX,IY เป็น B800

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถึงตอนนี้เรามาดูแผนผังเวลาของขาสัญญาณต่างๆ ของ 8155 และ Z-80 ในรูปที่ 3.2 กันก่อน เริ่มต้นด้วยหลังจากที่ Z-80 เฟทช์คำสั่งแรกไปแล้ว ก็จะส่งสัญญาณขาแอดเดรส A_0-A_{15} เป็น B800 หรือ B801 แล้วแต่ว่าจะเลือกแรมหรือพอร์ตและเคาน์เตอร์ จากนั้นจึงส่งสัญญาณ MREQ ตามมาเพื่อให้ IC_6 ทำการถอดรหัสให้ขา Y_7 เป็น "0" ถึงตอนนี้ข้อมูลใน reg หรือค่า n (หรือค่าแอดเดรส AD-A) จะถูกส่งออกจาก Z-80 มารอไว้ที่ขา AD_0-AD_7 และตอนนี้เช่นกันขา CS ของ 8155 จะถูกหน่วยเวลาไว้ด้วยเกท $IC_{5/5}$ และ $IC_{5/6}$ และเวลาต่อมา Z-80 จะส่งสัญญาณ WR ตามมาทำให้ $IC_{4/3}$ ส่งสัญญาณ ALE เป็นจาก "0" ไปเป็น "1" แต่ยังไม่มีผลอะไร จนกระทั่ง Z-80 เลิกส่งสัญญาณ MREQ,WR ก็จะทำให้เกิดสัญญาณ ALE เปลี่ยนจากลอจิก "1" ไปเป็นลอจิก "0" ซึ่งตอนนี้เองที่ 8155 จะทำการแลตช์ข้อมูลที่ขา AD_0-AD_7 (ตอนนี้คือค่า แอดเดรส AD-A),ขา CS และขา IO/M เอาไว้ด้วยเป็นที่น่าสังเกตุว่าที่ต้องใช้ $IC_{5/5}$ และ $IC_{5/6}$ มาหน่วยเวลาขา CS ไว้ก็เพื่อให้สัญญาณ CS ถูกเลื่อนออกไปเป็นเวลาเล็กน้อย ไม่เช่นนั้นขา CS จะเปลี่ยนแปลงพร้อมกับขา ALE ทำให้ 8155 ไม่สามารถแลตช์สัญญาณ CS เอาไว้ได้



รูปที่ 3.2 แผนผังเวลาของ Z-80 ในการติดต่อกับ 8155

คำสั่งที่สองส่งข้อมูลตามไป หลังจากที่ 8155 ได้แลตช์ค่าแอดเดรส,CS และ IO/M เอาไว้แล้ว Z-80 จะต้องส่งข้อมูลที่ต้องการอ่านหรือเขียนแรม หรือพอร์ตหรือเคาน์เตอร์(AD-A) พร้อมทั้งส่งสัญญาณ RD หรือ WR ตามไปด้วยเมื่อดูวงจรในรูปที่ 3.1 จะเห็นว่าสัญญาณ RD และ WR ของ Z-80 จะต้องผ่าน $IC_{4/1}$และ $IC_{4/2}$ โดยการควบคุมด้วย Y_6 ของ IC_6 ดังนั้นคำสั่งที่สองนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะอ่านหรือเขียน (8155) ได้ต้องขึ้นอยู่กับ Y_6 ของ IC_6 นี้ซึ่ง Y_6 นี้จะจะเป็นตัวกำหนด แอดเดรสของหน่วยความจำ (หมายถึง 8155) ในการส่งข้อมูล (AD-A) ไปทำการอ่านหรือเขียน

พิจารณาที่ Y_6 จะเห็นว่าขึ้นอยู่กับขา A_{11}ถึง A_{14} ซึ่งในที่นี้ A_{15} จะไม่มีผลเพราะ 8155 ได้ทำการแลตช์ขา CS เอาไว้แล้ว ดังนั้นตำแหน่งของหน่วยความจำ (หมายถึง 8155) เพื่อที่ Z-80 จะส่งคำสั่งที่สองจะอยู่ที่แอดเดรส

$A_{15}\ A_{14}\ A_{13}\ A_{12}\ A_{11}\ A_{10}\ A_9 \ldots . A_1\ A_0$

x 0 1 1 0 x x.... x x

เนื่องจาก 8155 ได้ทำการแลตช์ขา IO/M เอาไว้แล้ว ดังนั้น A_0 เป็นอะไรก็ได้ในคำสั่งที่สองนี้แอดเดรสที่ส่งไปเขียนหรืออ่านให้กับแรมหรือพอร์ตกับเคาน์เตอร์จะเป็นแอดเดรสเดียวกันก็ได้ในที่นี้สมมติให้แอดเดรสนี้เป็น B700 คือ A_{15} เป็น "1",A_8 ถึง A_{10} เป็น "1" และ A_0-A_7 เป็น "0" คำสั่งที่สองของ Z-80 ที่ต้องการเขียนข้อมูล (AD-A) กับแรมหรือพอร์ตหรือเคาน์เตอร์ใน 8155 จะเป็นคำสั่งดังต่อไปนี้

- LD (B700), A
- LD (HL), reg หรือ n
- LD (IX+0), reg หรือ n
- LD (IY+0), reg หรือ n เป็นต้น

เมื่อค่าในรีจิสเตอร์หรือ n เป็นค่าข้อมูลจาก Z-80 (AD-A) ที่ต้องการเขียนกับแรมหรือพอร์ตหรือเคาน์เตอร์และค่าใน HL,IX,IY มีค่าเป็น B700 แต่ถ้า Z-80 ต้องการอ่านข้อมูล (AD-A) จากแรมหรือพอร์ตหรือเคาน์เตอร์คำสั่งที่สองนี้จะต้องเป็น

- LD A,(B700)
- LD reg, (HL)
- LD reg, (IX+0)
- LD reg, (IY+0) เป็นต้น

เมื่อ HL,IX,IY มีค่าเป็น B700 และข้อมูล (AD-A) ที่อ่านเข้ามาจะถูกเก็บไว้ในรีจิสเตอร์ใน Z-80 และ A หมายถึงรีจิสเตอร์ A ใน Z-80

คราวนี้มาดูแผนผังเวลาในรูปที่ 3.2 กันต่อ หลังจากที่ Z-80 ส่งคำสั่งแรกมาแล้วแล้วตามมาด้วยคำสั่งที่สองนั้นก็จะเป็นช่วงเฟทช์คำสั่งที่สองนั้น ก็จะเป็นช่วงเฟทช์คำสั่งที่ 2 เมื่อ Z-80 คำเนินคำสั่งช่วงเฟทช์เรียบร้อยแล้วก็จะเริ่มช่วงเอ็กซีคิ้วคำสั่งที่ 2 โดยการให้ขา A_0-A_{15} เป็น B700 (ตามที่สมมติไว้) แล้วส่งสัญญาณ MREQ ตามมาทำให้ Y_6ของ IC_6 เป็น "0" ทำการเปิดเกท $IC_{4/1}$ และ $IC_{4/2}$ ให้สัญญาณ RD หรือ WR ของ Z-80 ผ่านเข้าขา RD หรือ WR ของ 8155 ได้และช่วงนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เองที่ขา AD_0-AD_7 จะรับข้อมูลจาก Z-80 ซึ่งเป็นข้อมูลที่ต้องการอ่านหรือเขียน (AD-A) แรมหรือพอร์ตหรือเคาน์เตอร์ ตามค่าแอดเดรส (AD-A) และ IO/M ของคำสั่งแรก

จากที่กล่าวมาทั้งหมดสามารถสรุปการติดต่อระหว่าง Z-80 กับ 8155 ในการเขียนหรืออ่านแรมหรือพอร์ตหรือเคาน์เตอร์ ได้ดัง ตารางที่ 3.1 และสามารถแสดงรูปแบบของคำสั่งของของ Z-80 ในการจะเขียนข้อมูลให้กับ 8155 ได้เป็น

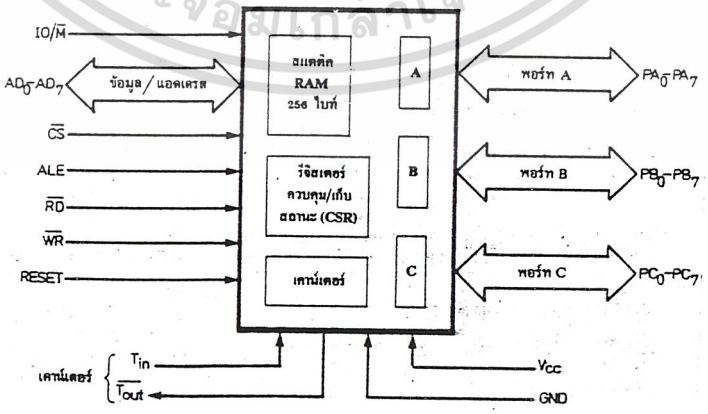
- LD (แอดเดรส B80X), ค่าแอดเดรส (AD-A)
- LD (แอดเดรส B700), ค่าข้อมูล (AD-A)

และเมื่อ Z-80 ต้องการอ่านข้อมูลจาก 8155 จะได้คำสั่งเป็น

- LD (แอดเดรส B80X),ค่าแอดเดรส (AD-A)
- LD reg, (แอดเดรส B700)

3.1.2.2 8155 กับซอฟท์แวร์

ก่อนใช้งานนั้นเราจะต้องโปรแกรมพอร์ตและเคาน์เตอร์เสียก่อนไม่เช่นนั้นพอร์ตและเคาน์เตอร์จะใช้งานไม่ได้เพื่อให้ใช้งานกับ 8155 ได้ถูกต้อง ดูแผนผังภายใน 8155 ในรูปที่ 3.3 ซึ่งจะเห็นว่าประกอบไปด้วยแรม 256ไบท์, พอร์ต 3 พอร์ตคือ พอร์ต A,พอร์ต B,พอร์ต C และเคาน์เตอร์นอกจากนี้ยังมีรีจิสเตอร์อีก 1 ตัว ซึ่งเป็นตัวเก็บคำสั่งที่เราโปรแกรมพอร์ตเคาน์เตอร์และยังเก็บสภาวะของพอร์ตและเคาน์เตอร์ในการขออินเตอร์รัพท์รีจิสเตอร์นี้มีชื่อว่า COMMAND/STATUS REGISTER (ใช้ชื่อย่อว่า CSR)



รูปที่ 3.3 แผนผังภายใน 8155

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสั่งที่	ค่าแอดเดรสของ 8155 เมื่ออ้างถึง RAM	ค่าแอดเดรสของ 8155 เมื่ออ้างถึงพอร์ทและเคาน์เตอร์	ข้อมูลที่ Z-80 ส่งหรือรับ
1	1011 1××× ×××× ×××0	1011 1××× ×××× ×××1	ค่าแอดเดรส (AD-A)
2	×011 0××× ×××× ××××	×011 0××× ×××× ××××	ค่าข้อมูล (AD-D)

ตารางที่ 3.1 แสดงการอ้างถึงแอดเดรสของ 8155 ในการส่งแอดเดรสและข้อมูลของZ-80

3.1.2.3 แรมกับซอฟท์แวร์

แรมนั้นสามารถใช้คำสั่งอ่านหรือเขียนแรมขนาด 256 ไบท์นี้ได้โดยตรง โดยไม่ต้องมีการโปรแกรมมันก่อน ค่าแอดเดรสของแรม (AD-A) มีค่าได้ตั้งแต่ 00H ถึง FFH สมมติว่าต้องการเขียนข้อมูล 3EH ลงในแอดเดรสที่ 61H และใช้ค่าแอดเดรสของ 8155 เมื่ออ้างถึงแรมเป็น B800 และ B700 ตามที่สมมติไว้จะได้คำสั่งดังนี้

```
LD A,61H
LD (B800),A
LD A,3EH
LD (B700),A เป็นต้น
```

ถ้าต้องการอ่านข้อมูลจากแอดเดรสที่ 61H มาเก็บไว้ในรีจิสเตอร์ A จะได้คำสั่งดังนี้

```
LD A,61H
LD (B800),A
LD A,(B700) เป็นต้น
```

จะเห็นว่าค่าแอดเดรสของ 8155 คือ B800และB700 จะมีการเรียกใช้บ่อยๆ เมื่อมีการเขียน/อ่านแรม หรือพอร์ตหรือเคาน์เตอร์ ดังนั้นวิธีที่จะประหยัดคำสั่งของ Z-80 ควรจะใช้รีจิสเตอร์คู่เก็บค่าแอดเดรส B800และB700 นี้ไว้และในที่นี้จะใช้รีจิสเตอร์ IX และ HLซึ่งจากตัวอย่างข้างบนนี้สามารถเขียนใหม่ได้เป็น

```
LD IX,B800
LD HL,B700
LD (IX+0),61H
LD (HL),3EH
```

เมื่อต้องการเขียนข้อมูล 3EH ลงในแอดเดรส 61H และใช้คำสั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LD (IX+0),61H

LD A,(HL)

เมื่อต้องการอ่านข้อมูลที่แอดเดรส 61H มาเก็บไว้ในรีจิสเตอร์ A

3.1.2.4 พอร์ตเคาน์เตอร์และ CSR

ในหัวข้อนี้จะว่าในเรื่องของแอดเดรสของพอร์ตและเคาน์เตอร์ซึ่งจะถูกเลือกด้วยค่าแอดเดรส (AD-A) ตารางที่ 3.2 ได้แสดงแอดเดรสของการอ้างถึงพอร์ต, เคาน์เตอร์และ CSR จะเห็นว่าค่าแอดเดรส 5 บิทแรกจะเป็นอะไรก็ได้แต่ในที่นี้สมมติให้เป็น "0" ทั้งหมด เช่นสมมติว่าค่าแอดเดรส (AD-A) เป็น 01H จะเป็นการอ้างถึงพอร์ต A แต่ก่อนอื่นจะต้องทำการโปรแกรมพอร์ตและเคาน์เตอร์ก่อน โดยเริ่มต้นจะต้องอ้างถึง CSR เพื่อส่งค่าข้อมูล (AD-A) ไปเขียนคำสั่งเพื่อโปรแกรม

ความหมายของค่าข้อมูล (AD-A) ไปเขียนคำสั่งเพื่อโปรแกรมพอร์ตและเคาน์เตอร์ซึ่งในที่นี้เป็นการอ้างถึง CSR (ที่แอดเดรส 00H) แสดงไว้ในรูปที่ 3.4 ที่น่าสังเกตุคือที่บิท 2 และบิท 3 ซึ่งจะเป็นการกำหนดโหมดของพอร์ต C และโหมดของพอร์ต C นี้แสดงไว้ในตารางที่ 3.3 เนื่องจากพอร์ต C สามารถให้ทำงานเป็น HANDSHAKING ได้ในโหมด ALT3 และ ALT4 และมีการขออินเตอร์รัพท์ได้ด้วย

ค่าแอดเดรส (AD-A)	อ้างถึง	เมื่อ Z-80 เขียน	เมื่อ Z-80 อ่าน
××××××000	CSR	เขียนค่า control byte เพื่อโปรแกรมพอร์ทและควบคุมเคาน์เตอร์	อ่านสภาวะการอินเตอร์รัพท์ของพอร์ทและเคาน์เตอร์ (status register)
××××××001	พอร์ท A	เป็นเอาท์พุทพอร์ท	เป็นอินพุทพอร์ท
××××××010	พอร์ท B	เป็นเอาท์พุทพอร์ท	เป็นอินพุทพอร์ท
××××××011	พอร์ท C	เป็นเอาท์พุทพอร์ท (ยกเว้นโหมด ALT 3 และ ALT 4)	เป็นอินพุทพอร์ท (ยกเว้นโหมด ALT 3 และ ALT 4)
××××××100	ไบท์ต่ำของเคาน์เตอร์	โปรแกรมช่วงการนับหรือหาร	อ่านค่าที่นับเหลือของเคาน์เตอร์ไบท์ต่ำ
××××××101	ไบท์สูงของเคาน์เตอร์	โปรแกรมช่วงการนับหรือหาร และโหมดของเคาน์เตอร์	อ่านค่าที่นับเหลือของเคาน์เตอร์ไบท์สูงและโหมดของเคาน์เตอร์

ตารางที่ 3.2 การอ้างถึงพอร์ต, เคาน์เตอร์และCSR

เมื่อ Z-80 ส่งค่าแอดเดรส (AD-A) มาเลือก

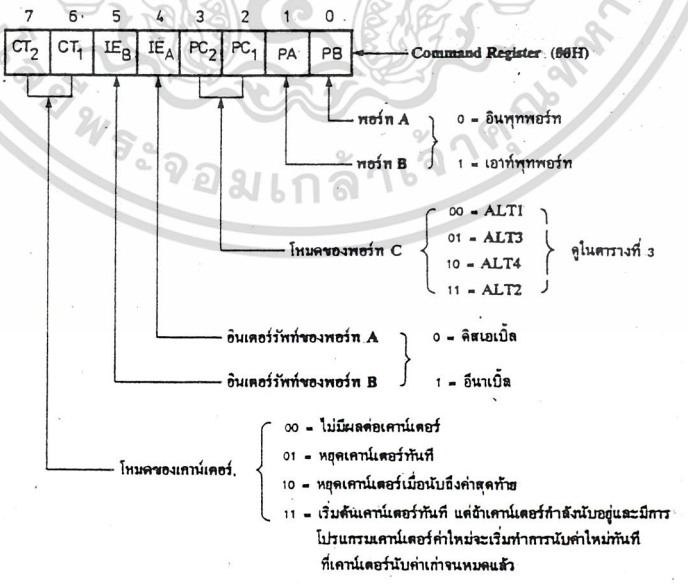
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมมติว่าต้องการให้พอร์ต A และพอร์ต B เป็นเอาท์พุตและพอร์ต C เป็นอินพุต (ALT1) ทำให้ไม่มีการขออินเตอร์รัพท์ (บิท 2 และบิท 3 เป็น “0”) และยังไม่ได้ใช้เคาน์เตอร์จะได้ค่าของคอนโทลไบท์ซึ่งก็คือค่าข้อมูล (AD-A) นั่นเองเป็น

00000011 = 03H

โหมด / ขา	ALT 1	ALT 2	ALT 3		ALT 4	
PC_0	อินพุทพอร์ท	เอาท์พุทพอร์ท	A INTR (Interrupt)	ของพอร์ท A	A INTR (Interrupt)	ของพอร์ท A
PC_1	อินพุทพอร์ท	เอาท์พุทพอร์ท	A BF (Buffer Full)		A BF (Buffer Full)	
PC_2	อินพุทพอร์ท	เอาท์พุทพอร์ท	A $\overline{STB}$ (Strobe)		A $\overline{STB}$ (Strobe)	
PC_3	อินพุทพอร์ท	เอาท์พุทพอร์ท	เอาท์พุทพอร์ท		B INTR (Interrupt)	ของพอร์ท B
PC_4	อินพุทพอร์ท	เอาท์พุทพอร์ท	เอาท์พุทพอร์ท		B BF (Buffer Full)	
PC_5	อินพุทพอร์ท	เอาท์พุทพอร์ท	เอาท์พุทพอร์ท		B $\overline{STB}$ (Strobe)	

ตารางที่ 3.3 ความหมายแต่ละโหมดของพอร์ต C



รูปที่ 3.4 ความหมายแต่ละบิทของ CSR เมื่อ Z-80 ทำการเขียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากเป็นการโปรแกรม 8155 ดังนั้น Z-80 จะต้องเขียนข้อมูล 03H นี้ให้ 8155 ที่ตำแหน่งแอดเดรส B801 และจากตารางที่ 3.2 จะเห็นว่าค่าแอดเดรส (AD-A) จะต้องอ้างถึงCSR (ที่แอดเดรส 00H) เพื่อโปรแกรมซึ่งจะได้คำสั่งดังต่อไปนี้

```
LD (IX+1),00H ; อ้างถึง CSR
LD (HL), 03H  ; ส่งค่า CONTROL BYTE
```

เมื่อ IX มีค่าเป็น B800 และ HL มีค่าเป็น B700 ตามที่สมมติมาแล้วและถึงตอนนี้ก็สามารถเขียนข้อมูลให้พอร์ต A หรือ B และอ่านข้อมูลจากพอร์ต C ได้แล้ว สมมติว่าต้องการเขียนข้อมูลค่า 57H และ 6BH ให้แก่ พอร์ต A และพอร์ต B ตามลำดับและอ่านข้อมูลจากพอร์ค C มาเก็บไว้ที่ รีจิสเตอร์ B จะได้คำสั่งดังต่อไปนี้

```
LD (IX+1),01H   ;  อ้างถึงพอร์ต A
LD (HL),57H     ;  ส่งค่าข้อมูลไปเขียน
LD (IX+1),02H   ;  อ้างถึงพอร์ต B
LD (HL),68H     ;  ส่งค่าข้อมูลไปเขียน
LD(IX+1),03H    ;  อ้างถึงพอร์ต C
LDB,(HL)        ;  อ่านค่าข้อมูลเข้ามา
```

ข้อน่าสังเกตุอย่างหนึ่งคือในการอ่านหรือเขียนพอร์ตเดียวกันหลายๆ ครั้งสามารถส่งค่าแอดเดรส (AD-A) ไปครั้งเดียวแล้วจอ่านหรือเขียนกี่ครั้งก็ได้ ตัวอย่างเช่น ถ้าต้องการเขียนข้อมูล 43H,5AH,E2H แก่พอร์ต B ตามลำดับ คำสั่งก็จะเป็น

```
LD (IX+1),02H
LD (HL),43H
LD (HL),5AH
LD (HL),E2H
```

ในการโปรแกรมตัวเคาน์เตอร์นี้ Z-80 จะต้องส่งค่าแอดเดรส (AD-A) เป็น 04H และ 05 Hตามตารางที่ 3.2 ซึ่งเป็นการอ้างถึงไบท์ต่ำและไบท์สูงของเคาน์เตอร์นี้แสดงไว้ในรูปที่ 3.5 ซึ่งจะเห็นว่าที่บิท M_2 และ M_1 ของไบท์สูงนี้เป็นการกำหนดโหมดของเคาน์เตอร์นี้ซึ่งมีด้วยกัน 4 โหมดตามตารางที่ 3.4

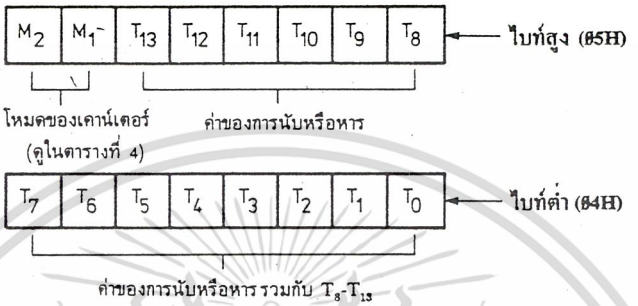
ส่วนบิท T_{13} ถึง T_8 ของไบท์สูงกับบิท T_7 ถึง T_0 ของไบท์ต่ำเป็นการกำหนดค่าของการหารหรือการนับซึ่งทำให้มีค่าได้ตั้งแต่ 0010 ถึง 3FFF (2 ถึง 16,383) สมมติว่าต้องการฐานเวลาทุกๆ 1นาที จากความถี่ไฟบ้าน $50H_Z$ จะต้องโปรแกรมเคาน์เตอร์นี้ให้หารด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

= 50 × 60 = 3000 หรือ

= 0BB8H หรือ

= $M_2M_1$00 1011 1011 1000



รูปที่ 3.5 ความหมายของไบท์ต่ำและไบท์สูงของเคาน์เตอร์เมื่อ Z-80 เขียนข้อมูลมาโปรแกรม

M_2	M_1	โหมด	หน้าที่ของเคาน์เตอร์	รายละเอียดของเคาน์เตอร์	รูปคลื่นเอาท์พุทที่ได้
0	0	0	หารครั้งเดียว	เมื่อนับถึงค่าหนึ่งของค่าที่โปรแกรมจะให้เอาท์พุท เป็น "0" ไปเรื่อย ๆ จนนับถึงค่าสุดท้ายแล้วจะ กลับมาเป็น "1" ตลอดไป (หยุดนับเลย)	
0	1	1	หารต่อเนื่อง	เหมือนโหมด 0 แต่เมื่อนับถึงค่าสุดท้ายแล้วจะกลับ มาเริ่มต้นนับใหม่อีก วนไปเรื่อย ๆ	
1	0	2	นับครั้งเดียว	เมื่อนับถึงค่าก่อนค่าที่โปรแกรมอยู่ 1 จะให้เอาท์พุท เป็น "0" และเมื่อนับต่อไปอีก "1" (ถึงค่าสุดท้าย) จะกลับมาเป็น "1" ตลอดไป (หยุดนับเลย)	
1	1	3	นับต่อเนื่อง	เหมือนโหมด 2 แต่เมื่อนับถึงค่าสุดท้ายแล้วจะกลับ มาเริ่มต้นนับใหม่อีก วนไปเรื่อย ๆ	

ตารางที่ 3.4 รายละเอียดแต่ละโหมดของเคาน์เตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

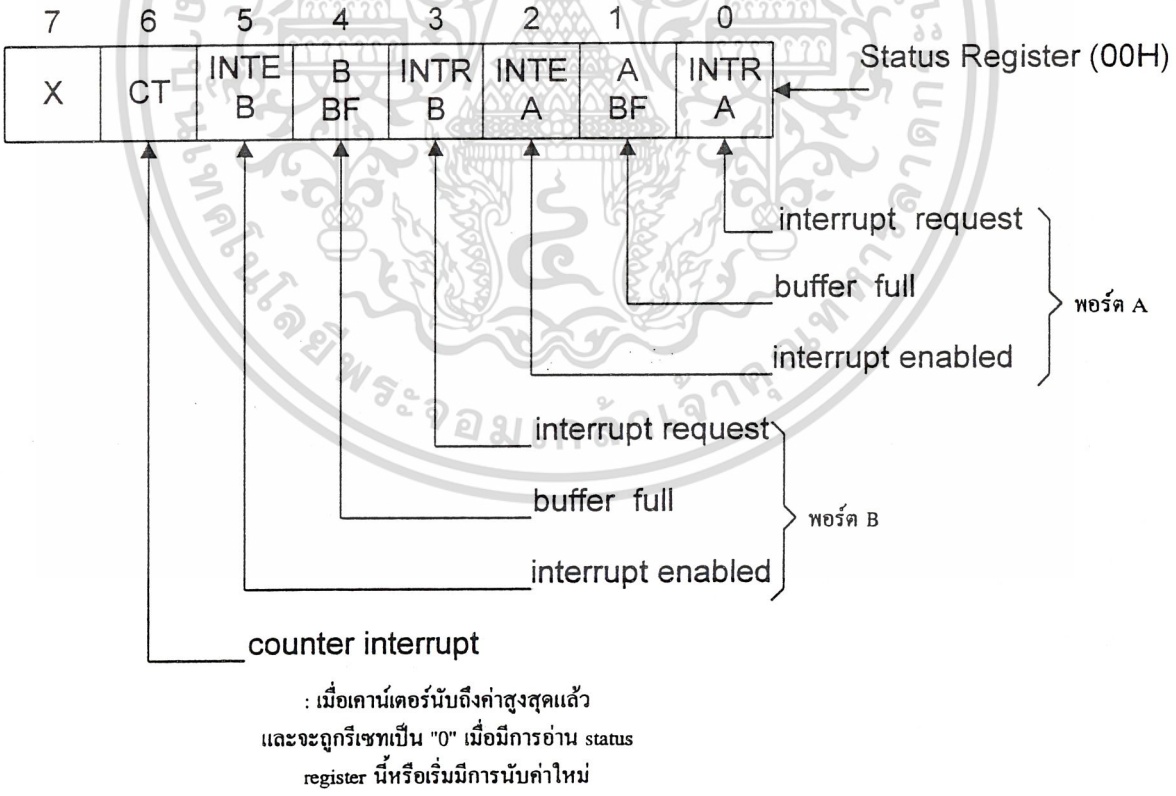
แต่เนื่องจากต้องการสัญญาณเป็นฐานเวลา จึงต้องให้เคาน์เตอร์นี้ทำงานในโหมด 1คือหารต่อเนื่อง ดังนั้นค่าไบท์สูงของเคาน์เตอร์นี้จะเป็น

0100 1011 หรือ 4BH

และค่าของไบท์ต่ำยังเหมือนเดิมคือ B8H ดังนั้นคำสั่งของ Z-80 เพื่อโปรแกรมเคาน์เตอร์นี้จะเป็นดังนี้

```
LD (IX+1),04H ;  อ้างถึงไบท์ต่ำของเคาน์เตอร์
LD (HL),B8H   ;  โปรแกรมค่าไบท์ต่ำ
LD (IX+1),05H ;  อ้างถึงไบท์สูงของเคาน์เตอร์
LD (HL),4BH   ;  โปรแกรมค่าไบท์สูงและโหมด
```

ในการใช้งานเคาน์เตอร์หลังจากที่ได้โปรแกรมแล้วจะต้องทำการอ้างถึง CSR ทุกครั้งที่มีการเริ่มต้นหรือหยุดเคาน์เตอร์แต่ต้องคำนึงถึงบิท 0 ถึงบิท 5 ด้วยเพราะจะมีผลต่อการทำงานของพอร์ตถ้าหากค่าของบิท 0 ถึงบิท 5 นี้เปลี่ยนไป



รูปที่ 3.6 ความหมายของแต่ละบิทของ CSR เมื่อ Z-80 ทำการอ่าน (STATUS REGISTER)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยังมีอีกเรื่องหนึ่งของ CSR จากที่กล่าวมาทั้งหมดจะเห็นว่าเมื่อทำการอ้างถึง CSR จะเป็นการที่ Z-80 เขียนค่าคอนโทรลไบท์ แต่ถ้าหากว่า Z-80 ทำการอ่าน CSR บ้างผลที่ได้ออกมาจะเป็นการอ่านสภาวะการอินเตอร์รัพท์ของพอร์ตและเคอน์เตอร์ (อ้างถึงสเตตัสรีจิสเตอร์) ตามรูปที่ 3.6 สมมติว่าต้องการตรวจสอบว่าเคาน์เตอร์นับถึงค่าสุดท้ายแล้วหรือยังก็สามารถทำได้โดยการอ่านค่าสเตตัสรีจิสเตอร์นี้ แล้วทำการตรวจสอบที่บิท 6 ซึ่งสามารถใช้คำสั่งได้ดังนี้

```
LD (IX+1),00H  ; อ้างถึง CSR
LD A,(HL)      ; อ่านค่าสเตตัสรีจิสเตอร์!
BIT 6,A        ; ตรวจสอบบิท 6
JR NZ,....     ; ถ้าเป็นหนึ่งไปยังแอดเดรสที่ต้องการ
```

ส่วนในกรณีที่อ้างถึงไบท์ต่ำหรือไบท์สูงของเคาน์เตอร์ทำการอ่าน ค่าที่อ่านได้จะเป็นค่าที่เคาน์เตอร์นับเหลืออยู่ ส่วนบิท M_2 และ M_1 ของไบท์สูงยังคงอ่านได้เป็นโหมดของเคาน์เตอร์ที่ทำการโปรแกรมไว้ก่อนแล้ว

3.2 การออกแบบในส่วนภาคแสดงผลและภาคอินพุต/เอาท์พุต

3.2.1 โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์

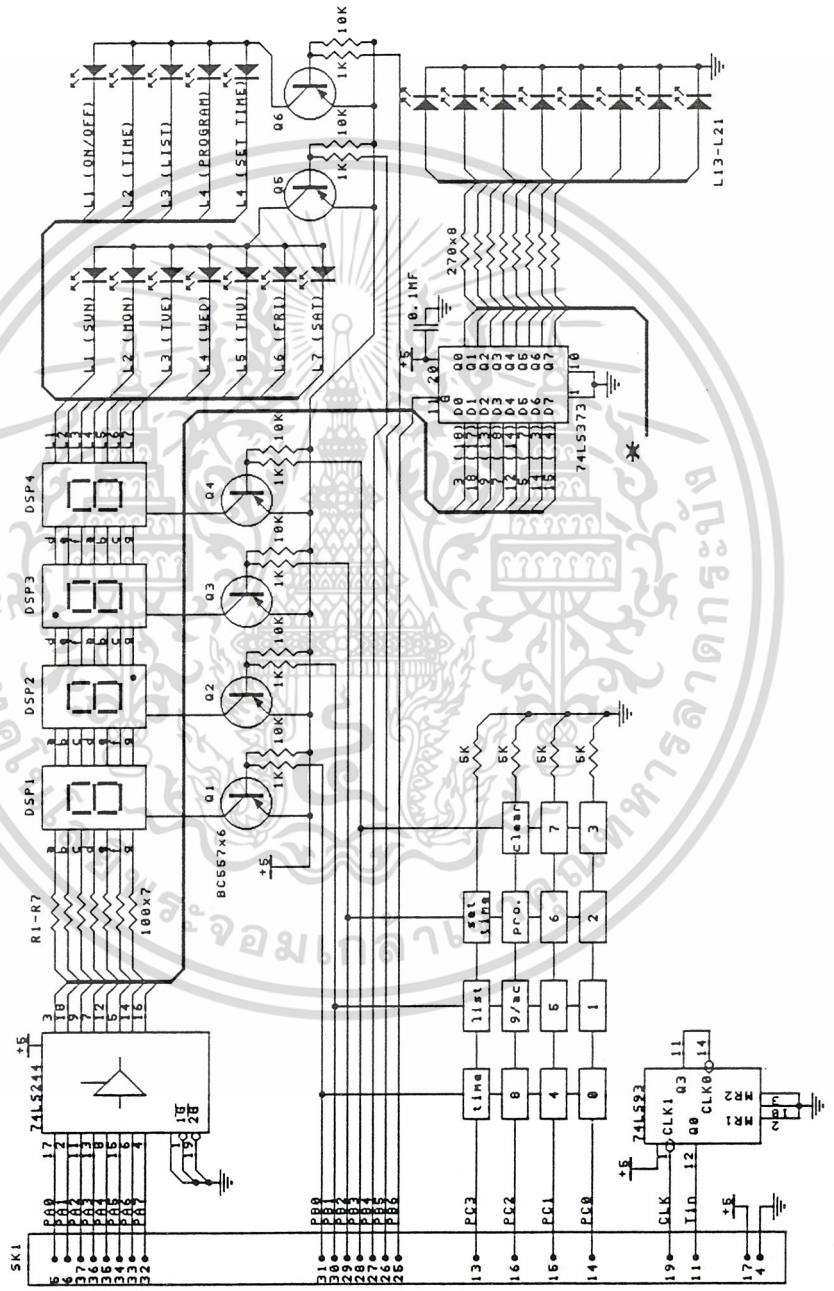
ดังที่ได้กล่าวแล้วว่าในส่วนนี้เป็นส่วนที่ป้อนข้อมูลและหน่วยแสดงผลของชุด Z-80 ไมโครโปรเซสเซอร์เท่านั้นวงจรทั้งหมดจึงเป็นเพียงสวิตช์กด(คีย์บอร์ด), ตัวเลขแอลอีดี7 ส่วนสำหรับบอกเวลา, รีเลย์สำหรับเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์เชื่อมต่ออุปกรณ์เอาท์พุตของ 8155 เท่านั้นต่อไปมาดูว่ามีการออกแบบทางด้านฮาร์ดแวร์อย่างไร

3.2.1.1 ส่วนของภาคแสดงผล

วงจรสมบูรณ์ของฮาร์ดแวร์ทั้งหมดแสดงไว้ในรูปที่ 3.7 ซึ่งวงจรทั้งหมดนี้ถูกควบคุมการทำงานด้วยซอฟท์แวร์หรือโปรแกรมมอนิเตอร์ เริ่มต้นพิจารณาที่ SK_1 ซึ่งเป็นจุดเชื่อมต่อกับขาต่างๆ ของ 8155 ในที่นี้ พอร์ต A และพอร์ต B ถูกโปรแกรมให้เป็นพอร์ตเอาท์พุต ส่วนพอร์ต C เป็นพอร์ตอินพุต พอร์ต Aกับพอร์ต B ทำงานร่วมกันในการแสดงผลของตัวเลข 4หลัก (DSP_1-DSP_4) แอลอีดีแสดงวัน (LED_1-LED_7), แอลอีดีแสดงโหมด (LED_8-LED_{12}) และชุดเอาท์พุตสำหรับขับรีเลย์ให้ปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า (IC_2และLED_{13}-LED_{21}) ที่กล่าวมาทั้งหมดนี้เป็นการแสดงผลแบบ มัลติเพล็กแบบพอร์ต B จะทำหน้าที่สแกนทีละหลักด้วย PB_0-PB_6 โดยผ่าน Q_1-Q_6 ซึ่งเป็นตัวขับให้ได้กระแสสูงขึ้นส่วนทางพอร์ต A มี IC_1 เป็นบัฟเฟอร์ในการส่งข้อมูลออกมาแสดงผลร่วมกับพอร์ต B ในที่นี้ IC_2 ทำหน้าที่แลตช์สภาวะของเอาท์พุต ทั้ง 8 ช่องไว้

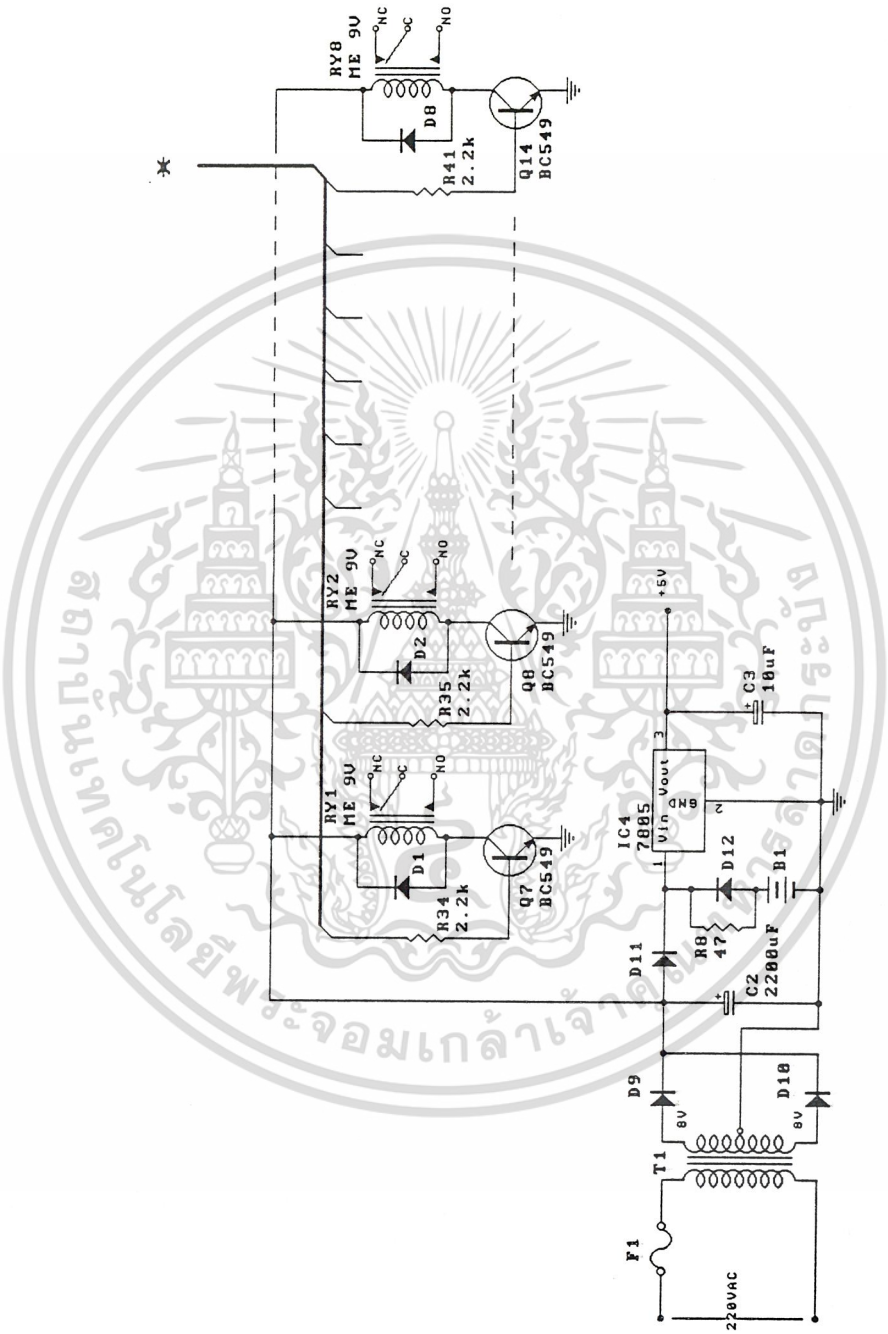
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลที่ส่งออกมาพอร์ต A นั้น จะนำจากหน่วยความจำ (DISPLAY`แรม) ที่แอดเดรส 0FF9 จะส่งไปยัง IC_2 ผ่านพอร์ต A ด้วยสัญญาณสแกน PB_6 ป้อนเข้าขา G เพื่อทำการแลตช์เอาไว้ในส่วนของข้อมูล



รูป 3.7 ชุดแสดงผลนาฬิกา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 ชุดควบคุมเอาท์พุตและเพาเวอร์ซัพพลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ที่แอดเดรส 0FFA ส่งไปยัง LED_8-LED_{12} แสดงโหมดด้วยสัญญาณสแกน PB_5
- ทีแอดเดรส 0FFB ส่งไปยัง LED_1-LED_7 แสดงวันด้วยสัญญาณสแกนPB_4
- ที่แอดเดรส 0FFC ส่งไปยัง DSP_4 แสดงหลักหน่วยของนาทีด้วยสัญญาณสแกน PB_3
- ที่แอดเดรส 0FFD ส่งไปยัง DSP_3 แสดงหลักสิบของนาทีด้วยสัญญาณสแกน PB_2
- ที่แอดเดรส 0FFE ส่งไปยัง DSP_2 แสดงหลักหน่วยของชั่วโมงด้วยสัญญาณสแกน PB_1
- ที่แอดเดรส 0FFF ส่งไปยัง DSP_1 แสดงหลักสิบของชั่วโมงด้วยสัญญาณสแกน PB_0

พิจารณาที่ตัวเลขแสดงผล DSP_1-DSP_4 มีการต่อขาร่วมกันไม่เหมือนกับ DSP_1 และ DSP_2 เช่นเซ็กเมนต์ a ต่อกับเซ็กเมนต์ d ทั้งนี้เนื่องจากต้องการให้มีจุด Pt แต่ละหลักเพียงจุดเดียวจึงต้องใช้ DSP_2 ร่วมกับ DSP_3 โดยให้ DSP_3 ตีลังกากลับกับ DSP_2 เพื่อให้มีจุดพีทีเยื้องกันเพื่อเป็นจุดคั่น ด้วยเหตุนี้การต่อเซ็กเมนต์ของ DSP_3 จึงต้องเปลี่ยนไปที่ต่อกับเซ็กเมนต์ b ด้วยกันจึงต้องเปลี่ยนเป็นเซ็กเมนต์ซี c เป็นต้น ส่วน DSP_4 ต่อตาม DSP_3

3.2.1.2 ส่วนควบคุมอุปกรณ์ภายนอก

ทางด้านเอาท์พุตทั้ง 8 ช่องของ IC_2 นั้นมี LED_{13}-LED_{21} เป็นตัวแสดงสภาวะปิด-เปิดของเอาท์พุตแต่ละช่อง นอกจากนี้สัญญาณส่วนหนึ่งจาก IC_2 จะป้อนเข้า Q_7-Q_{14} เพื่อทำการขับรีเลย์ Ry_1-Ry_8 ทำการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าอีกทีหนึ่ง โดยใช้หน้าสัมผัสของรีเลย์ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ปิด-เปิดดังรูปที่ 3.7

3.2.1.3 ในส่วนของคีย์บอร์ด

ในส่วนนี้จะเป็นสวิตช์ข้อมูลทำการต่อเป็นคีย์บอร์ดแบบแมตทริกซ์โดยมีการสแกนคีย์บอร์ดจากพอร์ต B ด้วย PB_0-PB_3 ซึ่งใช้ร่วมกับการสแกนหน่วยแสดงผลด้วย การรับข้อมูลจากคีย์บอร์ดจะรับเข้าทางพอร์ต C แล้วนำไปถอดรหัสความหมายของแต่ละคีย์ที่กดด้วยซอฟท์แวร์ ดังรูปที่ 3.7

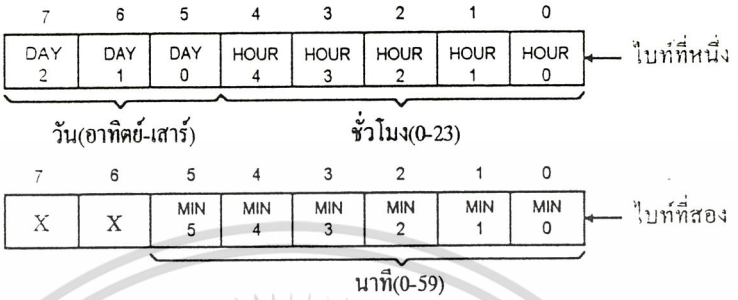
3.2.2 โครงสร้างทางซอฟท์แวร์

3.2.2.1 หลักการเก็บเวลาของนาฬิกา

ในด้านหลักการนั้น จะทำการเก็บเวลาของนาฬิกาคือเก็บชั่วโมง นาที และวันไว้ในหน่วยความจำ (ในที่นี้ใช้รีจิสเตอร์) ที่ได้ตั้งเวลาไว้ก่อน ซึ่งมีรูปแบบการเก็บเวลาและวันดัง รูปที่ 3.9 จะเห็นว่าในไบท์ที่ 1 เป็นตัวเก็บวันและชั่วโมง เนื่องจากว่าอาทิตย์ถึงวันเสาร์มีอยู่ 7 วัน จึงต้องใช้ถึง3 บิท (2^3=8) คือ DAY_0-DAY_2 ในบิท 5 ถึงบิท 7 ส่วนชั่วโมงมีอยู่ 24 ชั่วโมง (0-23 น.)

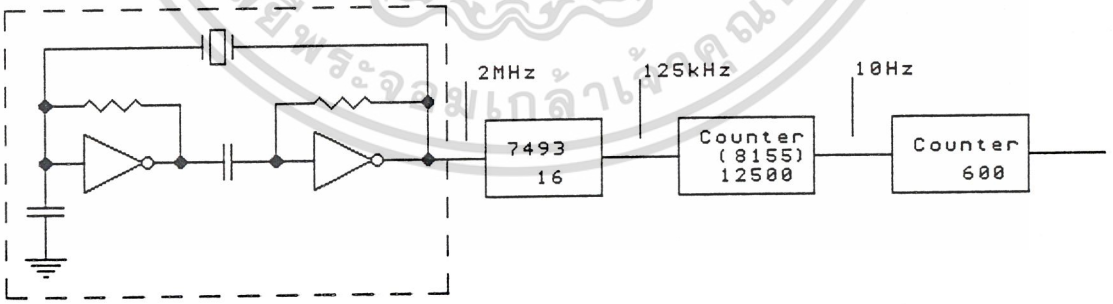
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จึงต้องใช้ 5 บิท (2^5=32) คือ $HOUR_0$-$HOUR_4$ ในบิท 0 ถึงบิท 4 ส่วนนาทีต้องเก็บไว้ในไบท์ ที่สองซึ่งต้องใช้ถึง 6 บิท (2^6=64) เนื่องจากนาทีมี 60 นาที (0-59) ด้วย MIN_0-MIN_5



รูปที่ 3.9 รูปแบบการเก็บเวลาของนาฬิกาในรีจิสเตอร์

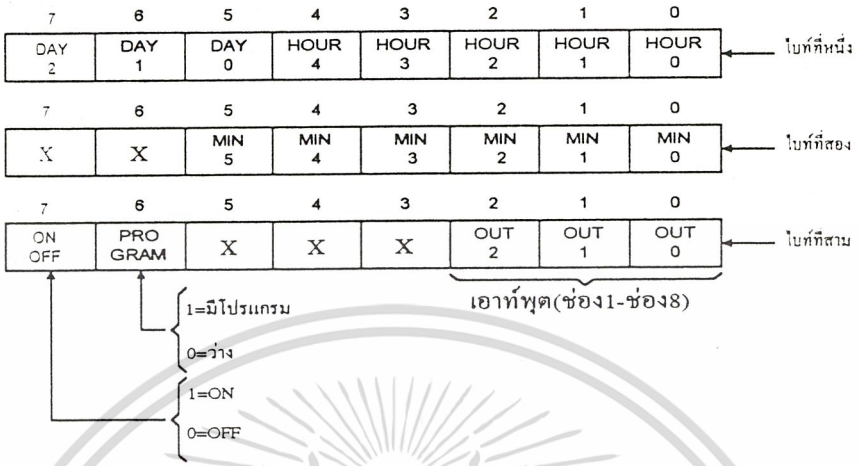
เมื่อได้ทำการเก็บเวลา ที่มีรูปแบบดัง รูปที่ 3.9 แล้ว จะต้องนำสัญญาณฐานเวลาทุกๆ 1 นาที มาเพิ่มค่านาทีคือบิท $มิน_0$-$มิน_5$ สัญญาณฐานเวลานี้ได้มาจากคริสตอลขนาด 2 MHz ซึ่งป้อนให้กับซีพียู โดยนำมาหารดังแสดงในรูปที่ 3.10 โดยการใช้ไอซี ทีทีแอลเบอร์ 7439 ทำการหารด้วย16 จะเหลือความถี่ 125KHz แล้วใช้เคาน์เตอร์ภายใน 8155 ทำการหารด้วย 12,500 จะเหลือคว่าถี่ 10 Hz แล้วใช้ซอฟท์แวร์ทำการหารด้วย 600 อีกครั้งหนึ่ง ซึ่งจะได้ความถี่ 1 ลูกต่อ 1 นาที



รูปที่ 3.10 สัญญาณฐานเวลาทุกๆ 1 นาที

จากนั้นนำไปเพิ่มค่านาทีในหน่วยความจำจากนั้นจึงนำเอาค่าเวลาในรีจิสเตอร์ทั้ง 2 ไบท์ไปถอดรหัสแล้วแสดงผลออกเป็นตัวเลขทางด้านพอร์ตเอาท์พุตของ 8155

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 รูปแบบการเก็บโปรแกรมเวลาเปิด-ปิดเอาท์พุต

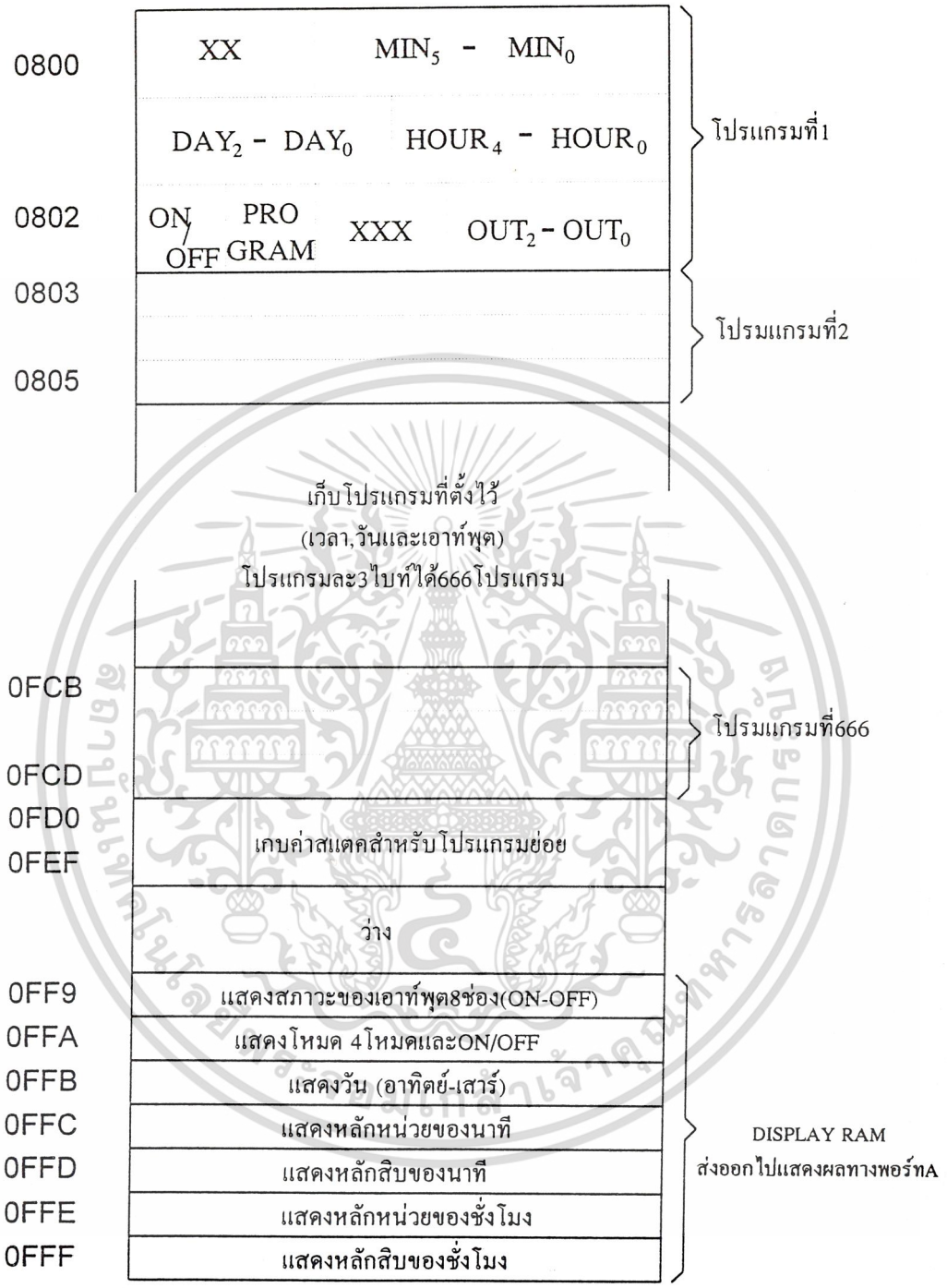
ในการโปรแกรมเวลาปิด-เปิดนั้น จะต้องใช้แรมถึง 3 ไบท์ เก็บข้อมูลของการโปรแกรม 1 โปรแกรม ดังรูปที่ 3.11 คือ ไบท์ที่ 1 และ 2 ทำการเก็บเวลาเหมือนกับรูปที่ 3.9 เพื่อนำไปเปรียบเทียบเวลาของนาฬิกาว่าตรงกันหรือไม่ ส่วนไบท์ที่ 3 จะต้องการเก็บสภาวะของเอาท์พุต

โดยบิท OUT_0-OUT_2 จะแสดงว่าเอาท์พุตเป็นช่องไหน (ช่วง 0-ช่วง 7) และบิท 7 คือบิท ON/OFF จะแสดงว่าเอาท์พุตช่องนั้นปิดหรือเปิด นอกจากนี้บิท 6 คือ บิทโปรแกรมจะแสดงว่าที่เวลานี้ เอาท์พุตช่องนี้มีการโปรแกรมอยู่หรือไม่ถ้าไม่มีก็จะผ่านไปเปรียบเทียบกับโปรแกรมอื่นๆ อีกต่อไปเรื่อย

นอกจากนั้นในการเปรียบเทียบกับโปรแกรมต่างๆ นั้นจะต้องมีการตรวจสอบบิท เอาท์$_0$-เอาท์$_2$ ด้วยว่าเป็น "111" หรือเป็นเอาท์พุตช่อง 7 หรือไม่ถ้าใช่ก็จะต้องใช้เอาท์พุตช่อง 7 ON เป็นเวลา 8 วินาที ด้วยซอฟท์แวร์เพื่อใช้เป็นเอาท์พุตสำหรับเปิดกระดิ่งหรือหวูด

หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมและข้อมูลที่ได้ถอดรหัสเพื่อส่งไปแสดงผล รวมทั้งเก็บค่าสแตคสำหรับโปรแกรมด้วยนั้นต้องใช้แรมเบอร์ 6116 ซึ่งเสียบลงใน SK_1ของชุด Z-80 ไมโครโปรเซสเซอร์โดยมีการจัดหน่วยความจำดังรูปที่ 3.12 จะเห็นว่าที่แอดเดรส 08FF-0FCD สามารถเก็บโปรแกรมได้ทั้งหมด 666 โปรแกรมส่วนที่แอดเดรส 0FF9-0FFF เป็นส่วนเก็บการถอดรหัสของเวลา, เอาท์พุตและโหมดเพื่อส่งออกไปแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

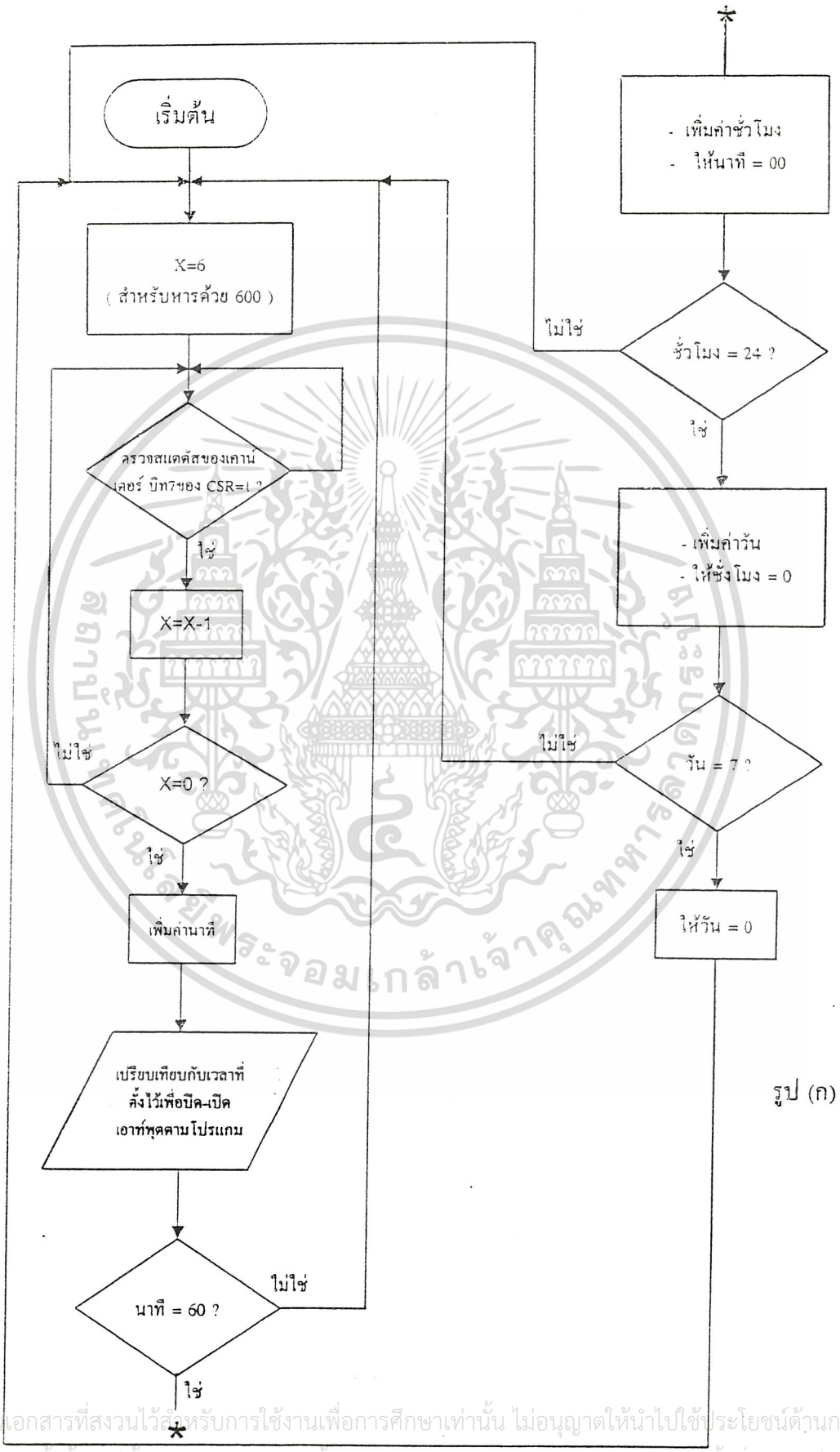


รูปที่ 3.12 การจัดแรม 6116 สำหรับเก็บค่าต่างๆ

เพื่อให้ได้เข้าใจได้ง่ายนั้น ลองมาดูแผนผันของซอฟท์แวร์ในรูปที่ 3.13 ซึ่งได้แสดงถึงซอฟท์แวร์ของนาฬิกาในรูปที่ 3.13 ก และแสดงการเปรียบเทียบกับโปรแกรมแต่ละโปรแกรมที่เราได้โปรแกรมปิด-เปิดเอาท์พุตไว้ในรูปที่ 3.13 ข

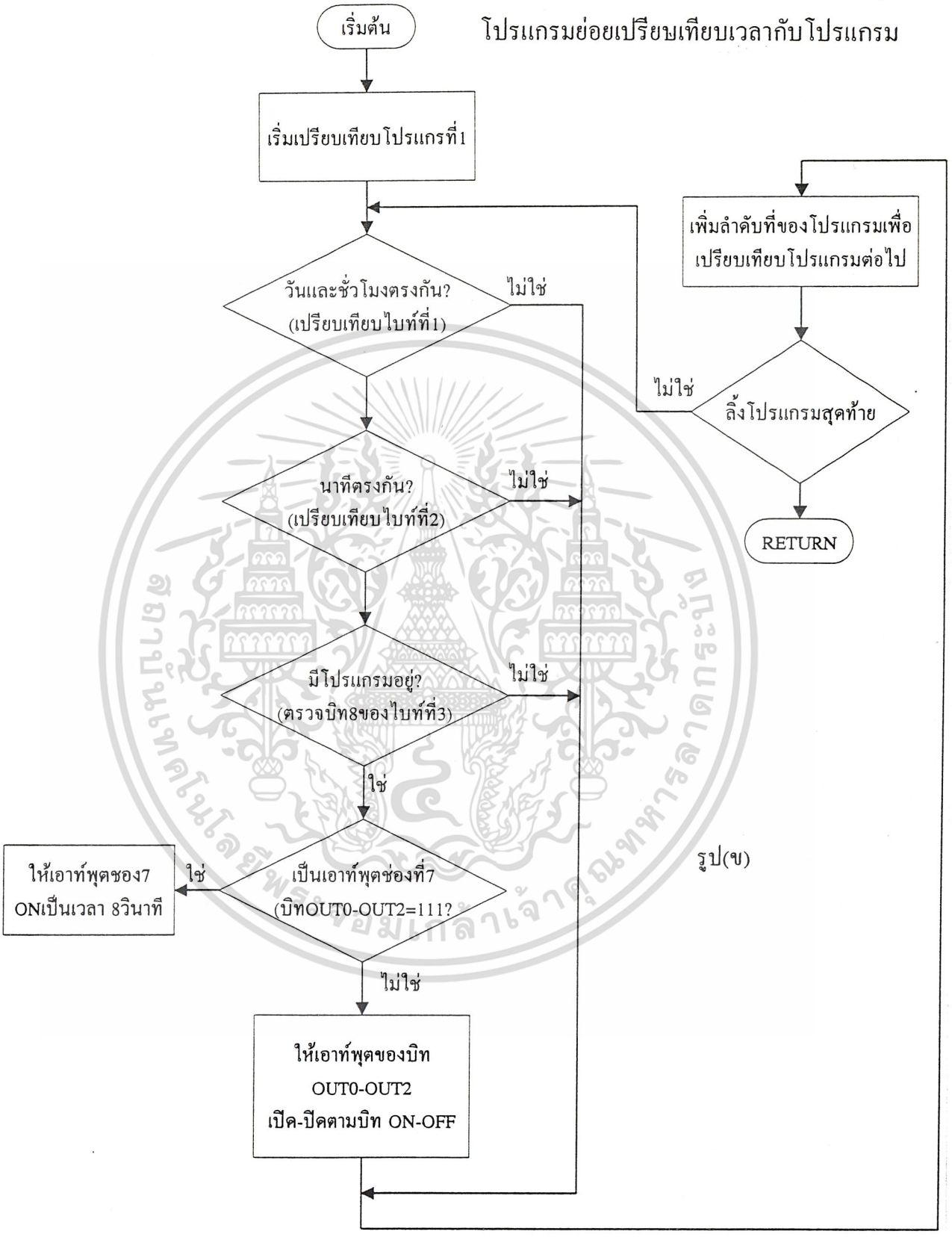
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MAIN PROGRAM



รูป (ก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 FLOW CHART ของนาฬิกาในรูป(ก)และการเปรียบเทียบกับโปรแกรมในรูป(ข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2.2 การทำงานของคีย์บอร์ดกับการใช้ซอฟท์แวร์ควบคุม

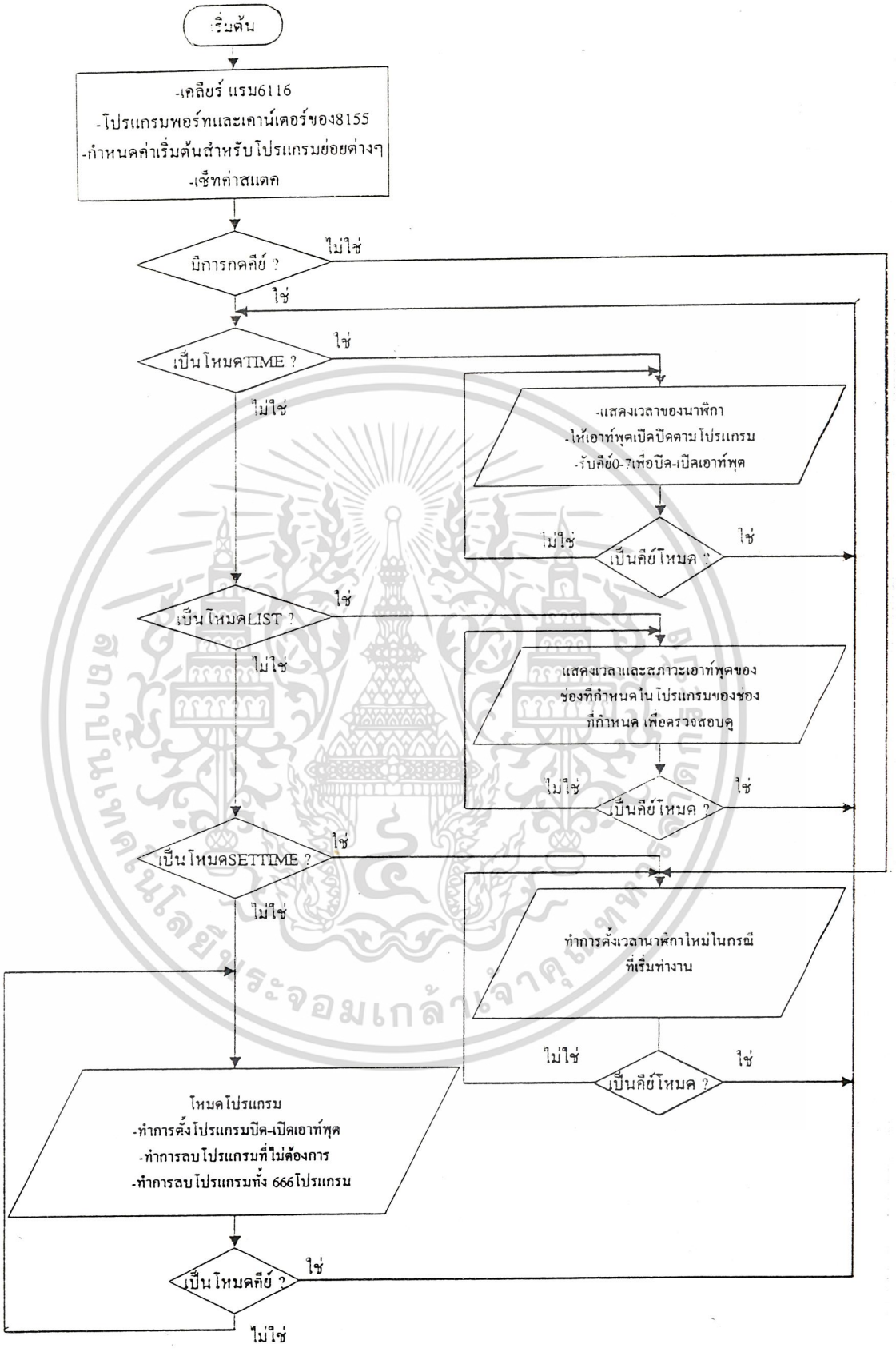
เนื่องจากโปรแกรมมอนิเตอร์ใน อีพรอม 2716 ของชุด Z-80 ไมโครโปรเซสเซอร์จะดำเนินการในเรื่องของนาฬิกา, เปรียบเทียบเวลากับโปรแกรม, รับข้อมูลจากคีย์บอร์ดและแสดงผลออกมาแล้ว โปรแกรมมอนิเตอร์นี้ยังจะต้องมีหน้าที่พิเศษสำหรับให้ความสะดวกแก่ผู้ใช้งานคือ จะต้องมีฟังก์ชั่นพิเศษขึ้นมาหรือมีการเลือกโหมดต่างได้เมื่อดูรูปที่ 3.7 ที่คีย์บอร์ดจะเห็นว่ามีคีย์เลือกโหมดอยู่ 4 คีย์ คือโหมด TIME, LIST, SET TIME, และโหมดโปรแกรมซึ่งรวมเอาคีย์ CLEAR และ AC (ALL CLEAR ใช้ร่วมกับคีย์เลข 9) ไว้ด้วย ในการทำงานของโหมดต่างๆ เหล่านี้ได้ถูกโปรแกรมมอนิเตอร์กำหนดให้มีการทำงานดังรูปที่ 3.14 ซึ่งเป็นแผนผังของซอฟท์แวร์ทั้งหมด แต่ละโหมดจะมีหลักการทำงานดังนี้

* โหมด **TIME** โหมดขณะเครื่องทำงานตามปกติ คือแสดงเวลานาฬิกา และปิด-เปิดเอาท์พุตตามโปรแกรมต่างๆ ดังที่กล่าวมาแล้ว หลักการของโหมดนี้จะนำข้อมูลในรีจิสเตอร์ที่เก็บเวลาวันของนาฬิกาและสภาวะของเอาท์พุตมาทำการถอดรหัสแล้วส่งไปให้ DISPLAY แรม เพื่อส่งออกไปแสดงผลนอกจากนี้ยังทำการรับข้อมูลจากคีย์ 0-7 เพื่อปิด-เปิดเอาท์พุตในลักษณะ TOGGLE สำหรับปิด-แปิดเอาท์พุตในกรณีฉุกเฉินหรือเมื่อมีความจำเป็น

* โหมด **LIST** เป็นโหมดสำหรับตรวจสอบดูโปรแกรมตั้งแต่โปรแกรมที่ 1 ถึงโปรแกรมที่ 666 โปรแกรมแต่ในการใช้งาน ถ้าจะตรวจสอบทั้งหมด 666 โปรแกรมคงไม่สะดวกและเสียเวลา จึงได้กำหนดให้ตรวจสอบดูเอาท์พุตเป็นช่องๆ ไป ตามที่จะเลือกดูว่าให้ตรวจดูช่องไหน เช่นให้ LIST ช่อง 1 ส่วนแสดงผลจะแสดงเวลา วันและ ON/OFF (ด้วย LED_s) ของโปรแกรมที่เป็นของช่องที่ 1 (บิท OUT_0-OUT_2 ของไบท์สามเป็น001) ออกมาเรื่อยๆ ตามลำดับขั้นที่ได้โปรแกรมไว้ก่อนหลังหลักการของโหมดนี้จะนำเอาแรมที่แอดเดรส 0800-0FCD ทีละโปรแกรมมาตรวจดูว่าไบท์ที่สามมีบิท OUT_0-OUT_2 เป็นช่องที่ต้องการ LIST มาดูหรือไม่ ถ้าใช่ก็นำเอาไบท์ที่หนึ่งและไบท์ที่สองรวมทั้งบิท ON/OFF มาทำการถอดรหัสแล้วส่งไปให้ DISPLAY แรม แล้วให้หน่วงไปประมาณ 1 วินาที เพื่อให้แสดงผลค้างไว้ จากนั้นจึงจะไปตรวจสอบโปรแกรมต่อไปเรื่อยๆ จนถึงโปรแแกรมสุดท้ายแล้ววนกลับมาใหม่

* **โหมด SET TIME** เป็นโหมดที่ใช้ตั้งเวลานาฬิกาโปรแกรมใหม่ในกรณีที่ไฟดับหรือเริ่มเปิดเครื่อง หรือเมื่อนาฬิกาเดินผิดพลาดไป เมื่อดูจากแผนผังในรูปที่ 3.14 จะเห็นว่าเมื่อเริ่มเปิดเครื่องใหม่ จะทำงานในโหมดนี้ทันทีเพื่อให้ตั้งเวลานาฬิกาก่อน หลักการของโหมดนี้จะรับเอาข้อมูลจากคีย์บอร์ดซึ่งได้กดตั้งชั่วโมง นาที และวันมาทำการถอดรหัส แล้วโหลดลงไปในรีจิสเตอร์ที่เก็บเวลาและวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 FLOW CHART ของชุดนาฬิกาโปรแกรมเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

* โหมด PROGRAM เป็นโหมดซึ่งทำหน้าที่ในการโปรแกรมปิด-เปิด เอาท์พุตตามเวลาที่ต้องการและยังทำหน้าที่ลบโปรแกรมที่ไม่ต้องการอีกด้วย ในกรณีที่โปรแกรมผิดหรือต้องการแก้ไขโปรแกรมโดยใช้ร่วมกับคีย์ CLEAR รวมทั้งยังทำหน้าที่ลบโปรแกรมทั้งหมด 666โปรแกรมอีกด้วยในกรณีที่ต้องการโปรแกรมใหม่ทั้งหมดโดยใช้ร่วมกับคีย์ AC

หลักการของโหมดนี้จะรับข้อมูลจากคีย์บอร์ดซึ่งจะป้อนชั่วโมง, นาที, วัน, ช่องเอาท์พุต และสภาวะ ON-OFF เข้ามาทำการถอดรหัสแล้วโหลดไปยังแรมที่แอดเดรส 0800-0FD0 โปรแกรมละ 3 ไบท์ พร้อมทั้งเซ็ทให้บิท 6 ของไบท์สาม (บิท โปรแกรม) เป็น "1"

นอกจากนี้ยังจะต้องมีการเลือกตำแหน่งที่จะโหลดโปรแกรมลงไปด้วยเนื่องจากมีตำแหน่งที่จะโหลดลงไปได้ 666 ตำแหน่ง ซึ่งในการเลือกนี้ต้องมีขั้นตอนหาว่าตำแหน่งไหนว่างก่อนก็จะต้องโหลดไปก่อนตามลำดับและยังอาจมีตำแหน่งที่เป็นช่องว่างระหว่างโปรแกรมต่างๆ ก็ได้(เนื่องจากอาจมีการลบโปรแกรมบางโปรแกรมทิ้ง) ด้วยเหตุนี้บิทโปรแกรม ของไบท์ที่สามจึงมีประโยชน์มากจึงบอกให้รู้ว่ามีช่องว่างที่ตำแหน่งใดบ้าง

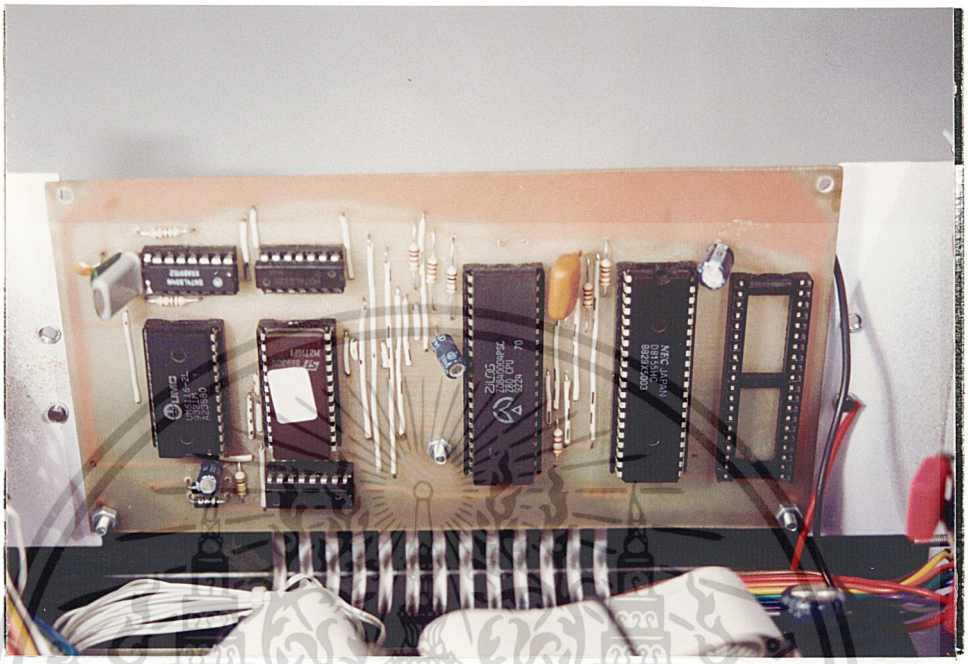
ในการที่ลบโปรแกรมที่ไม่ต้องการนั้น จะรับข้อมูลจากคีย์บอร์ดซึ่งป้อน ชั่วโมง, นาที, วัน, ช่องเอาท์พุตและคีย์ CLEAR หรือ AC ถ้าเป็นคีย์CLEAR ก็จะนำเอาข้อมูลนี้ไปเปรียบเทียบกับโปรแกรมต่างๆ ทั้ง 666 โปรแกรม ถ้าตรงกับโปรแกรมใด ก็จะลบโปรแกรมนั้นทิ้งโดยการใส่ข้อมูลทั้งสามไบท์ให้เป็น "0" ทั้งหมดแต่ถ้าเป็นคีย์ AC ก็จะใส่ข้อมูล "0" ทั้ง 666 โปรแกรม

3.3 หลักการสร้าง

3.3.1 การสร้างชุด Z-80 ไมโครโปรเซสเซอร์

เนื่องจากในชุดนี้เป็นชุดของไมโครโปรเซสเซอร์ในการออกแบบแผ่นวงจรพิมพ์ 2 หน้าคงทำได้ลำบาก ดังนั้นจึงได้ออกแบบใช้แผ่นวงจรพิมพ์หน้าเดียว ในการประกอบอุปกรณ์ลงแผ่นวงจรพิมพ์นั้น ควรใส่ลวดเชื่อมโยงให้ครบทุกจุดเสียก่อนแล้วจึงใส่ตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ และไดโอด ขณะทำการบัดกรีต้องใช้ฝีมือและความละเอียดด้วย เนื่องจากจุดบัดกรีมีขนาดเล็กและมีจำนวนมากจึงต้องใช้ความพยายามบัดกรีให้ครบทุกจุดเพื่อความปลอดภัยและความสะดวกสบายในการตรวจสอบหาข้อบกพร่องในภายหลังแน่นอนว่า SK_2 ต้องใช้ซ็อกเก็ตขนาด 40 ขา เพื่อจะได้เชื่อมต่อกับอุปกรณ์เพิ่มเติมภายนอกได้สะดวกโดยการใช้ DIP JUMPER ส่วน SK_1 ใช้ซ็อกเก็ตขนาด 24 ขา เพราะยังไม่แน่นอนว่าจะใช้ 2716 หรือ 6116 ดังแสดงรูปที่ 3.15 ซึ่งเป็นรูปเมื่อประกอบชุด Z-80 ไมโครโปรเซสเซอร์ เสร็จเรียบร้อยแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.15 ชุด Z-80 ไมโครโปรเซสเซอร์

รูปที่ 3.16 หน้าปัดในส่วนของภาคแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 การสร้างชุดแสดงผลและอินพุต/เอาท์พุต

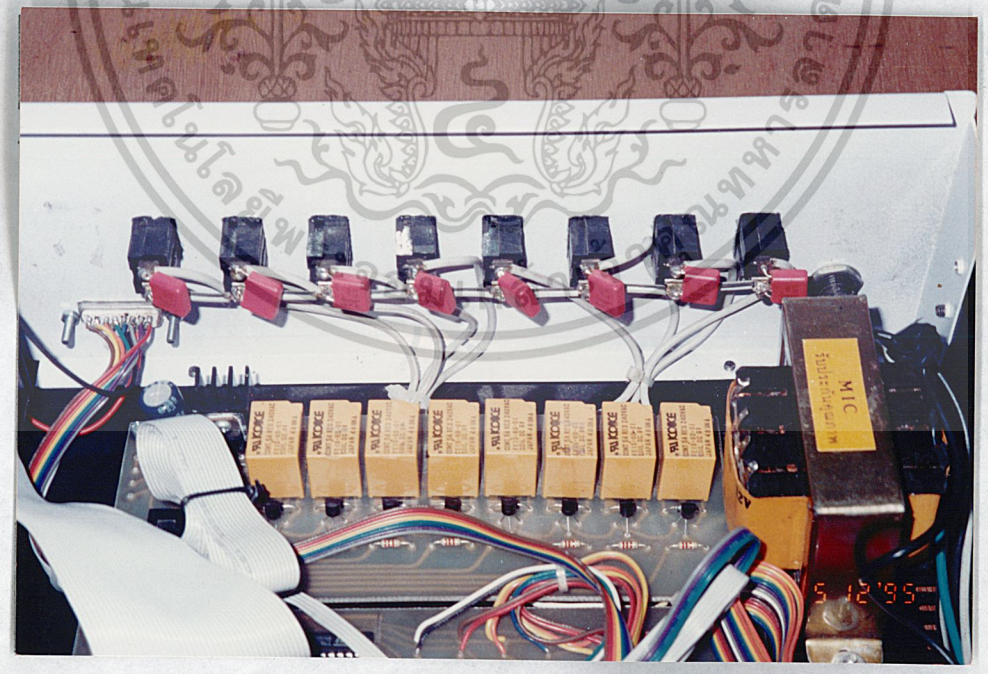
เนื่องจากวงจรประกอบด้วยส่วนหลายๆส่วนจึงได้แยกในการประกอบของแต่ละส่วน ดังนี้

3.3.2.1 ส่วนคีย์บอร์ด

ในส่วนของคีย์บอร์ดจะมี 15 คีย์ และมีแอลอีดี$_8$-แอลอีดี$_{12}$ แสดงโหมดให้ตรงกับคีย์บอร์ด ในการยึดคีย์บอร์ดติดกับหน้าปัดของกล่องทำได้โดยไม่ต้องเจาะรูแต่อาศัยกาวอีพอกซ์ช่วยยึดน็อตตัวเมียไว้

3.3.2.2 ส่วนของภาคแสดงผล

ในส่วนของการแสดงผลนี้จะแสดงผลออกเป็นนาฬิกา, แสดงวัน, และแสดงช่องเอาท์พุตทำการควบคุมโดยการยึดกับหน้าปัดนั้นเราจะไม่เจาะรูยึดแต่เราจะใช้กาวอีพอกซ์ซี่ยึดน็อตตัวเมียซึ่งทำเช่นเดียวกับการยึดคีย์บอร์ดกับหน้าปัดดังรูปที่ 3.16 เป็นการแสดงในส่วนของภาคแสดงผล

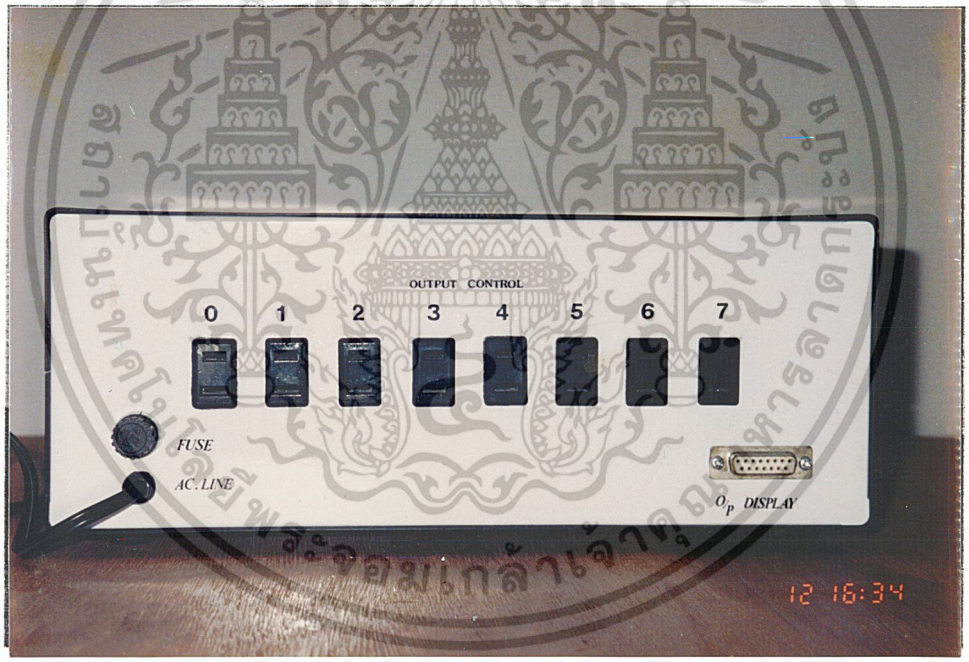


รูปที่ 3.17 การต่อชุดรีเลย์กับช่องเอาท์พุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

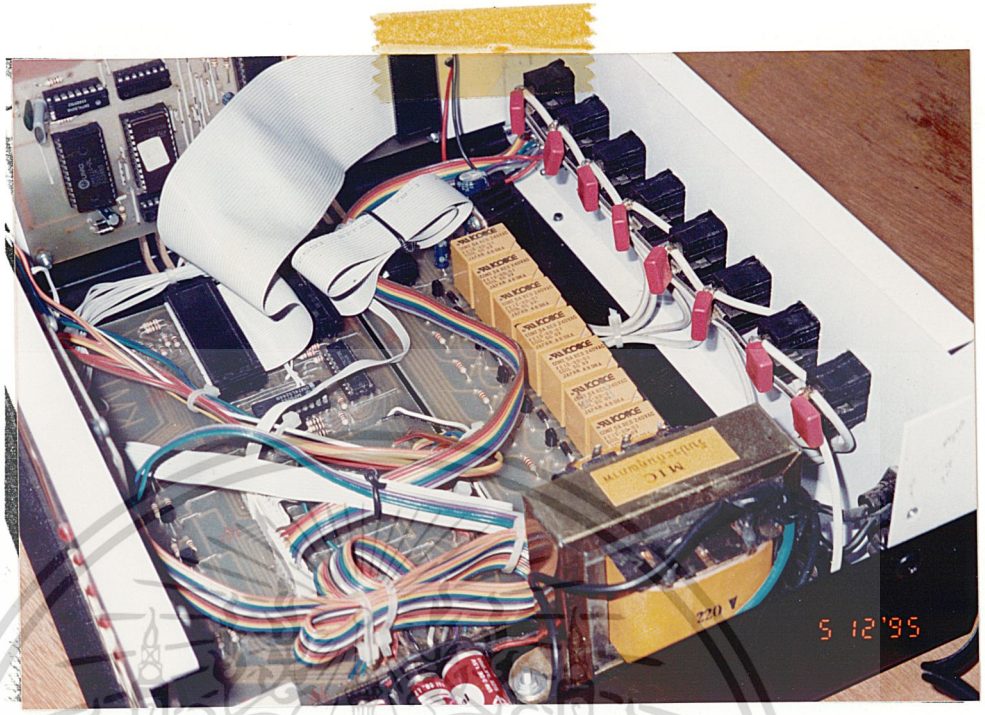
3.3.2.3 ส่วนเอาท์พุต

ในส่วนทางด้านเอาท์พุตที่ใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ภายนอกจะใช้หน้าสัมผัสรีเลย์ทั้ง 8 ชุด สำหรับปิด-เปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า จะต่อเป็นลูกเต๋าต่อสายหรือช่องเอาท์พุตออกทางด้านหลังเครื่องก็ได้แล้วแต่ความสะดวก แต่ถ้าเป็นปลั๊กตัวเมียก็ต้องทำการเดินสายไฟ 200 VAC เข้ากับขั้วต่อของปลั๊กตัวเมียด้วย แต่ถ้าใช้เป็นลูกเต๋าต่อสายก็ต่อหน้าสัมผัสของรีเลย์ออกมาเป็นสวิตช์ปิด-เปิดได้เลย ซึ่งในกรณีนี้จะให้ทำหน้าที่ปิด-เปิด เครื่องใช้ที่เป็นแรงดันต่ำหรือแรงดันไฟตรงก็ได้ดังรูปที่ 3.17 และรูปที่ 3.18



รูปที่ 3.18 ช่องเอาท์พุตของหลังเครื่องที่ใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

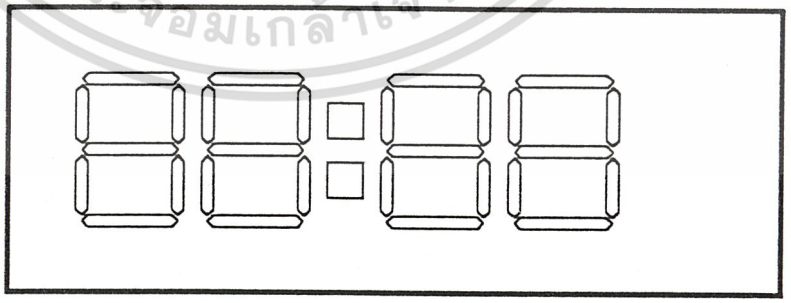
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.19 ภายในเครื่องที่สร้างไว้ใช้งาน

3.4 วงจรภาคแสดงผลขนาดใหญ่

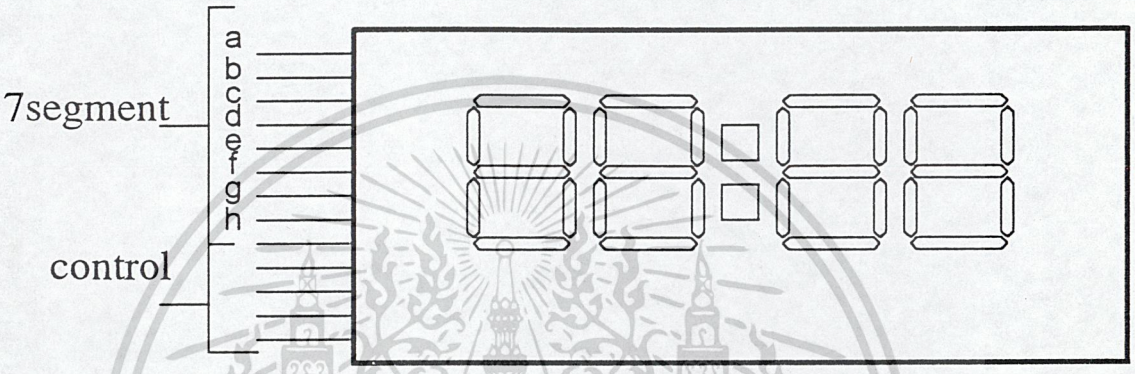
รูปลักษณะของวงจรภาคแสดงผลนาฬิกาขนาดใหญ่ จะใช้แสดงผลโดยแอลอีดีสีแดงมาต่อวงจรเป็นรูปลักษณะตัวเลขดังรูปที่ 3.20



รูปที่ 3.20 การนำแอลอีดีมาต่อเรียงกันเป็นแผงแสดงผลนาฬิกา

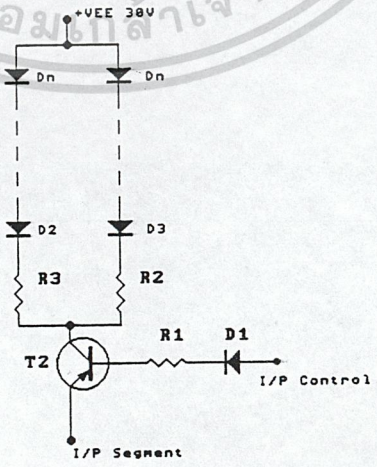
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งในภาคนี้จะเป็นภาคที่แสดงเอาท์พุต นาฬิกา โดยนำสัญญาณนาฬิกาแสดงผลจากภาคแรก มาเป็นสัญญาณอินพุตต่อวงจรนี้ เพื่อที่การแสดงผลนาฬิกาจะได้สัมพันธ์กัน การทำงานของวงจรจะอาศัยหลักการข้างต้น โดยนำสัญญาณที่ขับ 7 เซ็กเมนต์คือ a, b, c, d, e, f, g และ h และสัญญาณควบคุมจาก SK_1 ที่ขา 27, 28, 29, 30, และ 31 ไปเป็นสัญญาณอินพุตของสัญญาณนี้ ดังรูปที่ 3.21



รูปที่ 3.21 ลักษณะการป้อนอินพุตให้ภาคแสดงผล

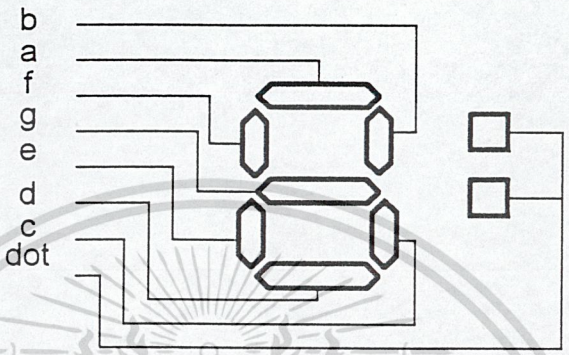
ในการทำงานในภาคนี้ จะมีการต่อวงจรเหมือนกับส่วนแรก แต่จะแตกต่างกันตรงที่ใช้ 7 เซ็กเมนต์ กับ แอลอีดี โดยจะใช้แอลอีดีต่อวงจรเป็นลักษณะ 7 เซ็กเมนต์แบบผสมคือ ต่ออนุกรม 6 ตัว 2 ชุด มาขนานกัน โดยมี ทรานซิสเตอร์ ชนิด PNP เป็นตัวขับในการแสดงผลในแต่ละส่วนดังรูปที่ 3.22



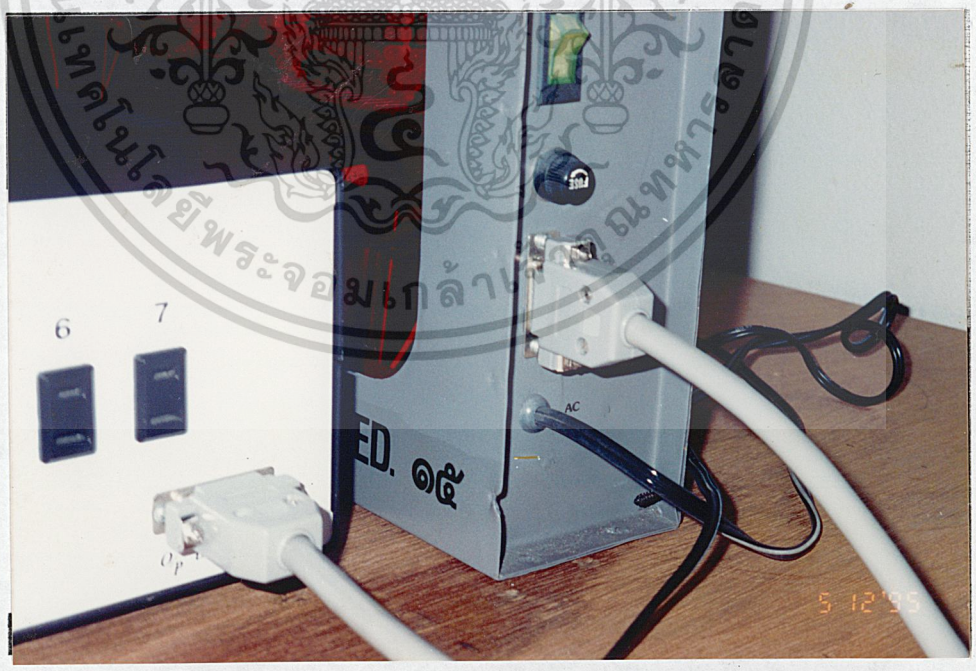
รูปที่ 3.22 การต่อวงจรแสดงผลแต่ละส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.21 เป็นส่วนหนึ่งหรือเซ็กเมนต์ 1 ส่วน ที่จะนำมาประกอบเป็น 7 เซ็กเมนต์ โดยป้อนอินพุต 7 เซ็กเมนต์ ที่อินพุตเซ็กเมนต์แต่ละอันและอินพุตคอนโทรลแต่ละตัวของ 7 เซ็กเมนต์ดังรูปที่ 3.22

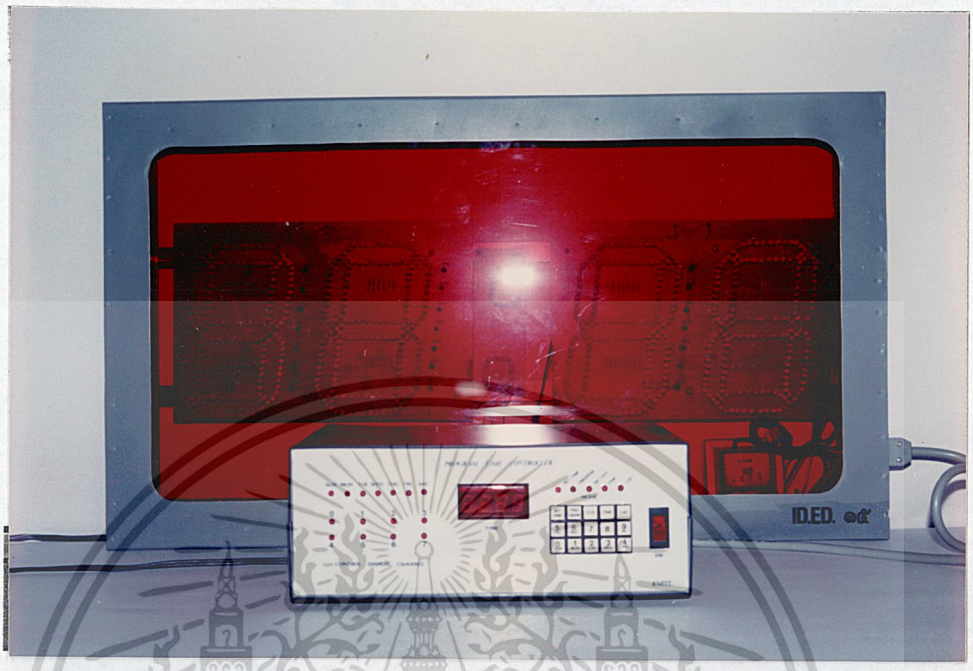


รูปที่ 3.23 การป้อนอินพุตให้วงจรแสดงผล



รูปที่ 3.24 ลักษณะการต่อระหว่างพอร์ตคอนโทรลกับพอร์ตภาคแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.25 ลักษณะการต่อนำไปใช้งาน

ส่วน 7 เซ็กเมนต์แอลอีดีอีก 3 ตัว จะมีสัญญาณเหมือนกันโดยต่อสัญญาณอินพุตอนุกรมกันและจะมีสัญญาณอินพุตคอนโทรลป้อนเข้าแต่ละตัวของ 7 เซ็กเมนต์แอลอีดีทั้ง 4 ตัว โดยในแต่ละ 7 เซ็กเมนต์จะนำสัญญาณอินพุตคอนโทรลป้อนเข้าทรานซิสเตอร์พร้อมกันในแต่ละส่วน ส่วนจุด DOT ก็ต่อมาจากจุด Pt ของส่วนแรกคือ จากเซ็กเมนต์ที่ 2 และเซ็กเมนต์ที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

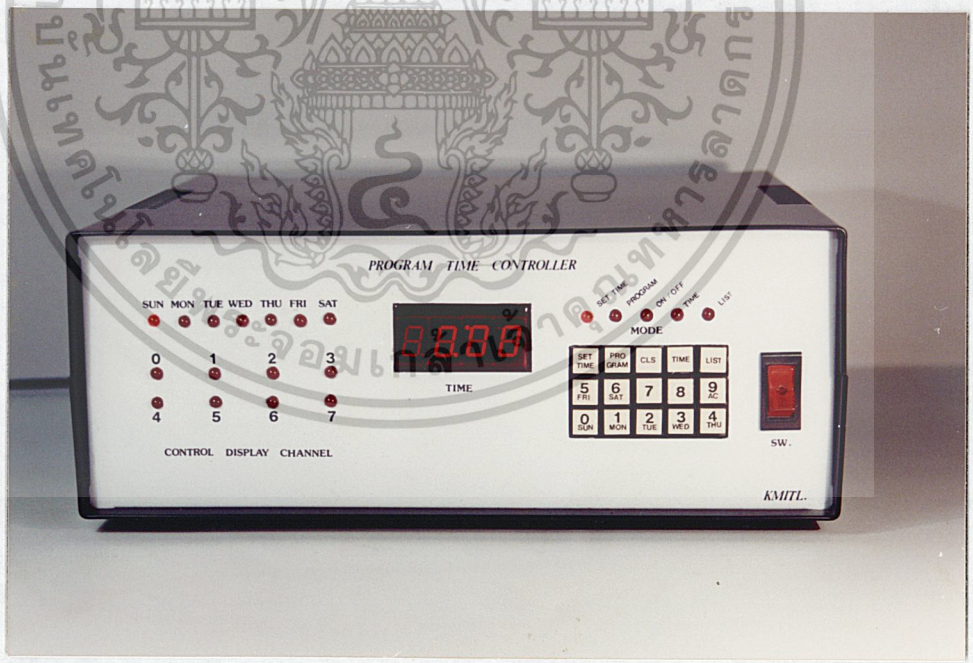
การทดลองและผลการทดลอง

ในโครงงานนี้จะมีการทำงาน 2 ส่วน คือฮาร์ดแวร์และซอฟท์แวร์ลักษณะการทดลองเราจะทำการทดสอบรวมคือ ทดลองกับชิ้นงานที่ประกอบกันทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟท์แวร์เพราะวงจรต่างๆ จะทำงานสัมพันธ์กันและต่อเนื่อง ดังนั้นการทดลองจะอยู่ในรูปการนำไปใช้งานซึ่งการทดลองจะแสดงให้เห็นถึงการทำงานหรือผลการทดลอง ที่เกิดจากการทำงานของวงจรซึ่งได้กล่าวไว้ในบทต้นๆ แล้ว

ขั้นตอนการทดลองและผลการทดลอง

4.1 การทำงานในโหมด SET TIME

4.1.1 เมื่อป้อนแรงดันเข้าเครื่องจะเป็นการเข้าสู่โหมดเซ็ทเวลาทันที สังเกตุตัวเลขจะแสดง 0:00 เพื่อทำการตั้งเวลานาฬิกา ดังรูปที่ 4.1



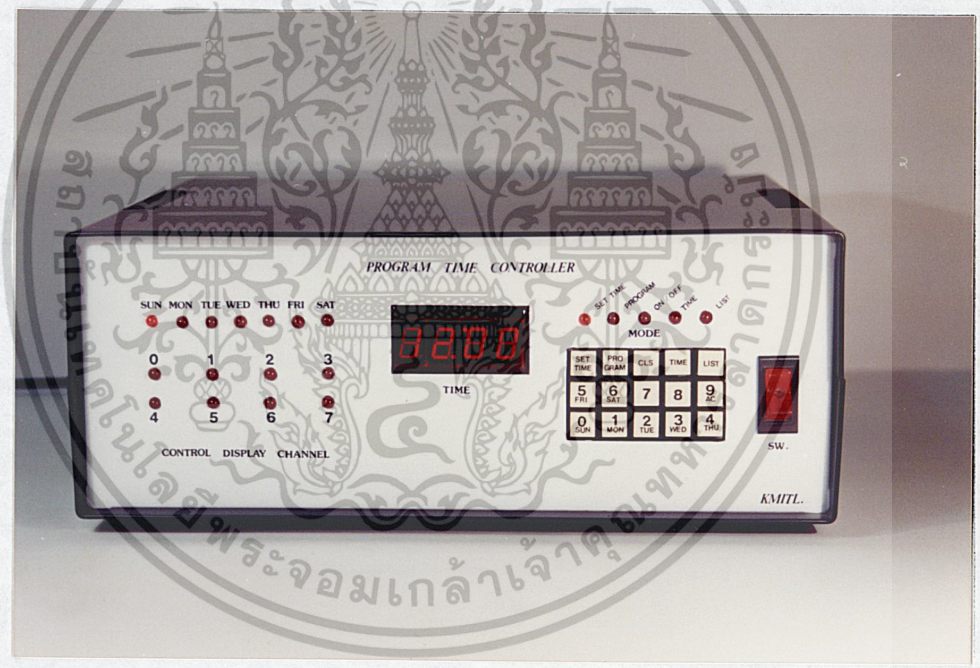
รูปที่ 4.1 การตั้งเวลาของนาฬิกา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 การตั้งเวลานาฬิกา กดตั้งชั่งโมงโดยกดเลข 00-23 หน้าปัดจะปรากฏตัวเลขที่กดแสดงผล 2 หลักหน้า สมมติกด 12 ดังรูปที่ 4.2

4.1.3 หลังจากนั้นกดตั้งนาทีโดยกดเลข 2 หลัก 00-59 หน้าปัดจะปรากฏตัวเลขที่กดแสดงผล 2 หลักหลัง สมมติกด 34 ดังรูปที่ 4.3

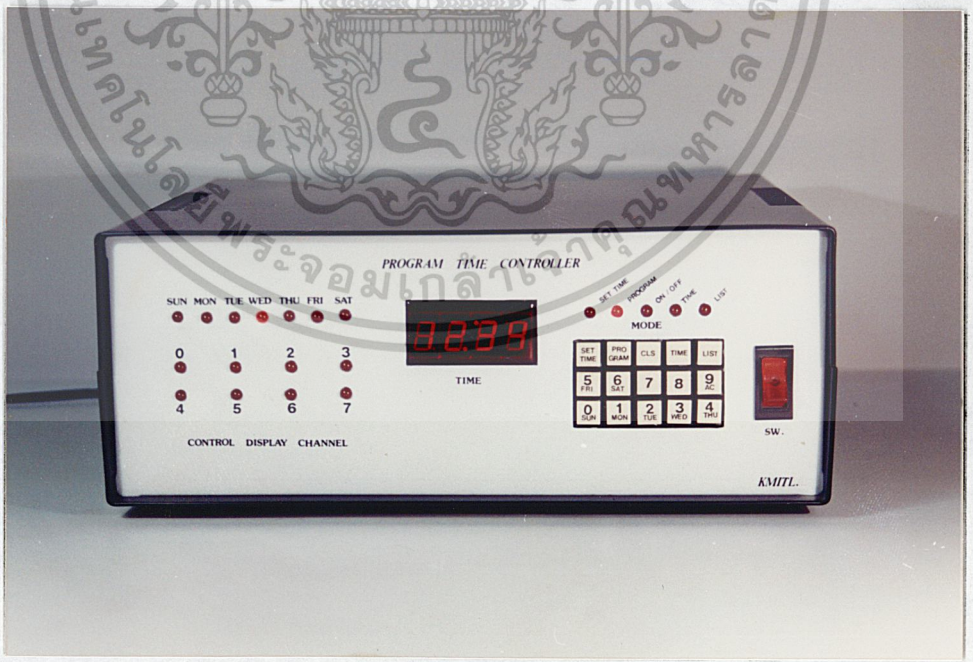
4.1.4 กดตั้งวันด้วยเลข 0-6 โดยเลข 0 หมายถึง วันอาทิตย์, เลข 1 หมายถึงวันจันทร์, ...และเลข 6 หมายถึง วันเสาร์ ตามลำดับ สมมติกดเลข 0 นาฬิกาจะเริ่มเดินที่วินาที 00 และ แอลอีดีแสดงวันก็จะติดสว่างตามวันที่กด ดังรูปที่ 4.4 (ถ้าหากว่าการตั้งเวลาด้วยตัวเลขที่มากกว่าเวลาหรือวัน เครื่องจะไม่รับรู้ต้องการกด ซ้ำใหม่)



รูปที่ 4.2 ผลการตั้งเวลานาฬิกาของหลักชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.3 ผลการตั้งเวลาของหลักนาที



รูปที่ 4.4 ผลการตั้งวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

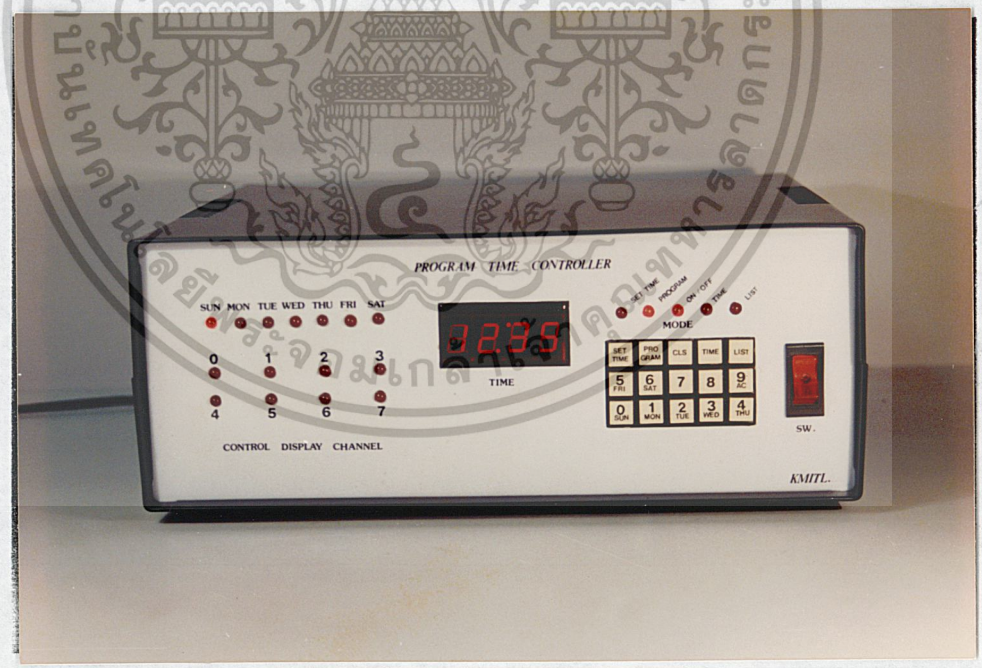
4.2 การทำงานโหมดโปรแกรม

4.2.1 เมื่อการตั้งเวลาวันเสร็จเครื่องจะเข้าสู่โหมดโปรแกรมทันที เพื่อทำการโปรแกรมเวลาปิด-เปิด โดยตัวเลขจะแสดง 0:00

4.2.2 ทำการกดตั้งชั่วโมง นาทีและวัน ที่ต้องการโปรแกรมทำเหมือนขั้นตอน SET เวลา ตัวเลขแสดงผลจะแสดงเวลาและวัน ที่กดเช่นกัน

4.2.3 เมื่อทำการ 4.2.2 เสร็จให้เลือกกดช่องเอาท์พุตที่ต้องการด้วย 0-7 (ช่อง7 สำหรับเปิดกระดิ่ง) เมื่อเลือกเสร็จสังเกตุที่แอลอีดีแสดง ON/OFF จะติดสว่างแสดงว่าต้องการให้เอาท์พุตช่องที่กดนั้นเปิดหรือทำงานถ้าต้องการให้ปิดหรือไม่ทำงานก็ให้กดเลขเลือกช่องเดิมซ้ำอีกครั้งแอลอีดีแสดง ON/OFF จะดับไปในลักษณะ toggle

4.2.4 ทำการคีย์บอร์ดโปรแกรมลงไป 1 ครั้งเป็นอันเรียบร้อย 1 โปรแกรมสมมติกดโปรแกรมเปิดอุปกรณ์อย่างหนึ่งที่เวลา 12:35 วันอาทิตย์ที่ช่องที่ 1 เมื่อถึงเวลาที่กำหนดไว้อุปกรณ์ที่ช่อง 1 จะทำงานและแอลอีดีที่ช่อง 1 จะติดสว่าง อุปกรณ์ก็จะไม่ทำงานแอลอีดีก็จะดับ ถ้าต้องการโปรแกรมต่อไปอีกให้ทำซ้ำตาม ข้อ 4.2.1



รูปที่ 4.5 การตั้งเวลาเพื่อโปรแกรมเปิด-ปิดอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.6 แสดงผลเอาท์พุตตามโปรแกรมที่ตั้งไว้

4.3 การทำงานในโหมด LIST

4.3.1 เมื่อทำการโปรแกรมเสร็จแล้ว ต้องการตรวจสอบโปรแกรมที่ได้โปรแกรมไว้แล้ว ให้กดคีย์เลือกโหมด LIST แล้วแอลอีดีที่ LIST จะสว่าง

4.3.2 กดตัวเลข 0-7 เลือกช่องที่ต้องการตรวจสอบดูตัวเลขแสดงผลจะแสดงชั่วโมง นาที และวันรวมทั้งสภาวะ ON/OFF ตามโปรแกรมที่มีอยู่ของช่องที่กด ทีละโปรแกรมเรื่อยๆ ไปตามลำดับ โดยจะแสดงแต่ละโปรแกรมเป็นเวลา 1 วินาที จึงถึงโปรแกรมสุดท้ายแล้ววนกลับมาใหม่

4.4 การตรวจสอบโปรแกรมต่างๆ เมื่อตรวจสอบโปรแกรมทั้งหมดแล้วปรากฏว่ามีโปรแกรมที่ผิดไปต้องการแก้ไขคือลบทิ้งไป ให้ทำดังนี้

4.4.1 กดคีย์เลือกโหมดโปรแกรม

4.4.2 กดคีย์เลือกชั่วโมง, นาที, วัน และช่องเอาท์พุต 1 ครั้ง ที่โปรแกรมผิด

4.4.3 กดคีย์ CLEAR เป็นแสดงว่าได้ลบโปรแกรมที่ผิดทิ้งไปแล้ว

4.4.4 แต่ถ้าโปรแกรมต่างๆ ที่ได้โปรแกรมไปแล้วผิดทั้งหมดให้ทำดังนี้

- กดคีย์เลือกชั่วโมง นาที วัน เป็นเวลาและวันไหนก็ได้
- กดคีย์ AC (9) ตัวเลขจะขึ้นเป็น CL แสดงว่าลบโปรแกรมทั้งหมดทิ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

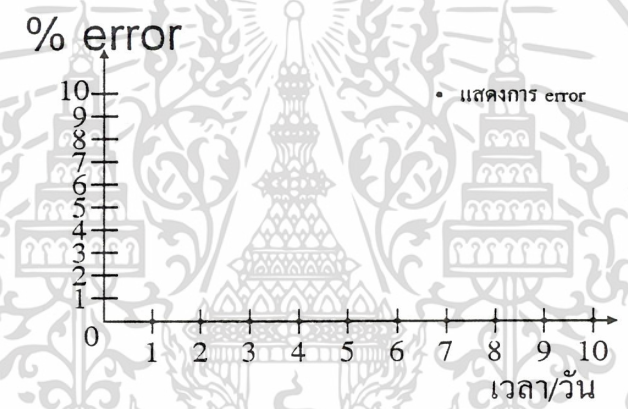
4.5 การทำงานในโหมด TIME

4.5.1 เมื่อได้ทำตามโหมดต่างๆ แล้ว ต้องกดคีย์เลือกโหมดเวลา

4.5.2 เครื่องจะทำงานปกติ แสดงว่านาฬิกาที่หน้าปัด จะบอกเวลาวันและปิด-เปิดเอาท์พุต สภาวะเอาท์พุตจะแสดงด้วย LED_{13}-LED_{21}

4.5.3 โหมดเวลานี้ ยังสามารถเปิด-ปิด เอาท์พุตฉุกเฉินได้อีกด้วยโดยการกดคีย์เลข 0-7 เลือกช่องเอาท์พุตที่ต้องการ ซึ่งทำงานในลักษณะ toggle คือ กดคีย์เลขที่ต้องการ 1 ครั้ง เอาท์พุตที่ ON จะเป็น OFF หรือเอาท์พุตจะเป็น ON และถ้ากดอีกครั้งก็จะกลับเป็นสภาวะเดิม

4.6 การทดลองการ error ของเวลา



จากกราฟผลการทดลองนั้นการ error จะเป็น 0 % หมด เนื่องจากว่าการ error ของเครื่องนั้นเราจะสามารถเห็นความเปลี่ยนแปลงของเวลาได้นั้น จะต้องใช้ระยะเวลานาน (อาจจะเป็นปีๆ) หรืออาจจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงเลย

การเปลี่ยนแปลงในเรื่องของเวลานั้นมีด้วยกันหลายๆ ประการเช่น โปรแกรมมอนิเตอร์ อุปกรณ์ที่ใช้ ซึ่งจะต้องมีคุณภาพที่ดี การประกอบวงจรและองค์ประกอบอื่นๆ ที่สำคัญอีก ถ้าส่วนประกอบที่กล่าวมานี้ทำงานด้วยความเที่ยงตรงแล้ว ความเป็นไปได้ที่จะมีการเปลี่ยนแปลงของเวลานั้นแทบจะไม่มีเลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทวิจารณ์ สรุป และแนวทางในการพัฒนา

5.1 บทสรุป

โครงงานนาฬิกาโปรแกรมเวลานี้ ได้สร้างขึ้นเพื่อระบบเวลาการควบคุมการเปิด-ปิด เครื่องใช้ไฟฟ้าทุกประเภทเพราะมีขั้นตอนการใช้งานที่สะดวกง่าย เมื่อเทียบกับระบบควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบอื่น เช่น PLC (Programable Logic Control) โดยในการสร้างนี้คณะผู้จัดทำได้วางขอบเขตโครงงานไว้ดังนี้

1. สามารถควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้ามีทั้งหมด 8 ช่อง (0-7 ช่อง) โดยช่องที่ 7 ใช้สำหรับต่อเข้ากับออดหรือกระดิ่งไฟฟ้าดังยาวประมาณ 8 วินาที
2. สามารถเก็บโปรแกรมของทั้ง 8 ช่องได้ 666 โปรแกรม สามารถโปรแกรมเวลาละเอียดมากที่สุด 1 วินาที
3. สามารถปิดหรือเปิดนอกเหนือจากเวลาที่โปรแกรมได้ในกรณีฉุกเฉิน
4. มีแบตเตอรี่สำรอง ในกรณีที่ไฟฟ้าดับจะไม่ทำให้โปรแกรมที่ตั้งเวลาไว้หายไป
5. สามารถแสดงผลที่ตัวเครื่องและแสดงผลที่ตัวแสดงผลขนาดใหญ่ได้

5.2 ปัญหาและการแก้ไข

5.2.1 ปัญหา

1. ในการออกแบบทำโครงงาน มีเวลาศึกษาข้อมูลน้อย ทำให้ในการออกแบบจึงมีความผิดผลาดอยู่เสมอๆ เป็นผลให้การสร้างล่าช้าออกไปอีก และเกิดการพัฒนาของโครงงานได้อย่างจำกัดในระยะเวลาที่กำหนด
2. ในการออกแบบแหล่งจ่ายไฟจะต้องออกแบบให้มีค่า ripple หรือสัญญาณรบกวนน้อยที่สุด เพราะไม่ฉะนั้นเกิดสัญญาณรบกวนขึ้นที่แอลอีดี ทำให้ แอลอีดี ในสภาวะดับมีแสงสีแดงกระพริบหรี่ๆ อยู่เล็กน้อย
3. การซื้ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์บางครั้งซื้อมาอุปกรณ์เสีย เช่น IC Z-80 เสีย เป็นผลให้ IC 74LS373 ซึ่งเป็น IC แสดงผลทางภาคเอาท์พุตแลทช์ค้าง ทำให้แอลอีดี ทั้ง 8 ช่อง สว่างค้างตลอดเวลา
4. ในส่วนกล่องเหล็กของแผงแสดงผลนาฬิกาขนาดใหญ่นั้น ทางร้านที่ทำกล่องเหล็กนี้ ทำออกมาแล้วไม่ตรงตามแบบที่ได้ให้ไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.2 การแก้ไขปัญหา

1. ให้ทำการศึกษาข้อมูลก่อนที่จะทำในตอนต้นๆ เพราะโครงงานจริงๆ แล้วมีเวลาน้อยมาก

2. ในการคำนวณการออกแบบแหล่งจ่ายไฟนั้นต้องให้ ripple มีค่าน้อยมากโดยใช้คาปาซิเตอร์ที่มีค่ามากๆ และใช้เทคนิคแบบอื่นเพื่อจะลดสัญญาณรบกวนลง

3. โดยซื้อ Z-80 มาทำการเปลี่ยนใหม่วงจรจึงทำงาน ในการเลือกซื้ออุปกรณ์ให้สังเกตุดูอุปกรณ์ว่าใหม่หรือเก่า และควรเลือกซื้อจากร้านที่เชื่อถือได้

4. ทำการดัดแปลง และเปลี่ยนอุปกรณ์ ให้เหมาะสมกับกล่องที่ไม่ได้ขนาดตามต้องการ

5.3 แนวทางการพัฒนา

1. ควรพัฒนาวงจรแสดงผลของตัวเครื่องในส่วนภาคของแสดงวัน และการแสดงช่องเอาท์พุตเครื่องใช้ไฟฟ้า ควรจะแสดงผลเป็นตัวอักษรโดยมีการแสดงผลอยู่ที่หน้าปัดเดียวกันในส่วนของนาฬิกาควรให้มีจุดกระพริบเพื่อแสดงเป็นวินาทีและแสดงผลบอกวันเดือนปีด้วย

2. ควรพัฒนาโปรแกรมการตั้งเวลา ให้มีความละเอียดในการโปรแกรมเวลาควบคุมอุปกรณ์ภายนอกได้ในเวลาระยะสั้นๆ

3. ควรพัฒนาด้านซอฟท์แวร์ในการลบโปรแกรมโดยมีการ recall โปรแกรมเดิม นำกลับมาใช้อีกเพื่อป้องกันความผิดผลาดการนำไปใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

รายการอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการอุปกรณ์

ชุดของนาฬิกาโปรแกรมเวลา

ชื่อ	ชนิด	ค่า/เบอร์	จำนวน
R_1-R_7	คาร์บอน	100 Ω	7 ตัว
R_8	คาร์บอน	47 Ω	1 ตัว
R_9-R_{14}	คาร์บอน	10 kΩ	6 ตัว
R_{15}-R_{20}	คาร์บอน	1 kΩ	6 ตัว
R_{21}	คาร์บอน	120 Ω	1 ตัว
R_{22}-R_{25}	คาร์บอน	5 kΩ	4 ตัว
R_{26}-R_{33}	คาร์บอน	270 Ω	8 ตัว
R_{34}-R_{41}	คาร์บอน	2.2 kΩ	8 ตัว
C_1	ไมล่าร์	0.1 µF/50 V	1 ตัว
C_2	อิเลคทรอไลท์	2200 µF/16 V	1 ตัว
C_3	อิเลคทรอไลท์	10 µF/16 V	1 ตัว
IC_1	ทีทีแอล	74LS244	1 ตัว
IC_2	ทีทีแอล	74LS373	1 ตัว
IC_3	ทีทีแอล	7493 หรือ 74LS93	1 ตัว
IC_4	เร็กกูเล็ต	7805 หรือ LM 340T-5	1 ตัว
D_1-D_{12}	ซิลิกอน	1N4001	12 ตัว
DSP_1-DSP_4	7 segment	รุ่น GL 9R10	4 ตัว
LED_1-LED_{12}	ไดโอดเปล่งแสง		12 ตัว
Q_1-Q_6	PNP	BC 557หรือBC 559	6 ตัว
Q_7-Q_{14}	NPN	BC 547หรือBC 549	8 ตัว
B_1	นิเกิล-แคดเมียม	ขนาด AA	6 ก้อน
F_1	ฟิวส์	ขนาด 1A	1 ตัว
S_1-S_{15}	สวิทช์กดติดปล่อยแยก	รุ่น 75120-008-0000	15 ตัว
SK_1	ซอกเก็ต	40 ขา	1ตัว
SK_2	ซอกเก็ต	14 ขา	2 ตัว
T_1	หม้อแปลง	220 V. / 8-0-8 V. 1A.	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการอุปกรณ์

ชุดไมโครโปรเซสเซอร์

ชื่อ	ชนิด	ค่า/เบอร์	จำนวน
R_1,R_2	คาร์บอน	1 kΩ	2 ตัว
R_3,R_4,R_5	คาร์บอน	10 kΩ	3 ตัว
R_6,R_9,R_{11}	คาร์บอน	10 kΩ	3 ตัว
R_7,R_8	คาร์บอน	47 kΩ	2 ตัว
R_{10}	คาร์บอน	390 Ω	1 ตัว
C_1	เซรามิค	18 pF	1 ตัว
C_2	แทนทาลัม	10 µF/16 V	1 ตัว
C_3	แทนทาลัม	1 µF/16 V	1 ตัว
C_4,C_5	ไมล่าร์	0.1 µF/50 V	2 ตัว
C_6	อิเลคทรอไลท์	100 µF/16 V	1 ตัว
C_7	ไมล่าร์	0.022 µF/50 V	1 ตัว
IC_1	หน่วยประมวลผล	Z-80 CPU	1 ตัว
IC_2	หน่วยความจำ	เบอร์ 2716	1 ตัว
IC_3	พอร์ตควบคุม	เบอร์ 8155	1 ตัว
IC_4	ทีทีแอล	เบอร์ 7432	1 ตัว
IC_5	ทีทีแอล	เบอร์ 7404	1 ตัว
IC_6	ทีทีแอล	เบอร์ 74LS138	1 ตัว
D_1,D_2	ซิลิกอน	เบอร์ 1N4001	2 ตัว
B_1	แคดเมียม	ขนาด 1.5 V.	3 ก้อน
SK_1	ซอกเก็ท	24 ขา	2 ตัว
SK_2	ซอกเก็ท	40 ขา	1 ตัว
X'tal	คริสตอล	2 MHz	1 ตัว

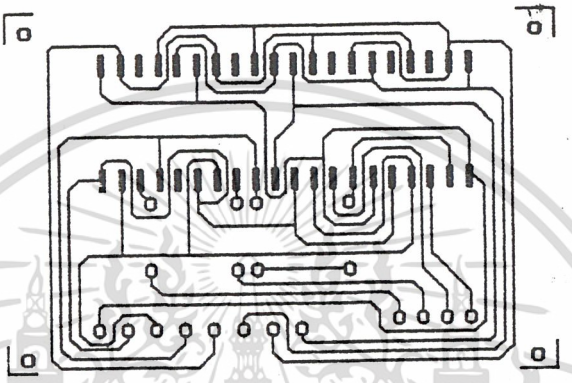
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

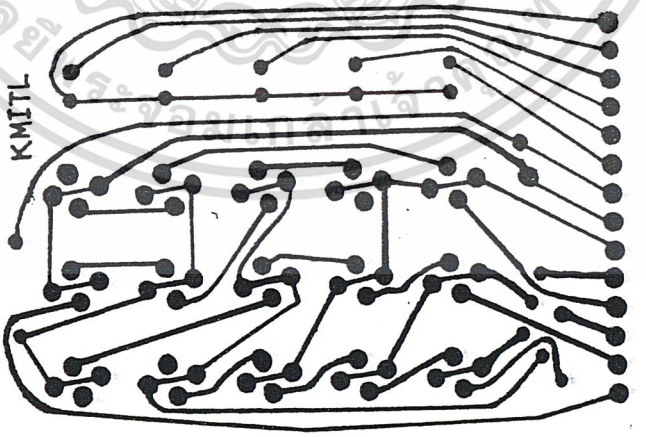
แผ่นวงจรพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผ่นวงจรพิมพ์ในส่วนต่างๆ

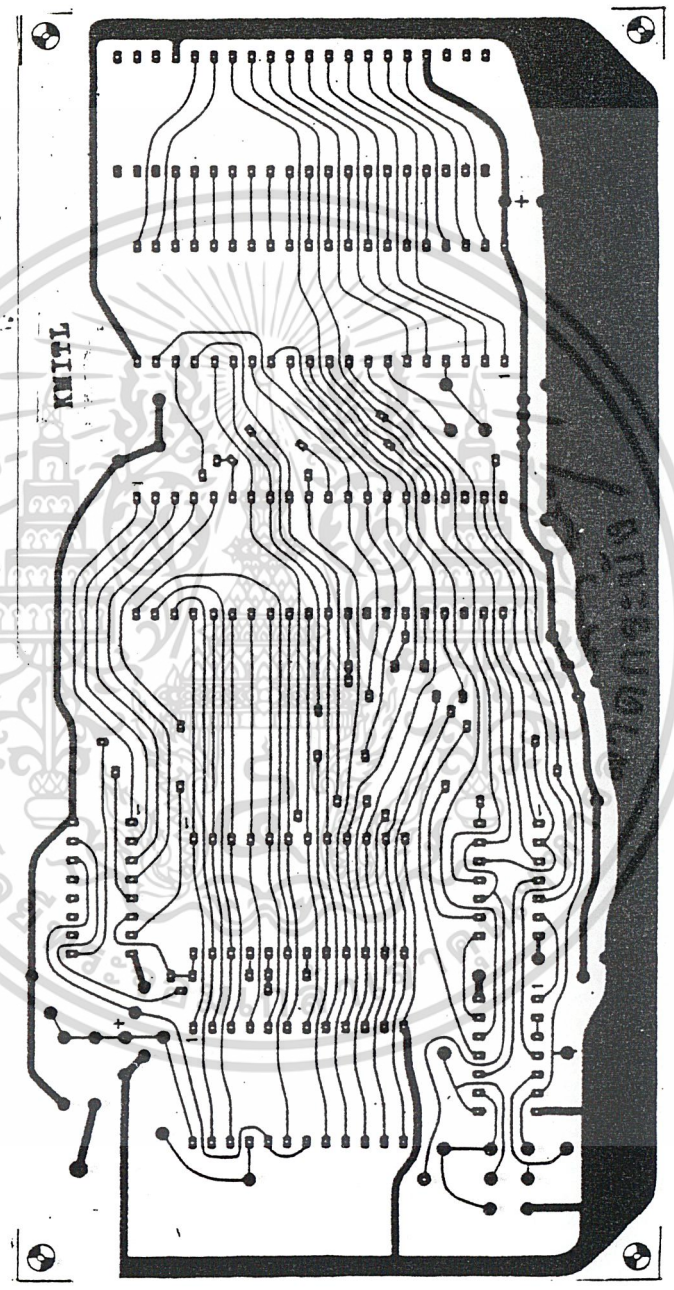


ส่วนแสดงผล 7 segment



ส่วนของคีย์บอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

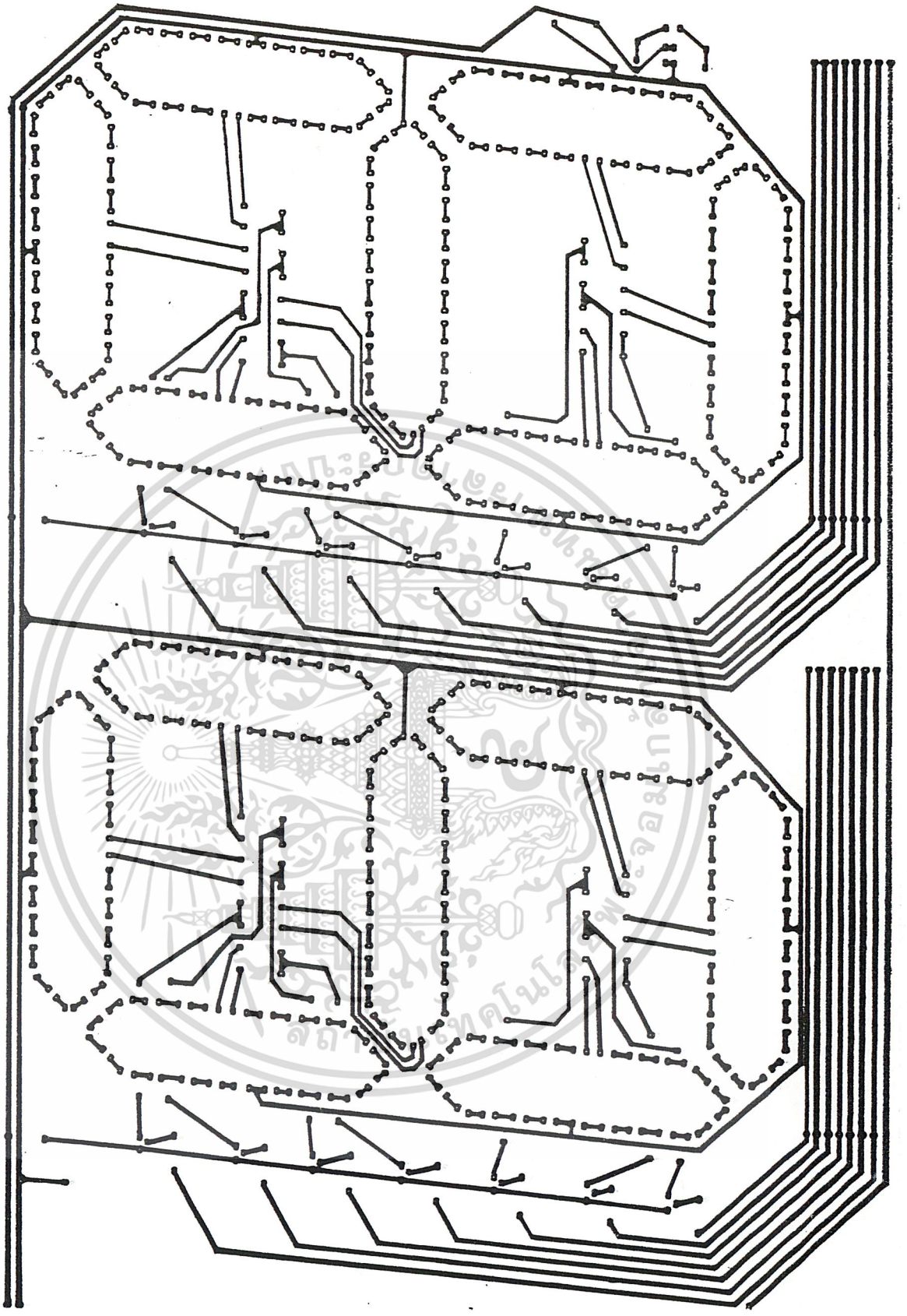


ชุดไมโครโปรเซสเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

KMITL

ส่วนแสดงผล DOT ของภาคแสดงผลขนาดใหญ่



ส่วนแสดงผลเป็นนาฬิกาขนาดใหญ่ (ขนาดเล็กกว่าของจริง 3/4 เท่า)

ภาคผนวก ค
รายละเอียดของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Z8400
Z80® CPU Central Processing Unit

Zilog

Product Specification

April 1985

FEATURES

- The instruction set contains 158 instructions. The 78 instructions of the 8080A are included as a subset; 8080A software compatibility is maintained.
- Eight MHz, 6 MHz, 4 MHz, and 2.5 MHz clocks for the Z80H, Z80B, Z80A, and Z80 CPU result in rapid instruction execution with consequent high data throughput.
- The extensive instruction set includes string, bit, byte, and word operations. Block searches and block transfers, together with indexed and relative addressing, result in the most powerful data handling capabilities in the microcomputer industry.
- The Z80 microprocessors and associated family of peripheral controllers are linked by a vectored interrupt system. This system may be daisy-chained to allow implementation of a priority interrupt scheme. Little, if any, additional logic is required for daisy-chaining.
- Duplicate sets of both general-purpose and flag registers are provided, easing the design and operation of system software through single-context switching, background-foreground programming, and single-level interrupt processing. In addition, two 16-bit index registers facilitate program processing of tables and arrays.
- There are three modes of high speed interrupt processing: 8080 similar, non-Z80 peripheral device, and Z80 Family peripheral with or without daisy chain.
- On-chip dynamic memory refresh counter.

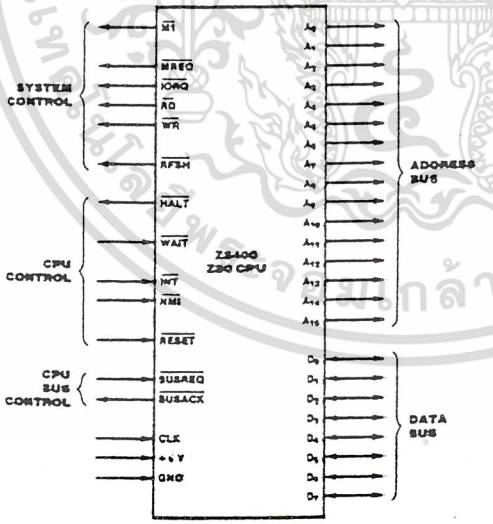


Figure 1. Pin Functions

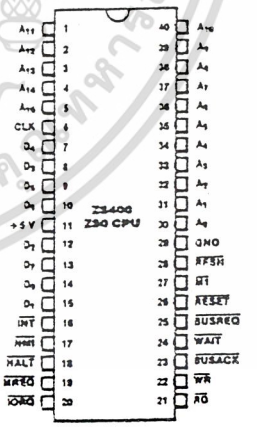
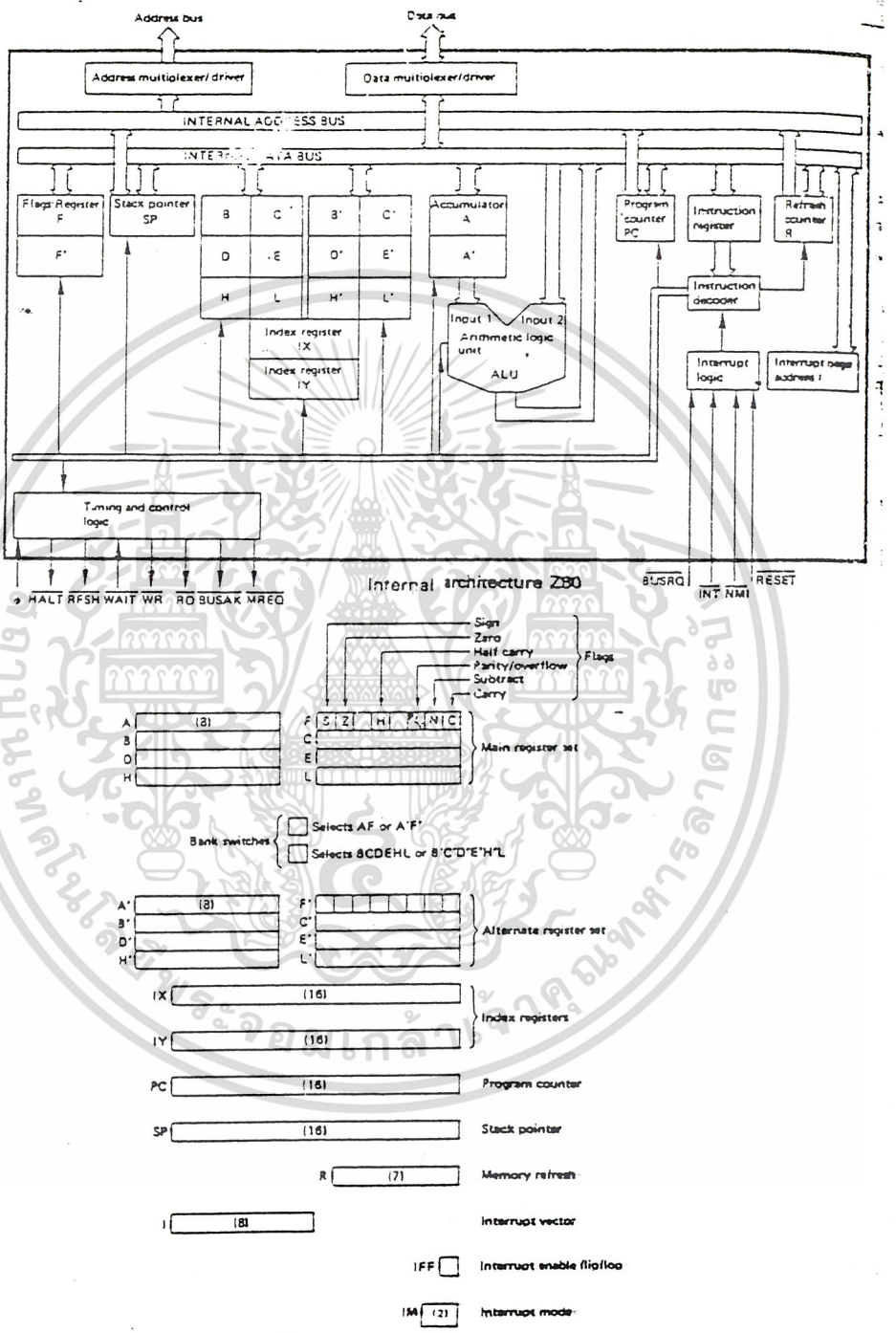


Figure 2a. 40-Pin Dual-In-Line Package (DIP) Pin Assignments

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Zilog Z80 CPU registers.

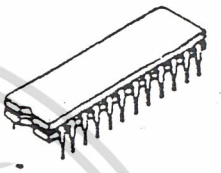
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2048-word × 8-bit High Speed Static CMOS RAM

FEATURES

- Single 5V Supply and High Density 24 Pin Package
- High speed: Fast Access Time 120ns/150ns/200ns (max.)
- Low Power Standby and Low Power Operation — Standby: 100μW (typ.), Operation: 180mW (typ.)
- Completely Static RAM: No clock or Timing Strobe Required
- Directly TTL Compatible: All Input and Output
- Pin Out Compatible with Standard 16K EPROM/MASK ROM
- Equal Access and Cycle Time

HM6116-2, HM6116-3, HM6116-4

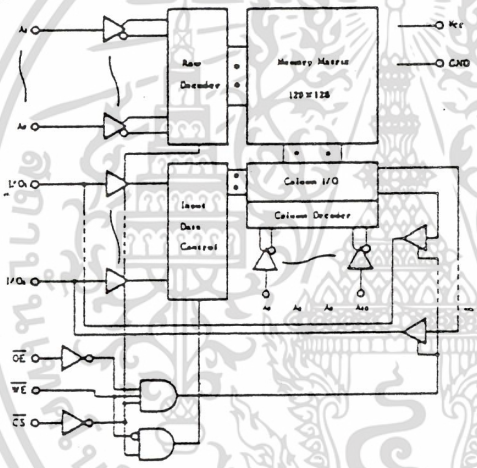


(DG-24)

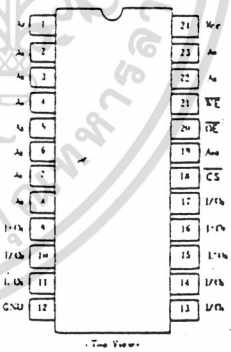
HM6116P-2, HM6116P-3, HM6116P-4

(DP-24)

FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM



PIN ARRANGEMENT



Top View

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Item	Symbol	Rating	Unit
Voltage on Any Pin Relative to GND	V_T	−0.5* to +7.0	V
Operating Temperature	T_{opr}	0 to +70	°C
Storage Temperature (Plastic)	T_{stg}	−55 to +125	°C
Storage Temperature (Ceramic)	T_{stg}	−65 to +150	°C
Temperature Under Bias	T_{bias}	−10 to +85	°C
Power Dissipation	P_T	1.0	W

* Pulse Width 50ns: −1.5 V

TRUTH TABLE

$\overline{CS}$	$\overline{OE}$	$\overline{WE}$	Mode	V_{CC} Current	I/O Pin	Ref. Cycle
H	x	x	Not Selected	I_{SB}, I_{SB1}	High Z	
L	L	H	Read	I_{CC}	Dout	Read Cycle (1)—(3)
L	H	L	Write	I_{CC}	Din	Write Cycle (1)
L	L	L	Write	I_{CC}	Din	Write Cycle (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

โปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PROGRAM TIME CONTROLLER

```
0000 C3 FO 04        JP        04F0
0038 C3 68 04        JP        0468
0100 31 EE 0F        LD        SP,0FEE
0103 21 FA 0F        LD        HL,0FFA
0106 36 FB           LD        (HL),FB
0108 CD E0 05        CALL      05E0
010B CD 00 06        CALL      0600
010E FE 08           CP        08
0110 30 F6           JR        NC,0108
0112 57              LD        D,A
0113 CB B2           RES       6,D
0115 CB BA           RES       7,D
0117 21 CD 0F        LD        HL,OFCD
011A 7E              LD        A,(HL)
011B CB 77           BIT       6,A
011D 28 05           JR        Z,0124
011F E6 07           AND       07
0121 BA              CP        D
0122 28 17           JR        Z,013B
0124 2B              DEC       HL
0125 2B              DEC       HL
0126 2B              DEC       HL
0127 3E 02           LD        A,02
0129 BD              CP        L
012A 20 EE           JR        NZ,011A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
012C 3E 08        LD      A,08
012E BC           CP      H
012F 20 E9        JR      NZ,011A
0131 D5           PUSH    DE
0132 CD 60 05     CALL    0560
0135 CD 00 06     CALL    0600
0138 D1           POP     DE
0139 18 DC        JR      0117
013B 7E           LD      A,(HL)
013C CB 7F        BIT     7,A
013E 20 07        JR      NZ,0147
0140 3E FB        LD      A,FB
0142 32 FA 0F     LD      (0FFA),A
0145 18 05        JR      014C
0147 3E FA        LD      A,FA
0149 32 FA 0F     LD      (0FFA),A
014C 2B           DEC     HL
014D 4E           LD      C,(HL)
014E 2B           DEC     HL
014F 46           LD      B,(HL)
0150 1E 30        LD      E,30
0152 E5           PUSH    HL
0153 D5           PUSH    DE
0154 CD 40 02     CALL    0240
0157 16 40        LD      D,40
0159 CD 60 05     CALL    0560
015C CD 00 06     CALL    0600
015F D1           POP     DE
0160 FE F0        CP      F0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
0162 28 03        JR      Z,0167
0164 BA           CP      D
0165 20 08        JR      NZ,016F
0167 1D           DEC     E
0168 D5           PUSH    DE
0169 20 EC        JR      NZ,0157
016B D1           POP     DE
016C E1           POP     HL
016D 2B           DEC     HL
016E 18 B7        JR      0127
0170 E1           POP     HL
0171 18 9F        JR      0112
0240 21 FB 0F     LD      HL,0FFB
0243 78           LD      A,B
0244 E6 E0        AND     E0
0246 CB 3F        SRL     A
0248 CB 3F        SRL     A
024A CB 3F        SRL     A
024C CB 3F        SRL     A
024E CB 3F        SRL     A
0250 1E FE        LD      E,FE
0252 FE 00        CP      00
0254 28 05        JR      Z,025B
0256 CB 03        RLC     E
0258 3D           DEC     A
0259 20 FB        JR      NZ,0256
025B 73           LD      (HL),E
025C 79           LD      A,C
025D CD 67 07     CALL    0767
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
0260 78          LD      A,B
0261 E6 1F       AND     1F
0263 CD 67 07    CALL    0767
0266 21 FF 0F    LD      HL,0FFF
0269 7E          LD      A,(HL)
026A FE 40       CP      40
026C C0          RET     NZ
026D 36 FF       LD      (HL),FF
0280 01 CD 0F    LD      BC,0FCD
0283 3E 00       LD      A,00
0285 02          LD      (BC),A
0286 0D          DEC     C
0287 20 FA       JR      NZ,0283
0289 3E 08       LD      A,08
028B B8          CP      B
028C 28 03       JR      Z,0291
028E 05          DEC     B
028F 28 F2       JR      Z,0283
0291 3E C6       LD      A,C6
0293 32 FF 0F    LD      (0FFF),A
0296 3E C7       LD      A,C7
0298 32 FE 0F    LD      (0FFE),A
029B 3E FF       LD      A,FF
029D 32 FD 0F    LD      (0FFD),A
02A0 32 FC 0F    LD      (0FFC),A
02A3 C3 1D 03    JP      031D
0300 21 00 B7    LD      HL,B700
0303 DD 36 01 01 LD      (IX+01),01
0307 36 00       LD      (HL),00
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
0309 DD 36 01 02     LD        (IX+01),02
030D 36 40           LD        (HL),40
030F DD 36 01 02     LD        (IX+01),02
0313 36 00           LD        (HL),00
0315 31 EE 0F        LD        SP,0FEE
0318 21 FA 0F        LD        HL,OFFA
031B 36 F7           LD        (HL),F7
031D CD E0 05        CALL      05E0
0320 CD 00 06        CALL      0600
0323 CD 1D 06        CALL      061D
0326 16 30           LD        D,30
0328 CD 60 05        CALL      0560
032B FE 09           CP        09
032D CA 80 02        JP        Z,0280
0330 FE 08           CP        08
0332 30 F2           JR        NC,0326
0334 CB F7           SET       6,A
0336 CB FF           SET       7,A
0338 47              LD        B,A
0339 08              EX        AF,AF'
033A 78              LD        A,B
033B 08              EX        AF,AF'
033C 21 FA 0F        LD        HL,0FFA
033F 7E              LD        A,(HL)
0340 CB 87           RES       0,A
0342 77              LD        (HL),A
0343 CD E0 05        CALL      05E0
0346 FE 0B           CP        0B
0348 28 3A           JR        Z,0384
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
034A FE 0A          CP      0A
034C 28 49          JR      Z,0397
034E FE 08          CP      08
0350 30 F1          JR      NC,0343
0352 08             EX      AF,AF'
0353 47             LD      B,A
0354 08             EX      AF,AF'
0355 CB B0          RES     6,B
0357 CB B8          RES     7,B
0359 B8             CP      B
035A 28 0F          JR      Z,036B
035C 47             LD      B,A
035D CB F0          SET     6,B
035F CB F8          SET     7,B
0361 08             EX      AF,AF'
0362 78             LD      A,B
0363 08             EX      AF,AF'
0364 21 FA 0F       LD      HL,0FFA
0367 36 F6          LD      (HL),F6
0369 18 D8          JR      0343
036B 08             EX      AF,AF'
036C CB 7F          BIT     7,A
036E 20 0A          JR      NZ,037A
0370 CB FF          SET     7,A
0372 08             EX      AF,AF'
0373 21 FA 0F       LD      HL,OFFA
0376 36 F6          LD      (HL),F6
0378 18 C9          JR      0343
037A CB BF          RES     7,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
037C 08          EX      AF,AF'
037D 21 FA 0F    LD      HL,0FFA
0380 36 F7       LD      (HL),F7
0382 18 BF       JR      0343
0384 CD C0 07    CALL    07C0
0387 36 00       LD      (HL),00
0389 2B          DEC     HL
038A 36 00       LD      (HL),00
038C 2B          DEC     HL
038D 36 00       LD      (HL),00
038F 01 00 00    LD      BC,0000
0392 CD 40 02    CALL    0240
0395 18 86       JR      031D
0397 CD C0 07    CALL    07C0
039A FE 01       CP      01
039C 28 0B       JR      Z,03A9
039E 08          EX      AF,AF'
039F 77          LD      (HL),A
03A0 08          EX      AF,AF'
03A1 01 00 00    LD      BC,0000
03A4 CD 40 02    CALL    0240
03A7 18 EC       JR      0395
03A9 21 CD 0F    LD      HL,0FCD
03AC CB 76       BIT     6,(HL)
03AE 28 05       JR      Z,03B5
03B0 2B          DEC     HL
03B1 2B          DEC     HL
03B2 2B          DEC     HL
03B3 18 F7       JR      03AC
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
03B5 08          EX      AF,AF'
03B6 77          LD      (HL),A
03B7 08          EX      AF,AF'
03B8 D9          EXX
03B9 7D          LD      A,L
03BA D9          EXX
03BB 2B          DEC     HL
03BC 77          LD      (HL),A
03BD D9          EXX
03BE 7C          LD      A,H
03BF D9          EXX
03C0 2B          DEC     HL
03C1 77          LD      (HL),A
03C2 01 00 00    LD      BC,0000
03C5 CD 40 02    CALL    0240
03C8 18 DD       JR      03A7
045D 31 FF 0F    LD      SP,0FEE
0460 3E FD       LD      A,FD
0462 32 FA 0F    LD      (OFFA),A
0465 18 4D       JR      04B4
0467 0F          RRCA
0468 D9          EXX
0469 7A          LD      A,D
046A D9          EXX
046B 47          LD      B,A
046C D9          EXX
046D 7B          LD      A,E
046E D9          EXX
046F 4F          LD      C,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
0470 3A F9 0F        LD          A,(0FF9)
0473 21 00 B7        LD          HL,B700
0476 DD 36 01 01     LD          (IX+01),01
047A 77              LD          (HL),A
047B DD 36 01 02     LD          (IX+01),02
047F 36 40           LD          (HL),40
0481 DD 36 01 02     LD          (IX+01),02
0485 36 BF           LD          (HL),BF
0487 CD BF 04        CALL        04BF
048A 16 30           LD          D,30
048C CD 60 05        CALL        0560
048F CD 00 06        CALL        0600
0492 FE 08           CP          08
0494 30 D2           JR          NC,0468
0496 16 01           LD          D,01
0498 47              LD          B,A
0499 FE 00           CP          00
049B 28 05           JR          Z,04A2
049D 3D              DEC         A
049E CB 02           RLC         D
04A0 18 F7           JR          0499
04A2 3A F9 0F        LD          A,(0FF9)
04A5 A2              AND         D
04A6 2F              CPL
04A7 A2              AND         D
04A8 47              LD          B,A
04A9 7A              LD          A,D
04AA 2F              CPL
04AB 57              LD          D,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
04AC 3A F9 0F      LD      A,(0FF9)
04AF A2            AND     D
04B0 B0            OR      B
04B1 32 F9 0F      LD      (0FF9),A
04B4 16 30         LD      D,30
04B6 CD 60 05      CALL    0560
04B9 FE F0         CP      F0
04FF 20 F7         JR      NZ,04B4
04BD 18 CB         JR      048A
04BF D9            EXX
04C0 78            LD      A,B
04C1 FE 03         CP      03
04C3 20 0D         JR      NZ,04D2
04C5 79            LD      A,C
04C6 FE 08         CP      08
04C8 20 08         JR      NZ,04D2
04CA 3A F9 0F      LD      A,(0FF9)
04CD CB BF         RES     7,A
04CF 32 F9 0F      LD      (0FF9),A
04D2 D9            EXX
04D3 CD 40 02      CALL    0240
04D6 C9            RET
04F0 31 EE 0F      LD      SP,0FEE
04F3 01 FF 0F      LD      BC,0FFF
04F6 3E 00         LD      A,00
04F8 02            LD      (BC),A
04F9 0D            DEC     C
04FA 20 FA         JR      NZ,04F6
04FC 3E 08         LD      A,08
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
04FE B8           CP      B
04FF 28 03        JR      Z,0504
0501 05           DEC     B
0502 18 F2        JR      04F6
0504 3E 00        LD      A,00
0506 02           LD      (BC),A
0507 01 00 00     LD      BC,0000
050A CD 40 02     CALL    0240
050D 21 F9 0F     LD      HL,0FF9
0510 36 00        LD      (HL),00
0512 2C           INC     L
0513 36 EF        LD      (HL),EF
0515 DD 21 00 B8  LD      IX,B800
0519 21 00 B7     LD      HL,B700
051C DD 36 01 04  LD      (IX+01),04
0520 36 D2        LD      (HL),D2
0522 DD 36 01 05  LD      (IX+01),05
0526 36 70        LD      (HL),70
0528 DD 36 01 00  LD      (IX+01),00
052C 36 C3        LD      (HL),C3
052E DD 36 01 01  LD      (IX+01),01
0532 36 00        LD      (HL),00
0534 DD 36 01 02  LD      (IX+01),02
0538 36 40        LD      (HL),40
053A DD 36 10 02  LD      (IX+01),02
053E 36 00        LD      (HL),00
0540 21 FA 0F     LD      HL,0FFA
0543 36 EF        LD      (HL),EF
0545 CD 1D 06     CALL    061D
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
0548 D9              EXX
0549 54              LD        D,H
054A 5D              LD        E,L
054B 01 58 03        LD        BC,0358
054E D9              EXX
054F C3 00 03        JP        0300
0560 CD B0 06        CALL      06B0
0563 21 00B7         LD        HL,B700
0566 01 FF 0F        LD        BC,0FFF
0569 1E BE           LD        E,BE
056B DD 36 01 01     LD        (IX+01),01
056F 36 FF           LD        (HL),FF
0571 0A              LD        A,(BC)
0572 DD 36 01 02     LD        (IX+01),02
0576 73              LD        (HL),E
0577 DD 36 01 01     LD        (IX+01),01
057B 77              LD        (HL),A
057C CB F3           SET       6,E
057E CB 03           RLC       E
0580 0D              DEC       C
0581 CB 73           BIT       6,E
0583 CB B3           RES       6,E
0585 20 E4           JR        NZ,056B
0587 15              DEC       D
0588 20 DC           JR        NZ,,0566
058A DD 36 01 01     LD        (IX+01),01
058E 36 FF           LD        (HL),FF
0590 1E 01           LD        E,01
0592 16 00           LD        D,00
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
0594 DD 36 01 02    LD      (IX+01)+02
0598 73             LD      (HL),E
0599 DD 36 01 03    LD      (IX+01),03
059D 7E             LD      A,(HL)
059E E6 0F          AND     0F
05A0 FE 00          CP      00
05A2 20 09          JR      NZ,05AD
05A4 CB 03          RLC     E
05A6 CB 63          BIT     4,E
05A8 20 03          JR      NZ,05AD
05AA 14             INC     DE
05AB 18 E7          JR      0594
05AD FE 00          CP      00
05AF 28 22          JR      Z,05D3
05B1 FE 01          CP      01
05B3 20 04          JR      NZ,05B9
05B5 3E 00          LD      A,00
05B7 18 12          JR      05CB
05B9 FE 02          CP      02
05BB 20 04          JR      NZ,05C1
05BD 3E 01          LD      A,01
05BF 18 0A          JR      05CB
05C1 FE 04          CP      04
05C3 20 04          JR      nz,05c9
05C5 3E 02          LD      A,02
05C7 18 02          JR      05CB
05CP 3E 03          LD      A,03
05CB CB 07          RLC     A
05CD CB 07          RLC     A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
05CF B2          OR      D
05D0 0E 00       LD      C,00
05D2 C9          RET
05D3 3E F0       LD      A,F0
05D5 0E 00       LD      C,00
05D7 C9          RET
05D8 FF          RST     38H
05D9 FF          RST     38H
05DA FF          RST     38H
05DB FF          RST     38H
05DC FF          RST     38H
05DD FF          RST     38H
05DE FF          RST     38H
05DF FF          RST     38H
05E0 16 30       LD      D,30
05E2 CD 60 05    CALL    0560
05E5 FE F0       CP      F0
05E7 20 F7       JR      NZ,05E0
05E9 16 30       LD      D,30
05EB CD 60 05    CALL    0560
05EE FE F0       CP      F0
05F0 28 F7       JR      Z,05E9
05F2 C9          RET
0600 FE 0A       CP      0A
0602 CA 00 03    JP      Z,0300
0605 FE C0       CP      0C
0607 CA 5D 04    JP      Z,045D
060A FE 0D       CP      0D
060C CA 00 01    JP      Z,0100
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
060F FE 0E        CP      0E
0611 CA 40 05     JP      Z,0540
0614 C9           RET
061D 16 30        LD      D,30
061F CD 60 05     CALL    0560
0622 CD 00 06     CALL    0600
0625 FE F0        CP      F0
0627 28 F4        JR      Z,061D
0629 FE 03        CP      03
062B 30 0F        JR      NC,061D
062D FE 00        CP      00
062F 28 08        JR      Z,0639
0631 57           LD      D,A
0632 3E 00        LD      A,00
0634 C6 0A        ADD     A,0A
0636 15           DEC     D
0637 20 FB        JR      NZ,0634
0639 D9           EXX
063A 67           LD      H,A
063B D9           EXX
063C 47           LD      B,A
063D 0E 00        LD      C,00
063F CD 40 02     CALL    0240
0642 CD E0 05     CALL    05E0
0645 FE 0A        CP      0A
0647 30 F6        JR      NC,063F
0649 D9           EXX
064A 84           ADD     A,H
064B FE 18        CP      18
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
064D 38 09          JR          C,0658
064F D9             EXX
0650 01 00 00       LD          BC,0000
0653 CD 40 02       CALL        0240
0656 18 D1          JR          0629
0658 67             LD          H,A
0659 D9             EXX
065A 47             LD          B,A
065B CD 40 02       CALL        0240
065E CD E0 05       CALL        05E0
0661 FE 06          CP          06
0663 30 F9          JR          NC,065E
0665 FE 00          CP          00
0667 28 08          JR          Z,0671
0669 57             LD          D,A
066A 3E 00          LD          A,00
066C C6 0A          ADD         A,0A
066E 15             DEC         D
066F 20 FB          JR          NZ,066C
0671 4F             LD          C,A
0672 D9             EXX
0673 6F             LD          L,A
0674 7C             LD          A,H
0675 D9             EXX
0676 47             LD          B,A
0677 CD 40 02       CALL        0240
067A CD E0 05       CALL        05E0
067D FE 0A          CP          0A
067F 30 F9          JR          NC,067A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
0681 D9              EXX
0682 85              ADD       A,L
0683 6F              LD        L,A
0684 D9              EXX
0685 4F              LD        C,A
0686 D9              EXX
0687 7C              LD        A,H
0688 D9              EXX
0689 47              LD        B,A
068A CD 40 02        CALL      0240
068D CD E0 05        CALL      05E0
0690 FE 07           CP        07
0692 30 F9           JR        NC,068D
0694 07              RLCA
0695 07              RLCA
0696 07              RLCA
0697 07              RLCA
0698 07              RLCA
0699 D9              EXX
069A 84              ADD       A,H
069B 67              LD        H,A
069C D9              EXX
069D 47              LD        B,A
069E D9              EXX
069F 7D              LD        A,L
06A0 D9              EXX
06A1 4F              LD        C,A
06A2 CD 40 02        CALL      0240
06A5 16 30           LD        D,30
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
06A7 CD 60 05        CALL      0560
06AA FE F0           CP        F0
06AC 20 F7           JR        NZ,06A5
06AE C9              RET
06AF FF              RST       38H
06B0 21 00 B7        LD        HL,B700
06B3 DD 36 01 00     LD        (IX+01),00
06B7 46              LD        B,(HL)
06B8 CB 70           BIT       6,B
06BA C8              RET       Z
06BB D9              EXX
06BC 0D              DEC       C
06BD 28 02           JR        Z,06C1
06BF D9              EXX
06C0 C9              RET
06C1 05              DEC       B
06C2 28 02           JR        Z,06C6
06C4 D9              EXX
06C5 C9              RET
06C6 EB              EX        DE,HL
06C7 D9              EXX
06C8 CD 20 07        CALL      0720
06CB D9              EXX
06CC 06 FE           LD        B,FE
06CE 0E 58           LD        C,58
06D0 00              NOP
06D1 D9              EXX
06D2 3E 00           LD        A,00
06D4 08              EX        AF,AF'
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
06D5 CD C0 07        CALL      07C0
06D8 FE 00           CP        00
06DA 20 25           JR        NZ,0701
06DC 7E              LD        A,(HL)
06DD CB 77           BIT       6,A
06DF 28 20           JR        Z,0701
06E1 CB 7F           BIT       7,A
06E3 20 0A           JR        NZ,06EF
06E5 21 F9 0F        LD        HL,0FF9
06E8 7E              LD        A,(HL)
06E9 D9              EXX
06EA A0              AND       B
06EB D9              EXX
06EC 77              LD        (HL),A
06ED 18 12           JR        0701
06EF D9              EXX
06F0 78              LD        A,B
06F1 2F              CPL
06F2 47              LD        B,A
06F3 D9              EXX
06F4 21 F9 0F        LD        HL,0FF9
06F7 7E              LD        A,(HL)
06F8 D9              EXX
06F9 B0              OR        B
06FA D9              EXX
06FB 77              LD        (HL),A
06FC D9              EXX
06FD 78              LD        A,B
06FE 2F              CPL
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
06FF 47          LD      B,A
0700 D9          EXX
0701 CD B0 06    CALL    06B0
0704 D9          EXX
0705 CB 00       RLC     B
0707 D9          EXX
0708 08          EX      AF,AF'
0709 3C          INC     A
070A FE 08       CP      08
070C 20 C6       JR      NZ,06D4
070E D9          EXX
070F 06 03       LD      B,03
0711 00          NOP
0712 EB          EX      DE,HL
0713 D9          EXX
0714 C9          RET
0715 D9          EXX
0716 C0          RET     NZ
0717 D9          EXX
0718 2E 00       LD      L,00
071A 24          INC     H
071B 7C          LD      A,H
071C E6 1F       AND     1F
071E 00          NOP
071F FE D9       CP      D9
0721 2C          INC     L
0722 3E 3C       LD      A,3C
0724 BD          CP      L
0725 D9          EXX
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
0726 C0          RET     NZ
0727 D9          EXX
0728 2E 00       LD      L,00
072A 24          INC     H
072B 7C          LD      A,H
072C E6 1F       AND     1F
072E 00          NOP
072F FE 18       CP      18
0731 D9          EXX
0732 C0          RET     NZ
0733 D9          EXX
0734 7C          LD      A,H
0735 E6 E0       AND     E0
0737 C6 20       ADD     A,20
0739 FE E0       CP      E0
073B 28 03       JR      Z,0740
073D 67          LD      H,A
073E D9          EXX
073F C9          RET
0740 26 00       LD      H,00
0742 D9          EXX
0743 C9          RET
0744 E6 E0       AND     E0
0746 CB 3F       SRL     A
0748 CB 3F       SRL     A
074A CB 3F       SRL     A
074C CB 3F       SRL     A
074E CB 3F       SRL     A
0750 1E 01       LD      E,01
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
0752 FE 00        CP      00
0754 28 05        JR      Z,075B
0756 CB 03        RLC     E
0758 3D           DEC     A
0759 20 FB        JR      NZ,0756
075B 73           LD      (HL),E
075C 79           LD      A,C
075D CD 67 07     CALL    0767
0760 78           LD      A,B
0761 E6 1F        AND     1F
0763 CD 67 07     CALL    0767
0766 C9           RET
0767 2C           INC     L
0768 1E 00        LD      E,00
076A FE 0A        CP      0A
076C 38 05        JR      C,0773
076E D6 0A        SUB     0A
0770 1C           INC     C
0771 18 F7        JR      076A
0773 CD 08 07     CALL    0780
0776 77           LD      (HL),A
0777 7B           LD      A,E
0778 CD 80 07     CALL    0780
077B 2C           INC     L
077C 77           LD      (HL),A
077D C9           RET
077E FF           RST     38H
077F FF           RST     38H
0780 FE 00        CP      00
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
0782 20 02        JR      NZ,0786
0784 3E 40        LD      A,40
0786 FE 01        CP      01
0788 20 02        JR      NZ,078C
078A 3E 79        LD      A,79
078C FE 02        CP      02
078E 20 02        JR      NZ,0792
0790 3E 24        LD      A,24
0792 FE 03        CP      03
0794 20 02        JR      NZ,0798
0796 3E 03        LD      A,30
0798 FE 04        CP      04
079A 20 02        JR      NZ,079E
079C 3E 19        LD      A,19
079E FE 05        CP      05
07A0 20 02        JR      NZ,07A4
07A2 3E 12        LD      A,12
07A4 FE 06        CP      06
07A6 20 02        JR      NZ,07AA
07A8 3E 02        LD      A,02
07AA FE 07        CP      07
07AC 20 02        JR      NZ,07B0
07AE 3E 78        LD      A,78
07B0 FE 08        CP      08
07E2 20 02        JR      NZ,07B6
07B4 3E 00        LD      A,00
07B6 FE 09        CP      09
07B8 20 02        JR      NZ,07BC
07BA 3E 10        LD      A,10
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
07BC C9          RET
07BD FF          RST     38H
07BE FF          RST     38H
07BF FF          RST     38H
07C0 21 CB 0F    LD      HL,0FCB
07C3 D9          EXX
07C4 7C          LD      A,H
07C5 D9          EXX
07C6 47          LD      B,A
07C7 78          LD      A,B
07C8 BE          CP      (HL)
07C9 28 0F       JR      Z,07DA
07CB 2B          DEC     HL
07CC 2B          DEC     HL
07CD 2B          DEC     HL
07CE AF          XOR     A
07CF BD          CP      L
07D0 20 F5       JR      NZ,07C7
07D2 3E 08       LD      A,08
07D4 BC          CP      H
07D5 20 F0       JR      NZ,07C7
07D7 3E 01       LD      A,01
07D9 C9          RET
07DA D9          EXX
07DB 7D          LD      A,L
07DC D9          EXX
07DD 4F          LD      C,A
07DE 79          LD      A,C
07DF 23          INC     HL
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
07E0 BE          CP      (HL)
07E1 28 06       JR      Z,07E9
07E3 2B          DEC     HL
07E4 2B          DEC     HL
07E5 2B          DEC     HL
07E6 2B          DEC     HL
07E7 18 E5       JR      07CE
07E9 08          EX      AF,AF'
07EA 57          LD      D,A
07EB 08          EX      AF,AF'
07EC CB B2       RES     6,D
07EE CB BA       RES     7,D
07F0 23          INC     HL
07F1 7E          LD      A,(HL)
07F2 E6 07       AND     07
07F4 BA          CP      D
07F5 20 02       JR      NZ,07F9
07F7 AF          XOR     A
07F8 C9          RET
07F9 2B          DEC     HL
07FA 2B          DEC     HL
07FB 2B          DEC     HL
07FC 2B          DEC     HL
07FD 2B          DEC     HL
07FE 18 CE       JR      07CE
```

****

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผนวก จ

คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้

นาฬิกาโปรแกรมเวลาควบคุม

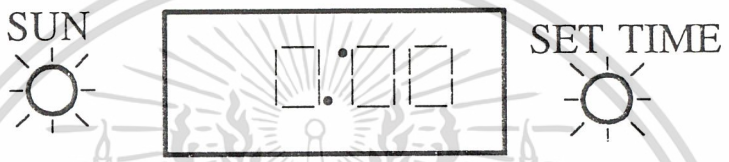
(PROGRAM TIME CONTROLLER)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

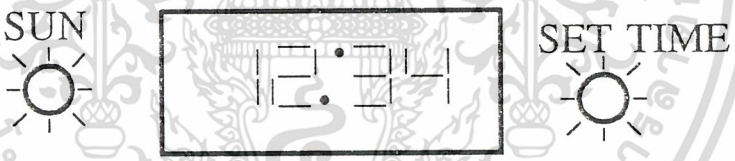
วิธีการใช้งาน

<u>การตั้งเวลาของนาฬิกา</u>

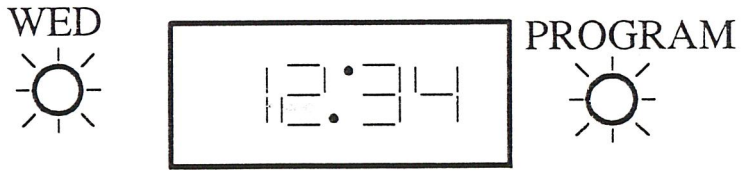
1. เมื่อทำการเปิดเครื่องจะเข้าสู่โหมด SET TIME ทันทีหน้าปัดจะแสดงเวลาที่ 0:00 และหลอดLED จะสว่างที่ SUN



2. กดปุ่มตั้งเวลานาฬิกาตามที่ต้องการ โดยใช้ปุ่มตามตัวเลข(0-23 ชั่วโมง,0-59 นาที) หน้าปัดจะแสดงเวลาตามที่กดปุ่มนั้นๆ



3. กดปุ่มตั้งวันด้วยเลข 0-6 โดยเลข 0 หมายถึง วันอาทิตย์, เลข 1 หมายถึง วันจันทร์,.....,เลข 6 หมายถึง วันเสาร์ หลังจากที่กดวันไปแล้ว นาฬิกาจะเริ่มเดินทันที แล้วกดปุ่ม TIME หน้าปัดจะแสดงเวลาที่แท้จริงเป็นอันเรียบร้อยสำหรับการตั้งเวลา

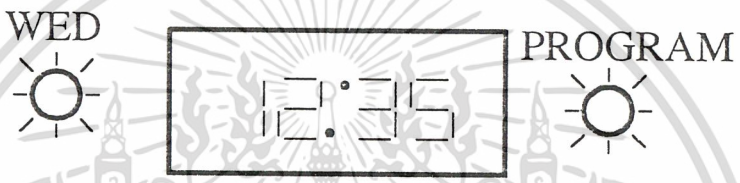


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>การตั้งโปรแกรมเวลา</u>

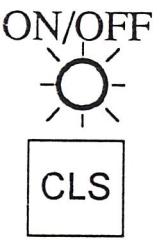
การเข้าโหมด PROGRAM จะเข้าได้ 2 แบบคือ เมื่อเปิดเครื่องใหม่หลังจากตั้งเวลาและวันแล้วจะเข้าสู่โหมด PROGRAM ทันที อีกแบบคือ เมื่อเข้าโหมด TIME แล้วให้กดปุ่ม PROGRAM ก็จะตั้งเวลาโปรแกรมได้เช่นกัน เมื่อเข้าโหมด PROGRAM ตัวเลขจะแสดง 0:00 การโปรแกรมเวลามีขั้นตอนดังนี้

1. กดตั้งชั่วโมง นาที และวันที่ต้องการโปรแกรม ตัวเลขจะแสดงผลตามที่กด



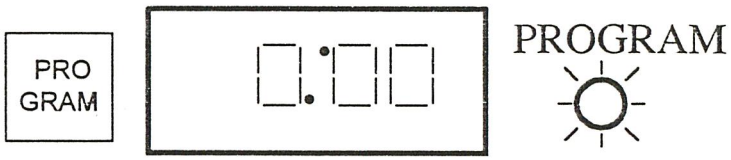
2. กดช่องเอาท์พุตที่ต้องการ(0-7,ช่อง 7 สำหรับเปิดกระดิ่ง) แล้วสังเกตที่ LED แสดง ON/OFF จะติดสว่างตามช่องเอาท์พุตที่เปิดทำงาน

3. ถ้าต้องการให้ช่องเอาท์พุตปิดทำงาน ให้ทำการกดช่องเอาท์พุตนั้นซ้ำอีกที LED ที่ ON/OFF จะดับ ถ้ากดซ้ำก็จะสว่างอีก จะสลับไปเรื่อยๆ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. กดปุ่ม PROGRAM อีกครั้งหนึ่งเป็นอันเรียบร้อยไป 1 โปรแกรม

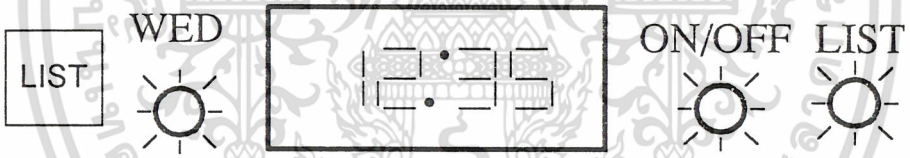


5. ถ้าต้องการทำโปรแกรมต่อไปให้ทำซ้ำข้อ 1 ใหม่

<u>การตรวจสอบโปรแกรม</u>

เมื่อทำการโปรแกรมเสร็จแล้ว หากต้องการตรวจสอบโปรแกรมมีขั้นตอนดังนี้

1. กดปุ่ม LIST แล้วกดช่องเอาท์พุต (0-7) ที่ต้องการตรวจสอบดูหน้าปัดจะแสดงชั่วโมง นาที วัน และสภาวะ ON/OFF ตามที่โปรแกรมไว้

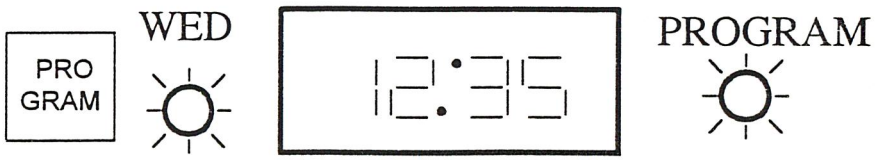


2. ถ้ามีหลายๆโปรแกรม หน้าปัดจะแสดงโปรแกรมทีละโปรแกรมโดยจะแสดงโปรแกรมละ 1 วินาที จนถึงโปรแกรมสุดท้าย แล้วจะวนกลับใหม่

<u>การลบโปรแกรม</u>

ถ้าตรวจสอบโปรแกรมต่างๆทั้งหมดแล้ว ปรากฏว่ามีบางโปรแกรมที่ผิดไปต้องการแก้ไข โดยการลบทิ้งมีขั้นตอนดังนี้คือ

1. กดปุ่ม PROGRAM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. กดปุ่มเลือกชั่วโมง นาที วัน และช่องเอาท์พุต ที่โปรแกรมผิด

3. กดปุ่ม CLS (CLEAR) เป็นอันว่าลบโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว

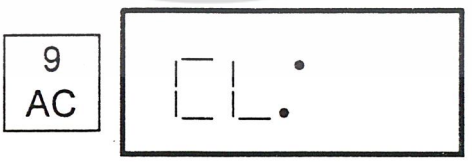
4.ถ้าต้องการแก้ไขใหม่อีก ให้ทำซ้ำเหมือนข้อ 1

แต่ถ้าโปรแกรมต่างๆมีข้อผิดพลาดมากต้องการจะแก้ไขใหม่ทั้งหมด มีขั้นตอนดังนี้

1. กดปุ่ม PROGRAM

2. กดปุ่มเลือก ชั่วโมง นาที วันเป็นเวลา วันไหนก็ได้

3. กดปุ่ม AC (9) หน้าปัดจะแสดง CL แสดงว่าลบโปรแกรมทั้งหมดแล้ว



4. ถ้าทำการลบโปรแกรมเสร็จเรียบร้อยแล้วจะเข้าสู่การทำงานปกติให้ทำการกดปุ่ม TIME เครื่องจะเข้าโหมดนาฬิกาตามปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. ศูนย์ภาษาคอมพิวเตอร์, การใช้งานZ-80, กรุงเทพมหานคร. ฟิสิกส์เซ็นเตอร์, หน้า2-8 ,2533
2. วิบูรณ์ ชื่นแขก,ไมโครโปรเซสเซอร์,กรุงเทพมหานคร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, หน้า 237-308, 2532
3. ยืน ภู่วรวรรณ, ทฤษฎีและการประยุกต์ไมโครโปรเซสเซอร์Z-80, กรุงเทพมหานคร. เอช-เอน, หน้า 38-178, 2521
4. ยืนภู่วรวรรณ,วัฒนา เชียงกูล,ไมโครโปรเซสเซอร์ไมโครคอมพิวเตอร์,กรุงเทพมหานคร. เอช-เอน, หน้า 164-165, 2521
5. Barden, William, Jr. The Z80 Microcomputor Hand Book. Indianapolis,Ind. : Howard W.Sams, 1978.
6. Coffron, James W. Z80 Application. Berkely, Calif. : Sybex, 1983.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้