ปีการศึกษา 2533

เครื่องควบคุมแบบโปรแกรมได้

(Programmable Logic Controller : PLC)

โดย

1. นายบุญชู	งามไพโรจน์พิบูลย์	30.1123
2. นายพจน์	เจริญผลดี	30.1171
3. นายพรเดช	หวังวิวัฒน์สิน	30.1178
4. นายอัชฎิล	เจียระไนรุ่งโรจน์	30.1357

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ สุพรรณ กุลพาณิชย์

027918

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2533

ภาควิชา เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องควบคุมแบบโปรแกรมได้

(PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER)

ผู้จัดทำ

1.	นายบุญชู	งามไพโรจน์พิบูลย์	30.1123
2.	นายพจน์	เจริญผลดี	30.1171
3.	นายพรเดช	หวังวิวัฒน์ลิน	30.1178
4.	นายอัชฎิล	เจียระไนรุ่งโรจน์	30.1357

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ สุพรรณ กุลพาณิชย์)

เลขหมู่ T 33085 ป 2

เลขทะเบียน 027918

วัน, เดือน, ปี 7 ธ.ค. 34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

027918

สารบัญ

บทที่ 1 บทนำ 1

บทที่ 2 ทฤษฎีพื้นฐานและหลักการของพีแอลซี 2

2.1 โครงสร้างของพีแอลซี 2

2.2 หน่วยประมวลผลกลาง 3

2.3 หน่วยอินพุท-เอาท์พุท 5

2.4 หน่วยป้อนโปรแกรม 6

2.5 แหล่งจ่ายไฟ 6

2.6 การใช้งานจอภาพแสดงผล แอลซีดี 6

บทที่ 3 การออกแบบและสร้างพีแอลซี 18

3.1 หน่วยประมวลผล 18

3.2 หน่วยอินพุท-เอาท์พุท 18

3.3 หน่วยป้อนโปรแกรม 23

3.4 หน่วยจ่ายพลังงาน 28

บทที่ 4 การออกแบบโปรแกรมบริหารระบบพีแอลซี 31

4.1 โปรแกรมบริหารระบบทำหน้าที่อะไรบ้าง 31

4.2 การจัดหน่วยความจำของพีแอลซี 32

4.3 การจัดการเกี่ยวกับการป้อนโปรแกรมของผู้ใช้ 34

4.4 การตรวจสอบโปรแกรมผู้ใช้ 39

4.5 การจัดการทำงานตามโปรแกรมผู้ใช้ 39

4.6 การอ่านค่าและเปลี่ยนแปลงค่าสภาวะ 39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5 ชุดคำสั่งใช้งาน 40
5.1 จำนวนอินพุท เอาท์พุท ตัวตั้งเวลา และตัวนับ 40
5.2 องค์ประกอบของโปรแกรมผู้ใช้ 41
5.3 การจำแนกคีย์บอร์ด 41
5.4 คีย์คำสั่งพื้นฐาน 44
5.5 คำสั่ง UP [ ] , DOWN [ ] 50
5.6 คำสั่งการตั้งเวลา (TIMER) 52
5.7 คำสั่งตัวนับ (COUNTER) 54
5.8 สรุปคำสั่ง 56
บทที่ 6 วิธีการใช้งานเครื่องพีแอลซี 57
6.1 เริ่มต้นการใช้งาน 58
6.2 การเขียนโปรแกรม 59
6.3 การตรวจสอบโปรแกรม 64
6.4 การแก้ไขโปรแกรม 65
6.5 การลบโปรแกรมทั้งหมด 66
6.6 การลบค่าสภาวะเดิมของระบบ 66
6.7 การเก็บค่าสภาวะเดิมของระบบ 67
6.8 การดูและเปลี่ยนแปลงค่าสภาวะที่ควบคุมในโหมดมอนิเตอร์ 67
6.9 โปรแกรมที่ผิดพลาด 68
บทที่ 7 การทดลองและผลการทดลอง 69
บทที่ 8 บทสรุป 73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก 78
ภาคผนวก ก 78
ภาคผนวก ข 83
กิตติกรรมประกาศ 99
หนังสืออ้างอิง 100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องควบคุมแบบโปรแกรมได้

บุญชู งามไพโรจน์พิบูลย์
พจน์ เจริญผลดี
พรเดช หวังวิวัฒน์ลิน
อัชฎิล เจียระไนรุ่งโรจน์
สุพรรณ กุลพาณิชย์...อาจารย์ที่ปรึกษา
2533

บทคัดย่อ

"เครื่องควบคุมแบบโปรแกรมได้" หรือที่รู้จักกันดีในวงการอุตสาหกรรมว่า "พีแอลซี" จัดเป็นเครื่องมือที่ใช้ควบคุมการทำงานแบบเป็นลำดับขั้น ซึ่งเป็นเครื่องมือควบคุมที่มีบทบาทและมีความสำคัญอย่างมากในกระบวนการต่าง ๆ ทางอุตสาหกรรม โดยลักษณะของเครื่องควบคุมในปัจจุบันเน้นเรื่องการใช้งานง่ายแต่มีประสิทธิภาพในการทำงานสูง ง่ายต่อการเปลี่ยนแปลงแก้ไขเงื่อนไขการทำงานของกระบวนการ เพียงแต่เปลี่ยนแปลงโปรแกรมเท่านั้น นอกจากนี้ยังสามารถตรวจสอบสภาวะต่างๆ ของกระบวนการในขณะที่อยู่ระหว่างการควบคุมได้ ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ขอเสนอการออกแบบพีแอลซี โดยใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ขนาด 8 บิต เบอร์ Z 80A จำนวน 1 ตัว เป็นหน่วยประมวลผลกลางทำหน้าที่ควบคุมเงื่อนไขการทำงานทั้งหมดของกระบวนการ รวมทั้งควบคุมหน่วยป้อนโปรแกรมในเครื่องเดียวกันข้อดีที่สำคัญ คือ สามารถควบคุมกระบวนการตามโปรแกรมที่เขียนขึ้น อีกทั้งยังเปลี่ยนแปลงลักษณะและเงื่อนไขของการควบคุมได้อย่างสะดวก ถูกต้องและรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER

MR. BOONCHU NGAMPAIROIJPIBUL

MR. POT CHAROENPOLDEE

MR. PORNDECH WANGWIWATSIN

MR. ATCHADIN JEARANAIROONGROJ

MR. SUPARN KULAPANIT...ADVISOR

ABSTRACT

Programmable Logic Controller, well known as "PLC",is a Sequence Controller,which is very important to many industrial processing. The main point of controller is simply and also high efficiency. This all is in PLC, flexible controlling, only change the program,and also monitor the status of input,output of the process. This thesis presents a design of PLC, use a Z 80A microprocessor as the CPU unit and also control the Programming unit too. The advantage of this designed PLC is changing the control sequence easily ,process time swiftly.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

กระบวนการ(Process)ต่างๆในอุตสาหกรรม ส่วนใหญ่จะมีระบบการทำงานแบบเป็นลำดับขั้น (Sequence Control) ซึ่งแต่เดิมจะใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าเชิงกล (Electromechanical Device) อันได้แก่ รีเลย์(Relay) ตัวตั้งเวลา(Timer) ตัวนับ(Counter) และอื่นๆ ลักษณะการทำงานของระบบนี้มีเพียง 2 สภาวะ คือ เปิด(ON)และปิด(OFF) ซึ่งมีขนาดใหญ่และเปลี่ยนแปลงการทำงานได้ยาก และไม่สามารถประยุกต์ใช้กับระบบควบคุมที่ซับซ้อนได้

ในปัจจุบันจึงได้นำไมโครโปรเซสเซอร์(Microprocessor)มาใช้เป็นหัวใจหลักในการควบคุมแทนอุปกรณ์แบบเก่า ทำให้มีความสามารถสูงขึ้น ใช้งานได้สะดวกและกว้างขวางมากขึ้น

"เครื่องควบคุมแบบโปรแกรมได้" (Progrmmable Logic Controller) ซึ่งเป็นที่รู้จักกันอย่างกว้างขวางในชื่อย่อๆ ว่า"พีแอลซี" (PLC) จัดเป็นเครื่องควบคุมแบบใหม่ชนิดหนึ่งที่มีใช้อยู่ทั่วไปในกระบวนการต่างๆทางอุตสาหกรรมในประเทศที่พัฒนาแล้ว สามารถใช้แทนอุปกรณ์ไฟฟ้าเชิงกลได้เป็นจำนวนมาก

ภายในพีแอลซีประกอบด้วย หน่วยประมวลผลกลาง(CPU)ซึ่งในที่นี้ใช้ Z-80A หน่วยความจำแบบรอม(ROM)และแรม(RAM) อุปกรณ์ติดต่อแบบขนาน(8255 PIO) อุปกรณ์นับและตั้งเวลา(8253 Timer/Counter) คีย์บอร์ด(Membrane Switch) จอภาพแสดงผลแบบแอลซีดี(LCD Module Display) และอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์อื่นๆโดยสามารถสร้างเงื่อนไขควบคุมการทำงานต่างๆด้วยซอฟต์แวร์(Softwere) ที่สร้างเป็นชุดคำสั่งต่างๆของตัวเองโดยเฉพาะ ง่ายแก่การป้อนโปรแกรม แก้ไขโปรแกรม ตรวจสอบการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

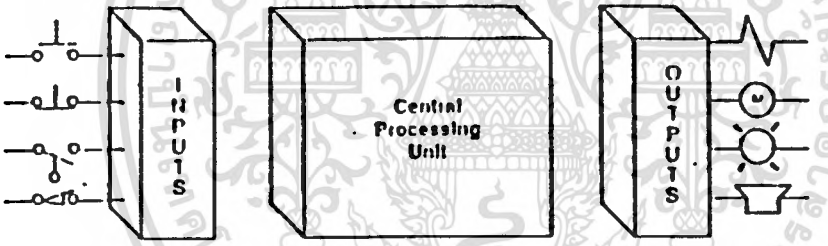
ทฤษฎีพื้นฐานและหลักการของพีแอลซี

2.1 โครงสร้างของพีแอลซี

พีแอลซี ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ

1.หน่วยประมวลผลกลาง (CPU Unit)

2.หน่วยอินพุท-เอาท์พุท (Input/Output Unit)



รูปที่ 2.1 โครงสร้างของ พีแอลซี

นอกจากส่วนประกอบหลัก 2 ส่วนข้างต้นแล้ว พีแอลซียังประกอบด้วย หน่วยป้อนโปรแกรม (Programming Unit) ทำหน้าที่ติดต่อระหว่าง พีแอลซี กับผู้ใช้ รับโปรแกรมที่ผู้ใช้เขียนขึ้นเก็บไว้ในหน่วยความจำ ปกติแล้วหน่วยป้อนโปรแกรมจะเชื่อมต่อกับ พีแอลซี เมื่อผู้ใช้ต้องการป้อน ตรวจสอบ หรือแก้ไขโปรแกรมเท่านั้น และพีแอลซีเองก็สามารถทำงานได้โดยไม่ต้องพึ่งหน่วยป้อนโปรแกรม ดังนั้นตามปกติแล้วหน่วยป้อนโปรแกรมจึงไม่จัดเป็นส่วนประกอบของพีแอลซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU UNIT)

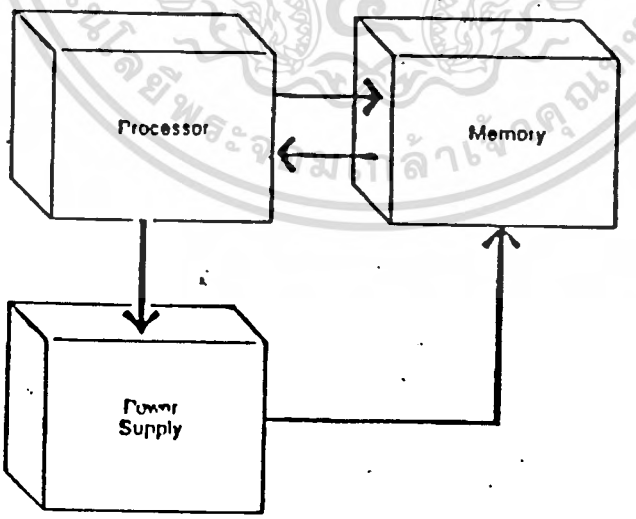
เป็นหน่วยที่ทำหน้าที่ประมวลผลโดยจะตรวจรับข้อมูลอินพุทจากอุปกรณ์ตรวจวัด (Sensor Device) แล้วทำการประมวลผลตามโปรแกรมเงื่อนไขที่ได้กำหนดไว้ในหน่วยความจำ จากนั้นก็ส่งสัญญาณเอาท์พุทออกไปเพื่อทำการควบคุมกระบวนการ

หน่วยประมวลผลกลางนี้ประกอบด้วย

1.หน่วยประมวลผล (Processor)

2.หน่วยความจำ (Memory)

รูปที่ 2.2 แสดงโครงสร้างของ หน่วยประมวลผลกลาง โดยหน่วยประมวลผลทำหน้าที่ควบคุมการทำงานทั้งหมดของเครื่องนำข้อมูลมาจากหน่วยความจำ มาปฏิบัติเพื่อควบคุมอุปกรณ์ภายนอกผ่านหน่วยอินพุท-เอาท์พุท ในขณะที่หน่วยจ่ายพลังงานทำหน้าที่จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับหน่วยประมวลผล และหน่วยความจำ



รูปที่ 2.2 โครงสร้างของหน่วยประมวลผลกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 หน่วยประมวลผล (Processor)

ทำหน้าที่ตรวจสอบสภาวะต่างๆในหน่วยความจำและประมวลผลตามโปรแกรมต่างๆ ที่สร้างขึ้น โดยจะทำซ้ำๆ วนรอบเช่นนี้ไปเรื่อยๆ ในการทำงานแต่ละรอบเรียกว่า การสแกน(Scanning) และระยะเวลาที่ใช้ในการสแกน 1 รอบ เรียกว่า ScanTime ช่วงเวลาของการสแกนขึ้นกับขนาดของหน่วยความจำ (ขนาดของ โปรแกรมใช้งาน และจำนวนอินพุท-เอาท์พุท) และความเร็วของหน่วยประมวลผล ช่วยเวลาสแกนนี้จะทำให้เราทราบถึง ความสามารถในการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของอินพุท-เอาท์พุทของพีแอลซี ว่ามีความรวดเร็วเพียงใด เช่น พีแอลซีที่มีช่วงการสแกน 10 msec. ย่อมไม่สามารถรับค่าสภาวะที่แท้จริงของอุปกรณ์ที่มีการเปลี่ยนแปลงทุก 7 msec. ถ้าใช้พีแอลซีควบคุมอุปกรณ์ดังกล่าว จะทำให้ผลการควบคุมผิดพลาดหมด โดยปกติแล้วช่วงเวลาสแกน จะใช้เวลาประมาณ 1-100 msec.

2.2.2 หน่วยความจำ (Memory)

ส่วนนี้ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมและข้อมูลต่างๆ ที่พีแอลซี ใช้ในการประมวลผล แบ่งหน่วยความจำออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. หน่วยความจำระบบ (System Memory) เก็บโปรแกรมบริหารระบบ และข้อมูลของระบบ

2. หน่วยความจำผู้ใช้ (User Memory) เก็บโปรแกรมผู้ใช้ ข้อมูลของหน่วยอินพุท-เอาท์พุทและอุปกรณ์ภายใน

หน่วยความจำที่นำมาใช้กับ พีแอลซี มี 2 ชนิด เช่นเดียวกับที่ใช้กับคอมพิวเตอร์ทั่วๆ ไป คือ

1. วอลอะทิล (volatile)

2. นอนวอลอะทิล (nonvolatile)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลภายในหน่วยความจำแบบวอลอะทิลจะสูญหายหมด ถ้าไม่มีกระแสไฟฟ้า (สามารถใช้ battery backup ได้) ส่วนข้อมูลภายหน่วยความจำแบบนอนวอลอะทิล จะยังคงอยู่ถึงแม้ว่าจะไม่มีกระแสไฟฟ้า

โปรแกรมบริหารระบบ(Supervisory Program หรือ Operating System) และข้อมูลของระบบ จะเก็บอยู่ในหน่วยความจำแบบนอนวอลอะทิล เช่น PROM EPROM EEPROM

ในขณะที่ โปรแกรมผู้ใช้ (User Program) อาจเก็บอยู่ในหน่วยความจำแบบใดก็ได้ ถ้าเป็นโปรแกรมที่ไม่ต้องการเปลี่ยนแปลงแก้ไขอีกก็จะเก็บในลักษณะเดียวกับโปรแกรมบริหารระบบ แต่ถ้ายังจำเป็นต้องมีการตรวจสอบแก้ไขโปรแกรมนั้นอยู่ ก็จะเก็บไว้ในหน่วยความจำประเภท RAM โดยอาจมีหน่วยจ่ายพลังงานสำรองจ่ายให้ชั่วคราว ขณะไฟฟ้าดับ

ส่วนข้อมูลที่เป็นข้อมูลของหน่วยอินพุท-เอาท์พุทและอุปกรณ์ภายใน (data memory) จะถูกเก็บอยู่ในหน่วยความจำแบบ RAM เท่านั้น เพราะเป็นข้อมูลที่มีการประมวลผลเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา โดยอาจมีหน่วยพลังงานสำรองหรือไม่มีก็ได้

2.3 หน่วยอินพุท-เอาท์พุท (INPUT/OUTPUT UNIT)

เป็นตัวกลางเชื่อมการติดต่อระหว่างหน่วยประมวลผลกลางกับอุปกรณ์ภายนอก โดยที่หน่วยอินพุททำหน้าที่รับค่าสภาวะจากอุปกรณ์ตรวจวัด เช่น ลิมิตสวิตช์ หรือกชิมิตสวิตช์ และอื่นๆ ส่งไปยังหน่วยประมวลผลกลาง ทำการประมวลผลตามโปรแกรมผู้ใช้ และส่งผลที่ประมวลได้ไปที่หน่วยเอาท์พุท เพื่อควบคุมอุปกรณ์ภายนอก เช่น รีเลย์ มอเตอร์ไฟฟ้า หลอดไฟ ปั๊ม วาล์ว เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 หน่วยป้อนโปรแกรม (PROGRAMMING UNIT)

หน่วยป้อนโปรแกรม ทำหน้าที่ป้อนโปรแกรมลงในหน่วยความจำ ซึ่งโปรแกรมบริหารระบบจะนำไปประมวลผลเพื่อควบคุมอุปกรณ์ภายนอกอีกทีหนึ่ง การตรวจสอบแก้ไขโปรแกรมผู้ใช้ การแสดงค่าสภาวะของอินพุท-เอาท์พุท ตัวตั้งเวลา ตัวนับเวลาต่างๆ ก็สามารถดำเนินการได้ด้วยหน่วยป้อนโปรแกรมนี้

2.5 หน่วยจ่ายพลังงาน (Power Supply)

หน่วยจ่ายพลังงาน ทำหน้าที่จ่ายกระแสไฟฟ้าให้ส่วนต่างๆ ของ พีแอลซี คือ หน่วยประมวลผล หน่วยความจำ หน่วยอินพุท-เอาท์พุท โดยรักษาระดับแรงดันไฟฟ้าให้คงที่ "ความน่าเชื่อถือของพีแอลซี ขึ้นกับการทำงานของหน่วยจ่ายพลังงาน"

2.6 การใช้งานจอภาพแสดงผลแบบ Dot Matrix LCD Module

จอภาพแสดงผลแบบ Dot Matrix LCD Module เป็นส่วนแสดงผลที่มีประสิทธิภาพสูง สามารถแสดงตัวอักษร ตัวเลขต่างๆ ได้ครบถ้วน อีกทั้งสามารถสร้างตัวอักษรขึ้นใช้เองได้อีกด้วย โดยเขียนข้อมูลเก็บไว้ใน Character Genertor RAM ของ LCD Module

ภายใน Dot Matrix LCD Module จะมีหน่วยควบคุมการทำงาน (controller)อยู่ในตัวเอง นั่นคือ HD44780 Dot-Matrix LCD Controller & Driver ดังนั้นเพียงแต่เราเขียนคำสั่งควบคุมต่างๆ ตามลำดับขั้นตอนที่ถูกต้อง ก็สามารถควบคุมและใช้งาน LCD นี้ได้ตามความต้องการ

2.6.1 Initialization

ก่อนเริ่มใช้งาน LCD Module ต้องมีการ initialization ให้แก่ HD44780 (controller) เสียก่อน ซึ่งมีอยู่ 2 วิธี คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1)Initialization by internal reset circuit:

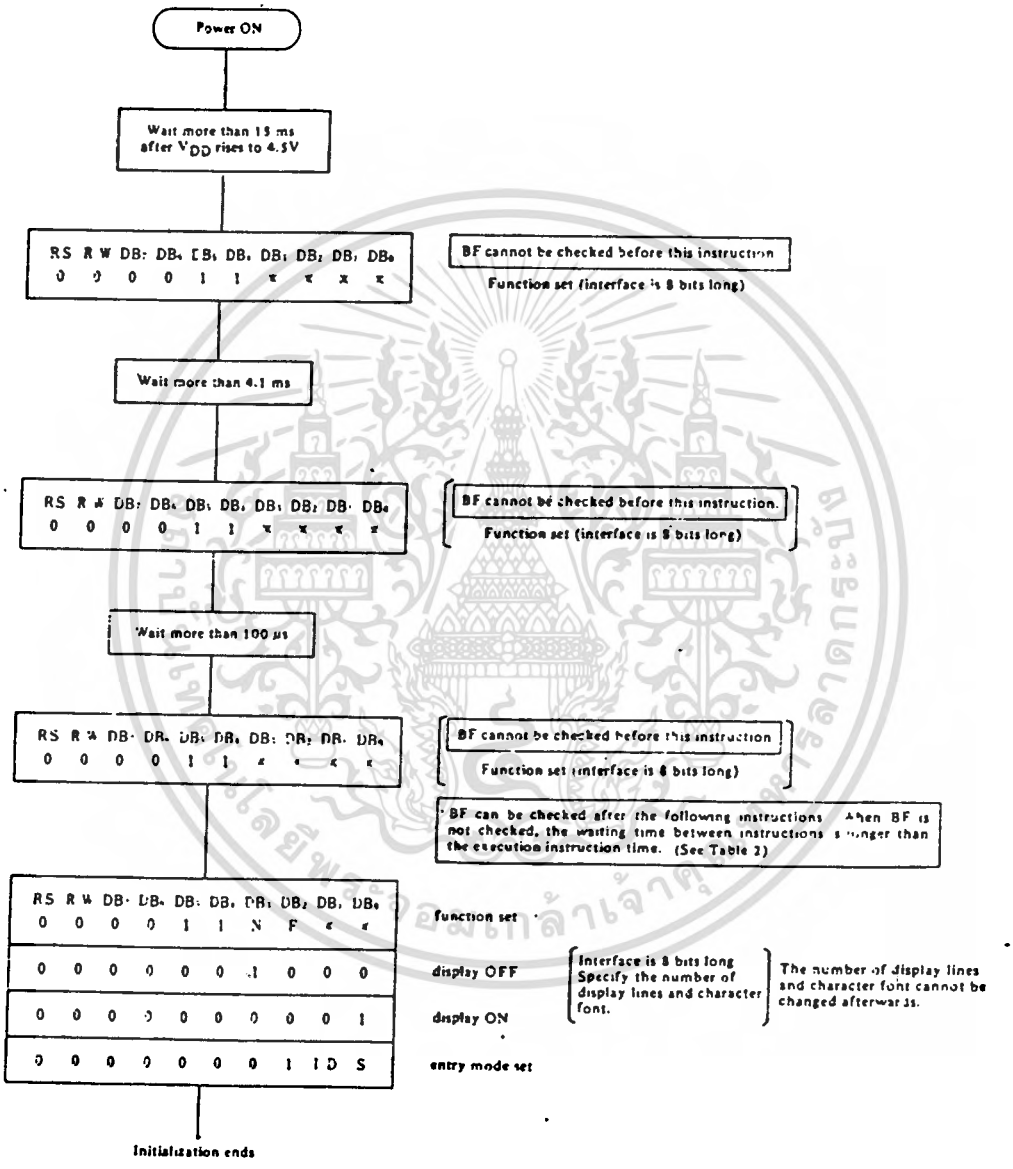
ตามปกติแล้วทุกครั้งที่เริ่มจ่ายไฟเลี้ยงให้กับ Module HD44780 จะทำการ reset (initialization) โดยอัตโนมัติ ด้วยวงจรภายในตัวเอง ซึ่งมีลำดับขั้นตอนตามคำสั่งข้างล่างนี้ และ Busy Flag จะมีค่า = 1 จนกระทั่งสิ้นสุด initialization ซึ่งใช้เวลาประมาณ 10 ms. หลังจาก V_{cc} มีค่า = 4.5 volt

- Display Clear
- Function set
  - DL = 1 : รับส่งข้อมูลขนาด 8 บิท
  - N = 0 : แสดงผล 1 บรรทัด
  - F = 0 : 5*7 dot character font
- Display ON/OFF control
  - D = 0 : display OFF
  - C = 0 : cursor OFF
  - B = 0 : blink OFF
- Entry mode set
  - I/D= 1 : +1 (increment)
  - S = 0 : ไม่มีการเลื่อนจอแสดงผล
- Write DD RAM

2)Initialization ด้วย คำสั่ง :

ในกรณีที่ internal reset circuit ไม่สามารถทำงานได้ตามปกติ (ซึ่งมักจะมีผลมาจากไฟเลี้ยง) เป็นผลให้ Initialization ไม่ได้ด้วยตัวเอง จึงมีความจำเป็นต้องดำเนินการ ด้วยคำสั่งดัง Flow Chart ในรูปที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 โฟร์ชาร์ตแสดงการอินนิเชียไลเซชั่นจอภาพแสดงผล LCD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดกลาง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2.6.2 โครงสร้างภายนอกและการต่อใช้งาน LCD Module

การนำ LCD Module มาต่อเพื่อใช้งานนั้น สิ่งที่สำคัญที่สุดคือ ต่อขาสัญญาณให้ถูกต้อง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ไฟเลี้ยง เพราะเป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้ LCD Module เสียหายได้

LCD Module ที่นำมาใช้งานมีขาใช้งานอยู่ 14 ขา แบ่งออกได้ 3 กลุ่ม ดังนี้คือ:-

1. กลุ่มขาไฟเลี้ยง มี 3 ขา คือ V_{DD}(ขา 1), V_{SS}(ขา 2), V_o(ขา 3) โดยมีหน้าที่ต่างกัน คือ V_{DD} เป็นขาไฟเลี้ยงวงจรขนาด 5 volt, V_{SS} เป็นขา Ground ของวงจร V_{DD}-V_o เป็นระดับโวลท์เตจปรับความเข้มของจอภาพ

2. กลุ่มขาข้อมูลขนาด 8 บิท คือ DB_0-DB_7 มี 8 ขา คือ ขา 7-14 ทำหน้าที่รับ-ส่งข้อมูลกับภายนอก เพื่อเป็นคำสั่งแก่ LCD Module

3. กลุ่มขาควบคุม จำนวน 3 ขา คือ RS(ขา 4), R/W(ขา 5),E(ขา 6) ทำหน้าที่ควบคุมคำสั่งที่ป้อนเข้ามา

2.6.3 คำสั่งควบคุมการทำงานของ LCD Module

CLEAR DISPLAY

	RS	R/W	DB_7	DB_6	DB_5	DB_4	DB_3	DB_2	DB_1	DB_0
Code	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

คำสั่งนี้เป็นการเขียนช่องว่าง หรือ Space (ASCII 20H)เข้าไปใน DD RAM (display data RAM)ทั้งหมด และทำการเซ็ต DD RAM แอดเดรสให้เป็นศูนย์ ตัวเคอร์เซอร์จะกลับไปอยู่ตำแหน่งมุมบนซ้ายของจอภาพ เซ็ต I/D=1, S ไม่มีการเปลี่ยน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

027918

RETURN HOME

	RS	R/W	DB_7	DB_6	DB_5	DB_4	DB_3	DB_2	DB_1	DB_0
Code	0	0	0	0	0	0	0	0	1	*

คำสั่งนี้จะทำการเซ็ต DD RAM แอดเดรสให้เป็นศูนย์ ตัวเคอร์เซอร์จะกลับไปอยู่ตำแหน่งบนสุดซ้ายมือของจอภาพ ข้อมูลในจอภาพ(DD RAM)ไม่เปลี่ยน

ENTRY MODE SET

	RS	R/W	DB_7	DB_6	DB_5	DB_4	DB_3	DB_2	DB_1	DB_0
Code	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S

BIT I/D: โดยจะเป็นตัวกำหนดให้ว่าเมื่อเขียน หรืออ่านข้อมูลแล้วจะทำให้ DD RAM แอดเดรสเพิ่มขึ้น หรือลดลงหนึ่ง โดย 1=เพิ่ม, 0=ลดลงหนึ่ง

BIT S : เป็นตัวกำหนดการแสดงผล ถ้า S=1 จะเป็นการใส่ข้อมูลแล้วตัวเคอร์เซอร์จะถูกดันไปทางซ้าย ถ้า S=0 ข้อมูลจะอยู่กับที่ตัวเคอร์เซอร์จะถูกดันไปทางขวามือ

DISPLAY ON/OFF CONTROL

	RS	R/W	DB_7	DB_6	DB_5	DB_4	DB_3	DB_2	DB_1	DB_0
Code	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BIT D : เป็นบิตที่ใช้ควบคุมการปิดเปิดหน้าจอ โดยถ้า D = 1 จะ ON และ D = 0 จะ OFF

BIT C: ใช้แสดง cursorเมื่อให้บิต C = 1และถ้าไม่ต้องการ cursor ก็ให้บิต C = 0 โดยที่ตัว cursor จะอยู่ที่แถวที่ 8

BIT B: เป็นบิตที่ใช้เซ็ตการกระพริบของ cursor โดย B = 1 มีการกระพริบ ถ้า B = 0 ไม่มีการกระพริบ ระยะเวลาการกระพริบประมาณ 379.2 ms.

CURSOR AND DISPLAY SHIFT

	RS	R/W	DB_7	DB_6	DB_5	DB_4	DB_3	DB_2	DB_1	DB_0
Code	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	*	*

เป็นคำสั่งกำหนดให้ตำแหน่ง cursor หรือข้อมูลไปปรากฏทางซ้ายหรือขวา โดยไม่ต้องใช้คำสั่งเขียน หรืออ่านโดย

S/C	R/L	
0	0	ทำการย้าย cursor จากตำแหน่งเดิมไปทางซ้ายหนึ่งตำแหน่ง
0	1	ทำการย้าย cursor จากตำแหน่งเดิมไปทางขวาหนึ่งตำแหน่ง
1	0	เป็นการดันตัวอักษรที่ปรากฏไปทางซ้ายมือ
1	1	เป็นการดันตัวอักษรที่ปรากฏไปทางขวามือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FUNCTION SET

	RS	R/W	DB_7	DB_6	DB_5	DB_4	DB_3	DB_2	DB_1	DB_0
Code	0	0	0	0	1	DL	N	F	*	*

DL: เป็นการเซ็ตการติดต่อว่าจะให้เป็นแบบ 8 หรือ 4 บิต โดยถ้าต้องการติดต่อ 4 บิต DL = 0 และ 8 บิต DL = 1

N : เป็นการเซตบรรทัดการแสดงผล N = 0 แสดง 1 บรรทัด

N = 1 แสดง 2 บรรทัด (หรือมากกว่า)

F : เป็นการเซตขนาดจุดของการแสดงผล F = 0 เป็นแบบ 5*7

F = 1 เป็นแบบ 5*10

SET CG RAM ADDRESS

	RS	R/W	DB_7	DB_6	DB_5	DB_4	DB_3	DB_2	DB_1	DB_0
Code	0	0	0	1	A	A	A	A	A	A

(01AAAAAA : CG RAM address)

คำสั่งนี้จะเป็นการเซตแอดเดรสใน CG RAM โดยต้องทำการเซตแอดเดรสก่อนเขียนหรืออ่านข้อมูลจาก CG RAM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SET DD RAM ADDRESS

	RS	R/W	DB_7	DB_6	DB_5	DB_4	DB_3	DB_2	DB_1	DB_0
Code	0	0	1	A	A	A	A	A	A	A

(1AAAAAAA : DD RAM address)

เป็นคำสั่งเซตค่าแอดเดรสใน DD RAM ในการเขียนหรือหรืออ่านค่าจาก DD RAM โดยจำนวนแอดเดรสที่จะเกิดขึ้นบนจอ LCD ขึ้นอยู่กับการเซตค่า N ด้วย

ถ้า N = 0 (1 บรรทัด) แอดเดรสอยู่ที่ 00h-4Fh

ถ้า N =1 (2 บรรทัด) แอดเดรสจะอยู่ที่ 00h-27h สำหรับบรรทัด 1

ที่ 40h-67h สำหรับบรรทัด 2

READ BUSY FLAG & ADDRESS

	RS	R/W	DB_7	DB_6	DB_5	DB_4	DB_3	DB_2	DB_1	DB_0
Code	0	1	BF	A	A	A	A	A	A	A

(BF : Busy Flag

AAAAAAA : CG or DD RAM address)

เป็นคำสั่งอ่านค่า busy flag ซึ่งเป็นตัวบอกว่า HD44780 อยู่ในขบวนการทำงานภายใน หรืออยู่ในสภาพหรือมรับข้อมูล โดย

BF = 1 ไม่หรือมรับข้อมูลหรือคำสั่ง

BF = 0 หรือมรับข้อมูลหรือคำสั่ง

นอกจากนี้ยังเป็นคำสั่งอ่านค่าข้อมูลแอดเดรสของ CG RAM หรือ DD RAM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WRITE DATA TO CG or DD RAM

	RS	R/W	DB_7	DB_6	DB_5	DB_4	DB_3	DB_2	DB_1	DB_0
Code	1	0	D	D	D	D	D	D	D	D

(DDDDDDDD : Data to CG or DD RAM)

เป็นคำสั่งเขียนข้อมูลเข้าไปใน CG หรือ DD RAM โดยเมื่อเขียนข้อมูลเข้าไปในแอดเดรสที่กำหนดไว้ก่อนหน้านี้ และจากนั้นแอดเดรสจะเพิ่มหรือลดโดยอัตโนมัติตามคำสั่งที่เซตใน entry mode

READ DATA FROM CG or DD RAM

	RS	R/W	DB_7	DB_6	DB_5	DB_4	DB_3	DB_2	DB_1	DB_0
Code	1	1	D	D	D	D	D	D	D	D

(DDDDDDDD : Data from CG or DD RAM)

เป็นคำสั่งอ่านค่าข้อมูลจาก CG RAM หรือ DD RAM โดยก่อนอ่านค่าจาก CG RAM หรือ DD RAM ควรจะใช้คำสั่งเซตแอดเดรสก่อนเพื่อให้รู้ว่าข้อมูลที่อ่านได้นั้นเป็นข้อมูลจาก CG RAM หรือ DD RAM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ble 2 Instructions

Instruction	Code										Description	Execution time (when fosc is 250 kHz) Note 1	Execution time (when fosc is 160 kHz) Note 2
	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0			
lear display	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Clears all display and returns the cursor to the home position (Address 0)	82 μs ~ 1.64 ms	120 μs ~ 4.9 ms
eturn home	0	0	0	0	0	0	0	0	1	*	Returns the cursor to the home position (Address 0). Also returns the display being shifted to the original position. DD RAM contents remain unchanged.	40 μs ~ 1.6 ms	120 μs ~ 4.8 ms
ntry mode t	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S	Sets the cursor move direction and specifies or not to shift the display. These operations are performed during data write and read.	40 μs	120 μs
splay ON/ FF control	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B	Sets ON/OFF of all display (D), cursor ON/OFF (C), and blink of cursor position character (B).	40 μs	120 μs
rsor and play shift	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	*	*	Moves the cursor and shifts the display without changing DD RAM contents	40 μs	120 μs
nction set	0	0	0	0	1	DL	N	F	*	*	Sets interface data length (DL) number of display lines (L) and character font (F).	40 μs	120 μs
CG RAM ress.	0	0	0	1	A_{CG}						Sets the CG RAM address. CG RAM data is sent and received after this setting.	40 μs	120 μs
DD RAM ress	0	0	1	A_{DD}							Sets the DD RAM address. DD RAM data is sent and received after this setting.	40 μs	120 μs
d busy & address	0	1	BF	AC							Reads Busy flag (BF) indicating internal operation is being performed and reads address counter contents.	1μs	1 μs
e data G or RAM	1	0	Write Data								Writes data into DD RAM or CG RAM.	40 μs	120 μs
d data G or RAM	1	1	Read Data								Reads data from DD RAM or CG RAM.	40 μs	120 μs

I/D = 1 Increment (+1) I/D = 0: Decrement (−1)
S = 1 Accompanies display shift.
S/C = 1 Display shift S/C = 0: Cursor move
R/L = 1 Shift to the right.
R/L = 0 Shift to the left
DL = 1 8 bits DL = 0: 4 bits
N = 1 2 lines N = 0: 1 line
F = 1 5 × 10 dots F = 0: 5 × 7 dots
BF = 1 Internally operating
BF = 0 Can accept instruction

DD RAM: Display data RAM
CG RAM: Character generator RAM
A_{CG}: CG RAM address
A_{DD}: DD RAM address Corresponds to cursor address.
AC: Address counter used for both of OD and CG RAM address.

Execution time changes when frequency changes.
(Example)
When fosc is 270 kHz

$$40\ \mu s \times \frac{250}{270} = 37\ \mu s$$

ffect

รูปที่ 2.4 ตารางสรุปคำสั่งควบคุมการทำงานของ LCD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.4 สัญญาณจากขา E

สำหรับขา E จะทำหน้าที่ในการรับคำสั่งต่างๆ ที่ได้กล่าวมาทั้งหมดข้างต้น ตรวจ โดยจะมีการทำงานแตกต่างกันตามชุดคำสั่ง ดังตารางข้างล่างนี้

Table 4 Register selection

RS	R/W	E	Operation
0	0		IR write as internal operation (Display clear, etc.)
0	1		Read busy flag (DB-) and address counter (DB_0 ~ DB_6)
1	0		DR write as internal operation (DR to DD or CG RAM)
1	1		DR read as internal operation (DD or CG RAM to DR)

รูปที่ 2.5 แสดงสภาวะของสัญญาณขา E ขณะส่งคำคำสั่งต่างๆ

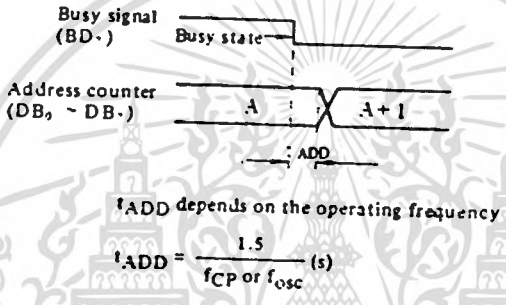
2.6.5 Busy Flag

เป็น Flag ของ LCD Module ที่ใช้สำหรับตรวจสอบว่า LCD Module กำลังอยู่ในสภาวะ excuteหรือไม่ ซึ่งถ้าใช่ Busy Flag จะมีค่า = 1 ดังนั้นก่อนที่จะเขียนคำสั่งใหม่ให้กับ LCD Module จะต้องมั่นใจว่า Busy Flag มีค่า = 0 ซึ่งสามารถมั่นใจได้ดังนี้ คือ

1.คำสั่งแต่ละคำสั่งจะใช้เวลาในการ execute ไม่เท่ากัน(ดังรายละเอียดในตาราง) ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ Busy Flag = 1 (ไม่สามารถรับคำสั่งใหม่ได้) ดังนั้นก่อนที่จะส่งคำสั่งใหม่แก่ HD44780 (controller) จะต้องหน่วงเวลาไว้ไม่น้อยกว่า execute time ของคำสั่งก่อนหน้า (รายละเอียดข้อมูลในรูปที่ 2.4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.ภายหลังจากการ execute คำสั่งอ่านหรือเขียน CG/DD RAM ระบบภายใน LCD Module จะเพิ่มหรือลด RAM counter โดยอัตโนมัติ ซึ่งจะมีเวลาหน่วงหลังจากที่ falling edge ของ Busy Flag = t_{ADD} = $1.5/f_{osc}$ (sec.) (f_{osc} : operating frequency)



รูปที่ 2.6 แสดง Busy Flag

สรุปข้อควรระวังในการเขียนคำสั่งได้ว่า:-

1.ในการเขียนคำสั่งแต่ละคำสั่งเข้าสู่ LCD Module จะต้องกำหนดการทำงานของขา E ที่เหมาะสม

2.ระหว่างคำสั่งแต่ละคำสั่งที่เขียนเข้าสู่ LCD Module จะต้องมีระยะเวลาห่างกันมากกว่า execute time ของแต่ละคำสั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและสร้างพีแอลซี

3.1 หน่วยประมวลผลกลาง

หน่วยประมวลผล นับเป็นหัวใจของหน่วยประมวลผลกลาง ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ Z 80A (U1) ต่อรวมกับอุปกรณ์จำพวกหน่วยความจำ EPROM (U2) และ RAM (U3) ดังรูปที่ 3.1 โดยมีรายละเอียดดังนี้ :-

- (U2)เป็นอีพรอมขนาด 16 กิโลไบท์ ทำหน้าที่เก็บ โปรแกรมบริหารระบบ และข้อมูลของระบบ เป็นส่วนของโปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อควบคุมการทำงานของระบบพีแอลซี มีตำแหน่งของหน่วยความจำตั้งแต่ 0000h-3FFFh

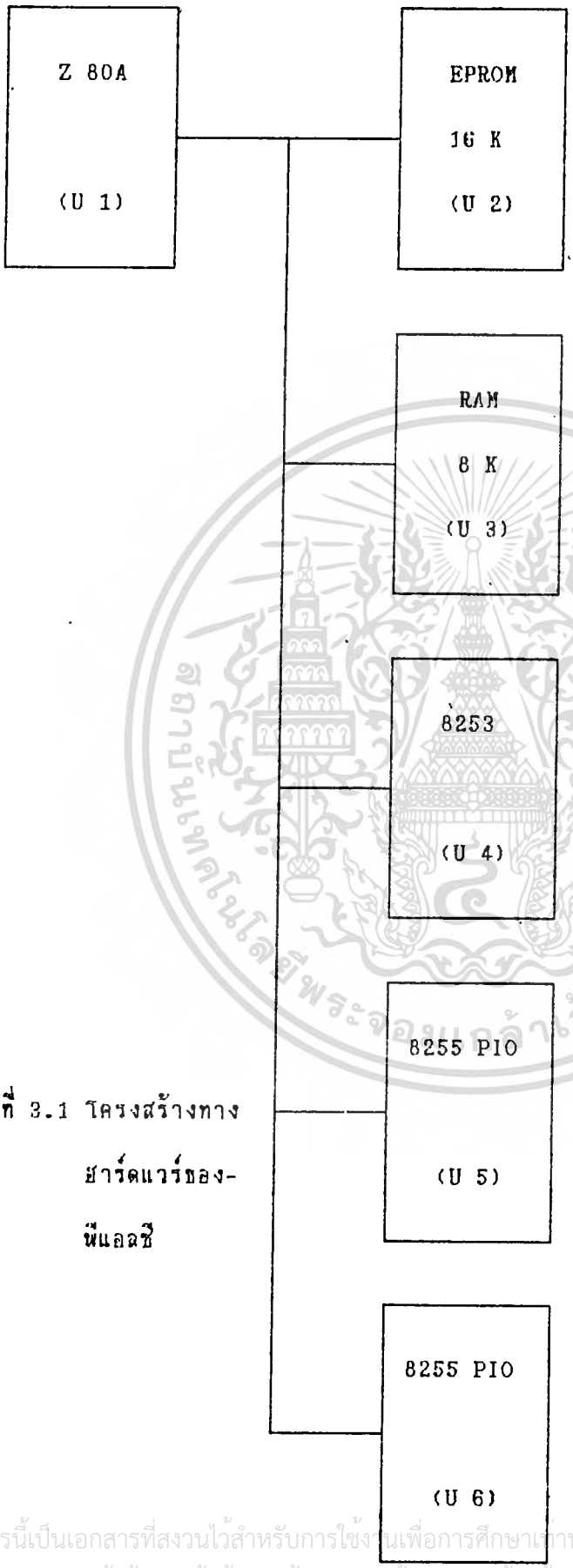
- (U3)เป็นแรมขนาด 8 กิโลไบท์ ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมใช้งาน และข้อมูลสภาวะของหน่วยอินพุท-เอาท์พุท ค่าเวลาและค่านับต่างๆ ตลอดจนค่าตั้งเวลาและค่าตั้งนับ (Setvalue) ของตัวตั้งเวลา (Timer) และตัวนับ (Counter) ค่าในบัฟเฟอร์ต่างๆ ที่ โปรแกรมบริหารระบบ ใช้ในการประมวลผล ก็จะอยู่ในแรมตัวนี้เช่นกัน

- (U4)เป็นไอซีตัวนับเบอร์ 8253 (Counter) ทำหน้าที่สร้างฐานเวลาให้กับระบบของพีแอลซี

3.2 หน่วยอินพุท-เอาท์พุท

ในการควบคุมกระบวนการต่างๆ โดยใช้พีแอลซีนั้น จำเป็นต้องมีการติดต่อกันระหว่างอุปกรณ์ภายนอกกับพีแอลซี ผ่านหน่วยอินพุท-เอาท์พุท สำหรับหน่วยอินพุท-เอาท์พุทที่ออกแบบนั้นเราออกแบบเป็นหน่วยอินพุทภายนอก 16 อินพุท โดยต่อร่วมกับออพโตคัพเปลร์ (Opto Coupler) และหน่วยเอาท์พุทภายนอก 16 เอาท์พุท โดยต่อร่วมกับทรานซิสเตอร์แบบชาคลอเล็คเตอร์เปิด(Open Collector Transistor) 8 เอาท์พุท ต่อร่วมกับรีเลย์(Relay) 8 เอาท์พุท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



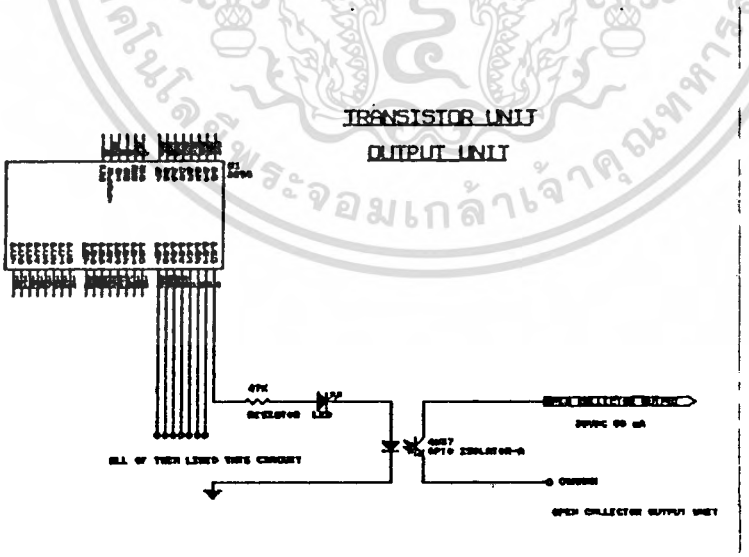
รูปที่ 3.1 โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ของ-พีแอลซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งออปโตคัพเปอร์ของอินพุท ทรานซิสเตอร์แบบชาคอลเล็คเตอร์เปิดและรีเลย์ของเอาท์พุท ต่างก็ติดต่อกับ หน่วยประมวลผลกลางผ่านทางไอซีเบอร์ 8255 (U5) ซึ่งเป็นพอร์ทแบบขนาน (Parallel Port) รับส่งข้อมูลครั้งละ 8 บิต

ไอซีเบอร์ 8255 สามารถเป็นได้ทั้งอินพุทและเอาท์พุทพอร์ท โดยภายในแบ่งเป็น 3 พอร์ท เรียกว่าพอร์ท A พอร์ท B และพอร์ท C ตามลำดับ การกำหนดให้พอร์ตใดเป็นอินพุทหรือเอาท์พุทสามารถทำได้ โดยใช้คำสั่งควบคุมส่งมายังพอร์ทควบคุมของไอซีเบอร์ 8255

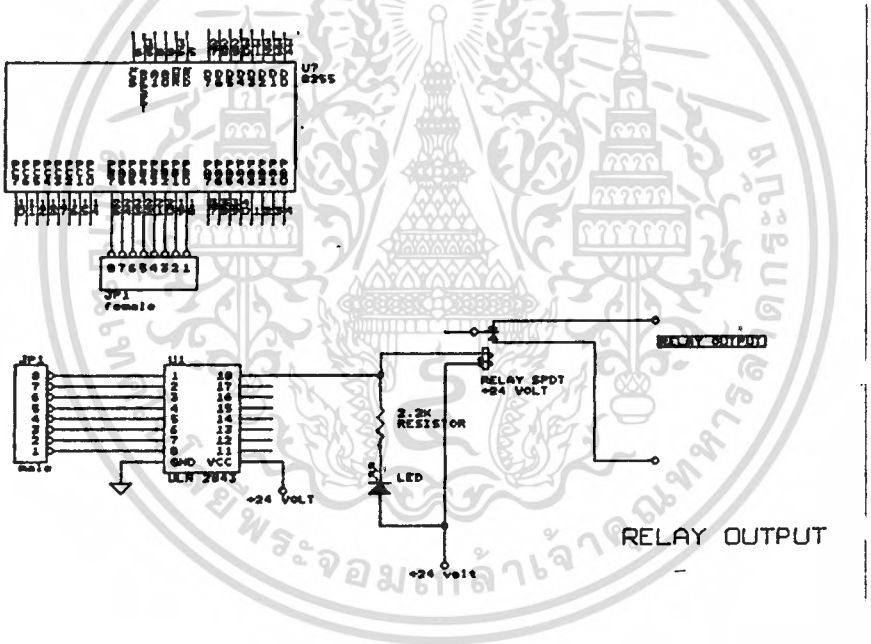
สำหรับ 8255 (U5)ที่ใช้สำหรับหน่วยอินพุท-เอาท์พุทเรากำหนดพอร์ท A เป็นเอาท์พุทพอร์ท ติดต่อกับออปโตทรานซิสเตอร์แบบชาคอลเล็คเตอร์เปิดเบอร์ 4N26 จำนวน 8 ชุด (รูปที่ 3.2) เป็นเอาท์พุทแบบทรานซิสเตอร์แบบชาคอลเล็คเตอร์เปิด 8 เอาท์พุท



รูปที่ 3.2 แสดงวงจรเอาท์พุทชนิดทรานซิสเตอร์แบบชาคอลเล็คเตอร์เปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับพอร์ท B กำหนดเป็นเอาท์พุทพอร์ทเช่นกันโดยจะติดต่อกับไอซี ULN 2803 ซึ่งทำหน้าที่ขับกระแสให้กับรีเลย์ 8 ตัวเป็นเอาท์พุทแบบรีเลย์ 8 เอาท์พุท (รูปที่ 3.3)

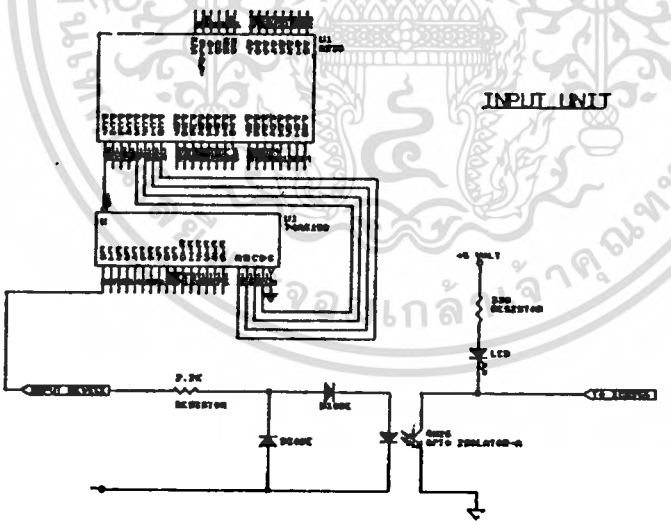


รูปที่ 3.3 แสดงวงจรเอาท์พุทแบบรีเลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับพอร์ท C กำหนด 4 บิตล่าง (PC0-PC3) เป็นเอาท์พุทพอร์ท และ 4 บิตบน (PC4-PC7)เป็นอินพุทพอร์ท (รูปที่ 3.4) โดยต่อร่วมกับไอซีเบอร์ 74150 ซึ่งเป็นไอซีมัลติเพล็กเซอร์(Multiplexer)แบบ 16 เส้นมาเป็น 1 เส้น (16 Lines to 1 Line) ใช้สัญญาณ PC0-PC3 เป็นขาเลือกสัญญาณมัลติเพล็ก และ PC7 เป็นสายอินพุทรับสัญญาณ เข้าสู่หน่วยประมวลผลกลาง

ทางด้านอินพุทของไอซี 74150 จำนวน 16 เส้นนั้นเราต่อเข้ากับออพโตทรานซิสเตอร์แบบขาคอลเล็คเตอร์เปิดเบอร์ 4N26 จำนวน 16 ชุด (รูปที่ 3.4) เป็นการไอโซเลต (Isolate) สัญญาณจากภายนอก กับหน่วยประมวลผลกลาง



รูปที่ 3.4 แสดงวงจรทางด้านอินพุท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 หน่วยป้อนโปรแกรม

เป็นหน่วยติดต่อสื่อสารระหว่างผู้ใช้กับเครื่องควบคุม เพื่อการป้อนชุดคำสั่งเป็นโปรแกรมควบคุม แก้ไขโปรแกรม ตลอดจนตรวจสอบสภาพการทำงานของเครื่อง

หน่วยป้อนโปรแกรมนี้จัดแบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ

1. สวิชต์เลือกโหมดการทำงาน
2. คีย์บอร์ดสำหรับเขียน ตรวจสอบ และแก้ไข โปรแกรม
3. จอภาพแสดงผลแบบ LCD
4. ลำโพง

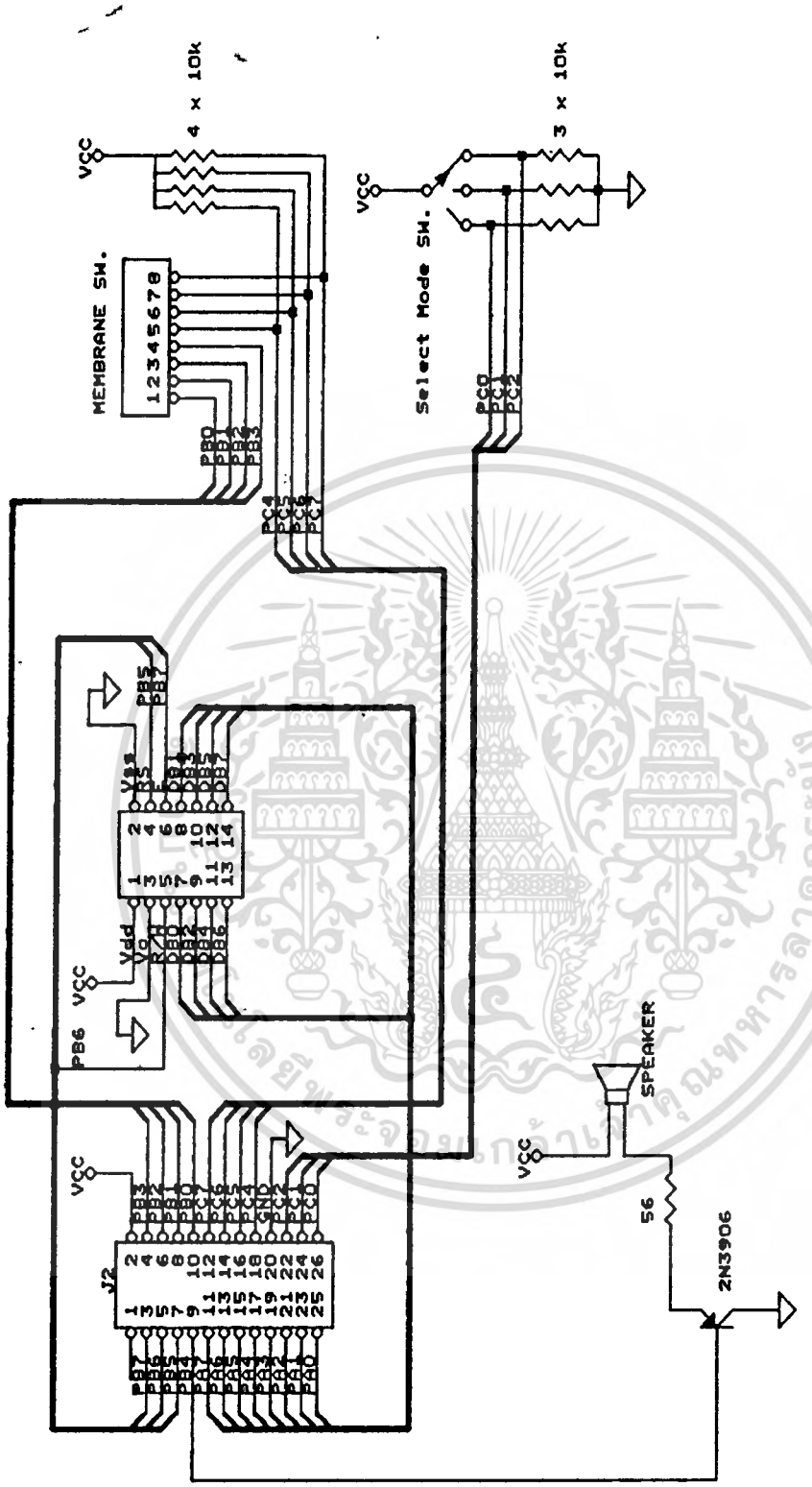
ทุกส่วนดังกล่าวข้างต้นติดต่อกับหน่วยประมวลผลกลางโดยผ่านไอซีเบอร์8255 (U6) ดังโครงสร้างในรูปที่ 3.1 โดย 8255(U6) ถูกสั่งให้ทำงานในโหมด 0 และกำหนดพอร์ทต่าง ๆ ดังนี้ :-

- พอร์ท A เป็นเอาท์พุทพอร์ท ทำหน้าที่ส่งข้อมูล(data) ขนาด 8 บิต ให้แก่ส่วนจอภาพแสดงผลแบบ LCD

- พอร์ท B เป็นเอาท์พุทพอร์ท มีรายละเอียดดังนี้ คือ PB0-PB3 ทำหน้าที่เป็น สแกนเอาท์(scan-out data) ให้แก่คีย์บอร์ด , PB4 เป็นสายสัญญาณสร้างเสียงออกที่ลำโพง , PB5-PB7 เป็นสายสัญญาณควบคุมการทำงานของส่วนจอภาพแสดงผลแบบ LCD

- พอร์ท C แยกเป็น 2 ส่วน คือ 4 บิตบน ตั้งแต่ PC4-PC7 ทำหน้าที่เป็น สแกนอิน(scan-in data)ของคีย์บอร์ด, 4 บิตล่าง PC0-PC2เป็นอินพุทสายสัญญาณของสวิตช์เลือกโหมด PC3 เหลือว่างไว้จึงให้สายลงดินเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 แสดงวงจรของหน่วยป้อนโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1 สวิชต์เลือกโหมดการทำงาน

เป็นสวิตช์ที่ทำหน้าที่เลือกโหมดการทำงานของพีแอลซี ออกเป็น 3 โหมด คือ โหมดโปรแกรม(Program Mode) โหมดมอนิเตอร์(Monotor Mode) โหมดทำงานจริง (Run Mode)

สวิตช์เลื่อน 3 จังหวะต่อเข้ากับ 8255(U6) โดยต่อเข้าดังรูป 3.5 จากวงจรในรูป สามารถสรุป "ข้อมูล" ที่เกิดขึ้นเมื่อเลือกโหมดต่างๆ กันได้ คือ

โหมด	PC0	PC1	PC2
โปรแกรม	1	1	0
มอนิเตอร์	0	1	0
รัน	0	1	1

รูปที่ 3.6 แสดงค่าสภาวะประจำโหมดต่างๆ

3.3.2 คีย์บอร์ด

คีย์บอร์ดที่ใช้เป็นเมตริกคีย์บอร์ดที่เรียกว่า เมมเบรนสวิตช์ (Membrane Switch) ขนาด 4x4 (=16 คีย์) ดังนั้นการเชื่อมต่อคีย์บอร์ดเข้ากับหน่วยประมวลผลหลัก จึงอาศัยหลักการของการสแกนคีย์ โดยต่อเข้ากับ 8255 (U6) มี PB0-PB3 เป็นข้อมูลสแกนเอาท์ และ PC4-PC7 เป็นข้อมูลสแกนอิน ตามรูปที่ 3.5

จะเห็นว่าจำนวน คีย์บอร์ด มีอยู่เพียง 16 คีย์ ดังนั้นคำสั่งพิเศษบางคำสั่งจะถูกเรียกใช้งานในรูปแบบ ของ ฟังก์ชั่นนัมเบอร์ (Functtion Number) คือ กดคีย์ FUN แล้วตามด้วยตัวเลขต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7 CLEAR	8 INC	9 NOT	 SFT
4 INC	5 DEL	6 IN	RES LD
1 DEC	2	3	 OUT
 FUN	0 AND	SET OR	 ENT

รูปที่ 3.7 ภาพแสดงตำแหน่งของคีย์ต่างๆ (Keyboard Map)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FUNCTION	INSTRUCTION
1	END
2	CNT
3	RCNT
4	T
5	T
6	T
7	RT

รูปที่ 3.8 ตารางแสดงค่าฟังก์ชั่นพิเศษต่างๆ

3.3.3 จอภาพแสดงผลแบบ LCD

เป็นส่วนแสดงผลเพื่อติดต่อสื่อสารกับผู้ใช้เป็น Dot Matrix LCD ขนาด 2 บรรทัด บรรทัดละ 16 ตัวอักษร (ดังมีรายละเอียดการนำมาใช้งานกล่าวถึงต่อไป) โดยสามารถแสดงผลได้เป็นตัวอักษร ง่ายแก่การอ่านและการเข้าใจ ใน Program Mode ทำหน้าที่แสดงลำดับคำสั่งและคำสั่งที่ผู้ใช้โปรแกรมใช้ตรวจสอบแก้ไขคำสั่งต่างๆได้ โดยรับผลการแก้ไขจากคีย์บอร์ด แล้วมาแสดงผลที่จอภาพ ใน Monitor Mode ทำหน้าที่แสดงสภาวะของ Input,Output,Timer, Counter ตลอดจน Internal Relay เพื่อตรวจสอบการทำงานและแก้ไข set valueได้ ใน Run Mode ก็จะทำหน้าที่คล้ายกับใน Monitor Mode แต่ไม่สามารถเปลี่ยนแปลง set value

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากจ่ายไฟเลี้ยงอย่างถูกต้องแก่ LCD Module แล้ว ต่อไปคือขั้นตอนที่จะสามารถเขียนคำสั่งควบคุมต่าง ๆ ให้แก่ LCD Module

พีแอลซีเครื่องนี้ใช้ Z-80A เป็นส่วนประมวลผลหลัก ดังนั้นจึงเลือกใช้ 8255 (U6) เป็น Port เพื่อติดต่อกับ LCD Module ดังรายละเอียดในวงจรซึ่งแสดงไว้ในรูปที่ 3.5 โดยมีรายละเอียดดังนี้

Port A ของ 8255 (PA_7-PA_0) ทำหน้าที่ส่งคำสั่ง ให้ LCD Module (DB_7-DB_0)

Port B ของ 8255 (PB_7-PB_5) ทำหน้าที่ส่งรหัสควบคุมคำสั่ง (E , RS , R/W)

3.3.4 ลำโพง

เป็นอุปกรณ์ช่วยในการโปรแกรม ถ้าหากมีการผิดพลาดในการใช้เครื่องจะมีเสียงตอบสนองออกมา เพื่อให้ผู้ใช้รับรู้จะได้แก้ไขได้

ในการเชื่อมต่อเข้ากับหน่วยประมวลผลกลาง สามารถทำได้โดยรับสัญญาณจาก PB4 ของ 8255 (U6) ดังแสดงในรูปที่ 3.5

3.4 หน่วยจ่ายพลังงาน

หน่วยจ่ายพลังงาน ที่ใช้นี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ:-

1.แหล่งจ่ายแรงดัน 24 โวลต์

2.แหล่งจ่ายแรงดัน 5 โวลต์

3.4.1 หม้อแปลง

หม้อแปลงที่ใช้นั้น ส่วนของขดลวดทุติยภูมิจะถูกแยกเป็น 2 ขด แปลงแรงดันจากขดลวดปฐมภูมิซึ่งมีขนาด 220 โวลต์ ให้มีระดับแรงดันเป็น 10 โวลต์ 3 แอมป์ และ 28 โวลต์ 2 แอมป์ ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 วงจรเรคกูเลเตอร์ (Regulator)

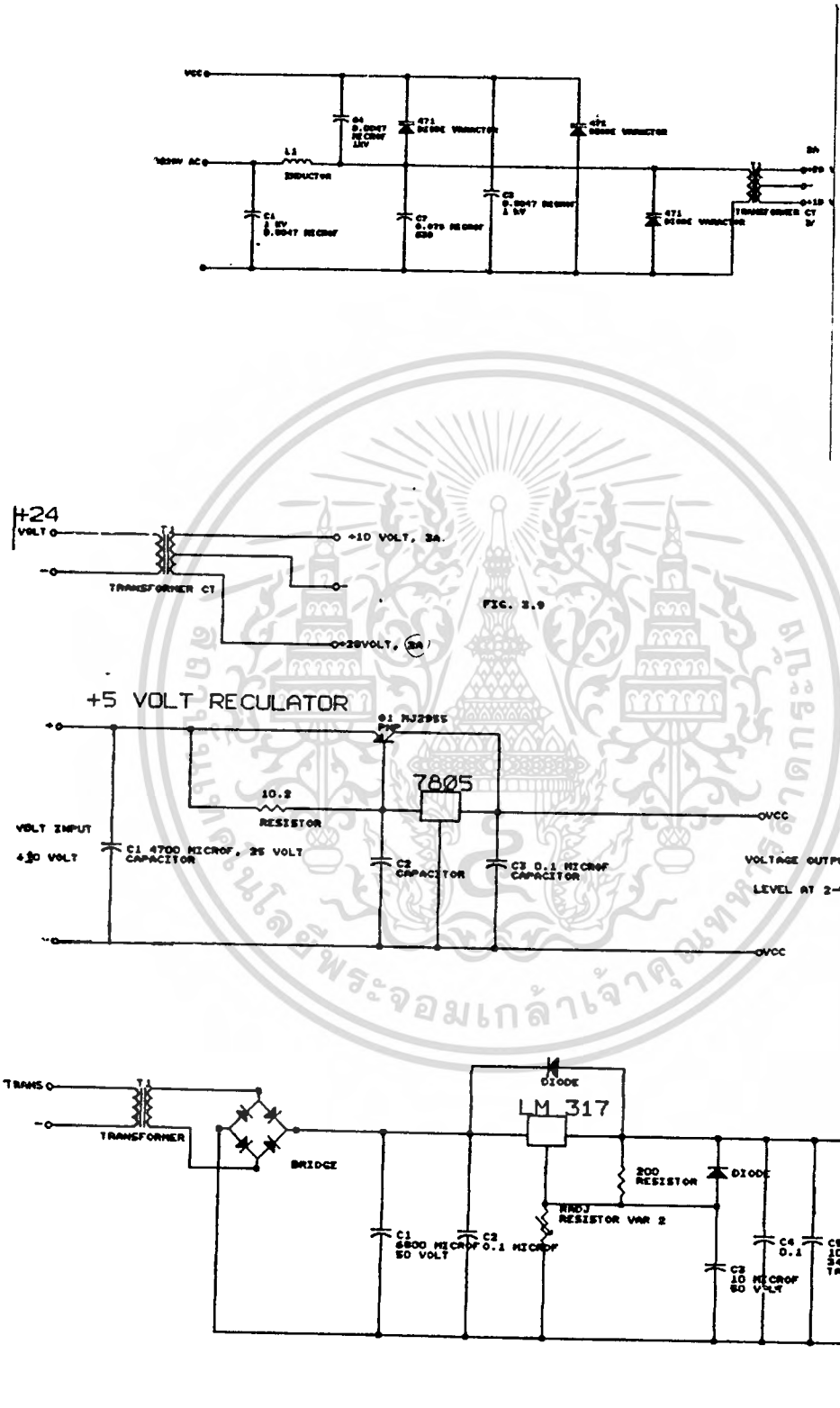
สำหรับวงจรจ่ายแรงดันขนาด 5 โวลต์ ใช้ไอซีเรคกูเลเตอร์เบอร์ 7805 ซึ่งมีความสามารถในการจ่ายกระแสได้ 1.5 แอมป์ แต่เนื่องจากเรามีความต้องการความสามารถในการจ่ายกระแสเอาท์พุทที่สูงกว่านั้นเราจึงลอกแบบวงจรเพิ่มทรานซิสเตอร์เบอร์ MJ 2955 ต่อขนานเข้าไปกับไอซีเรคกูเลเตอร์เบอร์ 7805 เพื่อเป็นตัวขับกระแสให้มีขนาดสูงขึ้น

ส่วนวงจรจ่ายแรงดันขนาด 24 โวลต์ ใช้ไอซีเรคกูเลเตอร์เบอร์ LM317 ต่อวงจรดังรูปที่ 3.9

3.4.3 วงจรป้องกันกระแสกระชาก

ส่วนนี้ได้รับการออกแบบเพิ่มเติมเข้าไปป้องกันกระแสกระชาก ก่อนที่จะเข้าสู่หม้อแปลง ซึ่งผลของกระแสกระชากนี้อาจทำให้เกิดการรบกวนการทำงานของหน่วยประมวลผลกลางได้ ทำให้การควบคุมผิดพลาด ลักษณะวงจรได้แสดงไว้แล้วในรูปที่ 3.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 วงจรหน่วยจ่ายหลังงานขนาด 5 โวลต์ และ 24 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การออกแบบโปรแกรมบริหารระบบพีแอลซี

พีแอลซีที่ออกแบบเป็นเครื่องมือที่สามารถเปลี่ยนแปลงแก้ไข เงื่อนไขในการควบคุมได้ โดยผู้ใช้สามารถเขียนโปรแกรมผู้ใช้ได้ ดังรายละเอียดที่ได้กล่าวมาแล้ว นอกจากนี้พีแอลซีที่มีโปรแกรมผู้ใช้อยู่แล้วจะต้องสามารถ ควบคุมการทำงานกับอุปกรณ์ภายนอกให้ได้ตามโปรแกรมที่เขียนมา อีกทั้งในระหว่างที่กำลังควบคุมการทำงานของกระบวนการอยู่นั้น ผู้ใช้ยังสามารถมอนิเตอร์ดูค่าสภาวะต่างๆ ได้

ทั้งหมดที่กล่าวมาแล้วข้างต้นนั้น พีแอลซี ทำได้อย่างไร คำถามนี้เองนำไปสู่แนวความคิดในการพัฒนา"โปรแกรมบริหารระบบพีแอลซี" ดังจะกล่าวถึงต่อไปนี้

4.1 โปรแกรมบริหารระบบทำหน้าที่อะไรบ้าง

เราสามารถแบ่งแยกการทำงานของโปรแกรมบริหารระบบ ออกเป็นส่วนๆ เพื่อสร้างแนวความคิดในการพัฒนาต่อไป ได้ดังนี้

1.จัดการเกี่ยวกับการป้อนโปรแกรมของผู้ใช้

2.ตรวจสอบโปรแกรมผู้ใช้

3.จัดการให้โปรแกรมผู้ใช้สามารถทำงานได้ตามฟังก์ชั่นที่ออกแบบไว้

4.อ่านค่าสภาวะและเปลี่ยนแปลงค่าสภาวะนั้นได้

ก่อนที่จะกล่าวถึงรายละเอียดในการออกแบบโปรแกรม ขอทำความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการหน่วยความจำของพีแอลซี ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การจัดหน่วยความจำของพีแอลซี

รูปที่ 4.1 การจัดหน่วยความจำของพีแอลซี
(PLC MEMORY MAP)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จัดแบ่งหน่วยความจำออกเป็น 5 ส่วน คือ

1.โปรแกรมบริหารระบบ

2.ข้อมูลของโปรแกรมบริหารระบบ

3.โปรแกรมผู้ใช้

4.หน่วยความจำภายในเก็บค่าสภาวะควบคุม

5.ตำแหน่งปฏิบัติการของโปรแกรมบริหารระบบ

4.2.1 โปรแกรมบริหารระบบ

หน่วยความจำส่วนนี้อยู่ที่ตำแหน่งแรกของหน่วยประมวลผลกลาง เป็นหัวใจหลักของการทำงานของเครื่อง เป็นส่วนที่เราพัฒนาขึ้นมา ทำหน้าที่บริหาร ควบคุมการทำงาน โปรแกรมผู้ใช้ อีกทีหนึ่ง

4.2.2 ข้อมูลของโปรแกรมบริหารระบบ

เป็นข้อมูลที่โปรแกรมบริหารระบบอ่านไปเพื่อปฏิบัติการณ์ต่างๆ ส่วนใหญ่แล้วเป็นข้อมูลสำหรับการแสดงผลออกที่จอภาพแบบ แอลซีดี

4.2.3 โปรแกรมผู้ใช้

หน่วยความจำส่วนนี้จัดสรรไว้ให้เก็บโปรแกรมผู้ใช้ที่เขียนขึ้น การจัดเก็บการปฏิบัติการณ์ตามโปรแกรมเป็นไปตามการควบคุมของโปรแกรมบริหารระบบ

4.2.4 หน่วยความจำภายในเก็บค่าสภาวะควบคุม

เก็บค่าสภาวะของ โอเปอร์แรนด์ ต่างๆ ได้แก่

- สภาวะ เปิด-ปิด ของ อินพุท เอาท์พุท ตัวตั้งเวลา ตัวนับ
- ค่าตั้งเวลา (Timer Set Value) ค่าตั้งตัวนับ(Counter Set

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Value) , ค่าปัจจุบันของตัวตั้งเวลา (Running Time) , ค่าปัจจุบันของตัวนับ (Running Count)

4.2.5 ตำแหน่งปฏิบัติการของโปรแกรมบริหารระบบ

เป็นกลุ่มหน่วยความจำที่เป็นที่ปฏิบัติการของโปรแกรม เป็นสแตกของโปรแกรม เป็นบัฟเฟอร์ต่างๆทำหน้าที่ตั้งเงื่อนไขต่างๆแก่โปรแกรม โปรแกรมบริหารระบบจะมีการอ่านและเขียนกับหน่วยความจำส่วนนี้ตลอดเวลา

4.3 การจัดการเกี่ยวกับการป้อนโปรแกรมของผู้ใช้

ในโหมดโปรแกรมการทำงานหลักของโปรแกรมบริหารระบบ คือ การจัดการเกี่ยวกับการจัดเก็บโปรแกรมผู้ใช้ ตลอดจนการแก้ไขตรวจสอบโปรแกรมที่ผู้ใช้เขียนขึ้นแล้ว

แนวคิดในการออกแบบโปรแกรมบริหารระบบในส่วนที่ทำหน้าที่นี้ คือ

1. การตรวจสอบคีย์ที่กด (SCAN KEY AND EXECUTE)

2. วิธีการตรวจสอบกลุ่มคีย์ที่กดและจัดเก็บ โค๊ดคำสั่ง ลงในหน่วยความจำส่วนที่เป็นโปรแกรมผู้ใช้

จะเห็นได้ว่าเราจะต้องสร้างโค๊ดมาตรฐานขึ้นมา 2 ชุด คือ

1. โค๊ดสแกนคีย์ (SCANKEY CODE) รูปที่ 4.2

2. โค๊ดคำสั่ง (PLC OPERATION CODE) รูปที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

No 1 (7Eh)	No 2 (7Dh)	No 3 (7Bh)	No 4 (77h)
No 5 (BEh)	No 6 (BDh)	No 7 (BBh)	No 8 (B7h)
No 9 (DEh)	No 10 (DDh)	No 11 (DBh)	No 12 (D7h)
No 13 (EEh)	No 14 (EDh)	No 15 (EBh)	No 16 (E7h)

รูปที่ 4.2 แสดงโค๊ดสแกนคีย์ (SCANKEY CODE)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INSTRUCTION-SET	CODE
LD IN	95h.
LD IN NOT	B5h
LD IN	D5h
LD IN	F5h
LD T	85h
LD T NOT	A5h
LD T	8Dh
LD T NOT	ADh
LD T	89h
LD T NOT	A9h
LD RT	9Dh
LD RT NOT	BDh
LD CNT	91h
LD CNT NOT	B1h
LD OUT	99h
LD OUT NOT	B9h
LD OUT	D9h
LD OUT	F9h

(ต่อหน้า 37)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OUT		98h
OUT	NOT	B8h
OUT		D8h
OUT		F8h
AND IN		96h
AND IN	NOT	B6h
AND IN		D6h
AND IN		F6h
AND T		86h
AND T	NOT	A6h
AND T		8Eh
AND T	NOT	AEh
AND T		8Ah
AND T	NOT	AAh
AND RT		9Eh
AND RT	NOT	BEh
AND CNT		92h
AND CNT	NOT	B2h
AND OUT		9Ah
AND OUT	NOT	BAh
AND OUT		DAh
AND OUT		FAh

(ต่อหน้า 38)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OR IN		97h
OR IN	NOT	B7h
OR IN		D7h
OR IN		F7h
OR T		87h
OR T	NOT	A7h
OR T		8Fh
OR T	NOT	AFh
OR T		8Bh
OR T	NOT	ABh
OR RT		9Fh
OR RT	NOT	BFh
OR CNT		93h
OR CNT	NOT	B3h
OR OUT		9Bh
OR OUT	NOT	BBh
OR OUT		DBh
OR OUT		FBh

รูปที่ 4.3 แสดงโค๊ดคำสั่ง (PLC OPERATION CODE)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การตรวจสอบโปรแกรมผู้ใช้

ระหว่างที่เรากำลังเขียนโปรแกรมผู้ใช้อยู่ และทันทีที่เลื่อนสวิตช์เลือกโหมดการทำงานไปที่โหมดมอนิเตอร์หรือโหมดรัน โปรแกรมผู้ใช้ที่เราเขียน จะถูกตรวจสอบโดย โปรแกรมบริหารระบบ เพื่อป้องกันโปรแกรมผู้ใช้ที่ผิดพลาด

4.5 การจัดการให้โปรแกรมผู้ใช้สามารถทำงานได้ตามฟังก์ชั่นที่ออกแบบไว้

ในโหมดมอนิเตอร์และโหมดรัน โปรแกรมบริหารระบบ จะอ่านค่าโค๊ดคำสั่งจากโปรแกรมผู้ใช้ และให้ทำงานตามที่เราออกแบบการทำงานไว้แล้ว

4.6 การอ่านค่าสภาวะและเปลี่ยนแปลงค่าสภาวะนั้นได้

ในโหมดมอนิเตอร์ นอกจากการจัดการให้โปรแกรมผู้ใช้ให้สามารถทำงานตามที่ออกแบบไว้แล้ว โปรแกรมบริการระบบ ยังคอยควบคุมการอ่านค่าสภาวะของกระบวนการ ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงค่าสภาวะด้วย

สำหรับแนวความคิดในการพัฒนาโปรแกรมควบคุมระบบนั้นมี ไฟล์ชาร์ต แสดงไว้ในภาคผนวกท้ายเล่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

ชุดคำสั่งใช้งาน

5.1 จำนวนอินพุท เอาท์พุท ตัวตั้งเวลา และตัวนับ

5.1.1 อินพุท (Input)

มีจำนวน อินพุท ทั้งสิ้น 32 อินพุท เป็นอินพุทที่ใช้งานได้จริงภายนอกพร้อมทั้งสามารถเซต-รีเซต ได้จากหน่วยป้อนโปรแกรมจำนวน 16 อินพุท คือ ตั้งแต่ IN 01 - IN 16 และมีอินพุทภายในซึ่งสามารถเซต-รีเซตได้จากหน่วยป้อนโปรแกรมเท่านั้นอีก 16 อินพุท คือ IN 17 - IN 32

5.1.2 เอาท์พุท (Output)

มีจำนวน เอาท์พุท ทั้งสิ้น 32 เอาท์พุท ซึ่งสามารถใช้เป็นเอาท์พุทจริงๆ ภายนอกได้ 16 เอาท์พุท แยกเป็นเอาท์พุทแบบคอลเลคเตอร์เปิดจำนวน 8 เอาท์พุท คือ OUT01 - OUT08 และเป็นเอาท์พุทแบบรีเลย์จำนวน 8 เอาท์พุท OUT09 - OUT16 ส่วนเอาท์พุท OUT17-OUT32 ทำหน้าที่เป็น รีเลย์ภายใน เพื่อช่วยในการเขียนโปรแกรม

เอาท์พุททุกตัวที่เราไม่ได้ใช้ในการขับโหลดภายนอก เราอ่อมสามารถใช้เอาท์พุทเหล่านั้นเป็น รีเลย์ภายใน เพื่อช่วยในการเขียนโปรแกรมได้

5.1.3 ตัวตั้งเวลา (Timer)

มีตัวตั้งเวลาให้ใช้งานทั้งสิ้น 32 ช่อง ในการทำงานภายใต้การตั้งเวลาในโหมดต่างๆ ทั้ง 4 โหมด หมายความว่า ถ้ามีการเรียกใช้ตัวตั้งเวลาช่องใดช่องหนึ่งมาใช้แล้ว ไม่ว่าจะถูกเรียกใช้ในโหมดใด เราก็จะไม่สามารถเรียกใช้ตัวตั้งเวลาช่องนั้นได้อีก ฐานเวลาสำหรับตัวตั้งเวลาของพีแอลซีเครื่องนี้ คือ 0.1 วินาที และค่าสูงสุดของแต่ละช่องที่จะตั้งเวลาได้คือ 999.9 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.4 ตัวนับ (Counter)

มีตัวนับให้ใช้งานทั้งสิ้น 32 ช่อง ในการทำงานของการนับทั้ง 2 แบบ คือ ตัวนับแบบนับลง (Count-down Counter) และตัวนับแบบนับขึ้น-ลง (Up-Dw Counter) ตัวนับและตัวตั้งเวลาเป็นอิสระต่อกัน สามารถใช้เลขที่ช่องซ้ำกันได้ เช่น สามารถเรียกใช้ TIM01 ได้ พร้อมกับ CNT01

5.2 องค์ประกอบของโปรแกรมผู้ใช้

โปรแกรมผู้ใช้ 1 โปรแกรม ประกอบขึ้นด้วย "ชุดคำสั่ง" ตั้งแต่ 1 ชุดขึ้นไป

ชุดคำสั่ง 1 ชุดคำสั่ง ประกอบขึ้นด้วย "คำสั่ง" ตั้งแต่ 1 คำสั่งขึ้นไป

คำสั่ง 1 คำสั่ง ประกอบขึ้นมาจาก หลาย "คีย์คำสั่ง"

จะเห็นได้ว่าส่วนที่ย่อยที่สุดสำหรับการเขียนโปรแกรมให้เครื่องพีแอลซี คือ คีย์คำสั่ง เราจะต้องกดคีย์คำสั่งตามรูปแบบที่กำหนด และทุกครั้งที่เรากด คีย์ ENTER เราจะได้ คำสั่ง 1 คำสั่ง เก็บอยู่ใน หน่วยความจำ และคำสั่งหลายๆ คำสั่งที่ปฏิบัติการกันแล้วจะให้ผลลัพธ์บางอย่างเกิดขึ้น กลุ่มคำสั่งเหล่านี้ก็คือ ชุดคำสั่ง นั่นเอง

5.3 การจำแนกคีย์บอร์ด

สามารถจำแนกได้ 3 ชนิด คือ

1.คีย์สำหรับการใช้เครื่องพีแอลซี (Operating Keys)

2.คีย์คำสั่งต่าง ต่างของเครื่องพีแอลซี (Instruction Keys)

3.คีย์โอเปอร์แรนด์ (Operand Keys)

โดยตำแหน่งของคีย์ต่างๆ แสดงไว้ในรูปที่ 3.7

และ ค่าฟังก์ชั่นพิเศษได้แสดงไว้แล้วในรูปที่ 3.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.1 คีย์สำหรับการใช้เครื่องพีแอลซี

(ซึ่งจะกล่าวถึงรายละเอียดการใช้งานในบทต่อไป)

คีย์		การใช้งาน
SHIFT	[SFT]	เลือกใช้ชุดคำสั่งบน(Upper Case)
CLEAR	[CLR]	ลบโปรแกรมภายในหน่วยความจำ
INSERT	[INS]	แทรกคำสั่งใหม่
DELETE	[DEL]	ลบคำสั่ง
INCREMENT	[INC]	เลื่อนไปยัง Step ข้างหน้า
DECREMENT	[DEC]	เลื่อน Step ย้อนหลัง
ENTER	[ENT]	นำค่าสั่งต่างๆเก็บในหน่วยความจำ แสดงสภาวะการทำงานที่จอภาพ
FUNCTION	[FUN]	เลือกใช้คำสั่งพิเศษ

5.3.2 คีย์คำสั่งต่าง ต่างของเครื่องพีแอลซี

คีย์		การใช้งาน
LD	[LD]	นำค่าสภาวะไปเก็บในหน่วยความจำ
AND	[AND]	กระทำลอจิก และ(AND)
OR	[OR]	กระทำลอจิก หรือ(OR)
NOT	[NOT]	กระทำลอจิก ไม่(NOT)
OUT	[OUT]	ส่งค่าสภาวะไปยังเอาท์พุท
COUNTER	[FUN][2]	ตัวนับ(นับลง)
RCOUNTER	[FUN][3]	ตัวนับ(นับขึ้นลง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

T-ON	[FUN][4]	ตัวตั้งเวลา(มี 3 แบบ)
T-OFF	[FUN][6]	
T-SHOT	[FUN][5]	
RT-SHOT	[FUN][7]	

5.3.3 คีย์โอเปอร์แรนด์

คือ คีย์ที่ใช้กำหนดอินพุท-เอาท์พุท ตัวตั้งเวลา ตัวนับ ดังรายละเอียดข้างล่างนี้

โอเปอร์แรนด์	คีย์	หมายเลขโอเปอร์แรนด์
INPUT	[IN]	01 - 32
OUTPUT	[OUT]	01 - 32
TIMER	[FUN][4]	01 - 32
	(หรือ [FUN][5])	
	(หรือ [FUN][6])	
	(หรือ [FUN][7])	
COUNTTER	[FUN][2]	01 - 32
	(หรือ [FUN][3])	
ACCUMULATER	[LD]	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 คีย์คำสั่งพื้นฐาน

5.4.1 กลุ่ม"คีย์คำสั่ง" แรกของคำสั่ง

1. คำสั่ง LD

คำสั่งนี้มักจะใช้เป็นคำสั่งแรกของชุดคำสั่งแต่ละชุด และตามด้วยโอเปอร์แรนด์ตัวเลขที่ใช้ในการประมวลผลของชุดคำสั่งนั้น

2. คำสั่ง AND

คำสั่งนี้หมายถึงการต่ออนุกรมกันระหว่างผลลัพธ์ทางลอจิก ของชุดคำสั่งหรือโอเปอร์แรนด์ก่อนหน้านี้ กับโอเปอร์แรนด์ของคำสั่งนี้

3. คำสั่ง OR

คำสั่งนี้แสดงถึงการต่อขนานกันระหว่างผลลัพธ์ทางลอจิก ของชุดคำสั่งหรือโอเปอร์แรนด์ก่อนหน้านี้กับโอเปอร์แรนด์ของคำสั่งนี้

4. คำสั่ง OUT

คำสั่งนี้จะเป็นการแสดงผลลัพธ์ของการปฏิบัติการทางลอจิกทั้งหมดที่เกิดขึ้น

5.4.2 กลุ่ม"คีย์โอเปอร์แรนด์"

โอเปอร์แรนด์	คีย์	หมายเลขโอเปอร์แรนด์
INPUT	[IN]	01 - 32
OUTPUT	[OUT]	01 - 32
TIMER	[FUN][4]	01 - 32
	(หรือ [FUN][5])	
	(หรือ [FUN][6])	
	(หรือ [FUN][7])	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COUNTTER [FUN][2] 01 - 32

(หรือ [FUN][3])

ACCUMULATER [LD]

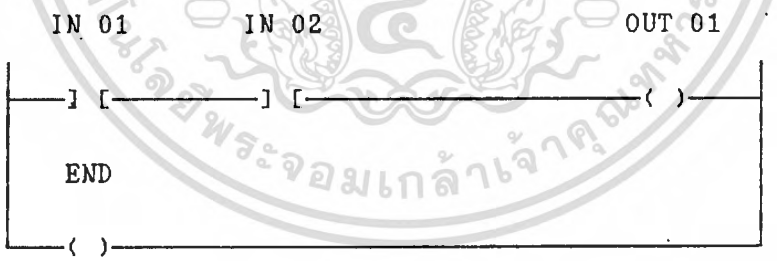
5.4.3 คำสั่ง NOT

ตามปกติคำสั่งนี้เป็นการแสดงความเป็นนิเสธของ โอเปอร์แรนด์ แต่ถ้าอยู่หลัง คีย์ [OUT] (OUT NOT)จะการแสดงผลลัพธ์ที่เป็นนิเสธกับผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริง

5.4.4 คำสั่ง END : [FUN][1]

เป็นคำสั่งแสดงถึง การสิ้นสุดโปรแกรม จะต้องป้อนเข้าเป็นคำสั่งสุดท้ายในทุกครั้งที่เขียน โปรแกรมผู้ใช้ ถ้าไม่มีคำสั่งนี้ พีแอลซีจะไม่สามารถทำงานได้

ตัวอย่างที่ 5.1



โปรแกรมคำสั่ง LD IN 0001

AND IN 0002

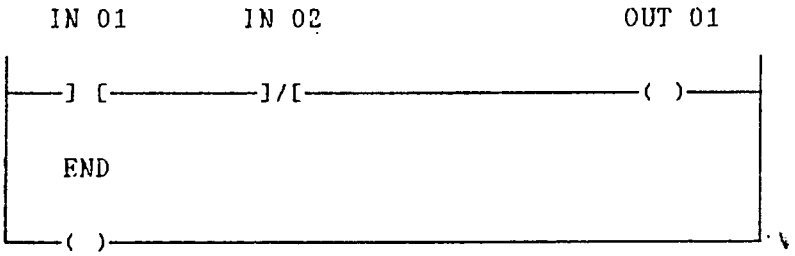
OUT 0001

END

ความหมาย เอาท์พุท 0001 จะทำงาน(Active) เมื่ออินพุท 0001 และอินพุท 0002 ทำงานพร้อมกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างที่ 5.2

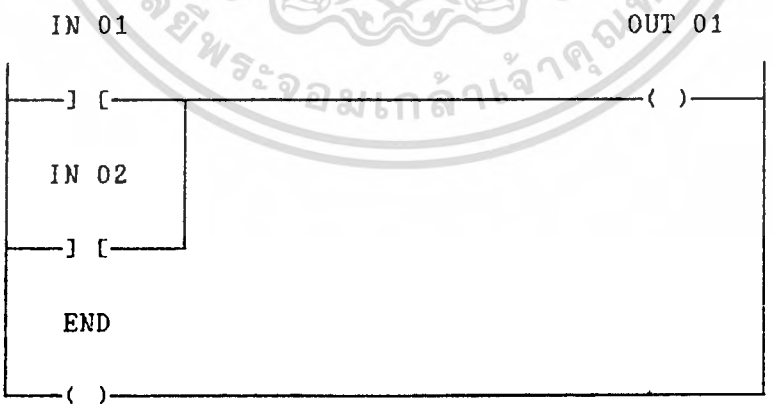


โปรแกรมคำสั่ง

```
LD    IN      0001
AND   IN NOT  0002
OUT           0001
END
```

ความหมาย เอาท์พุท 0001 จะทำงาน(Active) เมื่ออินพุท 0001 ทำงานและอินพุท 0002 ไม่ทำงาน หรือ ๆ กัน

ตัวอย่างที่ 5.3



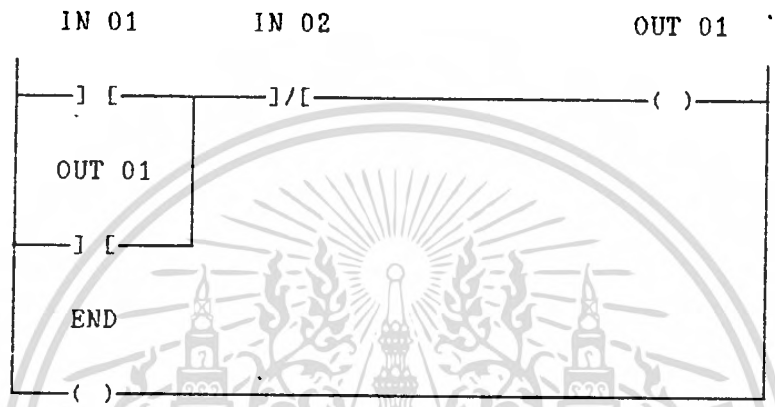
โปรแกรมคำสั่ง

```
LD    IN      0001
OR    IN      0002
OUT           0001
END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความหมาย เอาท์พุท 0001 จะทำงาน(Active) เมื่ออินพุท 0001 หรือ อินพุท 0002 ตัวใดตัวหนึ่งทำงาน

ตัวอย่างที่ 5.4



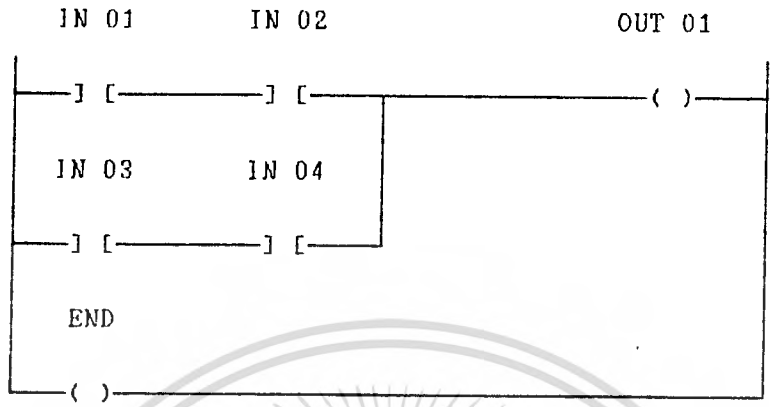
โปรแกรมคำสั่ง

```
LD   IN      0001
OR   OUT     0001
AND  IN NOT  0002
OUT          0001
END
```

ความหมาย เอาท์พุท 0001 จะทำงาน(Active) เมื่ออินพุท 0001 ทำงานนานเพียง 1 คาบเวลาสแกน และ อินพุท 0002 ยังไม่ทำงาน OUT 0001 ยังคงทำงานต่อไป เพราะมีสัญญาณ OUT 0001หรืออยู่กับ IN 0001 และจะตัดการทำงานเมื่อ IN 0002 ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างที่ 5.5

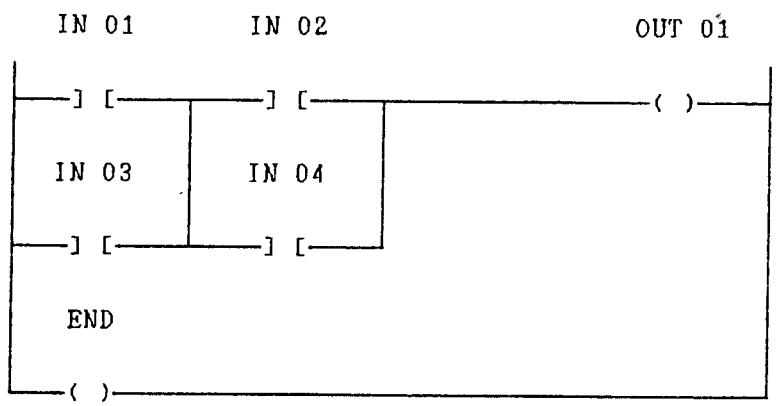


โปรแกรมคำสั่ง

```
LD    IN    0001
AND   IN    0002
LD    IN    0003
AND   IN    0004
OR    LD
OUT         0001
END
```

ความหมาย OUT 01 = (IN01*IN02)+(IN03*IN04)

ตัวอย่างที่ 5.6



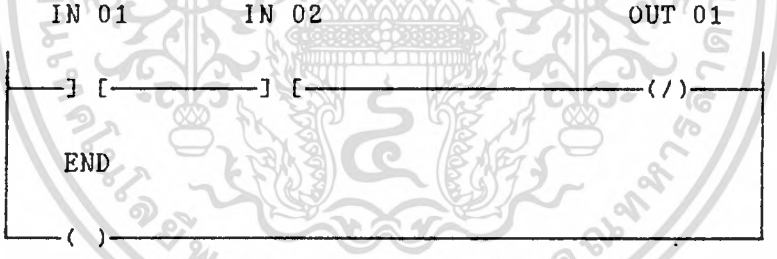
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมคำสั่ง

```
LD   IN    0001
OR   IN    0002
LD   IN    0003
OR   IN    0004
AND  LD
OUT        0001
END
```

ความหมาย OUT 01 = (IN01+IN02)*(IN03+IN04)

ตัวอย่างที่ 5.7



โปรแกรมคำสั่ง

```
LD   IN    0001
AND  IN    0002
OUT  NOT   0001
END
```

ความหมาย เอาท์พุท 0001 จะไม่ทำงาน(cut-off)เมื่ออินพุท 0001 และอินพุท 0002 ทำงานพร้อมกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5 คำสั่ง UP [ ] , DOWN [ ]

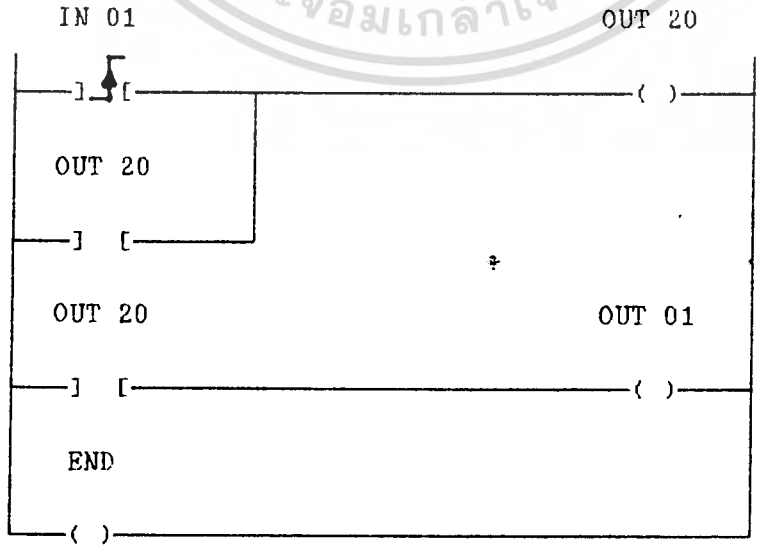
5.5.1 คำสั่ง

ตามปกติคำสั่งนี้เป็นการแสดงการขยายความ โอเปอร์แรนด์ ว่าตรวจสอบสภาวะเป็นจริงเมื่อ โอเปอร์แรนด์ เป็นขอบขาขึ้น แต่ถ้าใช้คำสั่งนี้อยู่หลังคีย์ [OUT] (OUT) จะหมายถึงการ คงสภาวะผลลัพธ์ที่เป็นจริงนั้นเอาไว้ จนกว่าเงื่อนไข (OUY) จะเป็นจริง

5.5.2 คำสั่ง

ตามปกติคำสั่งนี้เป็นการแสดงการขยายความ โอเปอร์แรนด์ ว่าตรวจสอบสภาวะเป็นจริงเมื่อ โอเปอร์แรนด์ เป็นขอบขาลง แต่ถ้าใช้คำสั่งนี้อยู่หลังคีย์ [OUT] (OUT) จะหมายถึงการ คงสภาวะผลลัพธ์ที่เป็นศูนย์นั้นเอาไว้ จนกว่าเงื่อนไข (OUY) จะเป็นจริง

ตัวอย่างที่ 5.8



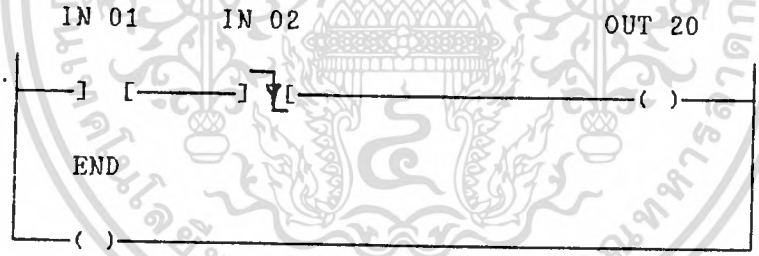
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมคำสั่ง

```
LD    IN   0001
OR    OUT  0020
OUT        0020
LD    OUT  0020
OUT        0001
END
```

ความหมาย เอาท์พุท 0001 จะทำงาน เมื่อ IN 0001 มีสัญญาณเข้ามาเพียง 1 คาบเวลาสแกน เพราะมีการตรวจจับและคงค่าไว้ที่ OUT 0020

ตัวอย่างที่ 5.9



โปรแกรมคำสั่ง

```
LD    IN   0001
AND   IN   0002
OUT        0020
END
```

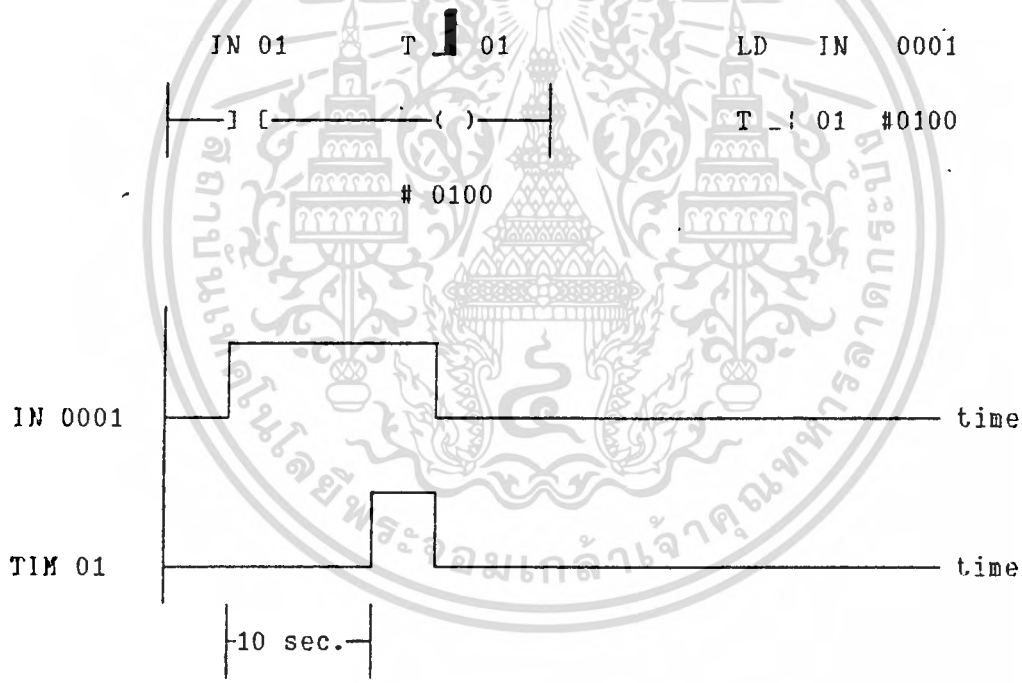
ความหมาย เอาท์พุท 0020 จะทำงานนานเพียง 1 คาบเวลาสแกน เมื่อ IN 0001 มีสัญญาณเข้ามา พร้อมๆกับ IN 0002 มีสัญญาณ เป็นขอบขาลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

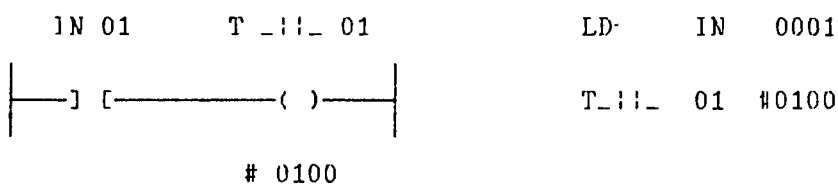
5.6 คำสั่งการตั้งเวลา (TIMER)

- Delay-ON Timer (T ▙) : [FUN] [4]
- One-shot Timer (T ▙▙) : [FUN] [5]
- Delay-OFF Timer (T ▙) : [FUN] [6]
- Retrigable One-shot Timer (RT ▙▙) : [FUN] [7]

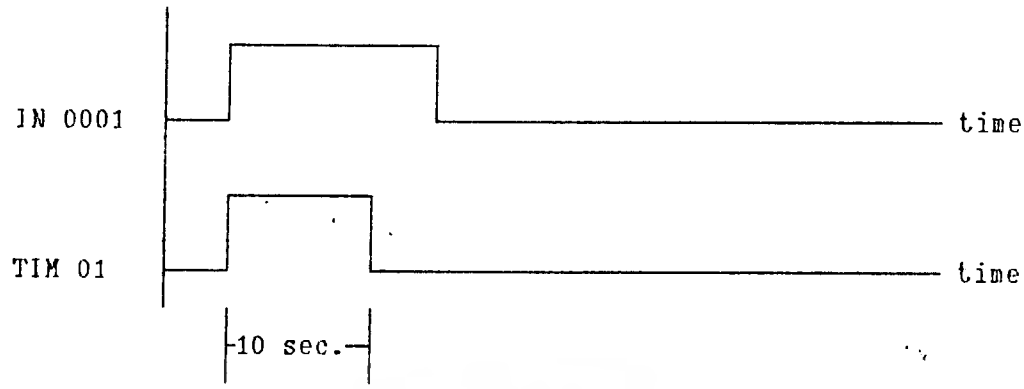
5.6.1 Delay-ON Timer (T ▙) : [FUN] [4]



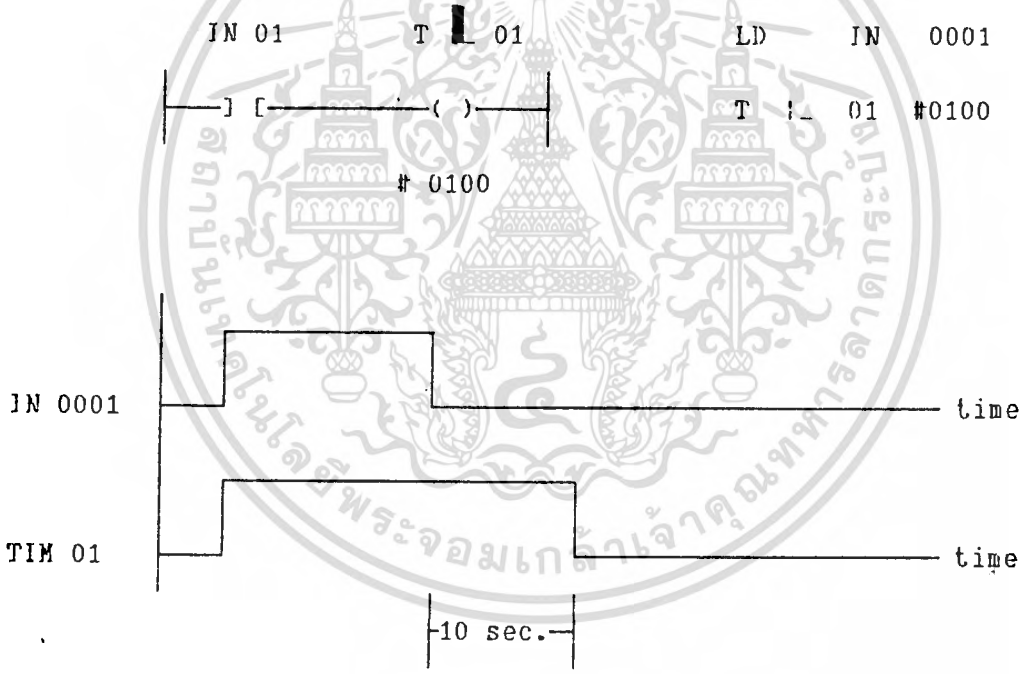
5.6.2 One-shot Timer (T ▙▙) : [FUN] [5]



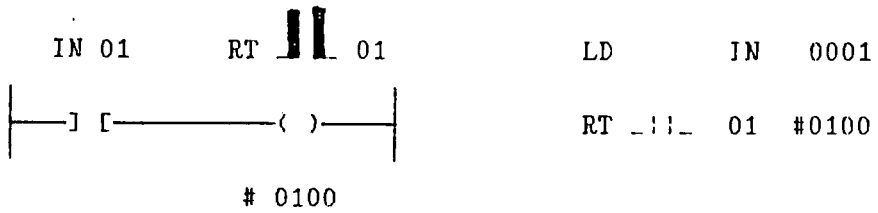
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



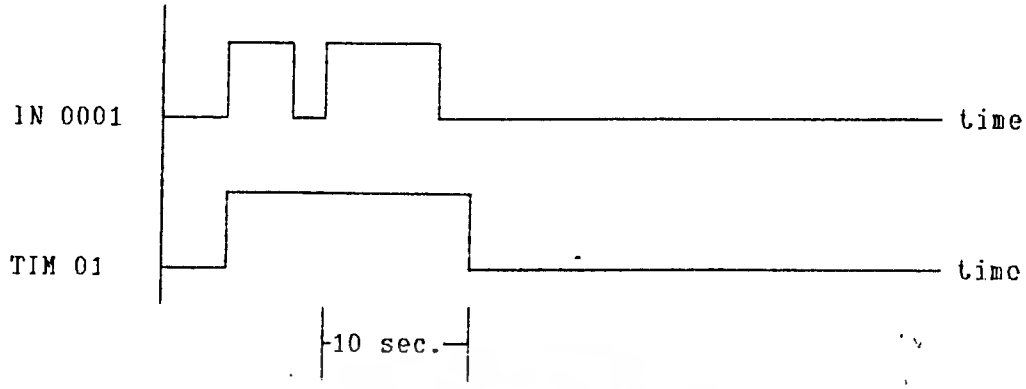
5.6.3 Delay-OFF Timer (T ▌) : [FUN] [6]



5.6.4 Retrigable One-shot Timer (RT ▌▌) : [FUN] [7]



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

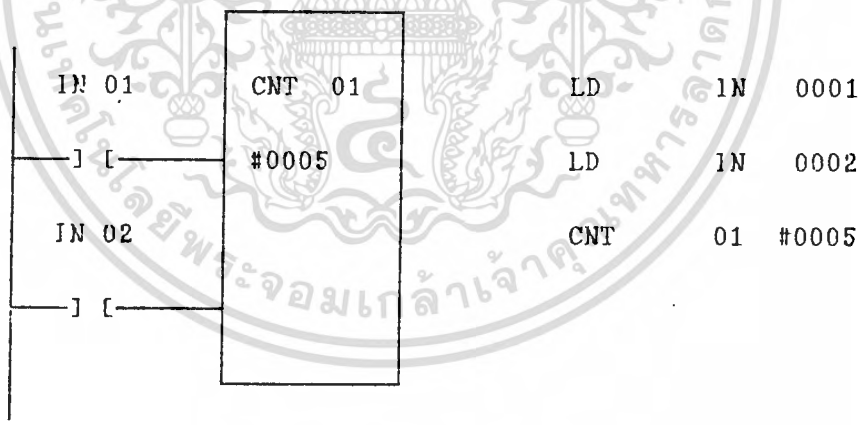


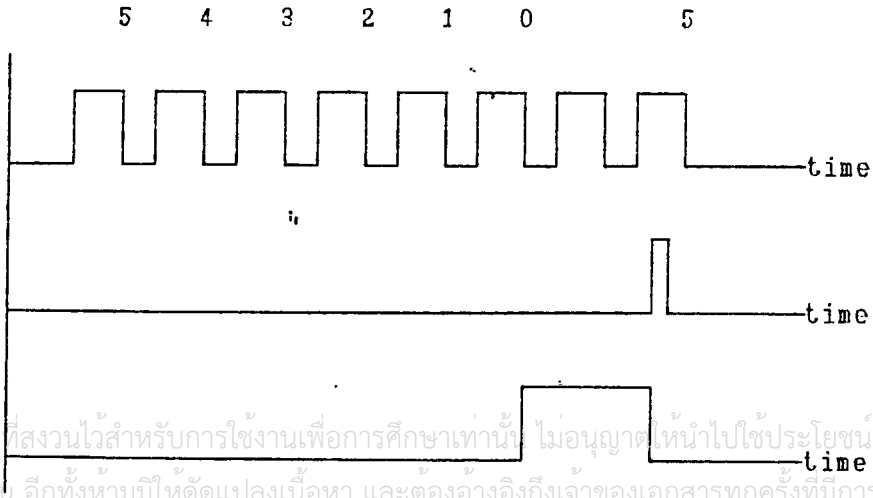
5.7 คำสั่งตัวนับ (COUNTER) :

- COUNTER (CNT) : [FUN] [2]

- REVERSABLE COUNTER (RCNT) : [FUN] [3]

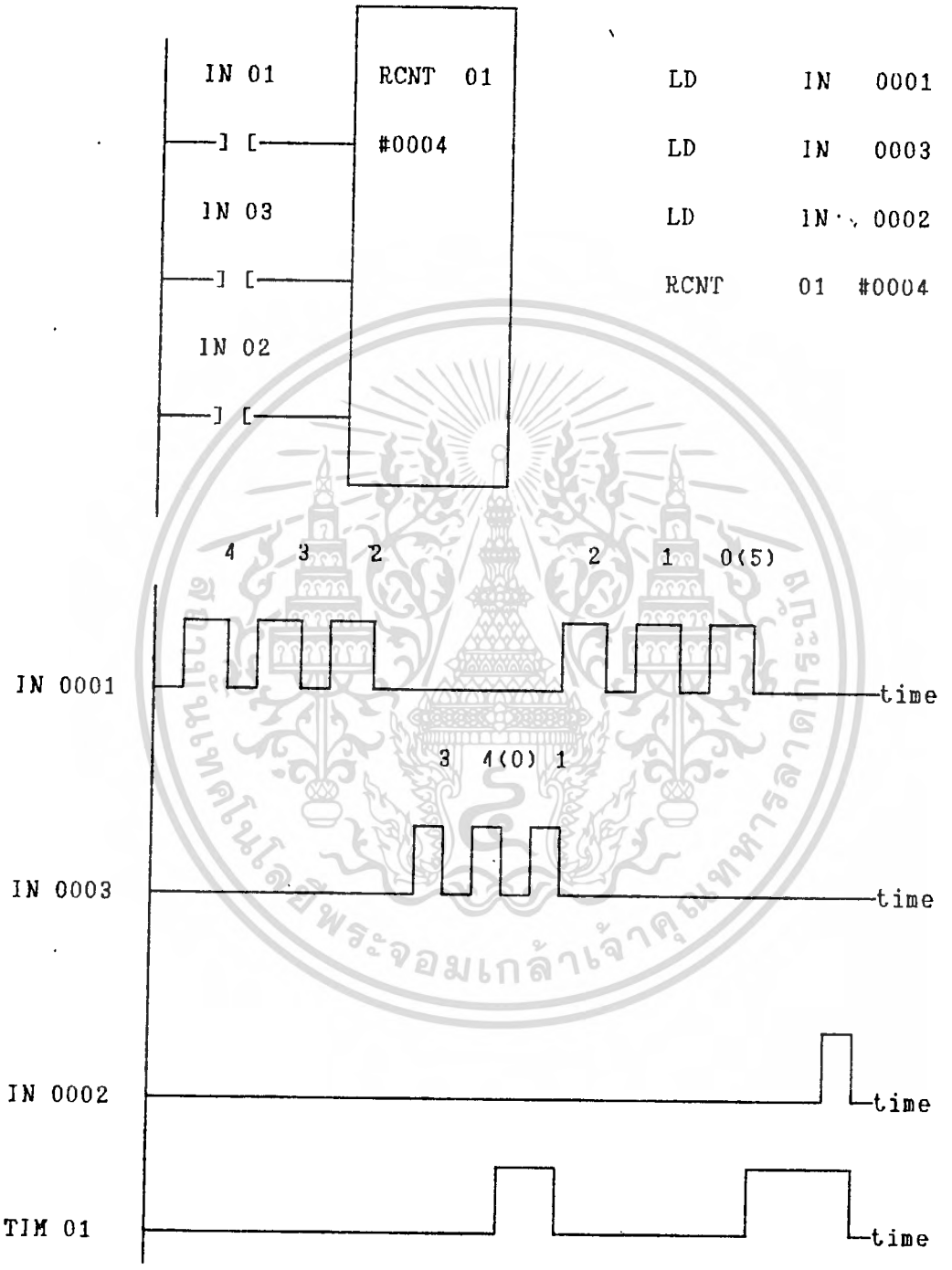
5.7.1 COUNTER (CNT) : [FUN] [2]





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.7.2 REVERSABLE COUNTER (RCNT) : [FUN] [3]



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.8 สรุปคำสั่ง

แสดงไว้ทั้งหมดดังตารางข้างล่างนี้

LD IN	AND IN	OR IN	OUT
LD IN NOT	AND IN NOT	OR IN NOT	OUT NOT
LD IN	AND IN	OR IN	OUT
LD IN	AND IN	OR IN	OUT
LD OUT	AND OUT	OR OUT	T
LD OUT NOT	AND OUT NOT	OR OUT NOT	T
LD OUT	AND OUT	OR OUT	T
LD OUT	AND OUT	OR OUT	RT
LD TIM	AND TIM	OR TIM	CNT
LD TIM NOT	AND TIM NOT	OR TIM NOT	RCNT
LD CNT	AND CNT	OR CNT	
LD CNT NOT	AND CNT NOT	OR CNT NOT	
	AND LD	OR LD	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

วิธีการใช้งานเครื่องพีแอลซี

การใช้งาน พีแอลซี นั้นประกอบด้วย 3 ขั้นตอนการทำงาน คือ การป้อนโปรแกรม การตรวจสอบแก้ไขและทดลองการทำงานตามโปรแกรม และการทำงานจริงตามโปรแกรม ดังนั้น เพื่อตอบสนองขั้นตอนการทำงานต่างๆ จึงจัดแบ่งโหมดการทำงานของ Sensor Controller ออกเป็น 3 โหมด คือ:-

- โหมดโปรแกรม (Program Mode)
- โหมดมอนิเตอร์ (Monitor Mode)
- โหมดรัน (Run Mode)

ดังการทำงานในแต่ละโหมดสรุปได้ดังนี้

- โหมดโปรแกรม : ในโหมดการทำงานนี้ ผู้ใช้งาน(User) สามารถเขียนชุดคำสั่งกำหนดเงื่อนไข การทำงานของกระบวนการ ตรวจสอบ แก้ไขคำสั่งโดยจะมีการแสดงคำสั่งปรากฏขึ้นที่จอภาพแสดงผลแบบ LCD

- โหมดมอนิเตอร์ : เป็นโหมดที่ พีแอลซี สามารถทำงานตามโปรแกรมผู้ใช้ที่เขียนขึ้นได้ในขณะเดียวกันสามารถตรวจสอบสภาวะการทำงานต่างๆของระบบที่กำลังควบคุมได้ ตลอดจนสามารถเปลี่ยนแปลงค่าของอินพุท เอาท์พุท ตัวตั้งเวลา และตัวนับเวลา โดยผ่าน คีย์บอร์ดของหน่วยป้อนโปรแกรมได้

- โหมดรัน : เป็นโหมดที่ใช้ เมื่อต้องการให้เครื่องทำงานตามโปรแกรม โดยไม่ต้องการตรวจสอบหรือเปลี่ยนแปลงค่าสภาวะต่างๆ อีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.1 เริ่มต้นการใช้งาน

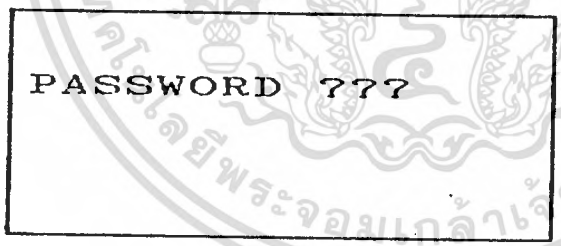
ทันทีที่เริ่มต้นการทำงานของพีแอลซี ผู้ใช้จะต้องใส่รหัสผ่าน 3 ตัว เพื่อที่จะเข้าสู่การทำงานในโหมดต่างๆ ของพีแอลซี รหัสผ่านนั้น คือ

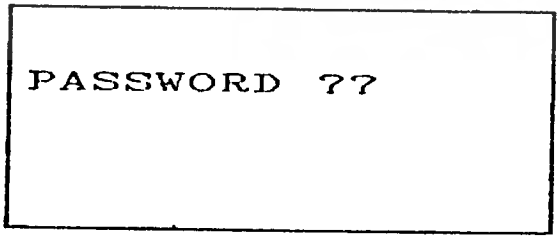
[CLR] [SFT] [O]

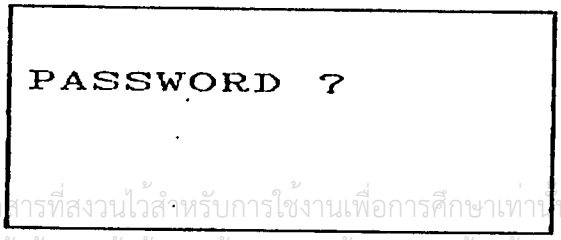
ถ้าหากใส่รหัสผ่านผิดพลาดแม้แต่สัก 1 ตัวผู้ใช้ก็ไม่สามารถเข้าสู่การทำงานของเครื่องพีแอลซีนี้ได้ ทั้งนี้เพื่อเป็นการป้องกันผู้ที่ไม่เกี่ยวข้องยุ่งเกี่ยวกับการทำงานของเครื่อง

"ทุกครั้งที่เริ่มเปิดเครื่องจะต้องป้อนรหัสผ่านทั้ง 3 ตัวข้างต้น เสมอ"

ถ้าป้อนรหัสผิดพลาด จอภาพของเครื่องพีแอลซีจะแสดงผล:-







เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2 การเขียนโปรแกรม

เมื่อผ่านรหัสผ่านมาแล้ว เราสามารถเข้าสู่การเขียนโปรแกรมได้ โดยเลื่อนสวิตช์เลือกโหมดไปในตำแหน่ง "PROGRAM"

จอภาพแสดงผล กดคีย์

[CLR]

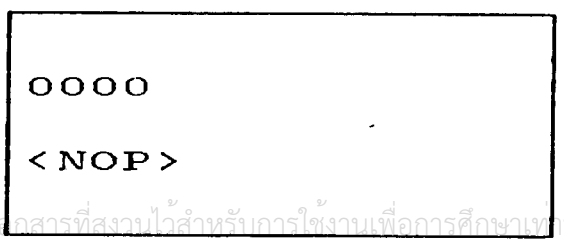
ตอนนี้เราสามารถตรวจสอบ แก้ไข หรือเขียนโปรแกรมได้

ตัวอย่างที่ 6.1

เขียนโปรแกรมต่อไปนี้เข้าสู่เครื่องพีแอลซี

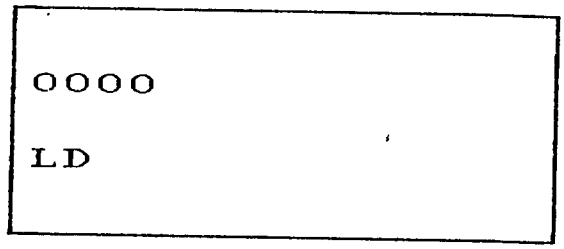
LD IN 0001

มีขั้นตอนดังนี้:-



[LD]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



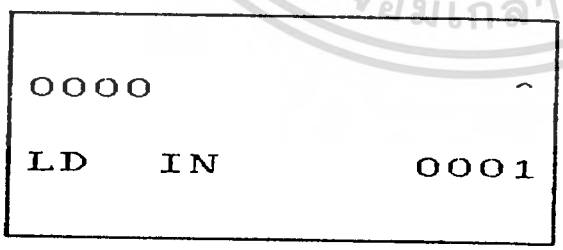
[IN]

[SFT]

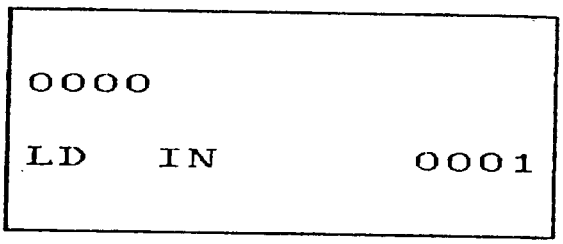
กด คีย์ [SFT] เพื่อที่จะใส่ตัวเลข

[1]

เมื่อได้ตัวเลขตามต้องการแล้ว ต้องกด [SFT] อีกครั้งเพื่อกลับสู่สภาวะคีย์บรรทัดล่างตามเดิม



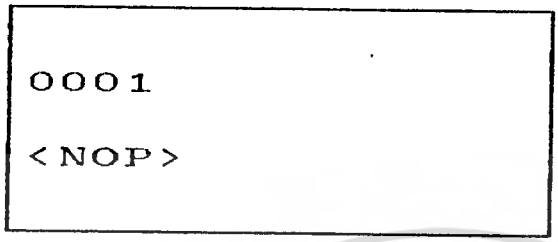
[SFT]



[ENT]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กดคีย์ [ENT] เพื่อแสดงว่าเขียนคำสั่งเสร็จแล้วให้จัดเก็บโปรแกรมนั้นเข้าสู่หน่วยความจำ และเตรียมเขียนโปรแกรมบรรทัดต่อไป

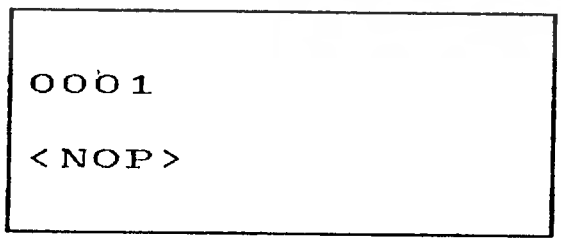


6.2.1 การใช้คีย์ [SFT]

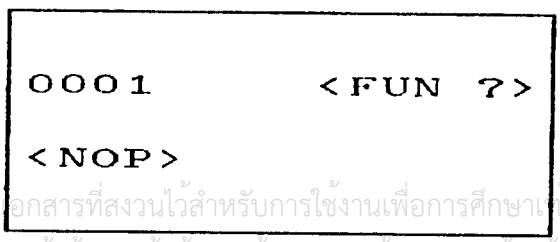
สำหรับการเขียนโปรแกรมในโหมดโปรแกรม ในกรณีที่ต้องการคีย์ตัวเลข เราจะต้องกดคีย์ [SFT] ก่อน และเมื่อคีย์ตัวเลขเสร็จแล้ว จะต้องกด [SFT] อีกครั้ง เพื่อกลับสู่สภาวะคีย์ตามปกติ (ตามตัวอย่างที่ 6.1)

6.2.2 การใช้คีย์ [FUN]

เมื่อเราต้องการใช้คำสั่งพิเศษที่ไม่ปรากฏบนหน้าปัดคีย์บอร์ด เราจะต้องใช้คำสั่ง [FUN] เพื่อเขียนคำสั่งพิเศษนั้น คำสั่งพิเศษต่างๆ เหล่านั้นมีค่าประจำ [FUN] ตามที่กล่าวไว้แล้วที่บทที่ 5 (รูปที่ 5.2) ตัวอย่างเช่น

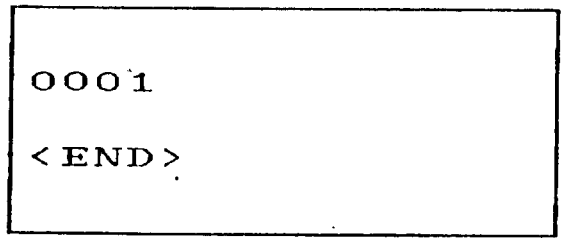


[FUN]

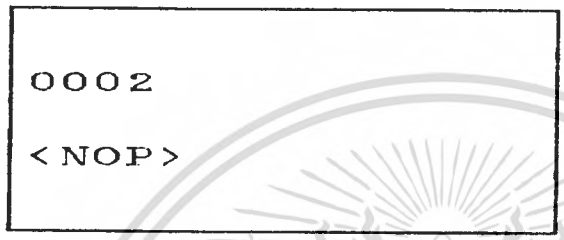


[1]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



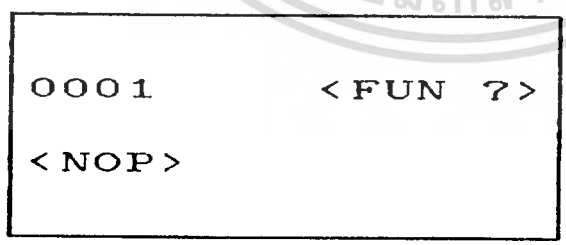
[ENT]



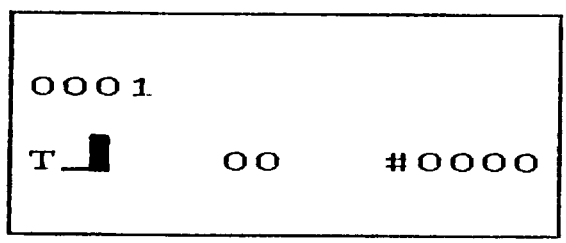
ตัวอย่างที่ 6.2

เขียนค่าสั่งตั้งเวลา T _: 01 #0050

[FUN]



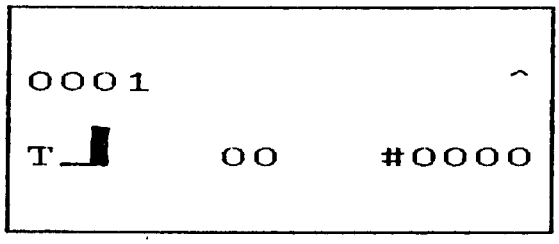
[4]



[SFT]

กด [SFT] เพื่อเข้าสู่การเขียนค่าตัวเลขแสดง ช่อง ของ ตัวตั้งเวลา

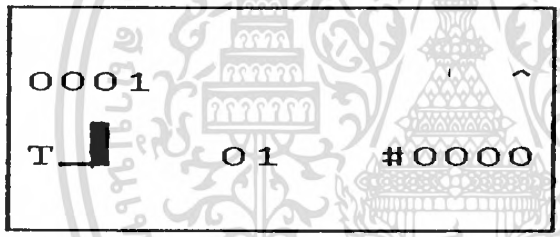
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



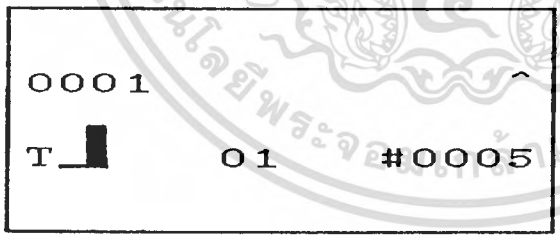
[1]

[SFT]

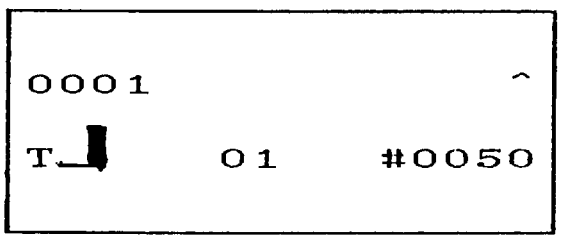
กด [SFT] อีกครั้งเพื่อเข้าสู่การเขียนค่าตั้งเวลา



[5]



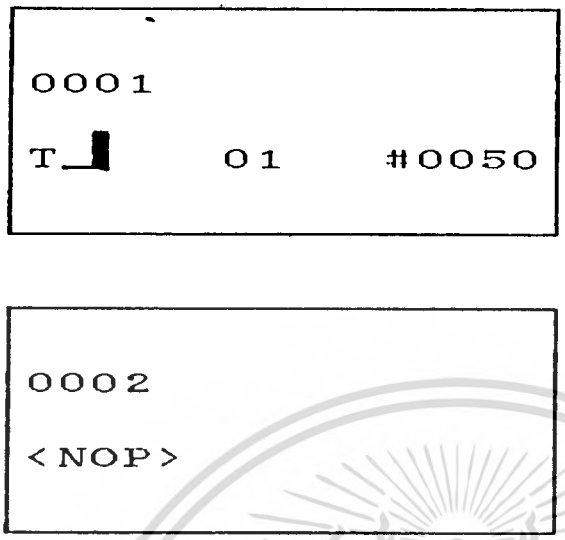
[0]



[SFT]

กด [SFT] เพื่อแสดงว่าเขียน ตัวเลขต่างๆ เสร็จสิ้นแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



6.2.3 ข้อควรจำในการเขียนโปรแกรม

1.เมื่อสิ้นสุดโปรแกรม จะต้องมีคำสั่ง <END> อยู่ด้วยเสมอ

2.การใช้ Timer ทุกโหมด จะใช้ช่องร่วมกัน ในแต่ละช่องภายในโปรแกรมเดียวกันถูกเรียกใช้ได้เพียง 1 ครั้งเท่านั้น ห้ามเขียนค่าตั้งเวลา 2 ครั้งใน Timer ช่องเดียวกัน

3.การใช้ Counter และ Reversable Counter ก็เช่นเดียวกันกับการใช้ Timer ข้างต้น

6.3 การตรวจสอบโปรแกรม

เราสามารถตรวจสอบโปรแกรมที่เขียนขึ้นมาแล้วได้ 2 แบบ คือ

6.3.1 ตรวจสอบเป็นลำดับทีละบรรทัด

6.3.2 ตรวจสอบโปรแกรมที่บรรทัดใด ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.3.1 ตรวจสอบเป็นลำดับแต่ละบรรทัด

ใช้คำสั่ง [INC] และ [DEC] เพิ่มและลดบรรทัดได้ และจอภาพจะแสดงโปรแกรมที่บรรทัดนั้น

6.3.2 ตรวจสอบโปรแกรมที่บรรทัดใด ๆ

เราสามารถกระโดดไปตรวจสอบโปรแกรม ได้ที่บรรทัดใดๆ ก็ได้ โดยการกดคีย์ [CLR], [SFT], [0]..[9], [SFT], [ENT] ตามลำดับ

6.4 การแก้ไขโปรแกรม

ในขณะที่เราอยู่ที่บรรทัดใดเราสามารถแก้ไขโปรแกรมในบรรทัดนั้น ได้ 3 รูปแบบ คือ

6.4.1 การเขียนโปรแกรมทับโปรแกรมเดิม [ENT]

6.4.2 การลบโปรแกรมในบรรทัดนั้น [DEL]

6.4.3 การเขียนโปรแกรมแทรกก่อนโปรแกรมในบรรทัดนั้น [INS]

6.4.1 การเขียนโปรแกรมทับโปรแกรมเดิม [ENT]

เมื่อเราเขียนโปรแกรมใดๆ ลงไปในบรรทัดนั้น แล้วยืนยันด้วยการกดคีย์ [ENT] โปรแกรมใหม่จะเข้าไปแทนที่โปรแกรมเดิมทันที

6.4.2 การลบโปรแกรมในบรรทัดนั้น [DEL]

ใช้คำสั่ง [DEL] ในขณะที่อยู่ที่บรรทัดใด บรรทัดนั้นจะถูกลบทิ้งทันที และเลื่อนโปรแกรมในบรรทัดล่างๆ ขึ้นมาแทนที่ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.4.3 การเขียนโปรแกรมแทรกก่อนโปรแกรมในบรรทัดนั้น [INS]

เมื่อเขียนคำสั่งโปรแกรมในบรรทัดใดเสร็จแล้ว ใช้คำสั่ง [INS] ในขณะที่อยู่ที่บรรทัดใด โปรแกรมเดิมในบรรทัดนั้นจะถูกเลื่อนลงไปตามลำดับ และคำสั่งโปรแกรมที่เขียนใหม่จะเข้าไปอยู่ ที่บรรทัดนั้นทันที

6.5 การลบโปรแกรมทั้งหมด

ในกรณีที่เราต้องการลบโปรแกรมเดิมที่มีอยู่ทิ้งทั้งหมดสามารถทำได้ด้วยคำสั่ง

[FUN] [ENT] [CLR]

โปรแกรมทั้งหมดจะถูกลบทิ้ง ถ้าตรวจสอบดู จะพบว่าทุกบรรทัดเป็นคำสั่ง [NOP] ทั้งหมด

6.6 การลบค่าสภาวะเดิมของระบบ

ตามปกติแล้วหลังจากมีการใช้เครื่องพีแอลซี ควบคุมระบบหรือกระบวนการแล้ว ไม่ว่าจะมีสาเหตุใดก็ตาม (เช่น ไฟดับ ผู้ใช้เปลี่ยนโหมดมาที่โปรแกรม) อันเป็นเหตุให้พีแอลซีออกจากโหมดรัน เครื่องพีแอลซีจะจดจำค่าสภาวะสุดท้ายของระบบที่ควบคุมไว้ด้วยเสมอ ไม่ว่าจะเป็น อินพุท เอาท์พุท ค่าตั้งเวลา ค่าตัวนับ ฯลฯ ในกรณีที่ผู้ใช้ต้องการรันระบบต่อ ก็จะมีการให้ผู้ใช้ยืนยันในโหมดมอนิเตอร์ หรือโหมดรัน ดังจะกล่าวในหัวข้อต่อไป

ในกรณีที่ผู้ใช้ต้องการเริ่มต้นรันระบบใหม่ สามารถทำได้โดยการลบค่าสภาวะเดิมทิ้งเสียทั้งหมด ด้วยคำสั่ง

[FUN] [SFT] [CLR]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.7 การเก็บค่าสภาวะเดิมของระบบ

ดังที่กล่าวไว้ในหัวข้อ 6.6 เกี่ยวกับการเก็บค่าสภาวะเดิมของระบบ ในกรณีที่ผู้ใช้ต้องการรันระบบต่อเนื่องจากคราวที่แล้ว โปรแกรมบริหารระบบจะมีการตรวจสอบการยืนยันของผู้ใช้ ดังนี้

เมื่อผู้ใช้เปลี่ยนโหมดมาที่โหมดมอนิเตอร์หรือโหมดรันและพีแอลซีมีการเก็บค่าสภาวะเดิมอยู่ พีแอลซีจะยังไม่ทำการรันในทันที แต่จะคอยให้ผู้ใช้ตรวจสอบค่าสภาวะเดิมของระบบโดยผ่าน หน่วยป้อนโปรแกรม ที่หน้าจอภาพแอลซีดี จนกระทั่งผู้ใช้มั่นใจและต้องการยืนยันการรันต่อเนื่องจากคราวที่แล้ว ก็ทำได้โดยการกดคีย์ [SFH] พีแอลซีจึงจะเริ่มทำงานตามโปรแกรมต่อไป

(ข้อควรระมัดระวัง ! ในกรณีนี้ เมื่อยังไม่แน่ใจว่าจะให้ระบบทำงานต่อเนื่องจากคราวที่แล้วหรือไม่ ก็ไม่ควร กดคีย์ [SFT] เพราะค่าสภาวะเดิมของระบบอาจมีการยับ เอาท์พุท บางตัวที่เราไม่ต้องการก็ได้)

6.8 การดูและเปลี่ยนแปลงค่าสภาวะของระบบที่ควบคุมในโหมดมอนิเตอร์

ในการทำงานในโหมดมอนิเตอร์ จะมีการควบคุมระบบตามโปรแกรมที่เราเขียนขึ้นทุกประการ อีกทั้งยังสามารถดูค่าสภาวะต่างๆ ได้ดังนี้

6.8.1 การดูค่าสภาวะ

กดคีย์ โอเปอร์แรนด์ ที่ต้องการจะมอนิเตอร์ แล้วตามด้วย ตัวเลขโดยไม่ต้องกดคีย์ชิฟ จากนั้น ก็กดคีย์ [ENT]

จอภาพก็จะแสดงค่าสภาวะนั้นออกมา ณ จุดนี้ เราสามารถเลื่อนค่าโอเปอร์แรนด์ที่กำลังแสดงอยู่ได้ด้วยคำสั่ง [INC], [DEC]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.8.2 การเปลี่ยนแปลงค่าสภาวะ

เมื่อเรามอนิเตอร์ค่าโอเปอร์แรนด์ขึ้นมาดูแล้ว เราสามารถเปลี่ยนแปลงค่าสภาวะของโอเปอร์แรนด์นั้นได้ ด้วยคำสั่ง [SET] และ [RST]

6.9 โปรแกรมที่ผิดพลาด

โปรแกรมบริหารระบบจะทำการตรวจสอบโปรแกรมผู้ใช้ ก่อนที่จะเริ่มทำงานเพื่อความถูกต้อง สิ่งที่โปรแกรมบริหารระบบจะตรวจสอบมีอยู่ 2 อย่างคือ

6.9.1 คำสั่ง END

6.9.2 คำสั่ง TIMER,COUNTER

6.9.1 คำสั่ง END

พีแอลซีจะทำการตรวจสอบคำสั่ง END ว่ามีอยู่หรือไม่ ถ้าไม่มีย่อมไม่สามารถทำงานได้ พีแอลซีจะบอกให้ผู้ใช้เปลี่ยนโหมดกลับไปที่ โหมดโปรแกรม เพื่อแก้ไข

6.6.2 คำสั่ง TIMER,COUNTER

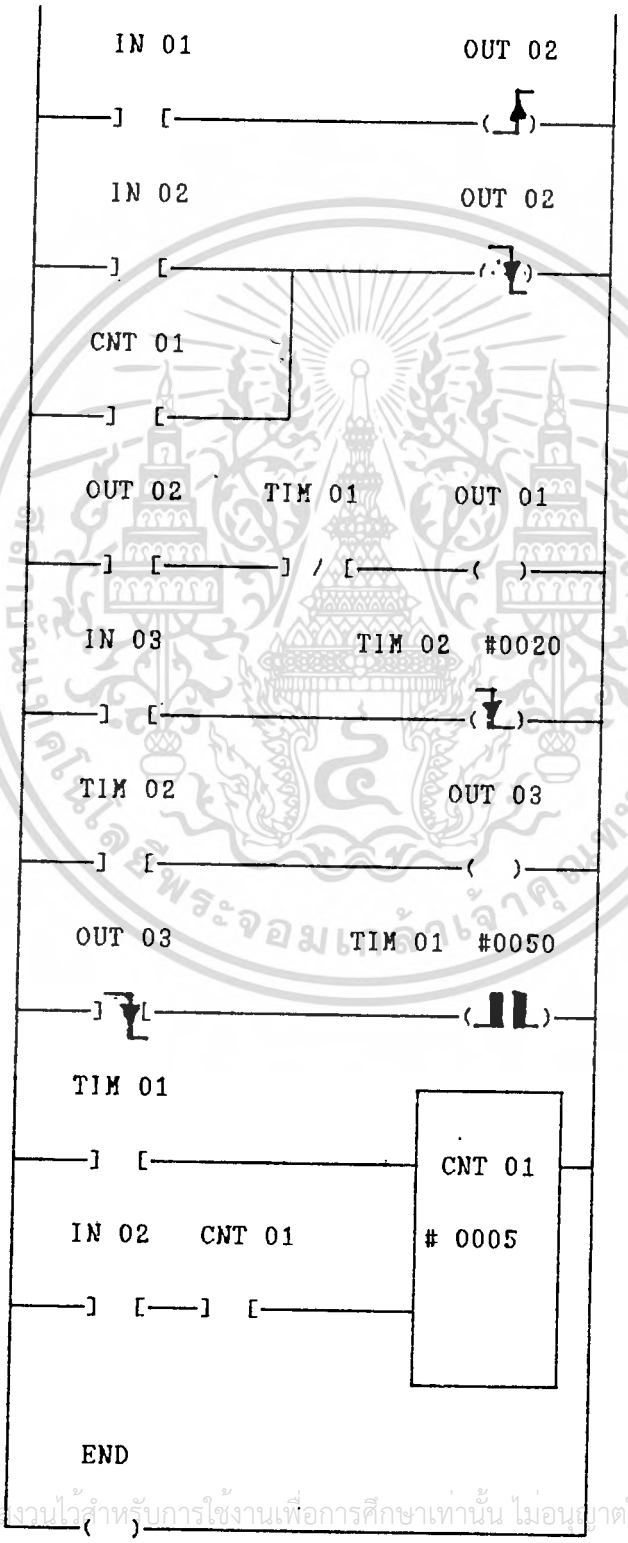
พีแอลซีจะไม่ทำงาน เมื่อมีการใช้ TIMER หรือ COUNTER ช่องเดียวกันมากกว่า 1 ครั้ง พีแอลซีจะบอกให้ผู้ใช้เปลี่ยนโหมดกลับไปที่ โหมดโปรแกรม เพื่อแก้ไข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7

การทดลองและผลการทดลอง

การทดลองที่ 7.1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงอินพุท-เอาท์พุท

IN 01	สวิตช์สตาร์ท
IN 02	สวิตช์สต็อป
IN 03	เซ็นเซอร์นับรอบมอเตอร์
OUT 01	ขับมอเตอร์
OUT 02	หลอดไฟแสดงการทำงานของลูปการทำงาน

ผลการทดลอง

-เมื่อกดสวิตช์สตาร์ท มอเตอร์จะเริ่มหมุน

-จนกระทั่งหมุนครบรอบ จะหมุนต่อไปอีก 2 วินาที (ยังไม่ครบรอบเด็ดขาด เพราะว่ามอเตอร์หมุนช้ามาก)

-เมื่อหมุนครบ 2 วินาที มอเตอร์จะหยุดหมุนนาน 5 วินาที

-เมื่อครบ 5 วินาที ถือว่าครบ 1 รอบ มอเตอร์จะหมุนต่อเริ่มรอบทำงานต่อไป

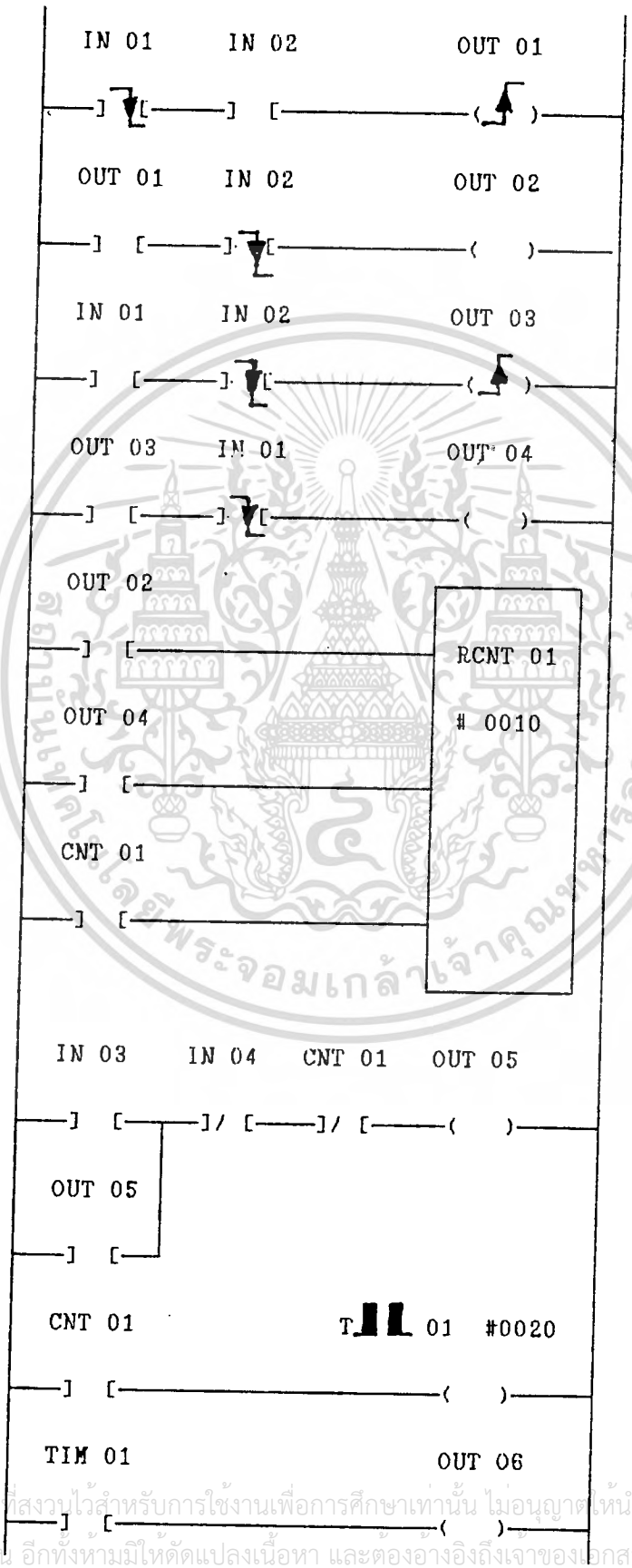
-ทำงานทั้งหมด 5 รอบ แล้วจึงหยุด

-ระหว่างการทำงานเราสามารถหยุดได้ทันทีด้วย สวิตช์ 02

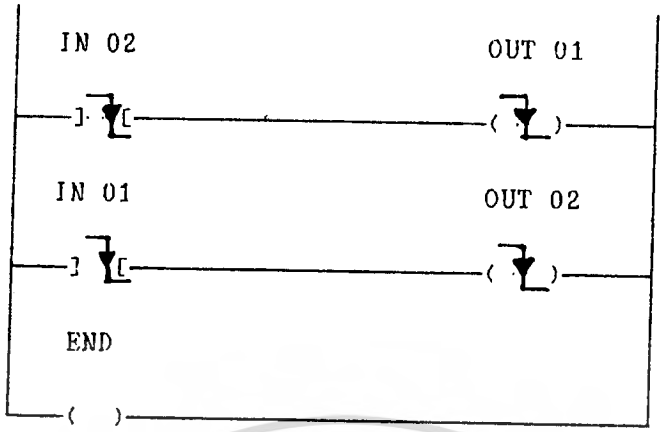
-ระหว่างการทำงาน หลอดไฟ 02 จะติดอยู่ตลอดเวลา จนกว่าจะกดสวิตช์สต็อป หรือระบบทำงานครบ 5 รอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 7.2



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ตารางแสดงอินพุท-เอาท์พุท

IN 01	เซนเซอร์ตัวแรก
IN 02	เซนเซอร์ตัวที่สอง
IN 03	สวิตช์สตาร์ท
IN 04	สวิตช์สต๊อบ
OUT 06	กระบอกสูบดันของเก็บเมื่อครบ 10 ชิ้น

ผลการทดลอง

-เมื่อกดสวิตช์สตาร์ทระบบ IN 01 และ IN 02 จะคอยตรวจสอบการเคลื่อนที่ไปและกลับของ ชิ้นงาน

-IN 01 นับลงของที่ส่งไปยังกระบอกสูบ

-IN 02 นับขึ้นของที่ถูกส่งกลับ (อาจเป็นเพราะเสียหาย)

-เมื่อจำนวนของทั้งหมดครบตามที่ตั้งไว้ กระบอกสูบ OUT 06 จะดันของทั้งหมดไปเก็บ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 8

บทสรุป

ตาราง สรุปคุณลักษณะของพีแอลซี

แหล่งจ่ายไฟที่ต้องการ		ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ความถี่ 50 เฮิร์ต
อินพุท	-จำนวนอินพุท	อินพุทภายนอก 16 ตัว อินพุทภายในเท่านั้น 16 ตัว
	-ไฟเลี้ยงสำหรับอินพุทที่พีแอลซีจ่ายได้	ไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์ 1.5 แอมป์
	-กระแสอินพุทสูงสุด	80 มิลลิแอมป์ (I_F)
	-ความเร็วสูงสุดของสัญญาณ	100 มิลลิวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอาท์พุท	-จำนวนเอาท์พุทใช้งาน	เอาท์พุทภายนอกแบบรีเลย์ 8 ตัว เอาท์พุทภายนอกแบบทรานซิสเตอร์ ขาคอลเลคเตอร์เปิด 8 ตัว
	-จำนวนเอาท์พุทภายในเท่านั้น	16 ตัว
	-ระดับกระแสสูงสุดของเอาท์พุทแบบรีเลย์	10 แอมป์
	-ระดับสัญญาณไฟของเอาท์พุทแบบทรานซิสเตอร์	30 โวลต์ (V_{CEO}) 5.0 มิลลิแอมป์ (I_C max.)
	-ความเร็วสูงสุดในการขับเอาท์พุท	100 มิลลิวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวตั้งเวลา	-จำนวนตัวตั้งเวลา	32 ตัว
	-ชนิดของตัวตั้งเวลา	4 ชนิด :- -หน่วงเวลาเปิด -หน่วงเวลาปิด -เปิดเวลาคงที่ 1 จังหวะ -เปิดเวลาคงที่ 1 จังหวะ แบบทริกใหม่ได้
	-ค่าตั้งเวลาต่ำสุด-สูงสุด	0.1 - 999.9 วินาที
ตัวนับ	-จำนวนตัวนับ	32 ตัว
	-ชนิดของตัวนับ	2 ชนิด :- -นับลง -นับขึ้น-ลง
	-ค่าตั้งตัวนับต่ำสุด-สูงสุด	1 - 9999

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมผู้ใช้	-จำนวนบรรทัดสูงสุด	250 บรรทัด
	-การเก็บโปรแกรม	เก็บใน RAM โดยมีไฟเลี้ยงสำรอง
	-การเปลี่ยนแปลงแก้ไข	ทำได้ทันทีในโหมดโปรแกรม
	-การมอนิเตอร์ดูค่าสภาวะ	ทำได้ขณะทำงานในโหมดมอนิเตอร์
	-การเปลี่ยนแปลงค่าสภาวะเปิด-ปิด	ทำได้ขณะทำงานในโหมดมอนิเตอร์
	-การเปลี่ยนแปลงค่าตั้งเวลาและค่าตั้งตัวนับ ขณะรัน	ทำได้ขณะทำงานในโหมดมอนิเตอร์
	-การเก็บค่าสภาวะสุดท้ายของการรัน	เก็บไว้ได้ใน หน่วยความจำ ที่มีไฟเลี้ยงสำรอง

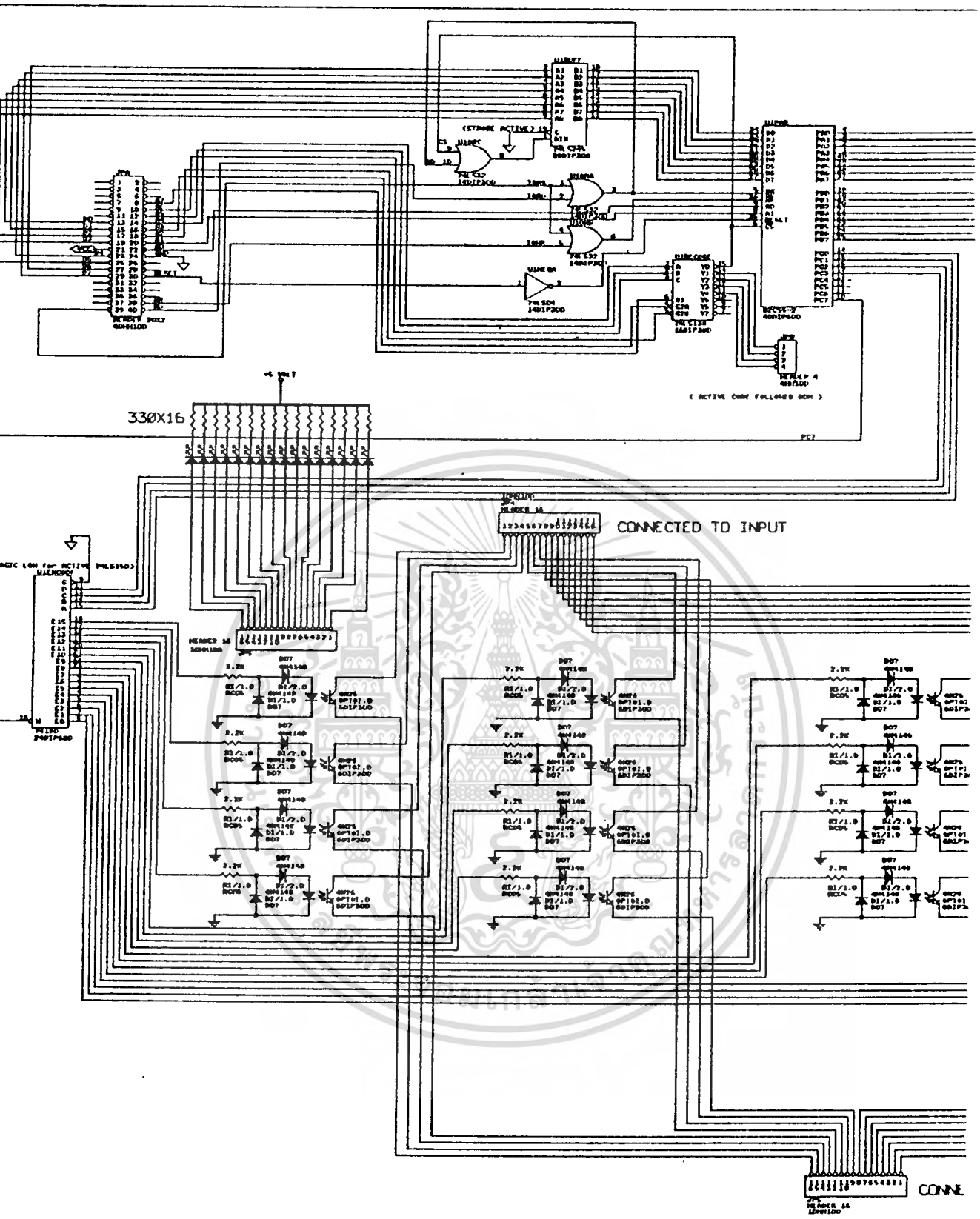
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางสรุปคุณลักษณะของพีแอลซีข้างต้น จะเห็นได้ว่ามีความสามารถนำไปใช้งานควบคุมแบบลำดับได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงระดับหนึ่ง นับเป็นจุดเริ่มต้นที่ดีที่จะให้ผู้ที่สนใจจะศึกษาการควบคุมโดยใช้ พีแอลซี จะได้นำไปเป็นแนวความคิด เพื่อนำพีแอลซีไปใช้งาน ตลอดจนการออกแบบพัฒนาพีแอลซี ให้มีความสามารถสูงยิ่งขึ้นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

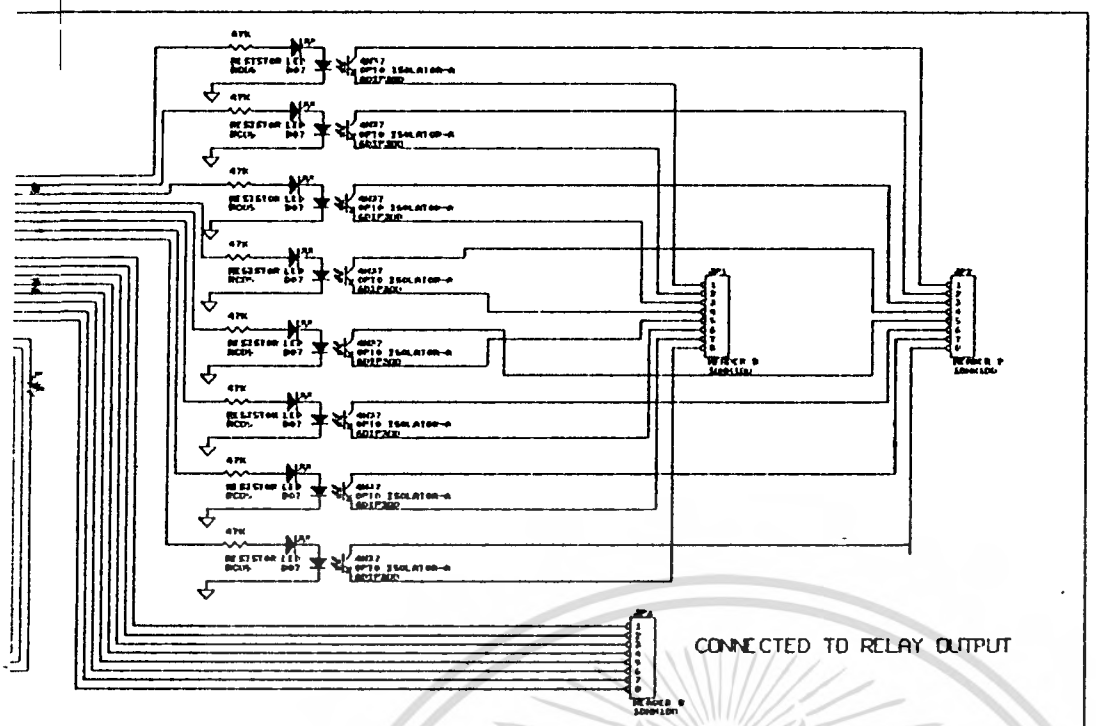
ภาคผนวก ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

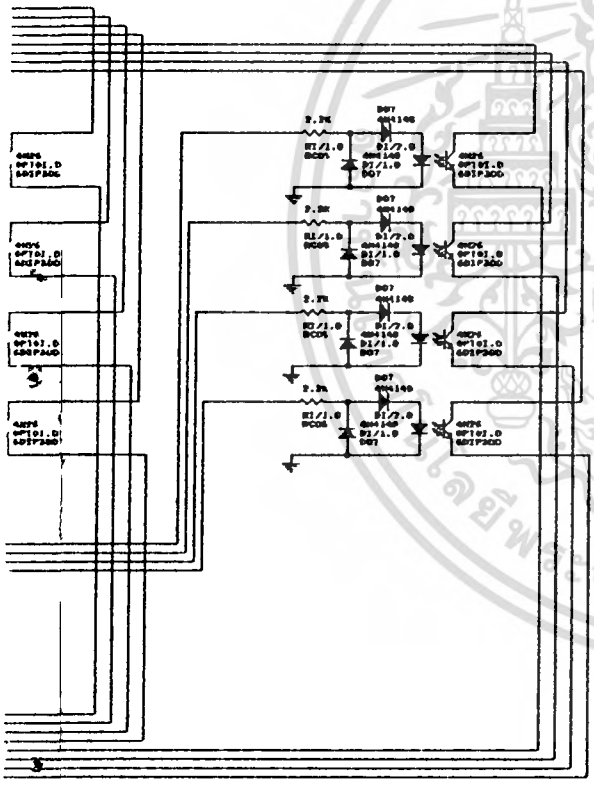


PART OF INPUT/OUT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



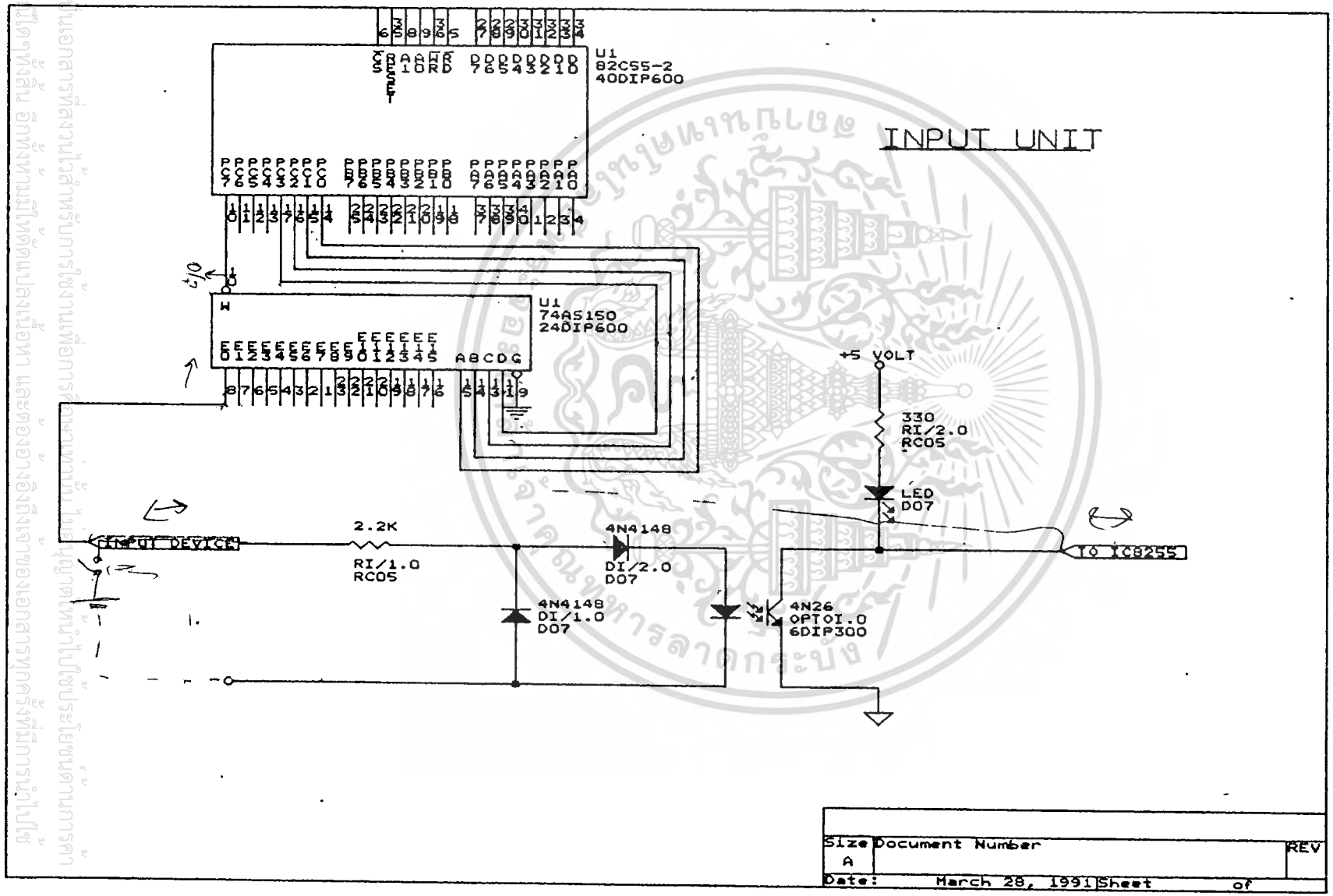
CONNECTED TO RELAY OUTPUT

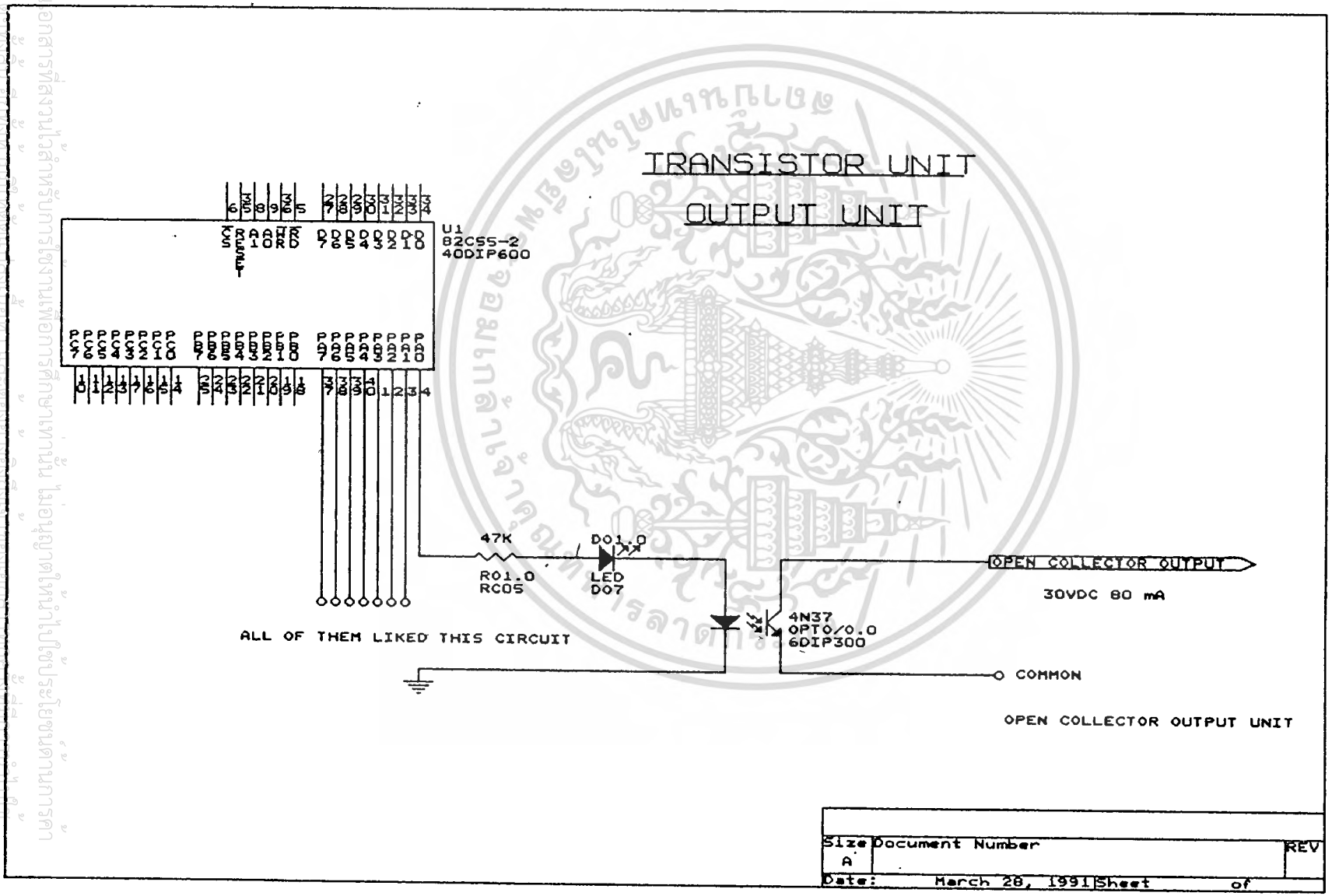


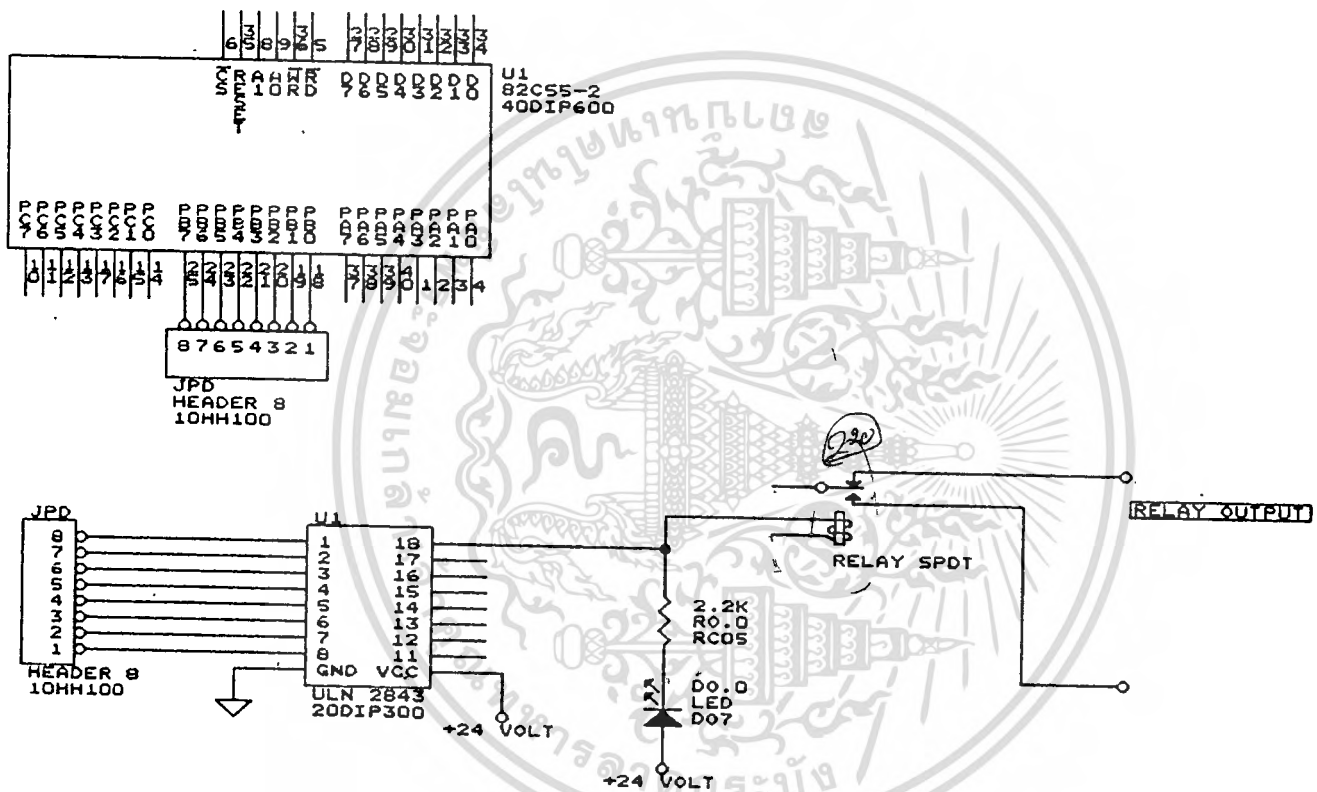
NNECTED TO COMMON

TPUT UNIT

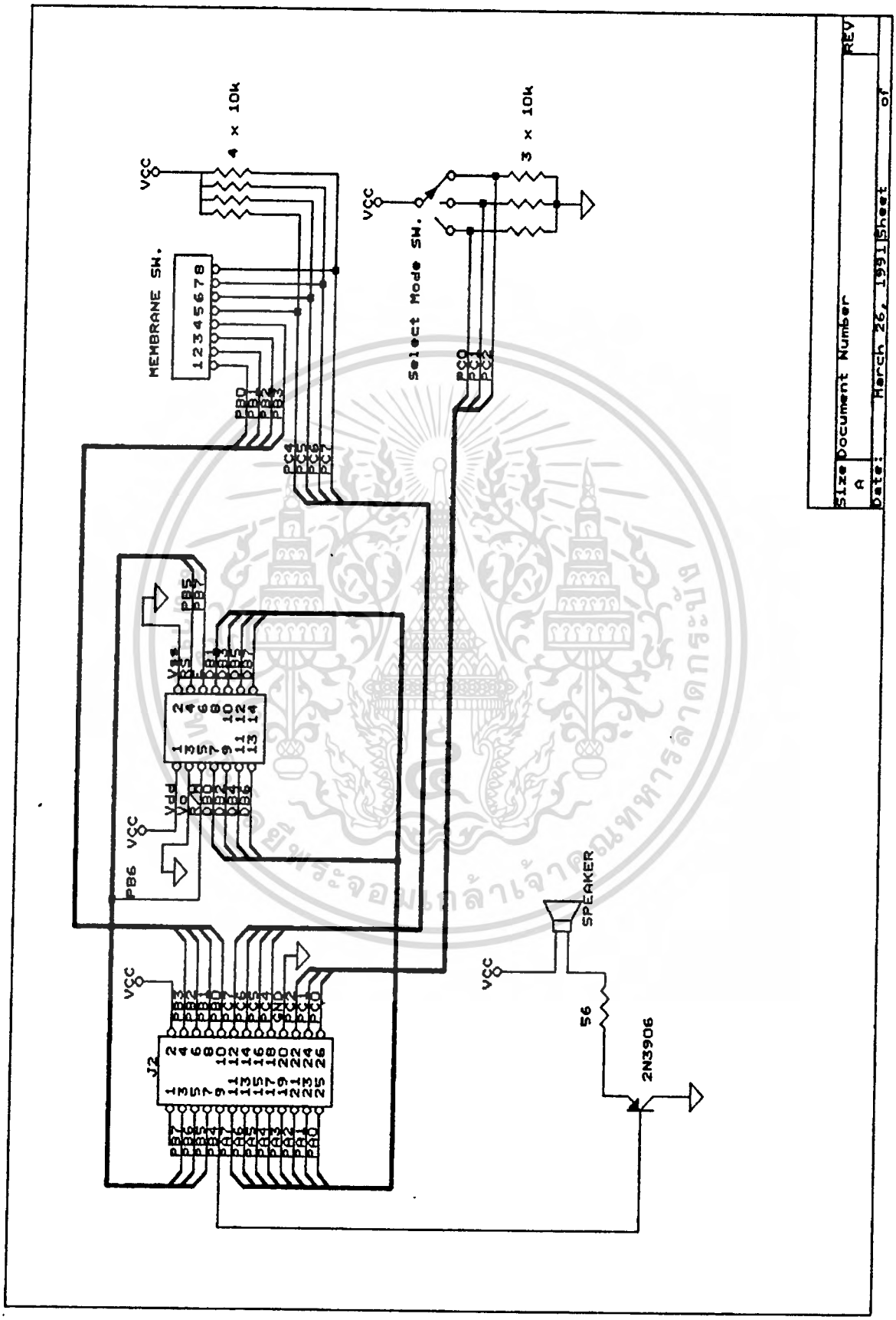
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


INPUT UNIT
U1
82C55-2
40DIP600
U1
74AS150
24DIP600
+5 VOLT
330
RI/2.0
RC05
LED
D07
INPUT DEVICE
2.2K
RI/1.0
RC05
4N4148
DI/2.0
D07
4N4148
DI/1.0
D07
4N26
OPTOI.0
6DIP300
TO IC8255
Size
A
Document Number
REV
Date: March 28, 1991
Sheet of


IRANSISTOR UNIT
OUTPUT UNIT
U1
82C55-2
40DIP600
47K
R01.0
RC05
D01.0
LED
D07
4N37
OPTO/0.0
6DIP300
OPEN COLLECTOR OUTPUT
30VDC 80 mA
COMMON
ALL OF THEM LIKED THIS CIRCUIT
OPEN COLLECTOR OUTPUT UNIT
Size
A
Document Number
REV
Date: March 28, 1991
Sheet
of

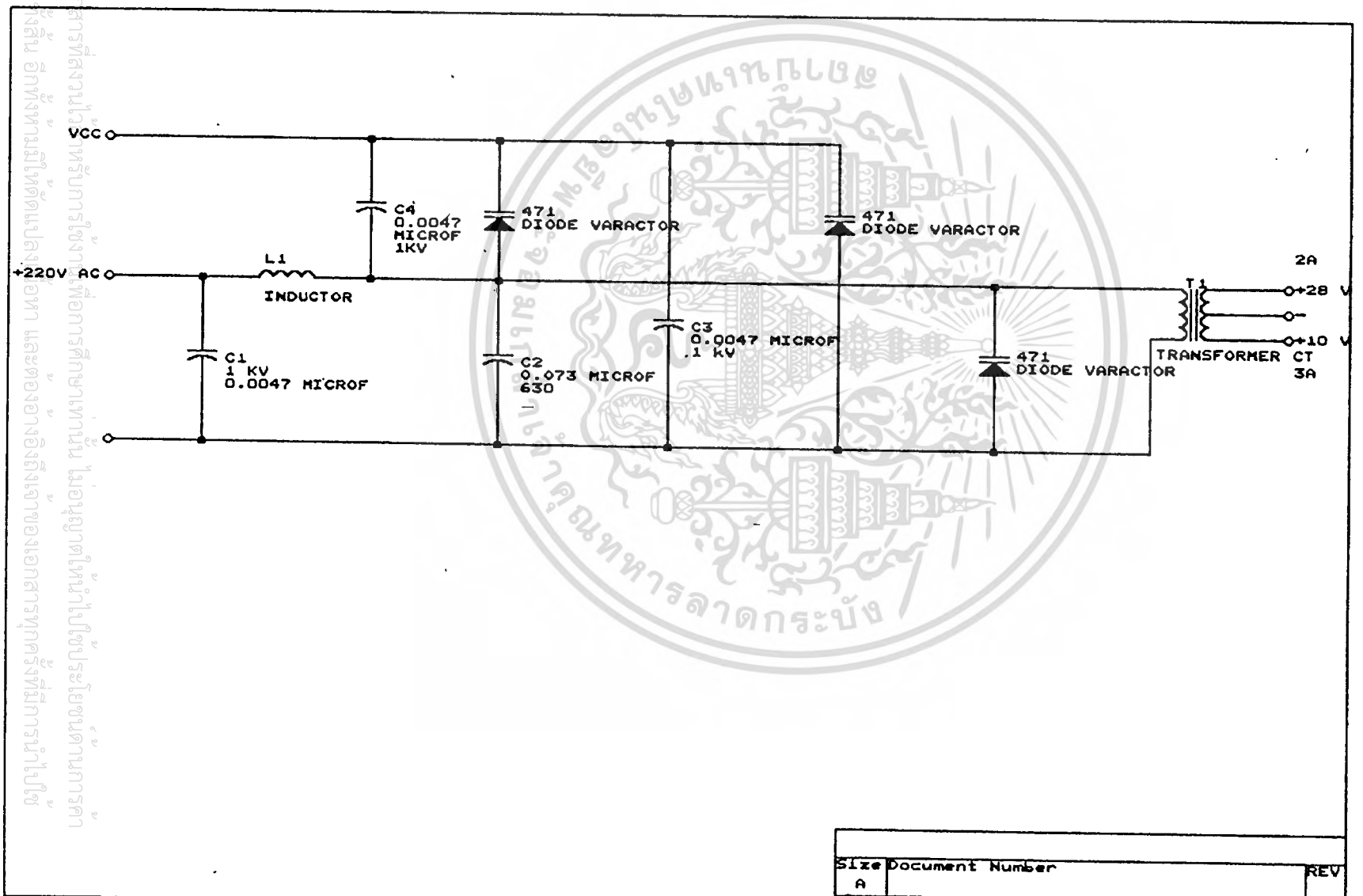


Size A	Document Number	REV
Date: March 28, 1991	Sheet of	



รูปที่ ก.2 วงจรของหน่วยป้อนโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Size	Document Number	REV
A		

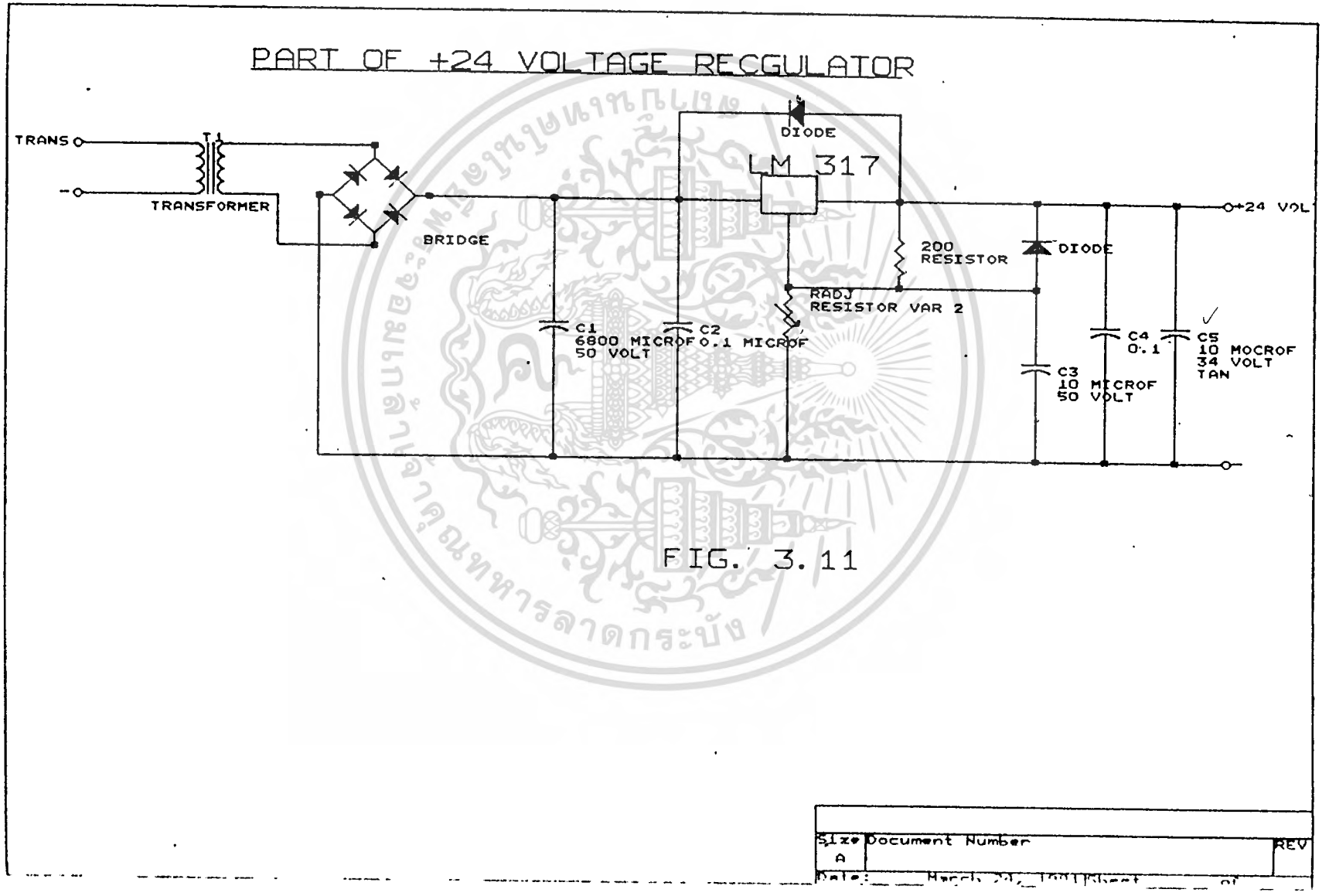
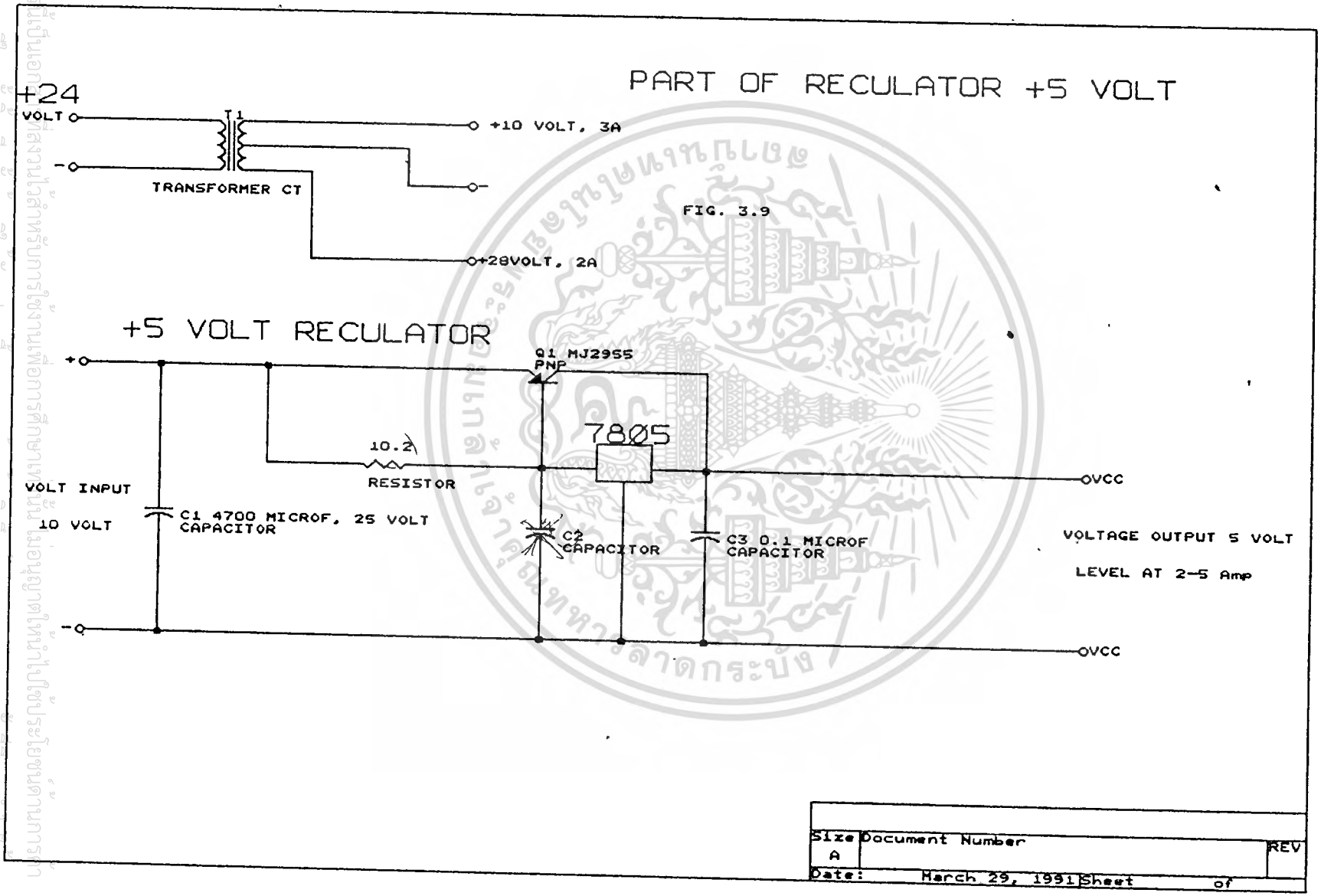
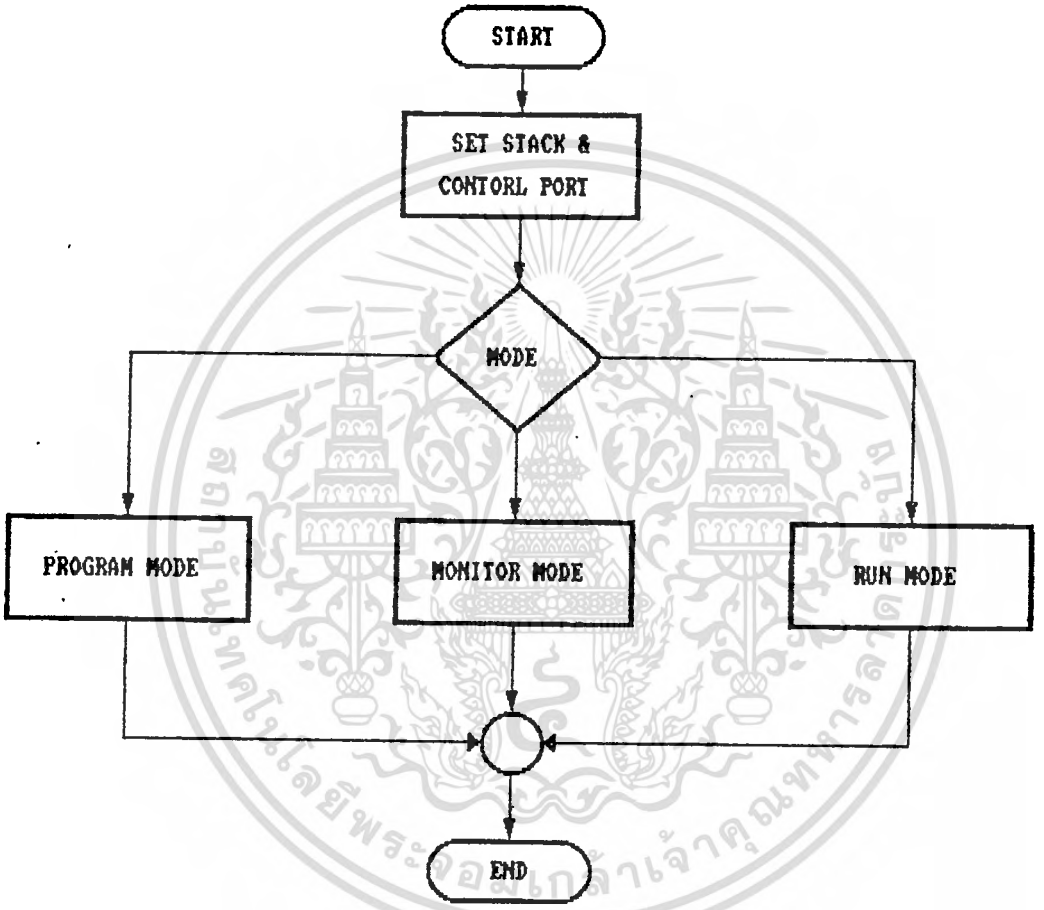

PART OF +24 VOLTAGE RECGULATOR
TRANS
TRANSFORMER
BRIDGE
DIODE
LM 317
200
RESISTOR
DIODE
+24 VOL
RADJ
RESISTOR VAR 2
C1
6800 MICROF
50 VOLT
C2
0.1 MICROF
C3
10 MICROF
50 VOLT
C4
0.1
C5
10 MOCROF
34 VOLT
TAN
Size
A
Document Number
REV
Date:
Sheet

FIG. 3.11


PART OF RECULATOR +5 VOLT
+24
VOLT
T1
+10 VOLT, 3A
TRANSFORMER CT
+28VOLT, 2A
FIG. 3.9
+5 VOLT RECULATOR
Q1 MJ2955
PNP
7805
10.2
RESISTOR
VOLT INPUT
10 VOLT
C1 4700 MICROF, 25 VOLT
CAPACITOR
C2
CAPACITOR
C3 0.1 MICROF
CAPACITOR
VCC
VCC
VOLTAGE OUTPUT 5 VOLT
LEVEL AT 2-5 Amp
Size
A
Document Number
REV
Date:
March 29, 1991
Sheet
of

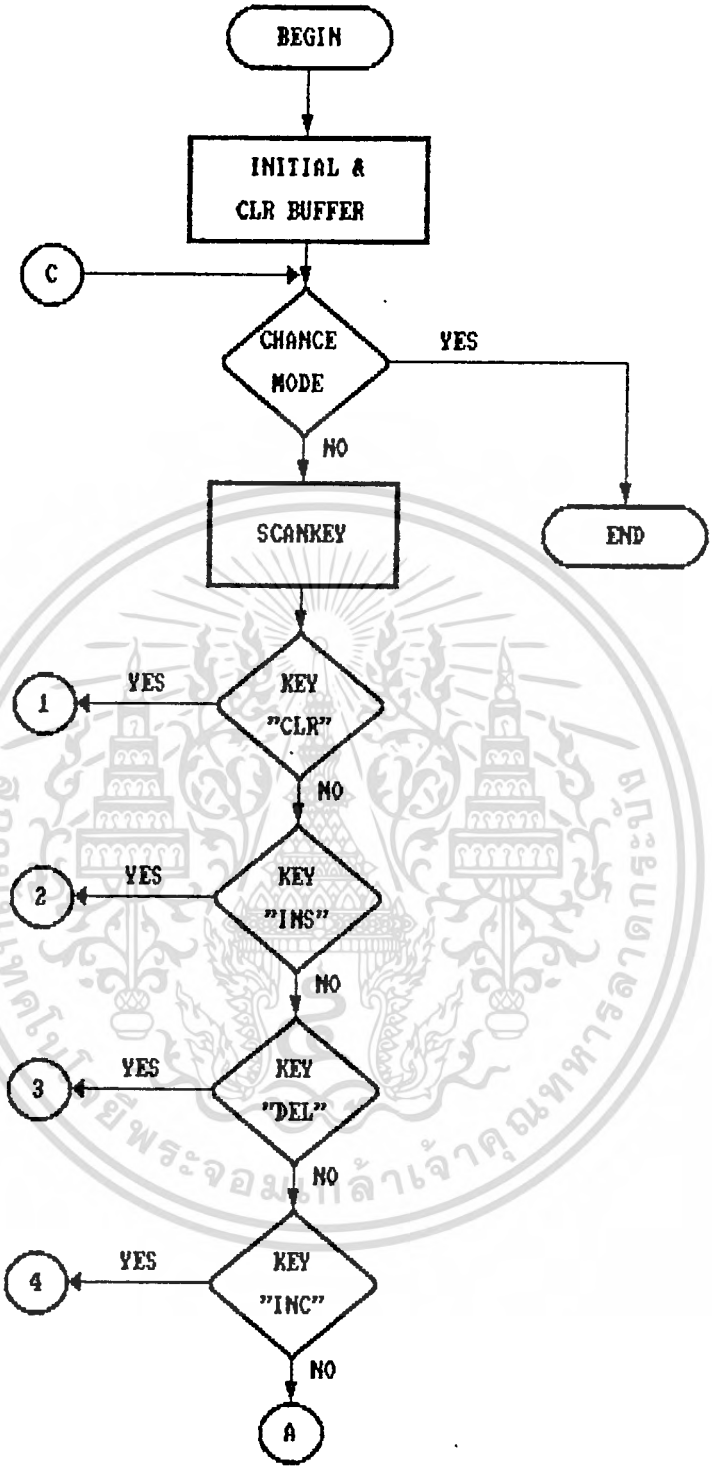
ภาคผนวก ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



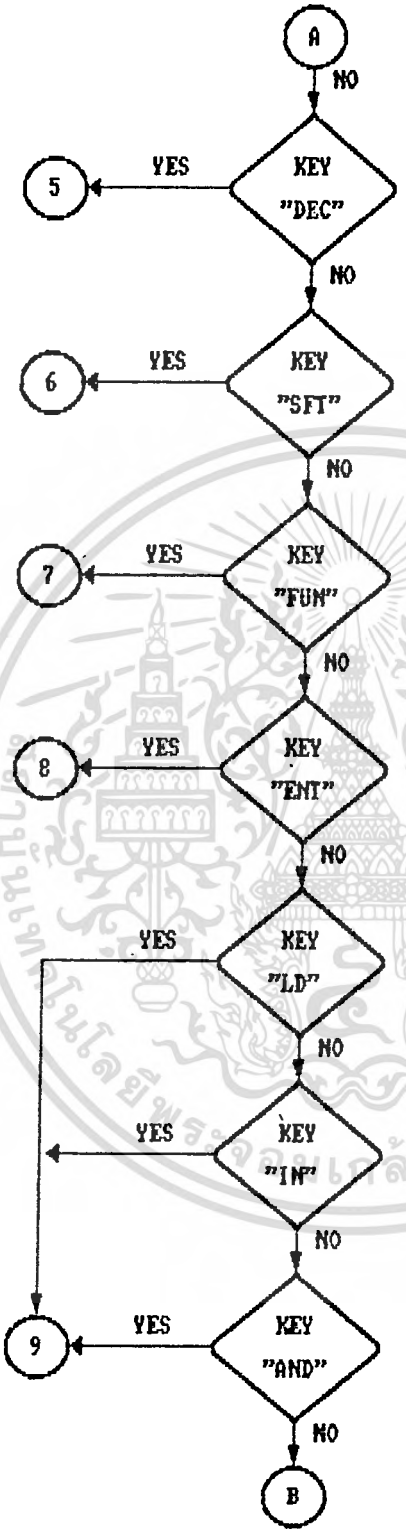
รูปที่ ข.1 แสดงการทำงานในการเลือกโหมดของระบบพีแอลซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

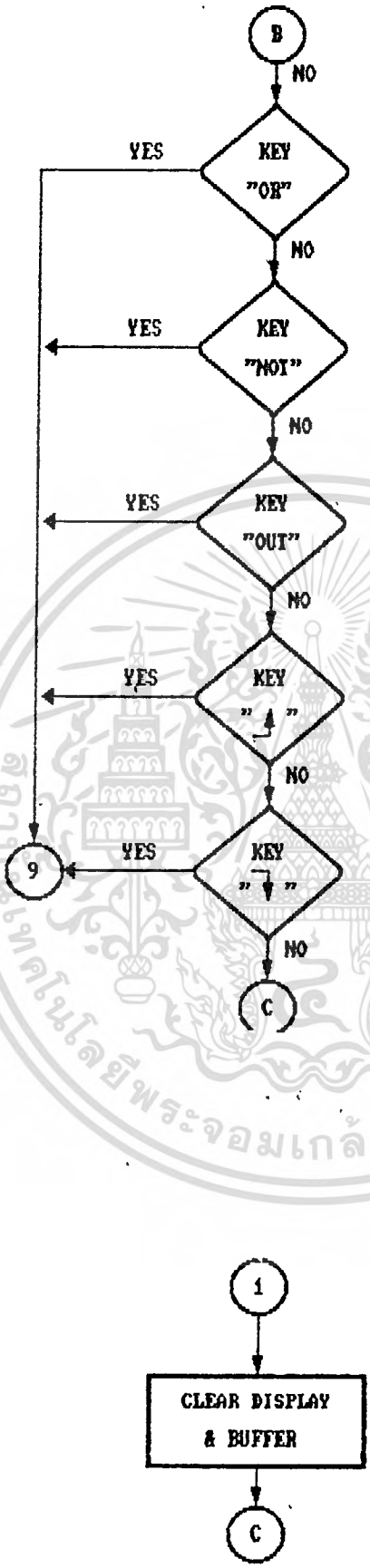


รูปที่ ข.2 แสดงการทำงานของระบบพีแอลซีในโหมดโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

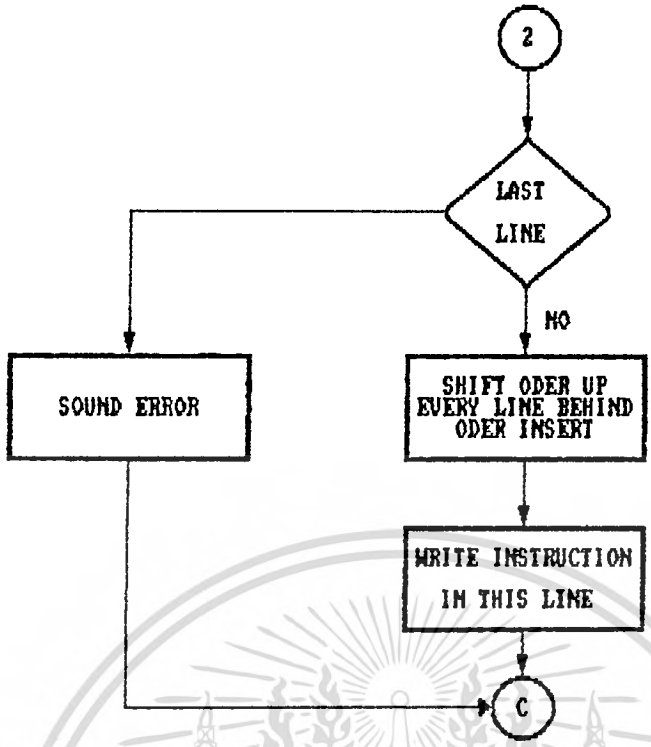


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

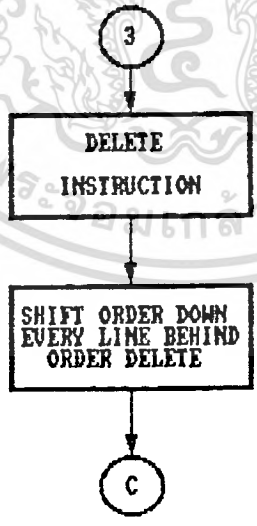


รูปที่ ข.3 แสดงการทำงานของการ CLEAR ในโหมดโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

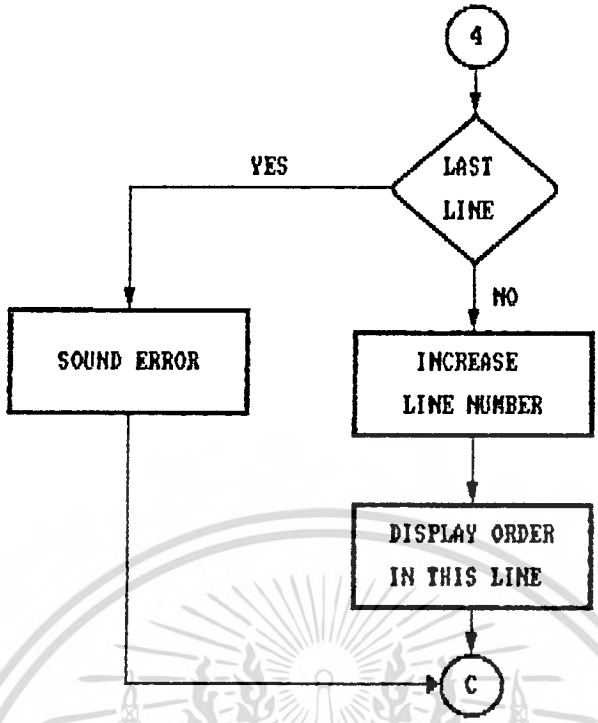


รูปที่ ข.4 แสดงการทำงานของการ INSERT ในโหมดโปรแกรม

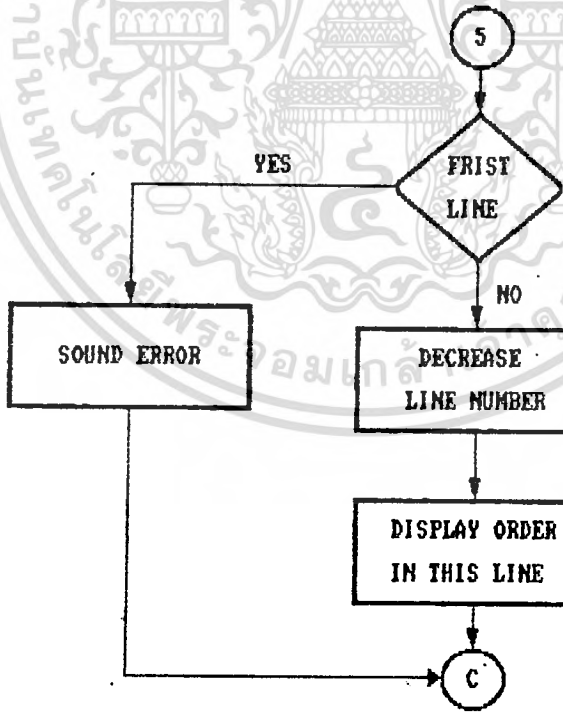


รูปที่ ข.5 แสดงการทำงานของการ DELETE ในโหมดโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

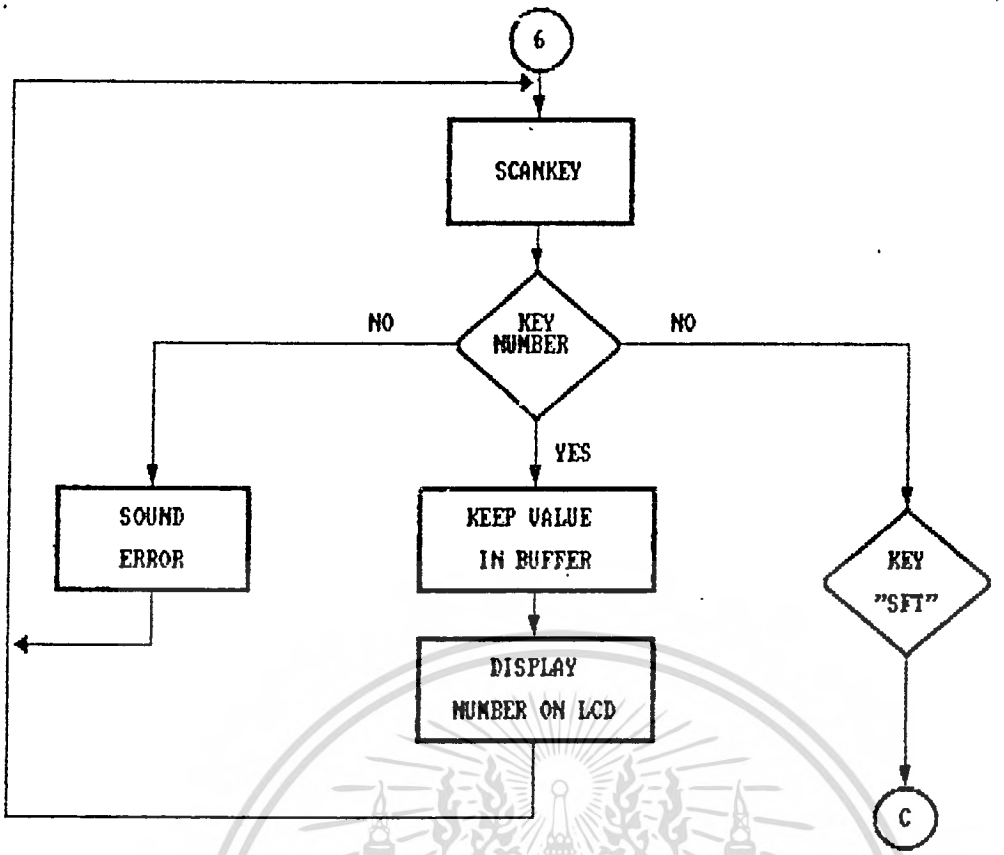


รูปที่ ข.6 แสดงการทำงานของการ INCREASE ในโหมดโปรแกรม



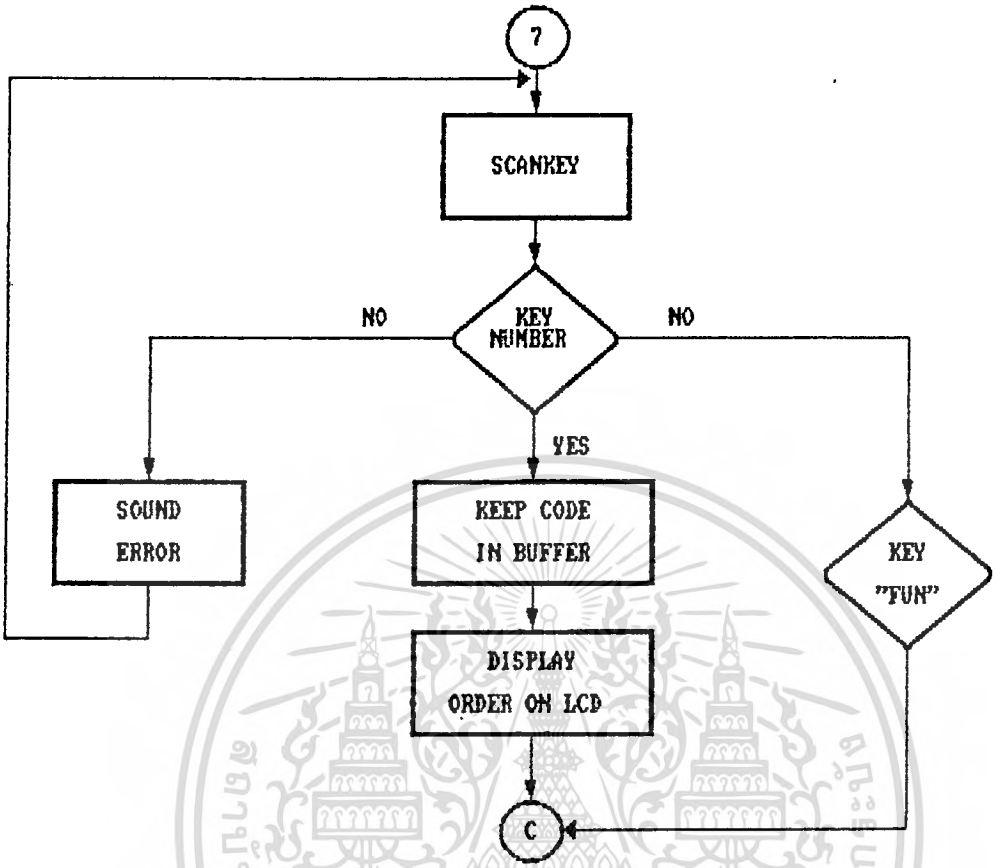
รูปที่ ข.7 แสดงการทำงานของการ DECREASE ในโหมดโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



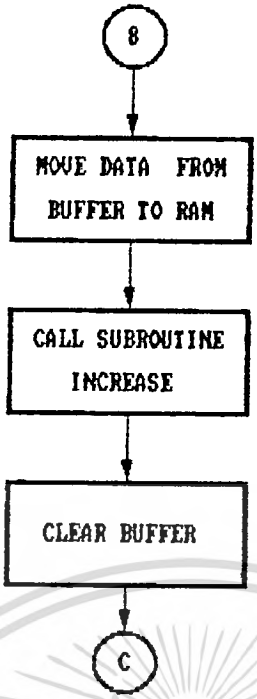
รูปที่ ข.8 แสดงการทำงานของการ SHIFT ในโหมดโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

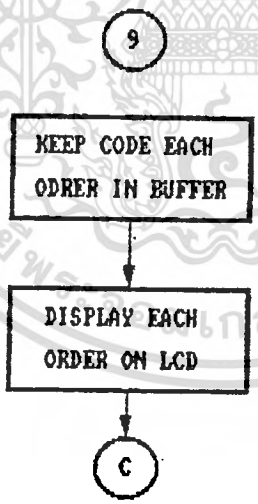


รูปที่ ข.9 แสดงการทำงานของการ FUNCTION ในโหมดโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

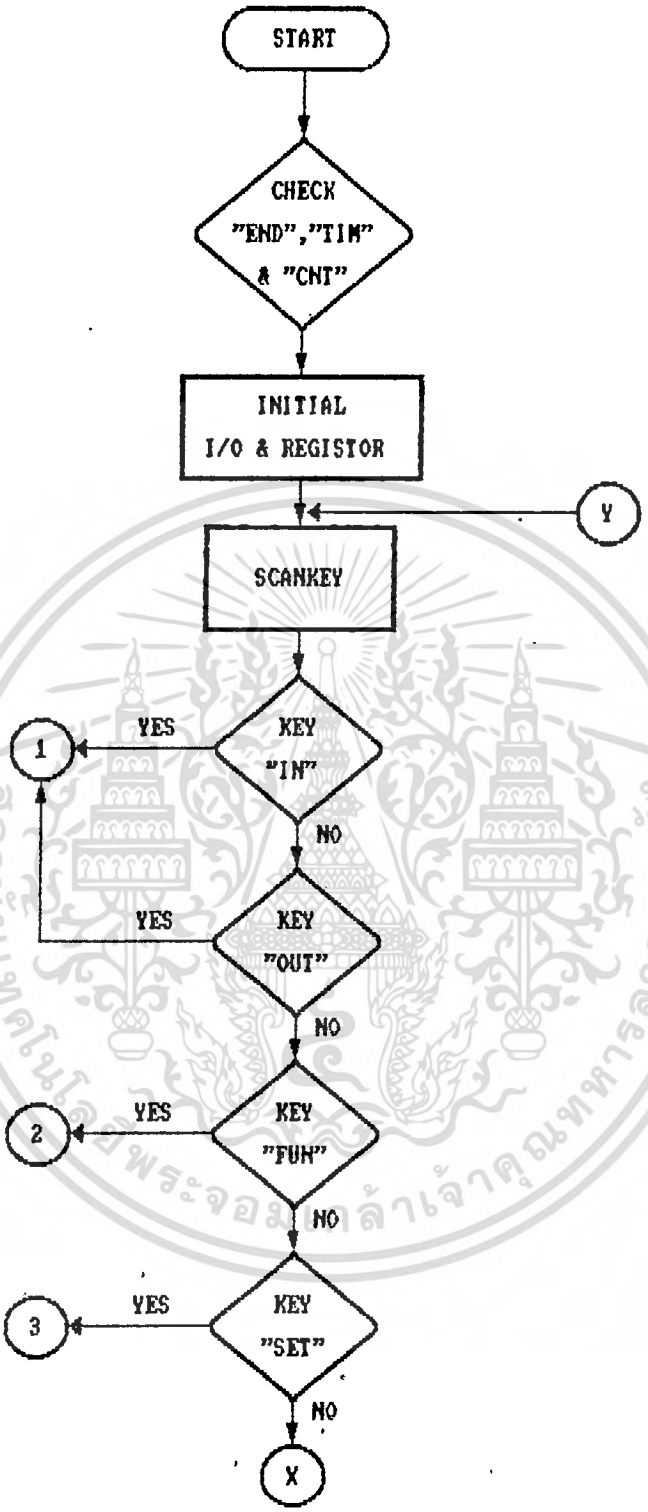


รูปที่ ข.10 แสดงการทำงานของการ ENTER ในโหมดโปรแกรม



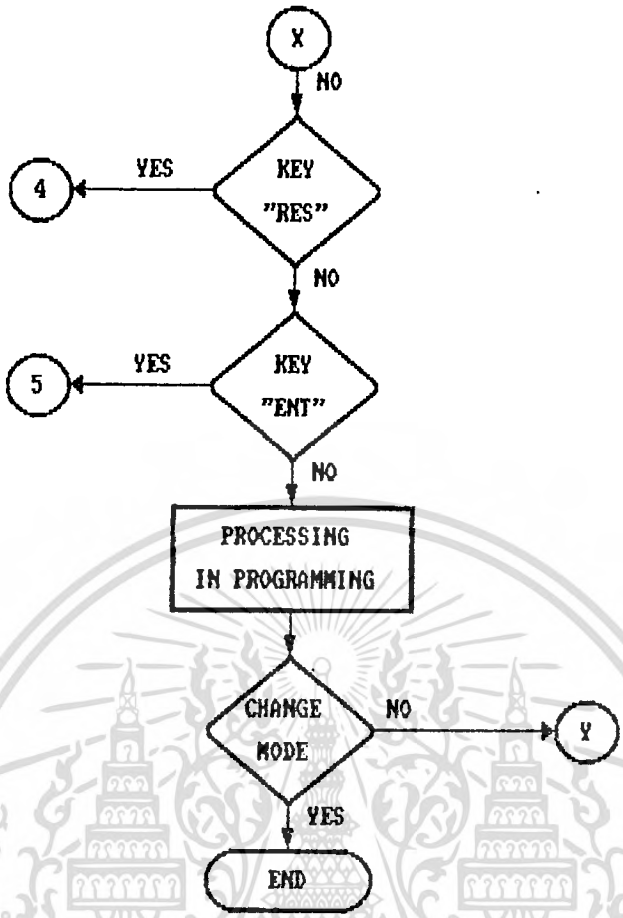
รูปที่ ข.11 แสดงการทำงานเมื่อกด"คีย์คำสั่ง"ในโหมดโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

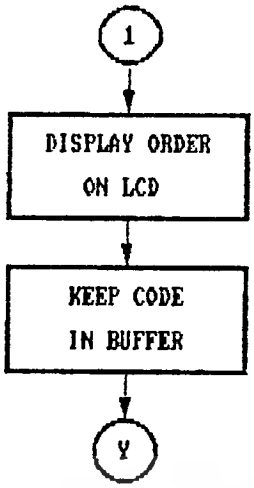


รูปที่ ข.12 แสดงการทำงานในโหมดมอนิเตอร์

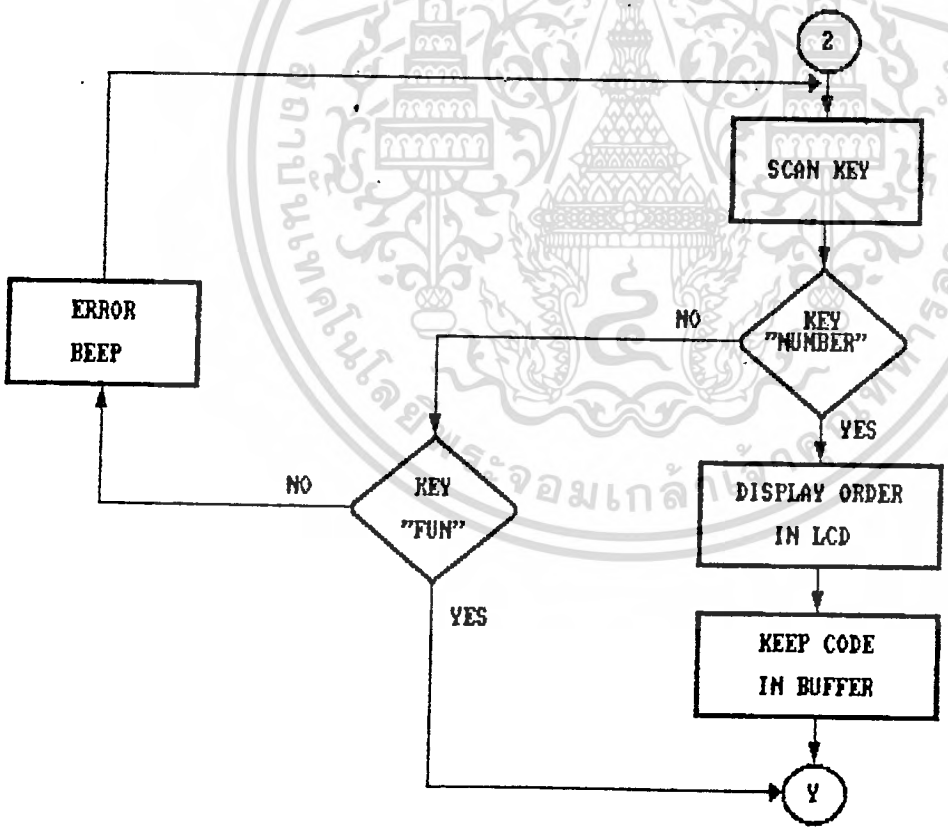
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

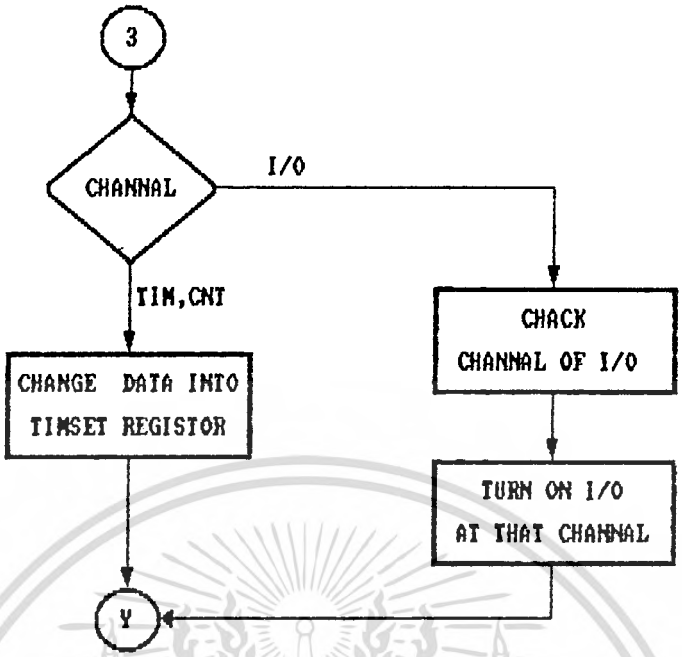


รูปที่ ข.13 แสดงการทำงานในการมอนิเตอร์ค่าอินพุท-เอาท์พุท

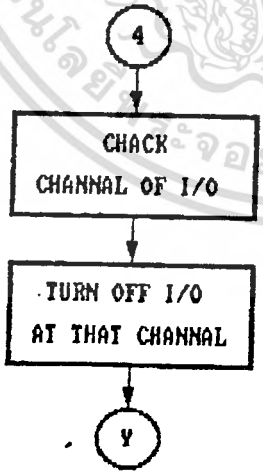


รูปที่ ข.14 แสดงการทำงานในการมอนิเตอร์ค่าตัวตั้งเวลา ตัวนับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

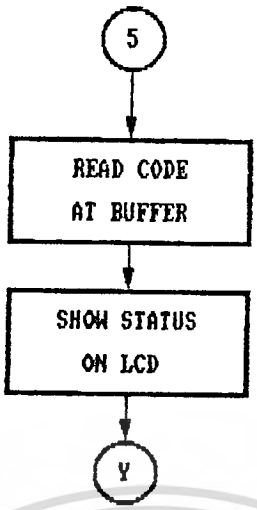


รูปที่ ข.15 แสดงการทำงานในการ "เซต"ค่าโอเปอร์แรนด์ต่างๆ

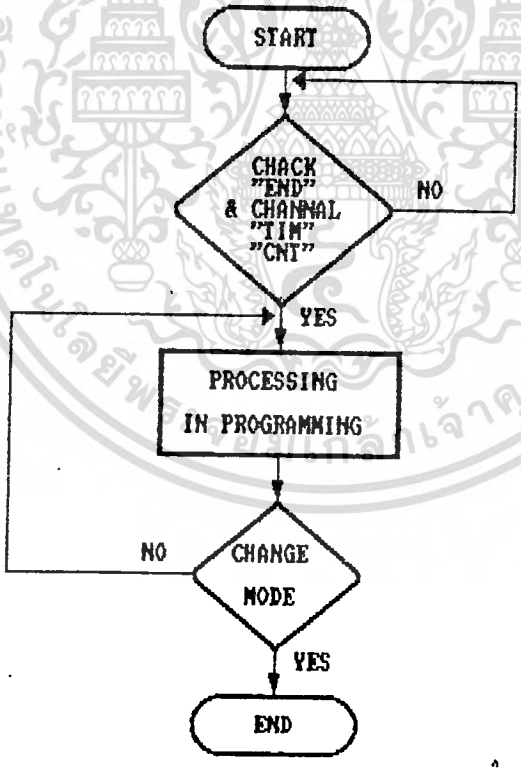


รูปที่ ข.16 แสดงการทำงานในการ "รีเซต"ค่าโอเปอร์แรนด์ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.17 แสดงการทำงานเมื่อกดคีย์ "ENTER" เพื่อมอนิเตอร์ค่าต่างๆ



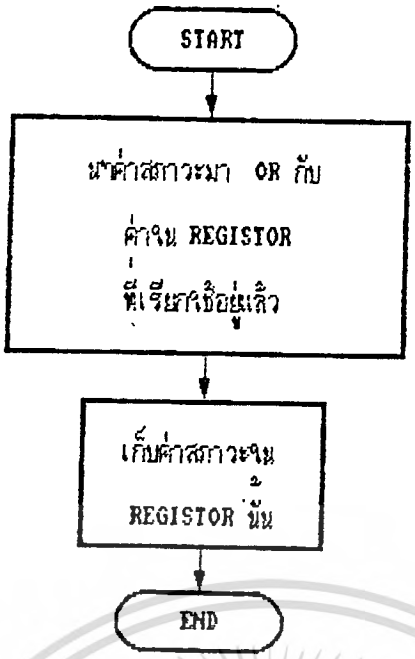
รูปที่ ข.18 แสดงการทำงานในโหมดรัน (RUN MODE)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ข.19 แสดงการทำงานตามคำสั่ง LD

รูปที่ ข.20 แสดงการทำงานตามคำสั่ง AND

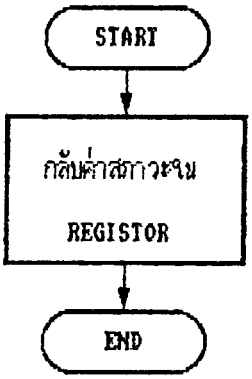
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



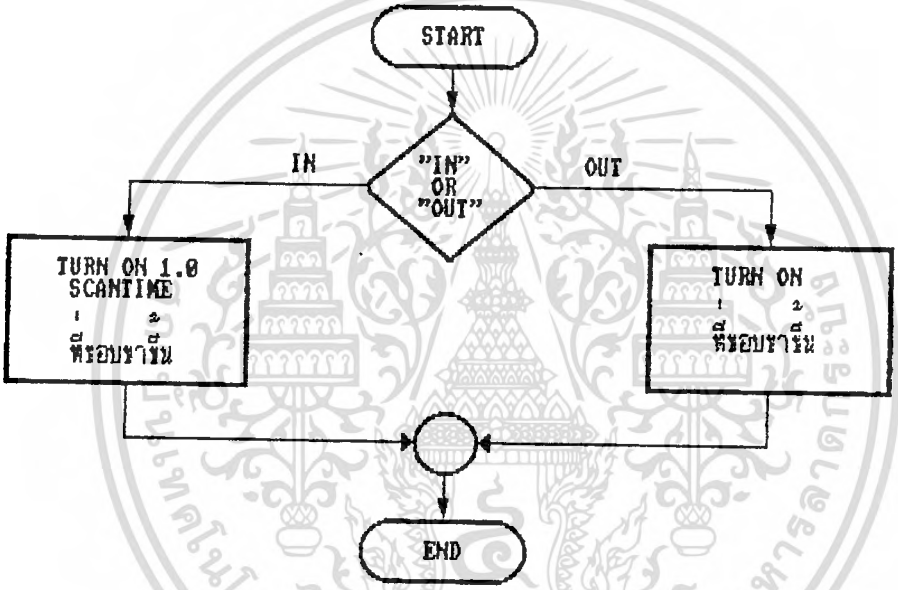
รูปที่ ข.21 แสดงการทำงานตามคำสั่ง OR

รูปที่ ข.22 แสดงการทำงานตามคำสั่ง OUT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

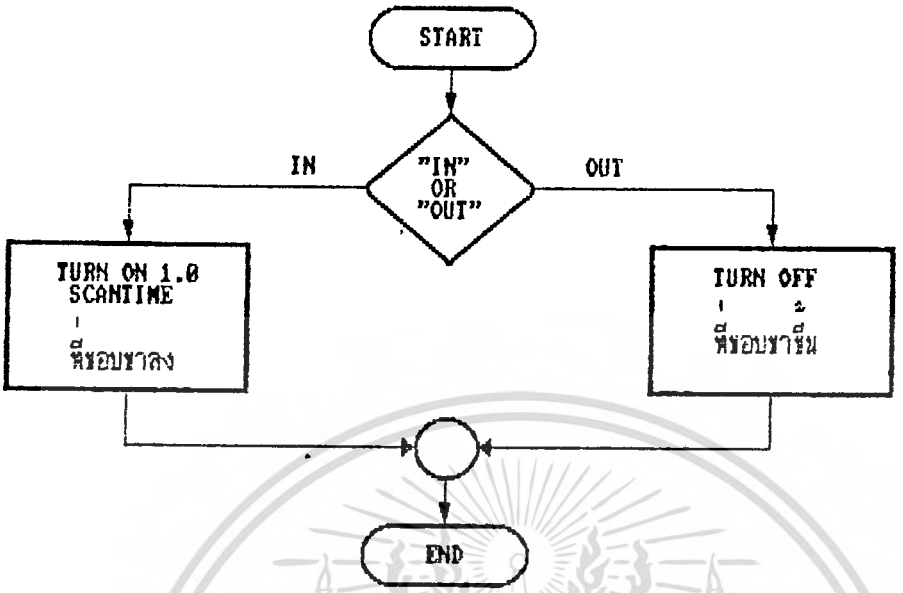


รูปที่ ข.23 แสดงการทำงานตามคำสั่ง NOT



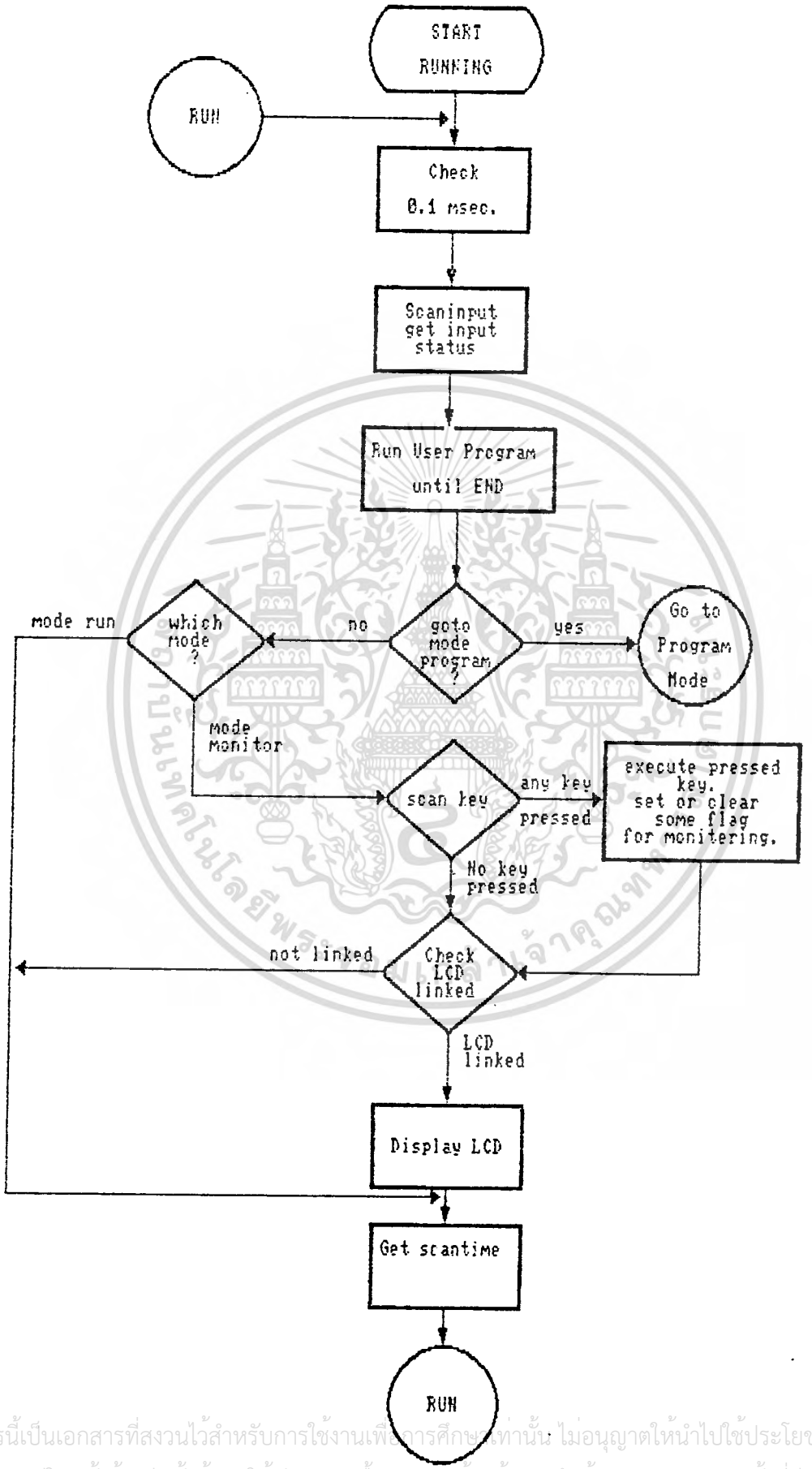
รูปที่ ข.24 แสดงการทำงานตามคำสั่ง _I

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.25 แสดงการทำงานตามคำสั่ง –|

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ข.26 แสดงลำดับการทำงานในโหมดมอนิเตอร์และโหมดรัน

กิตติกรรมประกาศ

การทำงานใด ๆ ก็ตามล้วนแต่ต้องมีอุปสรรคในการทำงานด้วยกันทั้งสิ้น แต่ทั้งนี้หากเรามีผู้ให้คำปรึกษาที่ดี ช่วยเหลือให้คำแนะนำต่างๆ ย่อมทำให้อุปสรรคเหล่านั้นมีความเบาบางลงได้ การทำปริญญานิพนธ์นี้ก็เช่นกัน คงไม่อาจจะไม่สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ถ้าหากขาดซึ่งการแนะนำ และความช่วยเหลือต่างจากบุคคลต่างๆ

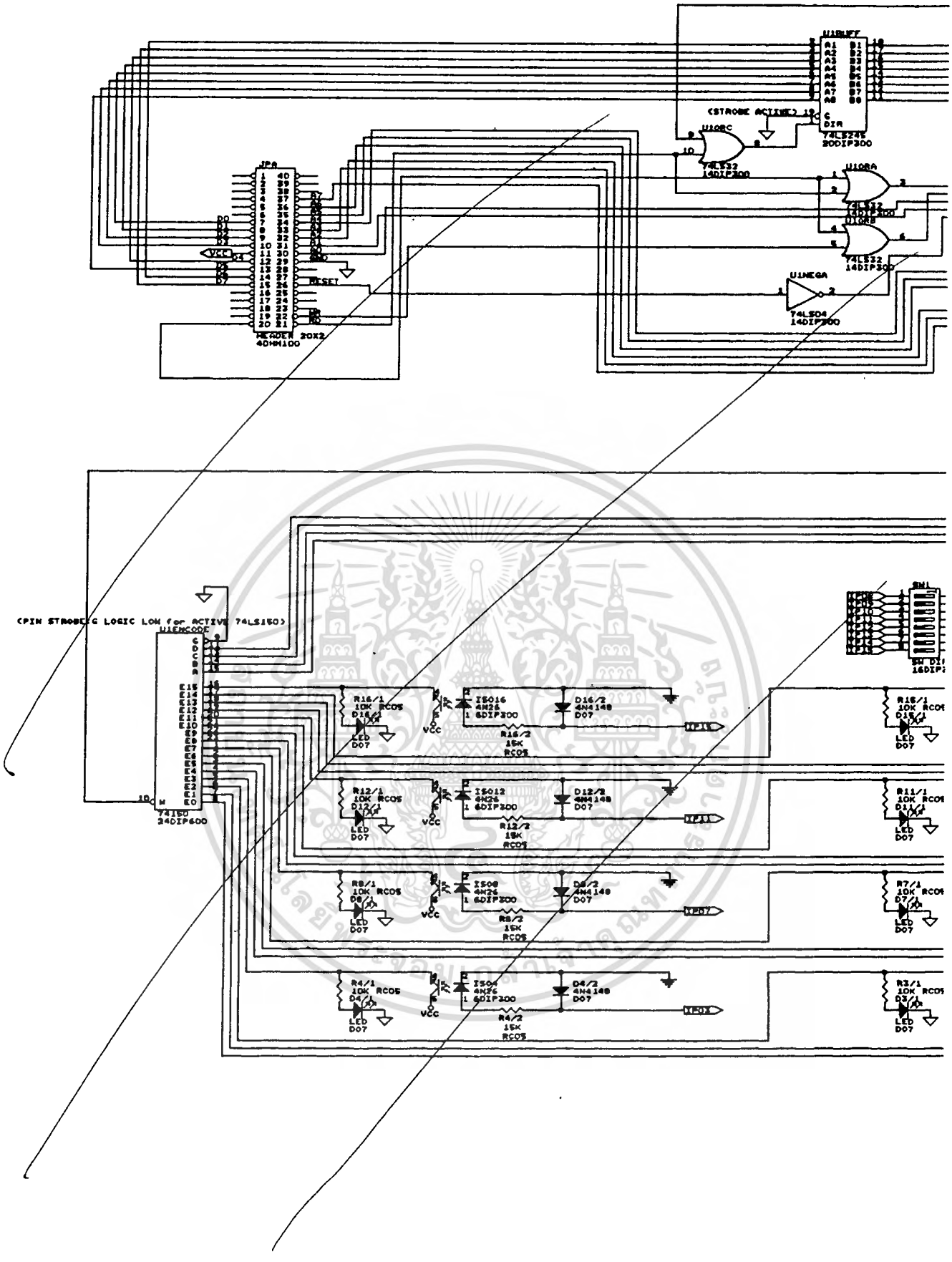
ดังนั้นในนามของผู้จัดทำ จึงขอขอบคุณอาจารย์ทุกท่านที่เคยสั่งสอนวิชาความรู้ตลอดจนให้คำปรึกษาแนะนำในการทำปริญญานิพนธ์ครั้งนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คือ อาจารย์สุพรรณ กุลพาณิชย์ ผู้ซึ่งให้ความช่วยเหลืออย่างมากในการทำปริญญานิพนธ์ครั้งนี้ ช่วยเหลือด้านสถานที่ และสนับสนุนในด้านอุปกรณ์สำหรับการวิจัยและพัฒนา ตลอดจนแนะนำแหล่งข้อมูลในการค้นคว้า ขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่อยู่ร่วมกันระหว่างการวิจัยครั้งนี้ คอยช่วยเหลือให้กำลังใจ และให้คำแนะนำต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

1. สุพรรณ กุลลพาณิชย์, "การใช้งาน PROGRAMMABLE CONTROL 1", สำนักพิมพ์ดวงกมล, 258 หน้า, 2533
2. สุเธียร เกียรติสุนทร,"หลักการทำงานและเทคนิคการประยุกต์ใช้งาน PC/PLC", บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, 200 หน้า, 2531
3. ชูชัย ธนสารตั้งเจริญ, "การใช้งาน Z-80", ศูนย์ภาษาคอมพิวเตอร์, 239 หน้า, 2529
4. วิชัย ตันติจริยางกูร, "การออกแบบพีแอลซี", วิทยานิพนธ์สำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, ปีการศึกษา 2528, 174 หน้า, 2528
5. Rodnay zaks, "Programming the Z-80", Sybex, 617 p., 1979
6. James W. Coffron, "Z-80 Application", Sybex, 1983
7. "MPF-IP Monitor Program Source Listing", Multitech Industrial Corp,
8. "Optoelectronic Data Book", Texus Instrument Company, 1983-1984
9. "Linear Data Book", National Semiconductor Corporation
10. "Siemens Components Serial", 1982, Siemens

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.1 วงจรของหน่วยอินพุท/เอาท์พุท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้