



ภาควิชาวิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญาโท

ชื่อหัวข้อ เครื่องบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์  
Air Condition Maintenance Tools Controlled by Microcontroller

ชื่อนักศึกษา 1. นายชวนนท์ สุขวิวัฒน์ รหัสประจำตัว 42035371  
2. นายสงบ ประคองสิน รหัสประจำตัว 42035379

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชา เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์กิติพงศ์ มะโน

คณะกรรมการสอบปริญญาโท	ลายมือชื่อ
1. อาจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์	
2. อาจารย์กิติพงศ์ มะโน	
3. อาจารย์โกศล ตราฐ	
4. อาจารย์ปิยะ จิตธรรมมาภิรมย์	
5. อาจารย์ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์	

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันเสาร์ที่ 9 ธันวาคม พ.ศ. 2543 เวลา 15.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.301 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่ 19 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2543



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ปริญญานิพนธ์

ระบบบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

AIRCONDITIONAL MAINTENANCE SYSTEM BY  
MICROCONTROLLER



นายรณนที สุขวิวัฒน์  
นายสงบ ประคองสิน

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต

พ.

๕๓๗๕

๒๕๔๓

สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา ๒๕๔๓

เลขหม.....

เลขทะเบียน 40199

วัน เดือน ปี ๒๐ ส.ค. ๒๕๔๓

b. ๑๑๐๙๒๖๕๑

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ปริญญานิพนธ์

เรื่อง ระบบบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ

AIRCONDITIONAL MAINTENANCE SYSTEM BY MICROCONTROLLER

วัตถุประสงค์ในการทำปริญญานิพนธ์

1. เพื่อศึกษาระบบบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ
2. เพื่อออกแบบระบบบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์
3. เพื่อสร้างระบบบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ
4. เพื่อทดสอบระบบบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ
5. เพื่อนำระบบบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศไปใช้งาน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. มีความรู้เกี่ยวกับระบบบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ
2. ได้วางจรรยาบรรณของระบบบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ
3. ได้เครื่องต้นแบบของระบบบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ
4. ได้ปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ
5. ได้นำระบบบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศไปใช้งาน

ชื่อหัวข้อ	ระบบบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ
นักศึกษา	นายธวณนัท สุขวิวัฒน์ นายสงบ ประคองสิน
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์กิติพงศ์ มะโน
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม
ปีการศึกษา	2543

### บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เสนอระบบบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศควบคุมการทำงาน โดยไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ซึ่งมีจุดมุ่งหมายหลัก เพื่อการศึกษาถึงการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ และ เพื่อเป็นการพัฒนาทักษะในการเขียน โปรแกรมใช้งานในระบบควบคุม ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

<b>Thesis Title</b>	AIRCONDITIONAL MAINTENANCE SYSTEM BY MICROCONTROLLER
<b>Student</b>	Mr.Thawanon Sukwiwat Mr.Sangob Prakongsin
<b>Advisor</b>	Mr.Peerawut Suwanjan
<b>Co-Advisor</b>	Mr.Kitipong Mano
<b>Education Level</b>	Bachelor of Science in Industrial Education
<b>Academic Year</b>	2000

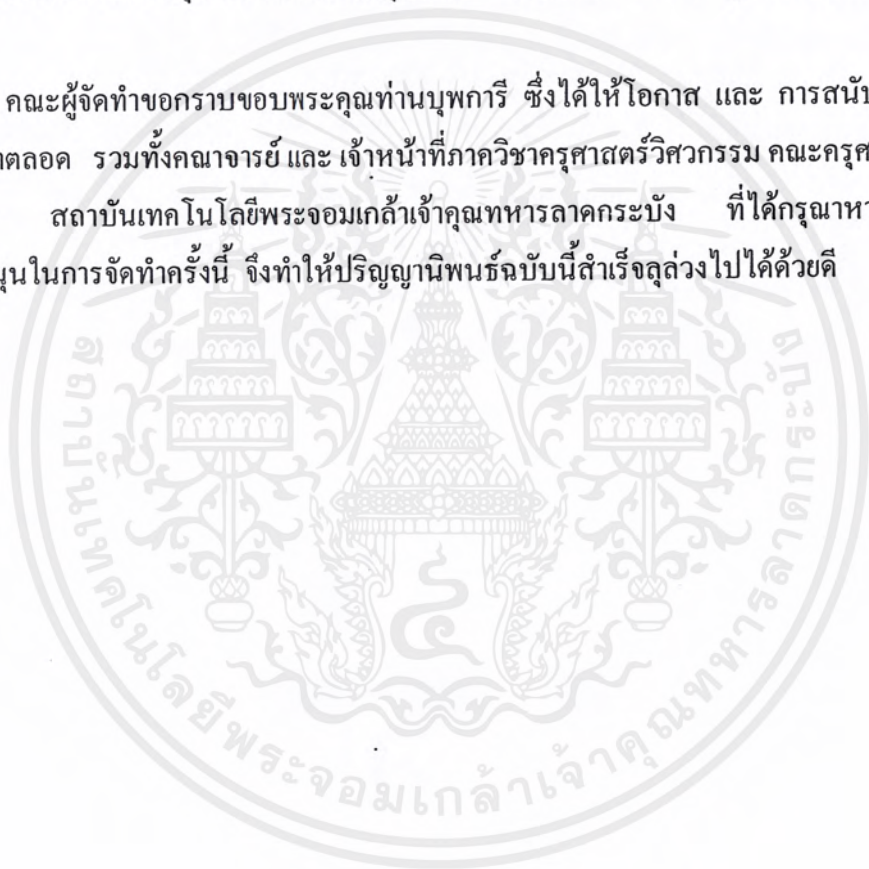
### ABSTRACT

This thesis present the project of airconditonal maintenance system by microcontroller. The main purpose is study the function of microcontroller for development the skill of writing the assembling language.

## กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาบัตรฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยความช่วยเหลือและการให้คำแนะนำปรึกษา ตลอดจนแนวคิดต่างๆ พร้อมทั้งข้อเสนอแนะแนวทางการแก้ไขปัญหาในการดำเนินงาน รวมทั้งด้านเวลาและสถานที่ เครื่องมือ อุปกรณ์ต่างๆ จากอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาบัตร และอาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่าน รวมทั้งสมาชิกในกลุ่มที่ร่วมมือกันทำงานจนสำเร็จ

คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณท่านบุพการี ซึ่งได้ให้โอกาส และ การสนับสนุนในการศึกษามาตลอด รวมทั้งคณาจารย์ และ เจ้าหน้าที่ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้กรุณาหางบประมาณสนับสนุนในการจัดทำครั้งนี้ จึงทำให้ปริญญาบัตรฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี



# สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูป	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมา	1
1.2 วัตถุประสงค์ในการทำปริญญานิพนธ์	1
1.3 ขอบเขตของการทำปริญญานิพนธ์	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 เนื้อหาโดยสังเขป	2
บทที่ 2 เนื้อหาและหลักการ	3
2.1 กล่าวนำ	3
2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ 8051	3
2.2.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 8051	4
2.2.2 โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 8051	4
2.2.3 ส่วนประกอบของไมโครคอนโทรลเลอร์	5
2.2.4 สถาปัตยกรรมภายในของ 8051	6
2.2.5 การจัดการหน่วยความจำของ 8051	9
2.2.6 ฐานเวลาการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์	11
2.2.7 การทำงานของ 8051	11
2.3 สวิตช์ลำแสง	12
2.3.1 คุณลักษณะเด่นของสวิตช์ลำแสง	12
2.3.2 ชนิดของตัวรับแสงและตัวกำเนิดแสงในสวิตช์ลำแสง	12
2.3.3 เทคนิคในการรับส่งลำแสง	13
2.3.4 การแบ่งแยกประเภทของสวิตช์ลำแสง	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

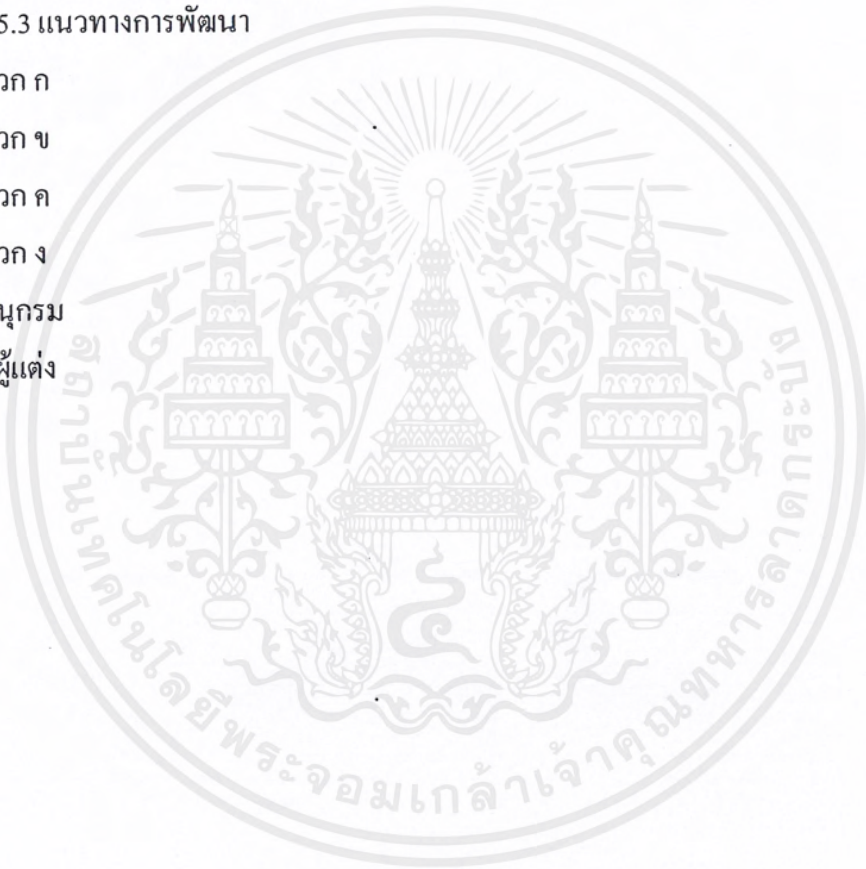
## สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.4 เครื่องปรับอากาศ	16
2.4.1 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน	16
2.4.2 ท่อทางเดินน้ำยา	21
2.4.3 การตัดท่อ	22
2.4.4 การตัดท่อ	25
2.4.5 การบานเฟลด์ท่อ	27
2.4.6 การบานท่อ	29
2.4.7 การต่อท่อทางเดินน้ำยา	30
2.4.8 การซ่อมและบริการ	34
2.4.9 การทำสุญญากาศ	40
2.4.10 การชาร์จน้ำยาเข้าระบบ	42
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้างและการทำงาน	46
3.1 การออกแบบวงจร	46
3.1.1 วงจรควบคุม	46
3.1.2 การแสดงผล	47
3.1.3 แหล่งจ่ายไฟ	48
3.2 การสร้างระบบบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ	48
3.2.1 ส่วนของเซนเซอร์	48
3.2.2 โครงสร้างภายนอก	49
3.2.3 การต่อเกจและท่อทางเดินน้ำยา	50
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	73
4.1 การทดลองส่วนแสดงผล	73
4.2 การทดลองการทำงานโหมด HAND	74
4.3 การทดลองการทำงานโหมด AUTO	75
4.3.1 การทดลองการทำงานฟังก์ชัน 1	75
4.3.2 การทดลองการทำงานฟังก์ชัน 2	75
4.3.3 การทดลองการทำงานฟังก์ชัน 3	75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 5 บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไขและพัฒนา	77
5.1 บทสรุป	77
5.2 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข	77
5.3 แนวทางการพัฒนา	77
ภาคผนวก ก	78
ภาคผนวก ข	80
ภาคผนวก ค	92
ภาคผนวก ง	95
บรรณานุกรม	100
ประวัติผู้แต่ง	101



## สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 8051	3
ตารางที่ 2.2 ชนิดของแหล่งกำเนิดแสง	15



## สารบัญรูป

รูป	หน้า
รูปที่ 2.1 โครงสร้างของ 8051	4
รูปที่ 2.2 สถาปัตยกรรมภายในของ 8051	7
รูปที่ 2.3 ขาต่างๆ ของ 8051	8
รูปที่ 2.4 โครงสร้างของพอร์ทต่างๆ ของ 8051	9
รูปที่ 2.5 การจัดพื้นที่หน่วยความจำสำหรับ โปรแกรมของ 8051	10
รูปที่ 2.6 การจัดพื้นที่หน่วยความจำข้อมูล	10
รูปที่ 2.7 ผังเวลาของไมโครคอนโทรลเลอร์	11
รูปที่ 2.8 แบบต่างๆ ของชุดคอลลีเย็น	17
รูปที่ 2.9 โครงสร้างภายในของชุดคอลลีเย็น	18
รูปที่ 2.10 ใบพัดแบบครอสโฟลว์	19
รูปที่ 2.11 ชุดคอนเดนซิ่งยูนิค	20
รูปที่ 2.12 วงจรไฟฟ้าเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน	21
รูปที่ 2.13 คัตเตอร์หรือมีดคัตท่อ	22
รูปที่ 2.14 ลักษณะการคัตท่อ	23
รูปที่ 2.15 เลื่อยคัตท่อ	23
รูปที่ 2.16 การลบมุมท่อ	24
รูปที่ 2.17 สปริงคัตท่อ	25
รูปที่ 2.18 การใช้เครื่องมือคัตท่อ	25
รูปที่ 2.19 ขนาดและองศาการคัตท่อ	26
รูปที่ 2.20 การบานแฟลร์ท่อชั้นเดียว	27
รูปที่ 2.21 ขั้นตอนการบานท่อ	28
รูปที่ 2.22 การบานแฟลร์ท่อสองชั้น	28
รูปที่ 2.23 การตอกบานท่อ	30
รูปที่ 2.24 การต่อท่อโดยใช้แฟลร์นัตและข้อต่อ	30
รูปที่ 2.25 รูปตัดของการต่อท่อ	31
รูปที่ 2.26 ตัวอย่างของข้อต่อท่อ	31

## สารบัญรูป(ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ 2.27 การต่อท่อทองแดง	32
รูปที่ 2.28 ขั้นตอนการปฏิบัติงานเชื่อม	32
รูปที่ 2.29 ชุดเกจแมนิโฟลด์	35
รูปที่ 2.30 การต่อใช้เกจแมนิโฟลด์	36
รูปที่ 2.31 วาล์ว A และวาล์ว B ปิดอยู่ทั้งคู่	36
รูปที่ 2.32 วาล์ว A อยู่ในตำแหน่งเปิด วาล์ว B อยู่ในตำแหน่งปิด	37
รูปที่ 2.33 วาล์ว A อยู่ในตำแหน่งปิด วาล์ว B อยู่ในตำแหน่งเปิด	37
รูปที่ 2.34 วาล์ว A และวาล์ว B เปิดทั้งคู่	38
รูปที่ 2.35 เครื่องปั๊มสุญญากาศ	41
รูปที่ 2.36 การทำสุญญากาศ	42
รูปที่ 2.37 การชาร์จน้ำยาที่เป็นแก๊ส	44
รูปที่ 2.38 การชาร์จน้ำยาที่เป็นของเหลว	45
รูปที่ 3.1 วงจรควบคุม	46
รูปที่ 3.2 การแสดงผลแบบ Multiplex	47
รูปที่ 3.3 การต่อส่วนแสดงผลเข้ากับวงจรควบคุม	47
รูปที่ 3.4 วงจรชุดจ่ายไฟ	48
รูปที่ 3.5 เซนเซอร์เกจ	48
รูปที่ 3.6 โครงสร้างภายนอก	49
รูปที่ 3.7 การต่อท่อเกจและท่อทางเดินน้ำยา	50
รูปที่ 3.8 ขั้นตอนการทำงานหลัก	51
รูปที่ 3.9 ลำดับขั้นการ โช่ว “boot”	52
รูปที่ 3.10 ลำดับขั้นการ โช่ว “Auto”	53
รูปที่ 3.11 ลำดับขั้นการ โช่ว “Hand”	54
รูปที่ 3.12 ลำดับขั้นการทำงานของโปรแกรม HAND	55
รูปที่ 3.13 ลำดับขั้นการ โช่ว “ON-OFF”	56
รูปที่ 3.14 ลำดับขั้นการทำงานของโปรแกรม AUTO	57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป(ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ 3.14 (ต่อ) ลำดับชั้นการทำงานของโปรแกรม AUTO	58
รูปที่ 3.15 ลำดับชั้นการโชว์ “FUNCTION”	59
รูปที่ 3.15 (ต่อ) ลำดับชั้นการโชว์ “FUNCTION”	60
รูปที่ 3.16 ลำดับชั้นการเลือกฟังก์ชันการทำงาน	61
รูปที่ 3.17 ลำดับชั้นการทำงานของฟังก์ชัน 1	62
รูปที่ 3.18 ลำดับชั้นการทำงานของการสุญญากาศและตรวจรอยร้าว	63
รูปที่ 3.18 (ต่อ) ลำดับชั้นการทำงานของการสุญญากาศและตรวจรอยร้าว	64
รูปที่ 3.19 ลำดับชั้นการทำงานของฟังก์ชัน 2	65
รูปที่ 3.19 (ต่อ) ลำดับชั้นการทำงานของฟังก์ชัน 2	66
รูปที่ 3.20 ลำดับชั้นการหยุดหน่วงเวลา	67
รูปที่ 3.21 ลำดับชั้นการทำงานของฟังก์ชัน 3	67
รูปที่ 3.22 ลำดับชั้นการแสดงผลขณะมีการทำงานของโปรแกรม	68
รูปที่ 3.23 ลำดับชั้นการแสดงผลเมื่อสิ้นสุดการทำงาน	69
รูปที่ 3.23 (ต่อ) ลำดับชั้นการแสดงผลเมื่อสิ้นสุดการทำงาน	70
รูปที่ 3.24 ลำดับชั้นการทำงานของเสียงเตือน 1 และเสียงเตือน 2	71
รูปที่ 3.25 ลำดับชั้นการหน่วงเวลา 2	72
รูปที่ 4.1 การทดลองส่วนแสดงผล	73
รูปที่ 4.2 การทดลองการทำงานในโหมด HAND	74
รูปที่ ก.1 เครื่องต้นแบบระบบบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ	79
รูปที่ ข.1 โปรแกรมควบคุมการทำงาน	91
รูปที่ ค.1 วงจรแหล่งจ่ายแรงดัน	93
รูปที่ ค.2 วงจรควบคุมการทำงานหลัก	93
รูปที่ ค.3 การจัดวางอุปกรณ์	94
รูปที่ ค.4 แผ่นวงจรพิมพ์	95
รูปที่ ง.1 การพร้อมทำงาน	97
รูปที่ ง.2 การพร้อมรับคำสั่ง	97
รูปที่ ง.3 ขณะกำลังทำงาน	97
รูปที่ ง.4 ขณะหยุดทำงาน	98

## สารบัญรูป(ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ ง.5 รอเลือกฟังก์ชัน	98
รูปที่ ง.6 การเลือกฟังก์ชัน 1	98
รูปที่ ง.7 การเลือกฟังก์ชัน 2	98
รูปที่ ง.8 การเลือกฟังก์ชัน 3	99



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมา

ในปัจจุบันเครื่องปรับอากาศถือได้เป็น ปัจจัยที่มีความจำเป็นในบ้านพัก และ ที่อยู่อาศัย ตลอดจนอาคารพาณิชย์ต่างๆ เนื่องมาจากสภาพอากาศในปัจจุบันนี้ ได้มีอุณหภูมิสูงขึ้นเรื่อยๆ และที่สำคัญในคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม เครื่องปรับอากาศที่ใช้อยู่มักจะเกิดปัญหาขึ้นบ่อยๆ ทำให้นักศึกษาและอาจารย์ในคณะเกิดความรู้สึกรำคาญ เมื่อต้องอยู่ในห้องที่ร้อนเพราะระบบปรับอากาศเสีย ด้วยแนวคิดนี้จึงทำให้เกิดหัวข้อ โครงงานนี้ขึ้นมา เพื่อเพิ่มความสะดวกให้กับคณะเมื่อมีการตรวจซ่อมเครื่องปรับอากาศที่ทำงานไม่เต็มที่ และ ต้องการติดตั้งใหม่ นอกจากนี้ยังเป็นการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมการทำงานของระบบบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศอีกด้วย

### 1.2 วัตถุประสงค์ในการทำปริญญานิพนธ์

1. เพื่อศึกษาระบบบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ
2. เพื่อออกแบบระบบบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์
3. เพื่อสร้างระบบบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ
4. เพื่อทดสอบระบบบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ
5. เพื่อนำระบบบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศไปใช้งาน

### 1.3 ขอบเขตของการทำปริญญานิพนธ์

โครงการเรื่อง ระบบบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถจำแนกขอบเขตได้เป็นข้อๆดังนี้

1. สามารถควบคุมกระบวนการทำสูญญากาศ ตลอดจนการเติมน้ำยาเครื่องปรับอากาศได้แบบอัตโนมัติ
2. มีฟังก์ชันการทำงานให้เลือกใช้ 2 ระบบ คือ ระบบติดตั้งใหม่และระบบเติมน้ำยา
3. สามารถตรวจสอบว่าระบบปรับอากาศนั้นมีรอยรั่วหรือไม่
4. มีหน่วยแสดงผลที่อ่านค่าได้ง่ายและสะดวก
5. มีความสะดวกในการเคลื่อนย้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. มีความรู้เกี่ยวกับระบบบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ
2. ได้วางจรรยาบรรณของระบบบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ
3. ได้เครื่องต้นแบบของระบบบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ
4. ได้ปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ
5. ได้นำระบบบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศไปใช้งาน

## 1.5 เนื้อหาโดยสังเขป

ปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้มีเนื้อหาทั้งหมด 5 บทดังต่อไปนี้

บทที่ 1 บทนำ ซึ่งเป็นเนื้อหาเกี่ยวกับ ความเป็นมา และ ความสำคัญของปัญหาที่ทำให้เกิดโครงการนี้ขึ้นรวมทั้งยังกล่าวถึงวัตถุประสงค์ ขอบเขตและประโยชน์ของการทำปฏิญานิพนธ์ในครั้งนี้

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ จะกล่าวถึงเนื้อหาที่นำมาอ้างอิง และ ใช้เป็นแนวทางในการออกแบบและสร้างระบบบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ

บทที่ 3 การออกแบบและการสร้าง จะเป็นเนื้อหาโดยละเอียดตั้งแต่ขั้นตอนในการออกแบบวงจรส่วนต่างๆ การนำส่วนต่างๆมาประกอบและทำงานร่วมกัน เพื่อให้ทำงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง เป็นการนำเสนอในส่วนการทดลอง และ ผลการทดลอง โดยแบ่งการทดลองออกเป็นส่วนๆ ตามการออกแบบ พร้อมบันทึกผลการทดลองในแต่ละส่วน

บทที่ 5 บทสรุป ปัญหาแนวทางแก้ไข และ พัฒนา เป็นการสรุปเกี่ยวกับความสามารถ ประสิทธิภาพการทำงานของระบบบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ และ กล่าวถึงปัญหาที่เกิดขึ้นนับตั้งแต่การเริ่มสร้างโครงการจนกระทั่งโครงการเสร็จสมบูรณ์ ตลอดจนแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นพร้อมทั้งเสนอแนวทางการพัฒนาระบบบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ ให้สามารถนำไปใช้งานได้และปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

## บทที่ 2

### ทฤษฎีและหลักการ

#### 2.1 กล่าวนำ

เนื้อหาของปริญญาบัตรในบทนี้เป็นทฤษฎีและหลักการ ที่นำมาใช้ประกอบโครงงานนี้ขึ้นมา โดยจะประกอบด้วยทฤษฎีและ หลักการเกี่ยวกับคุณสมบัติ และ การทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

#### 2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ 8051

ไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS-51 ที่มีขนาด 8 บิตประกอบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ต่างๆ ทุกๆ เบอร์จะมีสถาปัตยกรรมพื้นฐานที่เหมือนกัน เพียงแต่มีขนาดหน่วยความจำภายใน และ ภายนอกที่แตกต่างกัน เพื่อความเหมาะสมในการนำไปใช้งานตามความต้องการต่างๆ แต่เดิม 8051 ถูกสร้างด้วยวิธี HMOS I แต่ในปัจจุบันได้สร้างด้วยวิธี HMOS II จึงมีชื่อเป็น 8051AH ไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล 51 นั้น ถึงแม้ว่าจะมีหลายเบอร์แต่เราก็จะเรียกว่าเป็น “8051” ซึ่งหมายถึงไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 51 นั้น ส่วนเบอร์ 8032 และ 8052 มีหน่วยความจำภายในเพิ่มขึ้นและมีวงจรรีบ/จับเวลา ขนาด 16 บิตเพิ่มขึ้นมาดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 8051

เบอร์	หน่วยความจำภายใน		จำนวนไทมเมอร์/ کانเตอร์	อินเตอร์รัพต์ หมายเลข
	เก็บโปรแกรม	เก็บข้อมูล		
8052H	8K x 8 ROM	256 x 8 ROM	3 x 16-Bit	6
8051H	4K x 8 ROM	128 x 8 ROM	2 x 16 Bit	5
8051	4K x 8 ROM	256 x 8 ROM	2 x 16 Bit	5
8032AH	ไม่มี	128 x 8 ROM	3 x 16-Bit	6
8031AH	ไม่มี	128 x 8 ROM	2 x 16 Bit	5
8031	ไม่มี	128 x 8 ROM	2 x 16 Bit	5
8751H	4K x 8 EPROM	128 x 8 ROM	2 x 16 Bit	5
80751H-12	4K x 8 EPROM	128 x 8 ROM	2 x 16 Bit	5

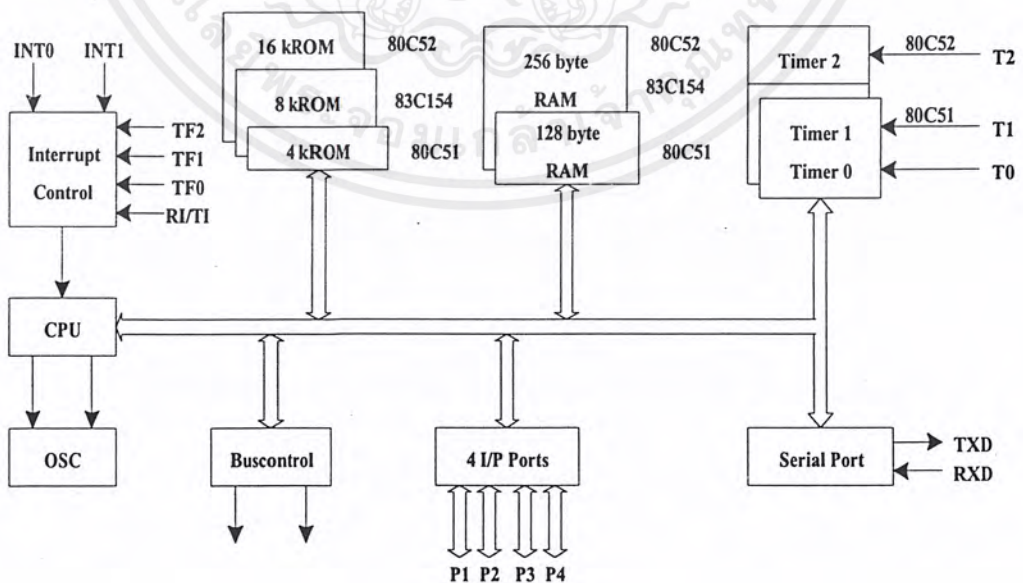
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครูใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.2.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

1. ต้องการแหล่งจ่ายไฟ + 5 V. ชุดเดียว
2. มีหน่วยความจำโปรแกรม (Program Memory) ขนาด 4 กิโลไบต์สำหรับเบอร์ 8051 และ 8031 สำหรับเบอร์ 8052 มีหน่วยความจำถึง 8 กิโลไบต์
3. มีหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล (Data Memory) ขนาด 128 ไบต์ สำหรับเบอร์ 8052 ขึ้นไปมีถึง 256 ไบต์
4. มีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมและข้อมูลแยกจากกันอย่างละ 64 กิโลไบต์
5. มีไทเมอร์เคาน์เตอร์ ขนาด 16 บิต 2 ชุด (สำหรับเบอร์ 8052 มี 3 ชุด) ทำงานได้ 4 โหมด
6. รับอินเตอร์รัพท์ได้ 6 แหล่ง 5 เวกเตอร์ สำหรับเบอร์ 8052 ขึ้นไปมี 8 แหล่ง 6 เวกเตอร์
7. มีพอร์ตรับส่งข้อมูลอนุกรม (UART) 2 พอร์ตแบบ Full Duplex เลือกรูปได้ 4 โหมด
8. มีคำสั่งในการทำ AND, OR หรือ Complement ได้ทั้งแบบ 8 บิตและ 1 บิต
9. มีวงจรรอสซิคิลเลเตอร์ภายใน

### 2.2.2 โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

ภายใน 8051 จะประกอบด้วยเกจชนิดต่างๆ เช่น AND, OR, NOT ซึ่งแต่ละเกจเหล่านี้จะนำมาออกแบบให้มีหน้าที่การทำงานต่างๆ เช่น วงจรถอดรหัสคำสั่ง, วงจรสัญญาณนาฬิกา เป็นต้น โครงสร้างภายในของ 8051 จะประกอบด้วยส่วนย่อยๆ ดังรูป 2.1



รูปที่ 2.1 โครงสร้างของ 8051

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2.3 โครงสร้างของ 8051 จะประกอบด้วย 3 ส่วน หลักๆ ดังนี้

1. ซีพียู (Central Processing Unit) ส่วนนี้จะทำหน้าที่สร้างสัญญาณควบคุมการติดต่อกับส่วนอื่นๆ เรียกว่าวงจรควบคุม (Control Unit) สัญญาณที่สร้างจากวงจรควบคุม ได้แก่ สัญญาณสำหรับการติดต่อกับหน่วยความจำ, อุปกรณ์รับข้อมูลเข้าหรือส่งข้อมูลออก ซึ่งส่วนควบคุมการขัดจังหวะ และส่วนควบคุมบัสก็เป็นส่วนหนึ่งของวงจรควบคุมด้วย การสร้างสัญญาณวงจรควบคุมจากซีพียูนี้ จะทำการสร้างสัญญาณ โดยการถอดรหัสจากคำสั่งที่มีการกำหนดไว้ และสัญญาณที่สร้างขึ้นมาจะอ้างอิงกับสัญญาณนาฬิกา ที่สร้างขึ้นจากวงจรถอดสวิตช์เพื่อให้อุปกรณ์ทำงานประสานกันอย่างถูกต้องในซีพียูยังประกอบด้วยส่วนประมวลผล (Arithmetic Logic Unit) ทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูล เช่น การบวก, ลบ, คูณ หรือหารข้อมูลแล้วนำผลลัพธ์ไปเก็บไว้ในหน่วยความจำที่ต้องการ

2. หน่วยความจำ (Memory) มีไว้สำหรับจัดจำข้อมูล ซึ่งในการนำข้อมูลเข้าและออกจากหน่วยความจำ เราจำเป็นต้องรู้ตำแหน่งของหน่วยความจำ (Address) ในการนำข้อมูลเข้าไปเก็บในหน่วยความจำเรียกว่า การเขียนข้อมูล และการนำข้อมูลออกจากหน่วยความจำ เรียกว่า การอ่านข้อมูล ในไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051 ข้อมูล ในแต่ละตำแหน่งจะมีขนาด 8 บิต ดังนั้นแต่ละตำแหน่งของหน่วยความจำสามารถเก็บความจำข้อมูลมีค่าได้ระหว่าง  $0000000_2$  ถึง  $1111111_2$  หรือ  $00H$  ถึง  $0FFH$  ในการติดต่อกับหน่วยความจำจะต้องมีสัญญาณสามกลุ่มคือ

2.1 ตำแหน่งที่ต้องการติดต่อกับหน่วยความจำ ซึ่งในไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051 จะมีหน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูลที่มีขนาดสูงสุดชนิดละ 65536 ตำแหน่ง (64 กิโลไบต์) ดังนั้นการอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำจะต้องใช้เส้นแสดงตำแหน่งของหน่วยความจำ จะต้องใช้เส้นแสดงตำแหน่งในเลขฐาน 2 ทั้งหมด 16 เส้น ( $2^{16}$  เท่ากับ 65536)

2.2 ข้อมูลที่อ่านหรือเขียนกับหน่วยความจำในตำแหน่งที่เราต้องการ

2.3 สัญญาณควบคุมที่จะส่งไปยังหน่วยความจำ เพื่อจะบอกกับหน่วยความจำ ว่าต้องการอ่านหรือเขียนข้อมูล โดยวงจรถอดรหัสคำสั่ง จะทำการสร้างสัญญาณควบคุมจากคำสั่งที่อ่านเข้ามาจากหน่วยความจำโปรแกรม

3. อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต (Input / Output Device) เป็นส่วนใช้ส่งข้อมูลเข้า หรือ นำข้อมูลออกจากไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051 ทำให้สามารถติดต่อกับอุปกรณ์ภายในอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต ได้แก่ อินพุต/เอาต์พุตพอร์ตแบบขนาน วงจรนับ/จับเวลา 0 วงจรนับ/จับเวลา 1 พอร์ต สื่อสารอนุกรม

3.1 พอร์ตแบบขนาน เป็นที่สำหรับใช้รับส่งข้อมูลซึ่งเป็นสัญญาณดิจิทัลเข้าหรือออกจากตัวไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8051 มีทั้งหมด 4 พอร์ต โดยแต่ละพอร์ตจะรับส่งข้อมูลได้ 8 บิต มีพอร์ต P0, P1, P2 และ P3 บางพอร์ตใช้งานได้มากกว่า 1 อย่าง

3.2 วงจรนับเวลา/จับเวลา 0 และวงจรนับ/จับเวลา 1 เป็น วงจรที่สามารถทำการนับจำนวนไซเคิลของสัญญาณที่ต่อ จากภายนอกของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8051 หรือ จำนวนของสัญญาณนาฬิกาภายในไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8051 ก็ได้ สามารถตั้งค่าเริ่มต้นของการนับและอ่านค่าการนับได้โดยซีพียู

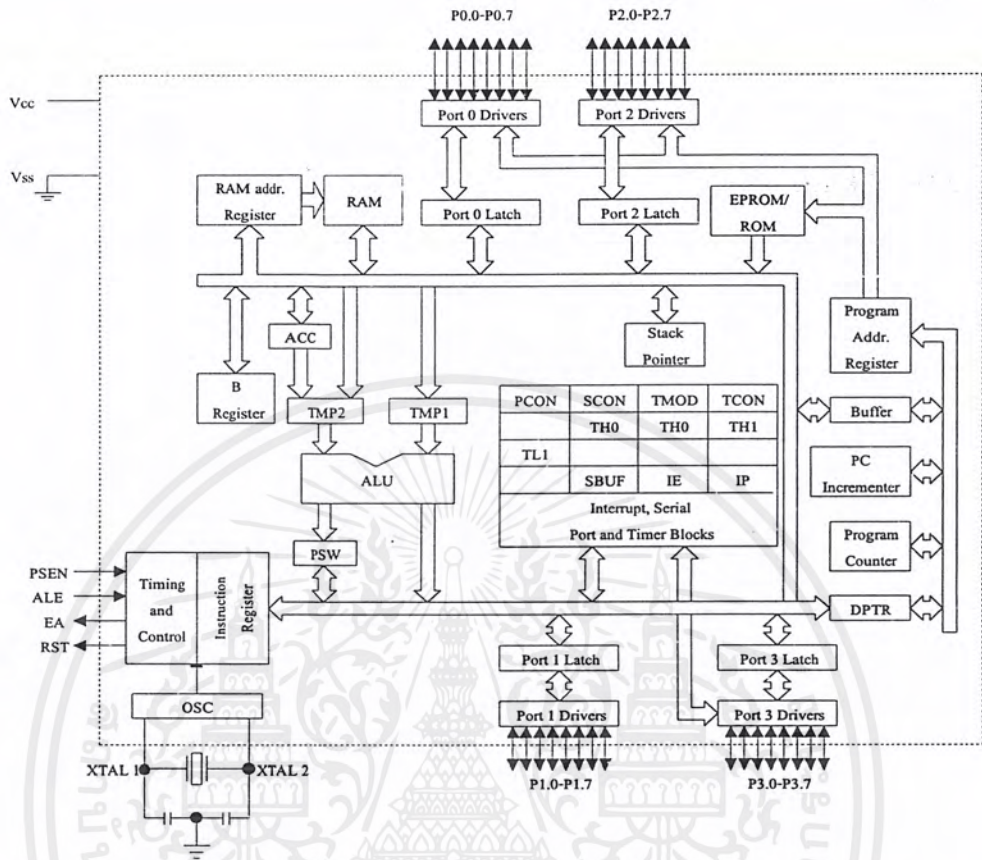
3.3 พอร์ตอนุกรม ซีพียูจะอ่านและเขียนข้อมูล พอร์ตอนุกรมเป็นแบบ 8 บิต แต่ละข้อมูลจะถูกส่งออกมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8051 เรียงไปที่ละบิตออกจากขา TXD และ ในการรับข้อมูลก็จะรับเข้ามาที่ละบิตทางขา RXD และ จัดเรียงใหม่เป็น 8 บิต เพื่อให้ซีพียูอ่านไปใช้งานต่อไปในไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8051 มีพอร์ตใช้งานได้หลายแบบทำให้สะดวกแก่การนำไปใช้งานต่างๆ ได้มากมาย การนำพอร์ต ไปใช้งานจะต้องเขียน โปรแกรมขึ้นมาควบคุม

#### 2.2.4 สถาปัตยกรรมภายในของ 8051

MCS-51 ใช้เทคโนโลยีในการผลิตแบบ NMOS และ CMOS เบอร์ 8032 และ 8052 จะมี ROM BASIC อยู่ภายในจึงสะดวกสำหรับ โปรแกรมเมอร์ที่จะเขียน โปรแกรมด้วยภาษาเบสิก โครงสร้างภายในสำหรับเบอร์ 8051 ดังแสดงดังรูปที่ 2.2 ซึ่งจะอธิบายถึงส่วนประกอบย่อยๆ ภายในตัวของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8051 และ สัญญาณจากภายในจะต่อออกสู่ภายนอกทางขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051

ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8051บรรจุอยู่ในวงจรรวมแบบDIP (Dual Inline Package) แบบ 40 ขาดังนี้

Vcc (ขา 40)	ต่อกับไฟ +5V.
Vss (ขา 20)	เป็นขา GND
Port 0 (ขา 32-39)	มี 8 บิต คือ P0.0 – P0.7 มีโครงสร้างแบบ Open-Drain Bi-Directional โดยสามารถใช้งานได้ 2 หน้าที่คือ Address Bus และ Data Bus นอกจากนี้ยังใช้งานเป็นอินพุตเอาต์พุตได้
Port 1 (ขา 1-8)	มี 8 บิต คือ P1.0 – P1.8 ใช้งานเป็นอินพุตและเอาต์พุตพอร์ตทั่วไป
Port 2 (ขา 21-28)	มี 8 บิต คือ P2.0 – P2.7 ใช้งานเป็นอินพุต/เอาต์พุตพอร์ตทั่วไปแล้วยังใช้เป็นตัวส่ง Address ไปต์สูง เพื่อติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก



รูปที่ 2.2 สถาปัตยกรรมภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ 8051

Port 3 (ขา 10-17)

มี 8 บิต คือ P3.0 – P3.7 ใช้งานเป็นอินพุต/เอาต์พอร์ททั่วไป และ ใช้งานในหน้าที่พิเศษดังนี้

3.0/RXD (Serial Input Port) ใ้รับข้อมูลแบบอนุกรม

3.1/TXD (Serial Output Port) ใ้ส่งข้อมูลแบบอนุกรม

3.2/INT0 (External Interrupt 0) ใ้รับสัญญาณขัดจังหวะจากภายนอก เบอร์ 0

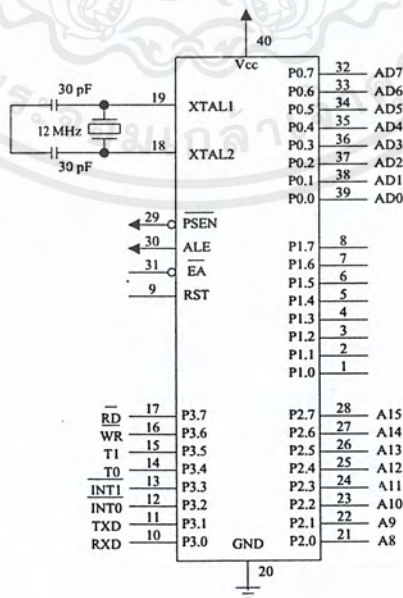
3.3/INT1 (External Interrupt 1) ใ้รับสัญญาณขัดจังหวะจากภายนอก เบอร์ 1

3.4/T0 (Counter 0 External Input) ใ้เป็นอินพุตให้วงจรมนับ / จับเวลา ชุดที่ 0

3.5/T1 (Counter 1 External Input) ใ้เป็นอินพุตให้วงจรมนับ / จับเวลา ชุดที่ 1

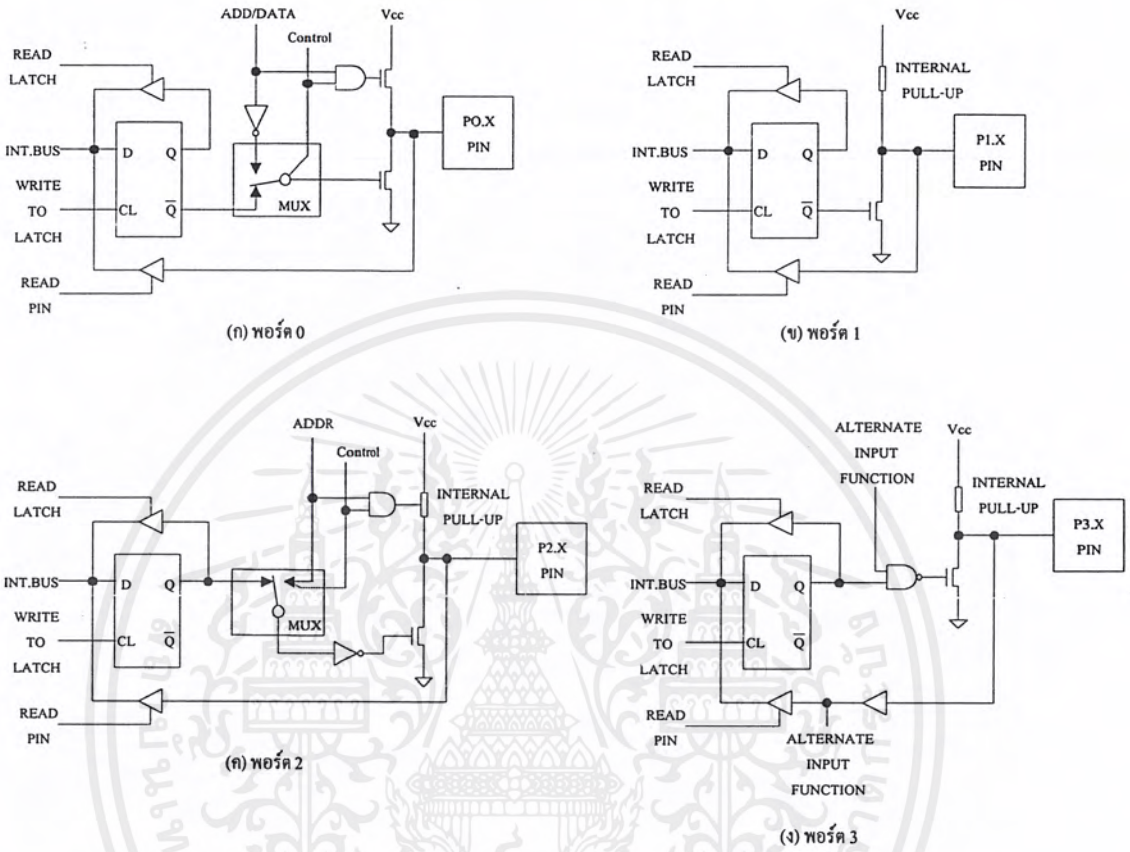
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3.6/WR (External Data Memory Write Strobe) ขาคควบคุมการเขียนข้อมูลจากหน่วยความจำภายนอก
- 3.7/RD (External Data Memory Read Strobe) ขาคควบคุมการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำภายนอก
- RST (ขา 9) Reset ใช้สำหรับรีเซ็ตวงจรภายในชิพ เพื่อเริ่มต้นการทำงานใหม่ในการรีเซ็ตต้องป้อนลอจิก “1” นานอย่างน้อย 2 แมกซ์ซีไนเซกิล
- ALE (ขา 30) Address Latch Enable เป็นขาส่งสัญญาณออกไปภายนอก เพื่อควบคุมการ Latch ค่า Address ไบต์ค่าจากพอร์ต 0
- PSEN (ขา 29) Program Strobe Enable เป็นสัญญาณเพื่ออ่านคำสั่งจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก เมื่อขานี้ Active มีลอจิกเป็น “0” จะอ่านโปรแกรมจาก หน่วยความจำภายนอก และ ถ้าเป็นการอ่านโปรแกรมภายในขานี้จะไม่มีการ Active
- EA (ขา 31) External Access เป็น ขาที่ใช้สำหรับเลือกให้ทำงานจากหน่วยความจำโปรแกรมภายในหรือหน่วยความจำภายนอกชิพ เมื่อขานี้ Active จะมีลอจิกเป็น “0” จะเป็นการทำงานตามคำสั่งในหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก
- XTAL1 (ขา 19) ใช้ต่อคริสตัลภายนอก โดยอินพุตเข้าสู่วงจรรอสซิลเลเตอร์
- XTAL2 (ขา 18) ใช้ต่อคริสตัลภายนอก โดยเอาต์พุตออกจากวงจรรอสซิลเลเตอร์



รูปที่ 2.3 ขาต่างๆ ของ 8051

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

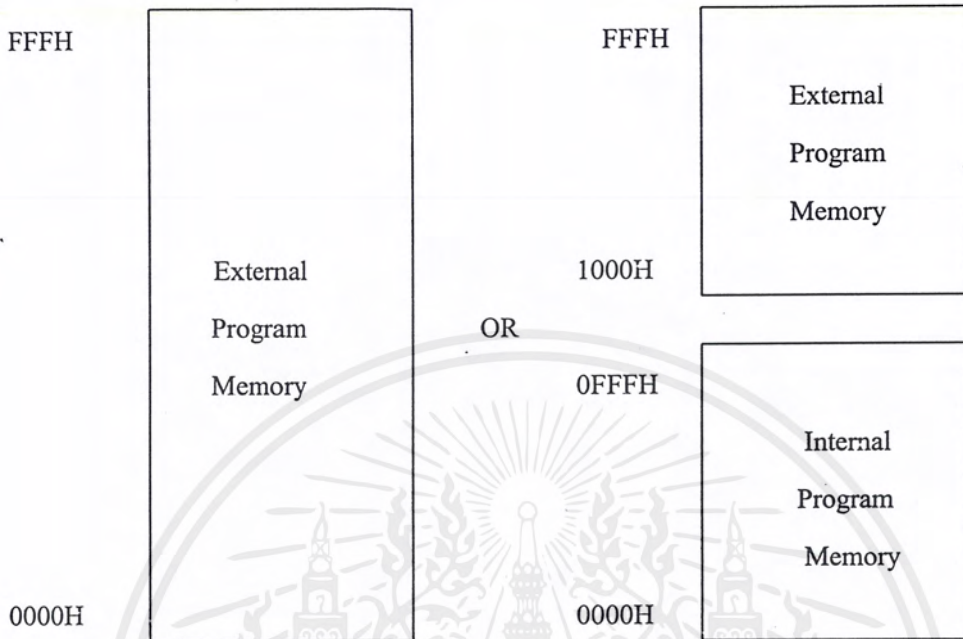


รูปที่ 2.4 โครงสร้างของพอร์ตต่างๆ ของ 8051

### 2.2.5 การจัดการหน่วยความจำของ 8051

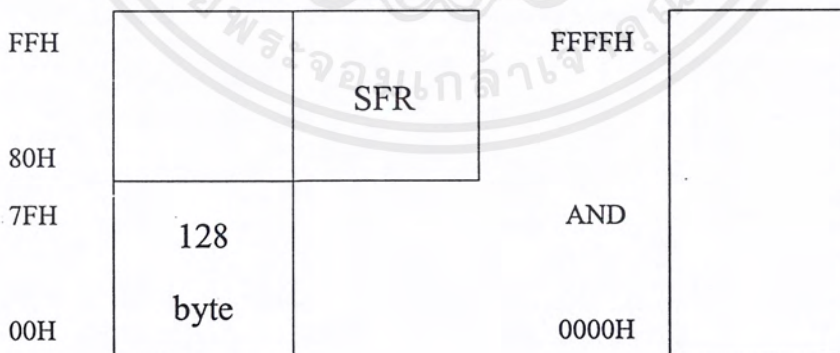
หน่วยความจำของ 8051 แบ่งออกเป็น 2 แบบตามลักษณะการใช้งาน ดังนี้

**1. หน่วยความจำโปรแกรม (Program Memory)** เป็นหน่วยความจำที่ใช้เก็บคำสั่งในรูปของภาษาเครื่องซึ่งต้องการให้ 8051 ทำงาน เมื่อ 8051 ทำงานก็จะอ่านข้อมูลที่เก็บในหน่วยความจำโปรแกรมไปทำการถอดรหัสแล้วสร้างสัญญาณควบคุมส่วนอื่นๆ ตามการทำงานของแต่ละคำสั่งนั้น หน่วยความจำนี้เป็นแบบรอม และ ผู้ใช้ต้องเขียนข้อมูลในแต่ละตำแหน่งของหน่วยความจำเป็นภาษาเครื่องของ 8051 ตามลำดับการทำงานที่ต้องการ ส่วนที่เป็นหน่วยความจำโปรแกรมก็คือ รอมขนาด 4 กิโลไบต์ ดังรูป



รูปที่ 2.5 การจัดพื้นที่หน่วยความจำสำหรับ โปรแกรมของ 8051

2. หน่วยความจำข้อมูล (Data Memory) เป็นหน่วยความจำที่ใช้เก็บข้อมูล สามารถอ่านและเขียนข้อมูลได้ ซึ่งหน่วยความจำภายในมีขนาดเพียง 128 ไบต์ ส่วนหน่วยความจำภายนอกไอซีมีขนาด 64 กิโลไบต์ ดังรูป

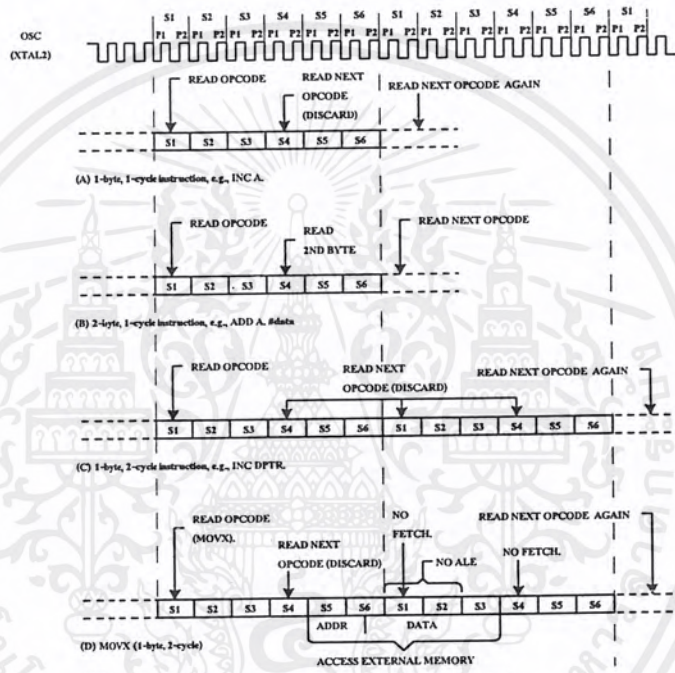


รูปที่ 2.6 การจัดพื้นที่หน่วยความจำข้อมูล

### 2.2.6 ฐานเวลาในการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

แมชชีนไซเคิล (Machine Cycle) คือรอบการทำงานของคำสั่ง เป็นค่าที่น้อยที่สุดในการทำคำสั่งใดคำสั่งหนึ่ง ถ้าเป็นคำสั่งที่ซับซ้อนมากก็ต้องใช้เวลานาน 2-3 แมชชีนไซเคิล

1 แมชชีนไซเคิล จะประกอบด้วยสัญญาณนาฬิกาจำนวน 12 ลูก โดยสัญญาณนาฬิกาแต่ละลูกเรียกว่า “เฟส” (Phase) สัญญาณนาฬิกา 2 เฟส รวมกันเป็น 1 สเตต (State) เพราะฉะนั้นใน 1 แมชชีนไซเคิลจึงมี 6 สเตต



รูปที่ 2.7 ผังเวลาของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8051

### 2.2.7 การทำงานของ 8051

เมื่อป้อนไฟเลี้ยงให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8051 ซึ่งมีวงจรรีเซ็ตเมื่อปิดเครื่องจะเกิดการรีเซ็ตการทำงานภายในไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8051 เริ่มจากภาคโปรแกรมเคาน์เตอร์ส่งค่าตำแหน่งหน่วยความจำสำหรับโปรแกรมลงไปบนเส้นทางหมายเลข 1 เส้นทางนี้ มีขนาด 16 บิต ค่าตำแหน่งหน่วยความจำนี้ถูกส่งไปเก็บไว้ที่ Program ADDR Register ค่าตำแหน่งหน่วยความจำจะปรากฏลงบนบัส 16 บิต หมายเลข 2 ถ้าเป็นค่าตำแหน่งหน่วยความจำแรกหลังจากการรีเซ็ต ค่าตำแหน่งหน่วยความจำจะเป็น 0000H หน่วยความจำสำหรับโปรแกรมการเลือกได้ว่าเป็นรอมภายในหรือภายนอก 8051 โดยการป้อนสถานะลอจิกเข้าไปที่ 8051 ทางขา EA ซึ่งต่ออยู่กับ

ส่วนของวงจรวางเวลาและควบคุม ถ้าป้อนสัญญาณลอจิก 0 เข้าที่ขา EA เป็นการเลือกใช้รอมภายใน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบริการเชิงงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8051 โดยที่วงจรเวลา และ ความคุมจะสร้างสัญญาณไปยังรอมภายใน ให้ส่งข้อมูลที่เป็นคำสั่งจาก ตำแหน่งที่ถูกชี้ด้วยค่าตำแหน่งที่ส่งมายังเส้นทางหมายเลข 2 ข้อมูลจากรอมถูกส่งไปยังเส้นทาง หมายเลข 3 ที่เรียกว่าเส้นทางข้อมูลภายใน แล้วนำไปเก็บไว้ที่รีจิสเตอร์ IR (Instruction Register) เพื่อส่งไปให้กับวงจรเวลาและความคุมทำการถอดรหัสแล้วควบคุมการทำงานส่วนอื่นๆ ต่อไป ในกรณีที่เลือกรอมภายนอก โดยป้อนลอจิก .1 เข้าที่ขา EA จะทำให้วงจรเวลาและความคุมส่งสัญญาณ ไปยังพอร์ต 0 และพอร์ต 2 เพื่อส่งค่าตำแหน่งหน่วยความจำบนเส้นทางหมายเลข 2 ออกไปยังหน่วย ความจำภายนอก จากนั้นจะอ่านข้อมูลที่เป็นคำสั่งกลับเข้ามาทางพอร์ต 0 ไปยังเส้นทางข้อมูลภายใน แล้วไปเก็บไว้ที่รีจิสเตอร์ IR เพื่อทำงานต่อไปเหมือนกับตอนอ่านคำสั่งจากรอมภายใน การทำงานในช่วงค่าตำแหน่งในหน่วยความจำไปยังหน่วยความจำ แล้วอ่านข้อมูลที่เป็นคำสั่งกลับเข้ามา เก็บไว้ในรีจิสเตอร์ IR เรียกว่า “ช่วงของการเฟตช์” (Fetch) ช่วงต่อไปจะเป็นช่วงของการทำงาน ตามคำสั่งเรียกว่า “Execute Cycle”

## 2.3 สวิตซ์ลำแสง

สวิตซ์ลำแสง คือ อุปกรณ์ที่ใช้ตรวจจับวัตถุ ประกอบด้วยส่วนสำคัญ คือ ตัวรับแสงและตัว ส่งแสง ลักษณะของการตรวจจับนั้น เกิดจากการที่ลำแสงจากตัวส่งถูกส่งไปสะท้อนกับวัตถุหรือถูก ขวางด้วยวัตถุ หรือ ถูกดูดซับด้วยวัตถุ และมีผลให้ตัวรับแสงรับรู้สภาวะที่เกิดขึ้น โดยการเปลี่ยนแปลงสภาวะของสัญญาณเอาท์พุทเพื่อไปใช้งาน

### 2.3.1 คุณลักษณะเด่นของสวิตซ์ลำแสง

1. ตรวจจับวัตถุได้โดยไม่ต้องสัมผัส
2. ระยะเวลาตรวจจับไกล
3. สามารถตรวจจับวัตถุได้เกือบทุกชนิด
4. ความเร็วในการตรวจจับสูง
5. มีรุ่นที่สามารถแยกความแตกต่างของสีได้
6. ความแม่นยำในการตรวจจับสูง

### 2.3.2 ชนิดของตัวรับแสงและตัวกำเนิดแสงในสวิตซ์ลำแสง

1. ตัวตรวจจับแสง จะใช้โฟโตทรานซิสเตอร์ (Photo Transister) หรือ โฟโอดีไดโอด (PhotoDiode) ทำหน้าที่ตรวจจับแสงและแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้า

ตัวกำเนิดแสง มีหลายประเภทด้วยกัน คือ

- หลอดแบบมีไส้ เป็นชนิดที่ใช้ในสวิตซ์ลำแสงรุ่นเก่า มีข้อเสียตรงที่ไส้จะขาดง่ายและมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดที่ค่อนข้างใหญ่ แต่ในปัจจุบันก็ยังมีใช้อยู่เพื่อใช้ในงานเฉพาะแบบ

- หลอด LED (Light Emitting Diode) หลอด LED เป็นอุปกรณ์กำเนิดลำแสงที่มีขนาดเล็ก มีความทนทานสูง นิยมใช้กันมากที่สุดในสวิตซ์ลำแสงรุ่นใหม่

## 2. ชนิดของหลอด LED แบ่งตามชนิดของลำแสงที่เปล่งออกมา

- LED แบบแสงอินฟราเรด จะเป็นแสงที่มีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 910-950 nm. มองด้วยตาเปล่าไม่เห็นให้ความเข้มของแสงสูงจึงส่งไปได้ในระยะทางไกล และสามารถส่งทะลุวัตถุบางชนิดได้ แต่ไม่สามารถแยกสีของวัตถุได้

- LED แบบสีแดง จะเป็นแสงที่มองเห็น มีความยาวคลื่นประมาณ 660 nm. ให้ความเข้มของแสงปานกลาง สวิตซ์ลำแสงที่ใช้ LED แบบสีแดง จะสามารถตรวจจับสีดำ สีน้ำเงินหรือเขียวบนพื้นสีขาวได้

- LED แบบสีเขียว เป็นแสงที่มองเห็น มีความยาวคลื่นประมาณ 560 nm. ให้ความเข้มของแสงต่ำ สวิตซ์ลำแสงที่ใช้ LED สีเขียวจะมีระยะการตรวจจับใกล้แต่สามารถตรวจจับสีแดงบนพื้นสีขาวได้

- LED 3 สี (แดง, เขียว, น้ำเงิน) สวิตซ์ลำแสงที่ใช้ LED 3 สีนั้นจะให้กำเนิดแสงขาวซึ่งเกิดจากแม่สีทั้ง 3 สี คือ แดง เขียว และ น้ำเงิน โดยลำแสงที่เกิดเป็นแสงสีขาวนั้นจะสามารถตรวจแยกความแตกต่างของสีได้

- หลอดเลเซอร์ (Laser) เป็นอุปกรณ์ที่เริ่มมีใช้ในสวิตซ์ลำแสง แต่ยังไม่ค่อยนิยมนัก เนื่องจากมีราคาสูง ส่วน จุดเด่นของหลอดเลเซอร์ คือ มีความเข้มของแสงสูง, ขนาดกระทัดรัดและสามารถส่งแสงออกเป็นเส้นตรงโดยไม่มีกระเจา ทำให้มีระยะการตรวจจับไกลสามารถตรวจจับวัตถุที่มีขนาดเล็กได้ในระยะไกลและพื้นที่แคบๆ ได้ มีจุดของลำแสงที่มองเห็นช่วยให้ปรับตั้งได้ง่าย

### 2.3.3 เทคนิคในการรับส่งลำแสงมีอยู่ 2 วิธี คือ

#### 1. วิธีการรับส่งลำแสงทั่วไป

เป็นวิธีที่ตัวส่งแสงจะส่งลำแสงไปอย่างต่อเนื่องเป็นปกติเหมือนกับ แสงตามธรรมชาติซึ่งจะมีการตรวจจับไม่ไกลนัก และ อาจจะถูกแสงภายนอกมารบกวนได้ง่าย

#### 2. วิธีรับส่งลำแสงแบบ Pulse Modulation

เป็นวิธีที่ตัวส่งจะส่งลำแสงเป็นจังหวะที่สม่ำเสมอด้วยอัตราความถี่สูงและที่รับแสงก็จะถูกออกแบบมาสำหรับรับสัญญาณแสงนี้โดยเฉพาะ ด้วยวิธีนี้จะทำให้มีระยะการตรวจจับทำได้ไกลและต้านทานต่อแสงรบกวนจากภายนอกได้

## 2.3.4 การแบ่งแยกประเภทของสวิตช์ลำแสง

### 2.3.4.1 แบ่งตามวิธีการตรวจจับ

1. **THRU-BEAM TYPE** เป็นแบบตัวรับ-ส่งแยกกันอยู่คนละฟากและให้วัตถุที่ตรวจจับเคลื่อนที่ผ่านระหว่างกลาง

#### ข้อดี

- ระยะเวลาตรวจจับไกล
- มีความแม่นยำสูง
- สีและผิวของวัตถุไม่มีผลต่อการทำงาน

#### ข้อเสีย

- ใช้เนื้อที่ในการติดตั้งมาก
- ปรับแต่งค่อนข้างยาก
- ไม่สามารถตรวจจับวัตถุที่โปร่งใสได้

2. **RETRO-REFLECTIVE TYPE** เป็นแบบที่ตัวรับ-ส่งอยู่ในตัวเดียวกันและใช้แผ่นสะท้อนแสงช่วยในการทำงาน

#### ข้อดี

- ใช้เนื้อที่ในการติดตั้งน้อย
- การปรับแต่งทำได้ง่าย

#### ข้อเสีย

- ต้องมีแผ่นสะท้อนแสงแบบพิเศษ
- ความแม่นยำในการตรวจจับต่ำกว่าแบบ THRU-BEAM

3. **DIFFUSE-REFLECTIVE TYPE** เป็นแบบที่มีตัวรับ-ส่งอยู่ในตัวเดียวกัน และ ใช้วิธีการยิงลำแสงไปสะท้อนกลับที่วัตถุโดยตรง

#### ข้อดี

- ใช้เนื้อที่ในการติดตั้งน้อย
- ไม่ต้องปรับแต่งทิศทางของลำแสง

#### ข้อเสีย

- ระยะเวลาตรวจจับสั้น
- การตรวจจับขึ้นอยู่กับสีและการสะท้อนที่ผิวของวัตถุ

4. **LIMITED-DISTANCE DIFFUSE REFLECTIVE TYPE** เหมือนกันกับแบบ

**DIFFUSE-REFLECTIVE TYPE** แต่สามารถที่จะจำกัดระยะเวลาตรวจจับที่แน่นอนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ข้อดี

- เหมือนกับแบบ DIFFUSE-REFLECTIVE TYPE

## ข้อเสีย

- สีที่แตกต่างกันจะไม่สามารถตรวจจับได้

## 2.3.4.2 แบ่งแยกตามชนิดของแหล่งกำเนิดแสง

ตารางที่ 2.2 ชนิดของแหล่งกำเนิดแสง

แหล่งกำเนิดแสง	ข้อดี	ข้อเสีย
แสงอินฟราเรด	1. ระยะเวลาตรวจจับใกล้ 2. ด้านทานต่อแสงรบกวน	1. ไม่สามารถแบ่งแยกสีได้
แสงสีแดง	1. ระยะเวลาตรวจจับอยู่ระหว่างแสงอินฟราเรดกับแสงสีเขียว 2. สามารถตรวจจับสีเขียวบนพื้นสีขาวได้	1. ถูกรบกวนจากแสงภายนอกได้ง่าย 2. ไม่สามารถตรวจจับสีแดงบนพื้นสีขาวได้
แสงสีเขียว	1. สามารถตรวจจับสีแดงบนพื้นสีขาวได้	1. ระยะเวลาตรวจจับสั้นที่สุด
แสงสีขาว	1. แยกความแตกต่างของสีได้เกือบทุกชนิด	1. ถูกรบกวนจากแสงภายนอกได้ง่าย
แสงเลเซอร์	1. ระยะเวลาตรวจจับใกล้ 2. ด้านทานต่อแสงรบกวนได้ดี 3. สามารถปรับแต่งได้ง่าย 4. สามารถใช้ได้ในพื้นที่แคบๆ ได้ 5. สามารถตรวจจับขนาดวัตถุได้ละเอียดถึง 10 $\mu\text{m}$	1. มีอันตรายต่อเยื่อตาหรือผิวหนังได้ขึ้นอยู่กับระดับของเลเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### หลักการเลือกใช้สวิตซ์ลำแสงให้เหมาะสมกับงาน

เนื่องจากสวิตซ์ลำแสงนั้น มีหลายชนิดด้วยกัน แต่มีข้อดี-ข้อเสียต่างกันไป ในการเลือกใช้สวิตซ์ลำแสงจึงจำเป็นต้องรู้รายละเอียดคุณสมบัติบางอย่างของสวิตซ์ลำแสง ตลอดจนลักษณะการใช้งาน เพื่อที่จะเลือกใช้งาน ได้ถูกต้องและเหมาะสมมากที่สุด ดังนั้นการเลือกใช้ต้องคำนึงถึง

1. ขนาดของวัตถุที่ตรวจจับ
2. ชนิดของวัตถุที่ตรวจจับ
3. สีและผิวของวัตถุที่ตรวจจับ
4. ความแม่นยำของตำแหน่งที่ตรวจจับ
5. ความเร็วในการเคลื่อนที่ของวัตถุที่ตรวจจับ
6. สภาพแวดล้อมที่ใช้สวิตซ์ลำแสง
7. ระยะห่างระหว่างสวิตซ์ลำแสงที่อยู่ใกล้กัน
8. ประเภทของแสง
  - 8.1 แสงอินฟราเรด มีคุณสมบัติ คือ ระยะการตรวจจับไกล มองด้วยตาเปล่าไม่เห็นเหมาะสำหรับงานที่ไม่ต้องการให้เห็นลำแสงเช่นสัญญาณกันขโมย เป็นต้น
  - 8.2 แสงสีแดง มีคุณสมบัติ คือ ระยะการตรวจจับอยู่ในเกณฑ์ปานกลางเป็นแสงที่มองเห็น ปรับแต่งง่าย สามารถแยกความแตกต่างของสีบางสีได้แต่มีข้อจำกัดอยู่ที่โทนสี
  - 8.3 แสงสีเขียว จะมีประสิทธิภาพต่ำเนื่องจากมีระยะการตรวจจับที่สั้นมาก แต่นิยมใช้แสงสีเขียวในการแบ่งแยกความแตกต่างของสีที่แสงสีแดงไม่สามารถทำได้
  - 8.4 แสงสีขาว จะสามารถแยกความแตกต่างของสีได้ทุกสี แต่มีข้อจำกัดในเรื่องระยะการตรวจจับใกล้และมีราคาสูง
  - 8.5 แสงเลเซอร์ มีอยู่หลายสีด้วยกัน มีจุดเด่น คือ ลำแสงที่ส่งออกมาไม่กระจายแต่จะวิ่งไปเป็นเส้นตรงตลอด ทำให้สามารถตรวจจับวัตถุขนาดเล็กๆที่อยู่ในระยะไกลได้ มีความแม่นยำในการตรวจจับสูง สามารถตรวจจับสีได้ละเอียดมาก

## 2.4 เครื่องปรับอากาศ

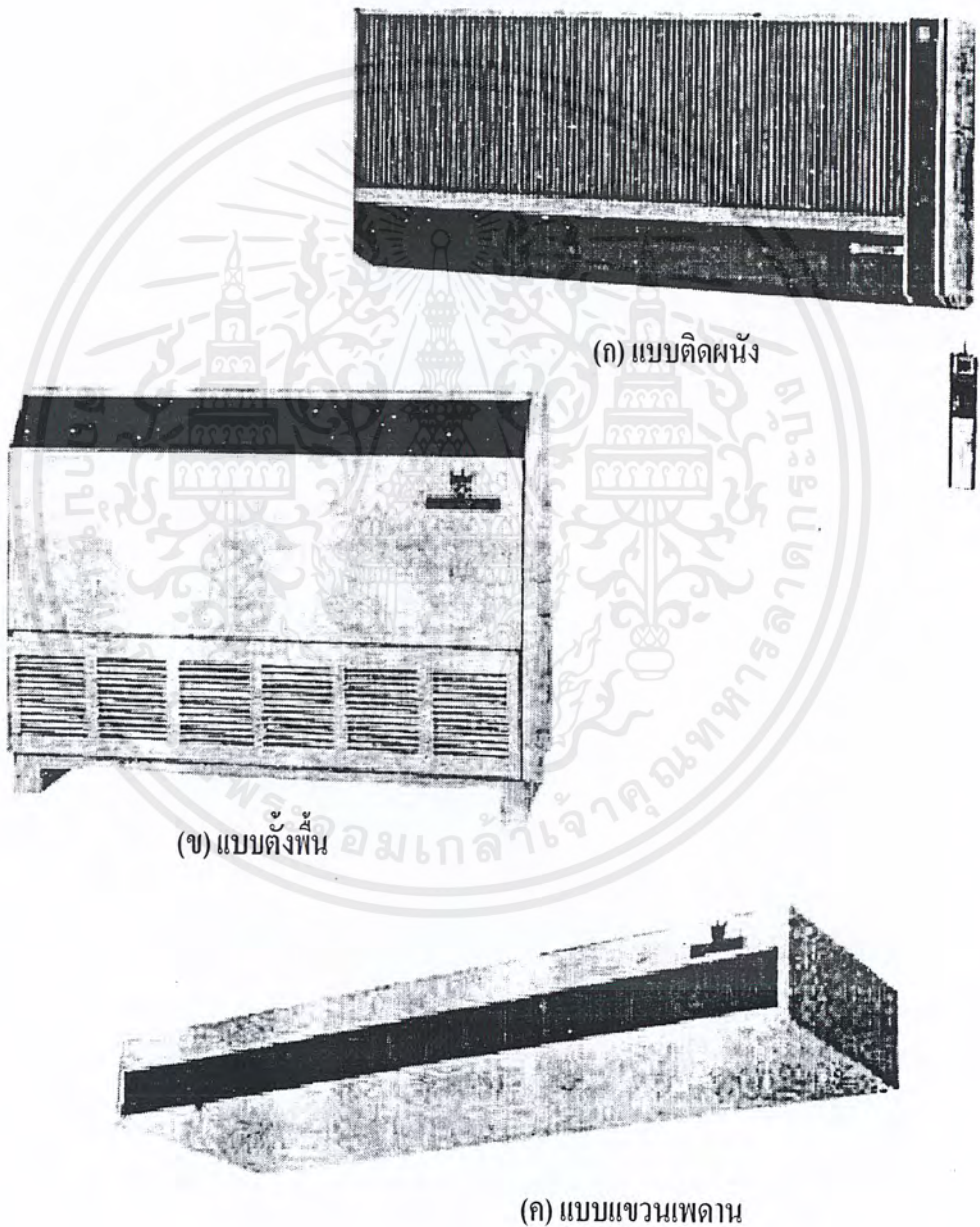
### 2.4.1 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

เป็นเครื่องปรับอากาศที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบันเพราะมีเสียงเงียบและการติดตั้งที่สะดวก รวมทั้งยังง่ายต่อการซ่อมบำรุง โดยเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนนั้นจะแบ่งระบบวงจรน้ำยาของเครื่องออกเป็น 2 ส่วน คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ชุดคอยล์เย็นหรือชุดอีวาพอเรเตอร์
2. ชุดคอนเดนซิ่งยูนิต

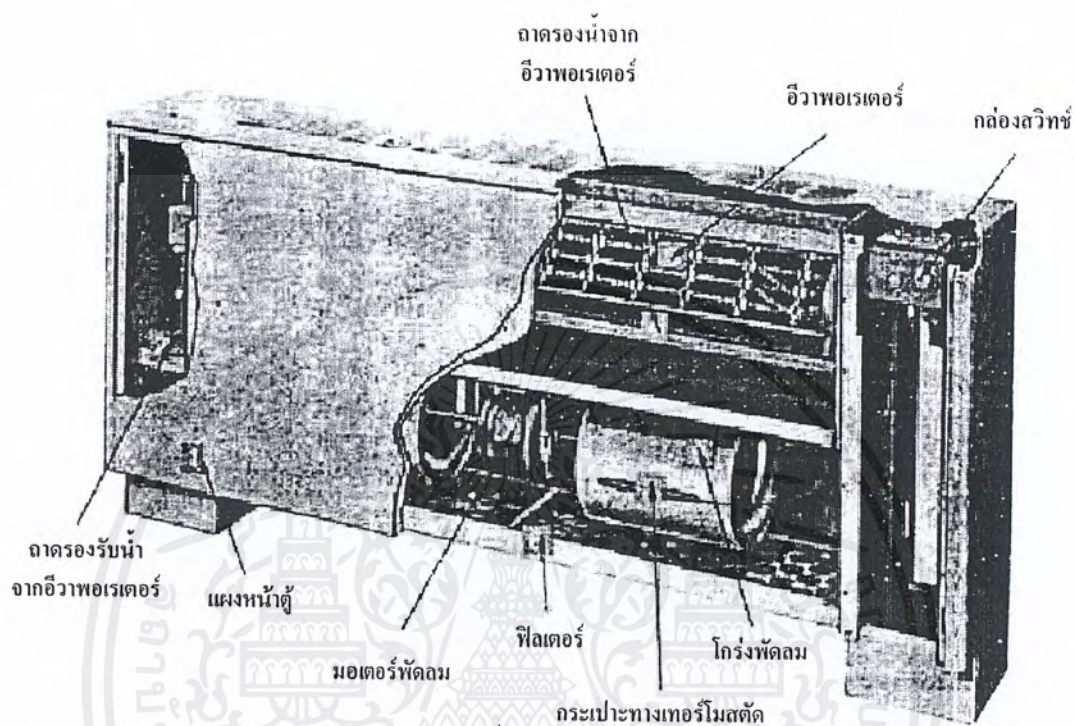
1. ชุดคอยล์เย็น เป็นส่วนที่ติดตั้งอยู่ภายในห้องปรับอากาศ สามารถแบ่งตาม ลักษณะ การติดตั้งได้เป็น 3 แบบ คือ แบบติดผนัง แบบตั้งพื้น และ แบบแขวนเพดาน



รูปที่ 2.8 แบบต่างๆ ของชุดคอยล์เย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างภายในของชุดคอยล์เย็นจะมีโครงสร้างหลักๆ คือ

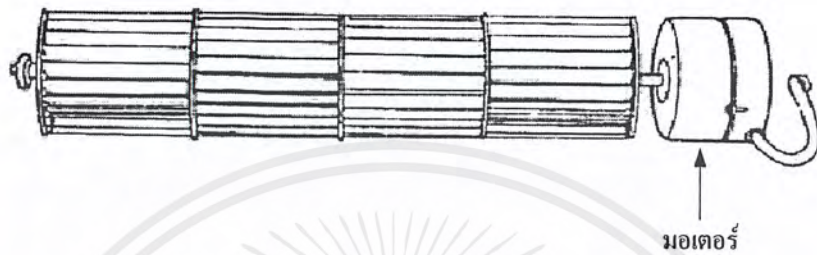


รูปที่ 2.9 โครงสร้างภายในของชุดคอยล์เย็น

1. คอยล์เย็นหรืออีวาพอเรเตอร์ เป็นท่อทองแดงและจะมีครีบอลูมิเนียมช่วยเพิ่มพื้นที่ในการดูดซับปริมาณความร้อนจากอากาศภายในห้อง
2. เทอร์โมสแตติกเอกซ์แพนชันวาล์ว เป็นชุดควบคุมการไหลของน้ำยา มักจะใช้เทอร์โมสแตติกเอกซ์แพนชันวาล์ว ซึ่งจะเป็นแบบที่มีหลักการปรับการไหลของน้ำยาได้ดี
3. ท่อลิควิด เป็นท่อที่ไปต่อเข้ากับชุดคอนเดนซิ่งยูนิต ให้น้ำยาเหลวที่กลั่นตัวเรียบร้อยแล้วจากคอนเดนเซอร์ ส่งผ่านท่อนี้เข้าไปยังท่อเอกซ์แพนชันวาล์ว
4. ท่อซัคชัน เป็นท่อที่ต่อเข้ากับชุดคอนเดนซิ่งยูนิตตรงทางดูดของคอมเพรสเซอร์ ให้น้ำยาในสถานะแก๊ส ที่มีอุณหภูมิต่ำ และความดันต่ำจากคอยล์เย็น ถูกดูดผ่านท่อซัคชันเข้ายังคอมเพรสเซอร์
5. มอเตอร์พัดลม จะเป็นแบบ 2 แกนหมุนใบพัดหัวท้าย เพื่อดูดอากาศจากภายในห้องมาเป่าผ่านคอยล์เย็น กลับเข้าไปหมุนเวียนภายในห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ใบพัด ใบพัดที่ใช้สำหรับหมุนเวียนอากาศภายในห้องจะเป็นแบบกรงกระรอกหรือแบบเซอร์รอกโค ใบพัดจึงต้องมีขนาดเล็กเพื่อให้ได้ปริมาณลมที่คูดเป่าผ่านคอยล์เย็นเท่าเดิมจึงต้องออกแบบใบพัดให้ยาวขึ้น เรียกใบพัดแบบนี้ว่า แบบครอสโฟลว์ ( Cross-Flow Fan )



รูปที่ 2.10 ใบพัดแบบครอสโฟลว์

7. ถาดรองน้ำหยด จะติดตั้งอยู่ด้านล่างสุดของคอยล์เย็นทำหน้าที่รองน้ำที่กลั่นตัวจากคอยล์เย็นและนำไปทิ้งภายนอกโดยผ่านทางท่อน้ำทิ้ง ซึ่งจะเป็นการลดความชื้นของอากาศภายในห้อง

8. ฟิลเตอร์กรองอากาศ ติดตั้งอยู่ทางลมกลับ ทำหน้าที่กรองฝุ่นละอองของอากาศภายในห้องไม่ให้ไปอุดตันในครีบบของคอยล์เย็น

2. ชุดคอนเดนซิ่งยูนิต เป็นส่วนที่ติดตั้งอยู่ภายนอกห้องปรับอากาศ เพื่อระบายความร้อนออกจากน้ำยา โครงสร้างอุปกรณ์หลักใหญ่ของชุดคอนเดนซิ่งยูนิตจะประกอบด้วย

1. มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ มอเตอร์คอมเพรสเซอร์จะเป็นแบบเซอร์เมติก ซึ่งจะมีส่วนของมอเตอร์และคอมเพรสเซอร์อยู่ในตัวเดียวกัน ส่วนของคอมเพรสเซอร์จะมีอยู่ 2 แบบ คือ แบบลูกสูบ และ แบบโรตารี

2. คอนเดนเซอร์ เป็นขดท่อทองแดง และมีครีบบช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวในการระบายความร้อนออกจากน้ำยา เพื่อให้ น้ำยาในสถานะแก๊สกลั่นตัวเป็นน้ำยาเหลว

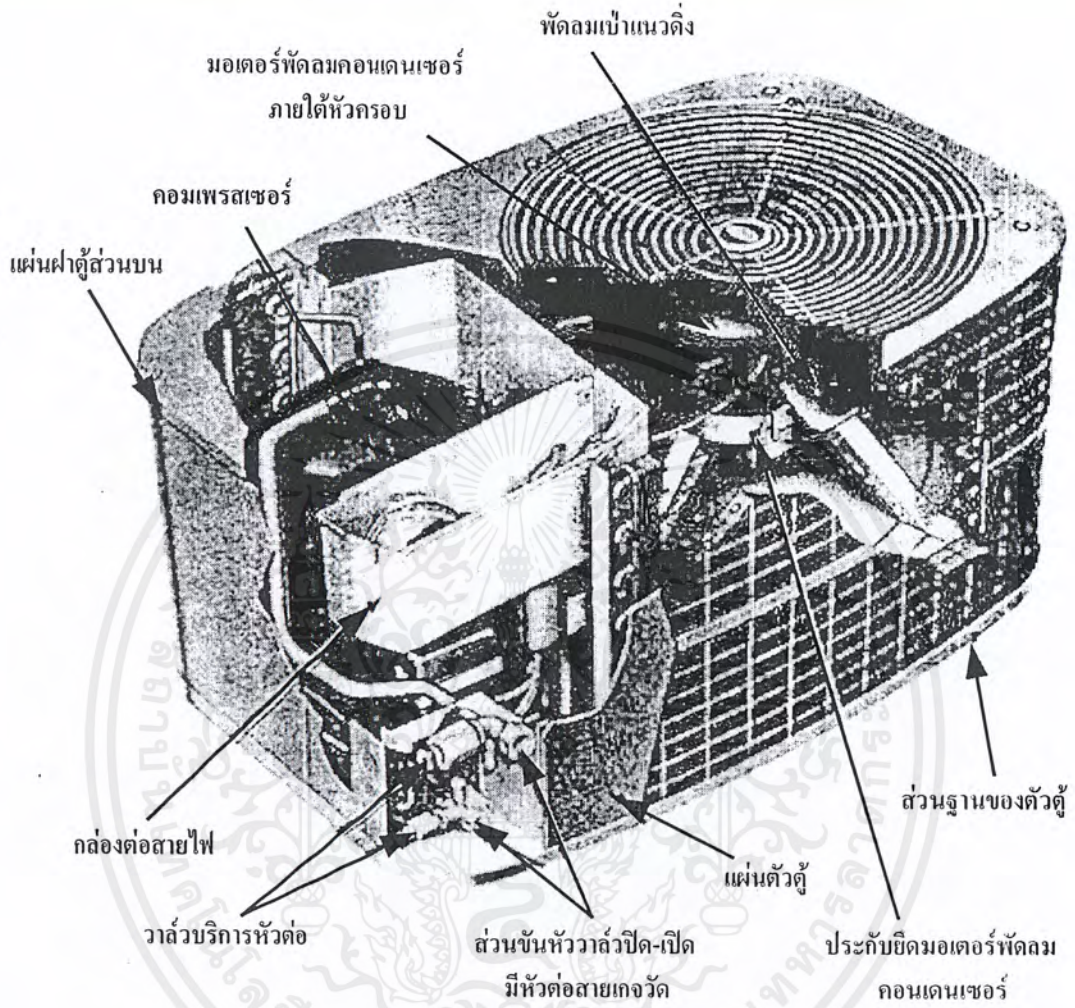
3. มอเตอร์พัดลม จะช่วยในการระบายความร้อนออกจากน้ำยาในคอนเดนเซอร์

4. ใบพัดลม ใช้สำหรับระบายความร้อนออกที่คอนเดนเซอร์ จะเป็นใบพัดแบบธรรมดา

5. วาล์วบริการ จะมีวาล์วบริการอยู่ 2 ตัว คือ วาล์วบริการทางทอลิควิด และ วาล์วบริการทางทอซักชั่น

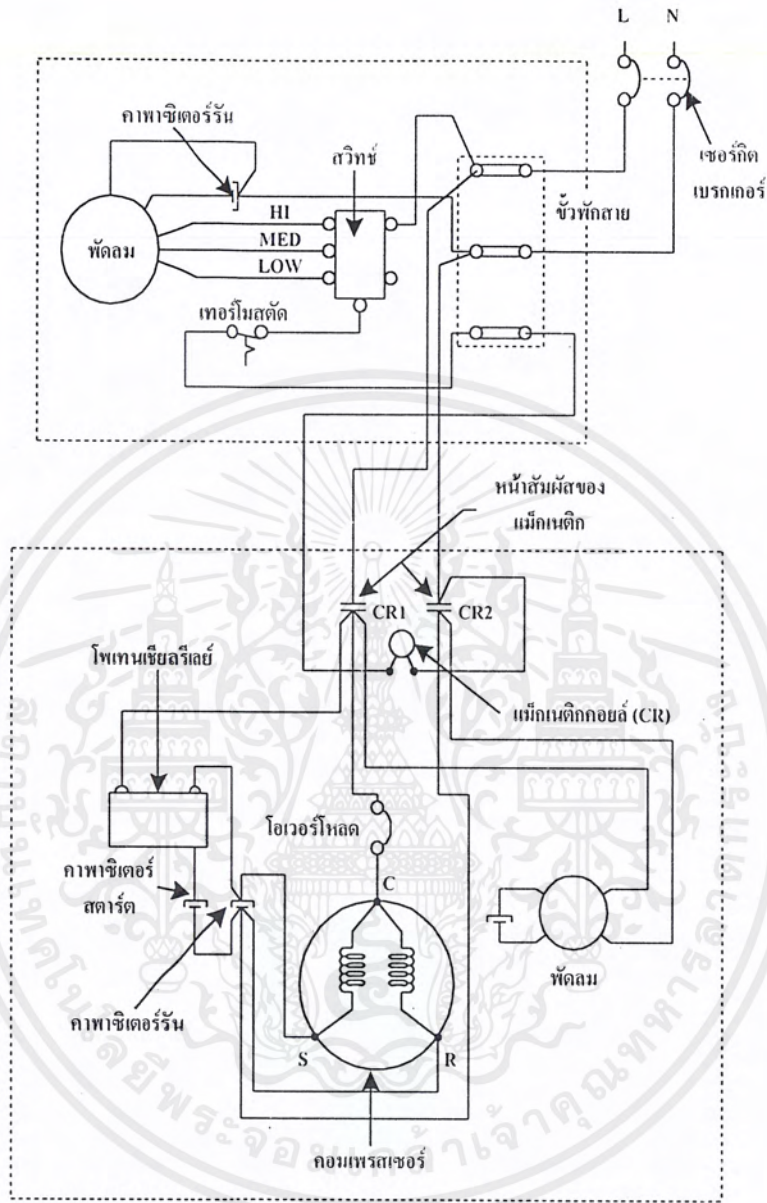
6. กล่องอุปกรณ์ทางไฟฟ้า จะบรรจุแมกเนติกคอนแทกเตอร์ โอเวอร์โวลด์ รีเลย์ คาปาซิเตอร์สตาร์ท คาปาซิเตอร์รัน ติดอยู่ในคอนเดนซิ่งยูนิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 ชุดคอนเดนซิ่งยูนิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 วงจรไฟฟ้าเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

### 2.4.2 ท่อทางเดินน้ำยา

ท่อทางเดินน้ำยาที่ใช้ในเครื่องทำความเย็น แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

- 2.4.2.1 ท่อชนิดอ่อน เช่นท่อทองแดงอย่างอ่อนท่ออะลูมิเนียมหรือท่อที่ทำจากสารอัลลอยด์ เป็นต้น
- 2.4.2.2 ท่อชนิดแข็ง เช่น ท่อทองแดงอย่างแข็ง ท่อเหล็กสแตนเลส เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเลือกใช้ท่อทางเดินน้ำยา มีหลักที่ควรคำนึงถึงดังนี้

1. ชนิดของระบบทำความเย็นเป็นชนิดใด
2. ใช้น้ำยาอะไร
3. ราคาของท่อแต่ละชนิด
4. แบบของการต่อท่อที่ใช้ท่อทางเดินน้ำยาจะต้องสะอาด ปราศจากฝุ่นละอองและความชื้นภายในท่อ

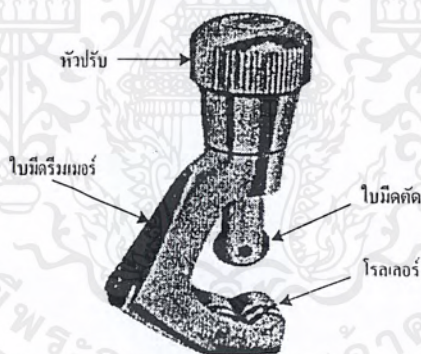
### 2.4.3 การตัดท่อ

การตัดท่อทางเดินน้ำยา โดยทั่วไปมีเครื่องมือที่ใช้ในการตัดท่ออยู่ 2 ชนิด คือ

1. คัตเตอร์ (Cutter) ใช้ในการตัดท่อทองแดงชนิดอ่อน
2. เลื่อยตัดเหล็ก (Hacksaw) ใช้ในการตัดท่อชนิดแข็ง

#### 2.4.3.1 การตัดท่อโดยใช้คัตเตอร์

คัตเตอร์ เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับตัดท่อทางเดินน้ำยา ซึ่งมีส่วนประกอบ คือ หัวปรับ สำหรับตั้งระยะใบมีด ใบมีด โรลเลอร์ (Roller) และที่คว้านปลายท่อหรือรีมเมอร์ (Reamer)



รูปที่ 2.13 คัตเตอร์หรือมีดตัดท่อ

#### ขั้นตอนในการตัดท่อโดยใช้คัตเตอร์

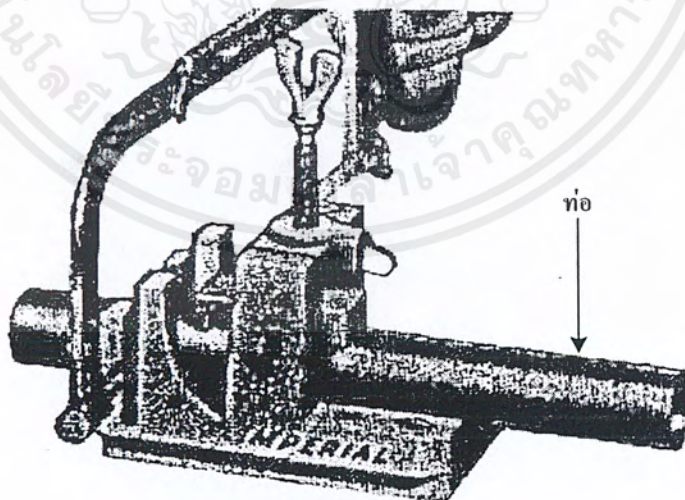
1. วางท่อลงระหว่างโรลเลอร์และใบมีดของคัตเตอร์
2. หมุนตัวปรับตั้งระยะใบมีดให้ฝังลงเนื้อท่อเล็กน้อย
3. หมุนตัวคัตเตอร์ช้าๆ รอบท่อ จะทำให้ใบมีดฝังเนื้อท่อโดยรอบ
4. หมุนหัวปรับระยะลงในเนื้อท่ออีก แล้วหมุนตัวคัตเตอร์ช้าๆ รอบท่อทำซ้ำๆ จนขาด



รูปที่ 2.14 ลักษณะการตัดท่อ

#### 2.4.3.2 การตัดท่อโดยใช้เลื่อย

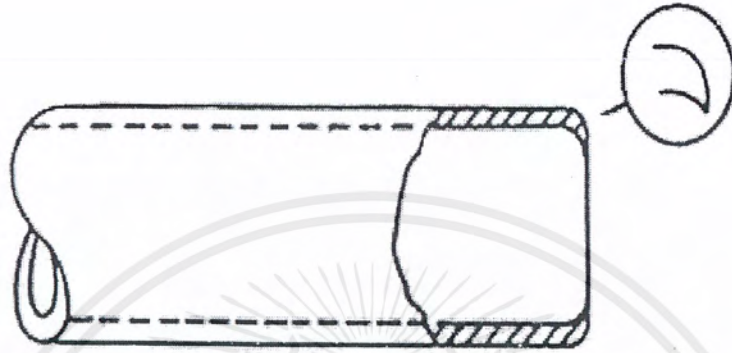
การใช้เลื่อยส่วนมากมักใช้สำหรับตัดท่อชนิดแข็ง ซึ่งควรมีตัวจับท่อ (Clamp) ไว้สำหรับจับยึดท่อเพื่อความสะดวกในการเลื่อยตัดท่อด้วย



รูปที่ 2.15 เลื่อยตัดท่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

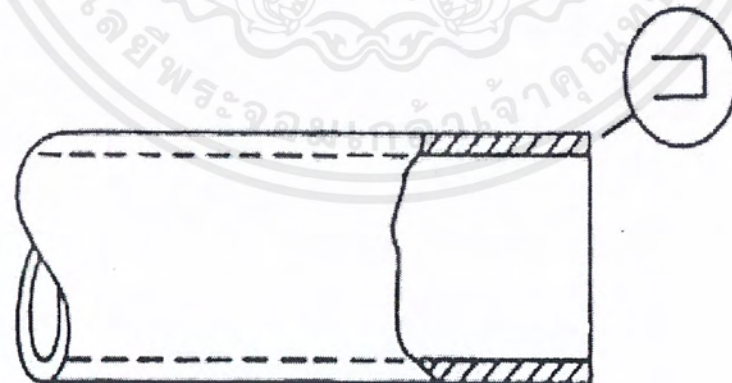
การคว้านปลายท่อ (Reamed) เมื่อเสร็จจากการตัดท่อทุกครั้งจะต้องคว้านปลายท่อให้เรียบ เพื่อการบานท่อและบานแฟลร์ใช้ในกรต่อท่อต่อไป



(ก) ท่อหลังจากการตัด



(ข) ท่อหลังจากถูกลมมภายนอกด้วยตะไบ



(ค) ท่อที่ถูกรับด้วยตะไบและรีมเมอร์ พร้อมทั้งจะบานท่อแฟลร์

รูปที่ 2.16 การลบมุมท่อภายในและภายนอก

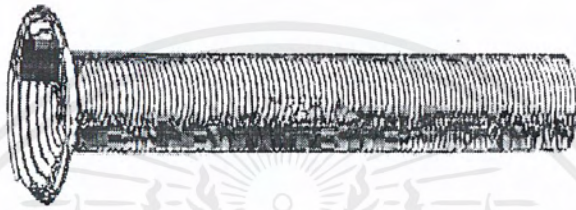
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 2.4.4 การตัดท่อ

ในการตัดท่อจะมีเครื่องมือที่ช่วยในการตัดท่อดังนี้

##### 2.4.4.1 สปริง (Tube Bending Spring)

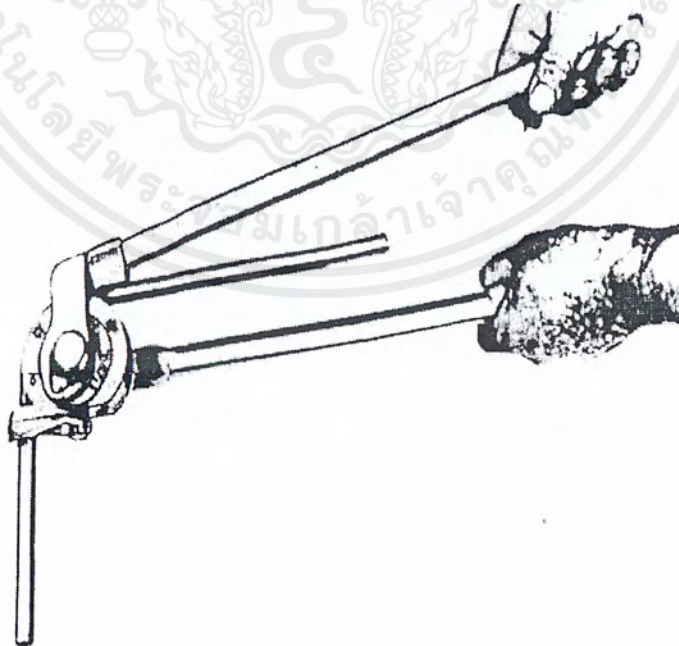
อาจใช้สวมทั้งภายนอกและภายในท่อ เพื่อช่วยการตัดและมีขนาดต่างๆ กันตามขนาดของท่อ



รูปที่ 2.17 สปริงตัดท่อ

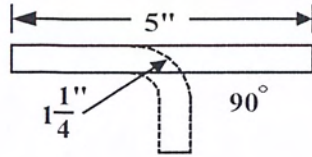
##### 2.4.4.2 เครื่องมือตัดท่อ

มีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้ คือ อกสาขาของการตัด ค้ำหมุนตัดท่อ ค้ำยึดที่ตัดท่อและท่อ

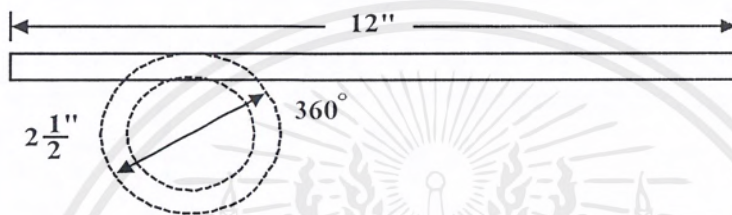


รูปที่ 2.18 การใช้เครื่องมือตัดท่อ

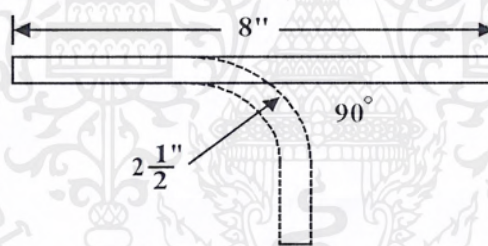
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



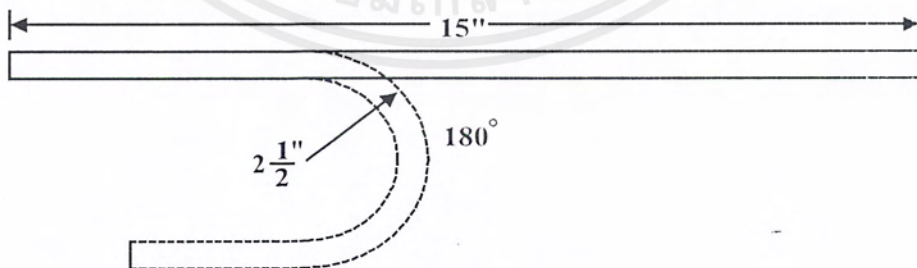
(ก) ท่อขนาด 1/4 นิ้ว ตัด 90 องศา



(ข) ท่อขนาด 1/4 นิ้ว ตัด 360 องศา



(ค) ท่อขนาด 1/2 นิ้ว ตัด 90 องศา



(ง) ท่อขนาด 1/2 นิ้ว ตัด 180 องศา

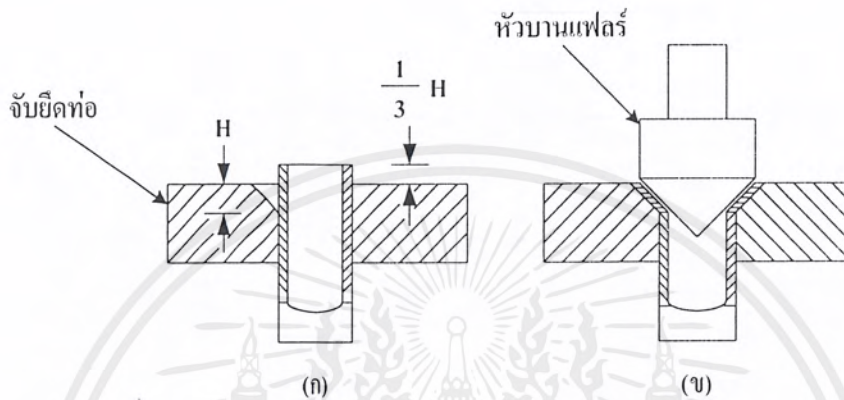
## รูปที่ 2.19 ขนาดและองศาของการตัดท่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.4.5 การบานแฟลร์ท่อ

เพื่อการต่อท่อ โดยวิธีใช้แฟลร์นัตและข้อต่อนั้นสามารถทำได้ 2 วิธี ดังนี้

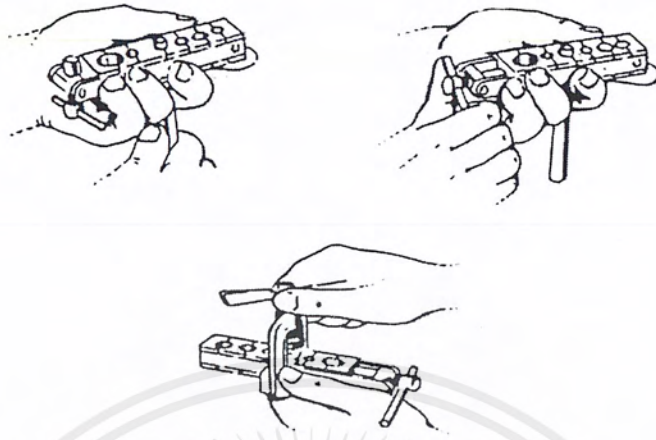
### 2.4.5.1 การบานแฟลร์ท่อชั้นเดียว (Single Thickness Flare)



รูปที่ 2.20 การบานแฟลร์ท่อชั้นเดียว

ขั้นตอนการบานแฟลร์ท่อชั้นเดียว มีขั้นตอนดังนี้

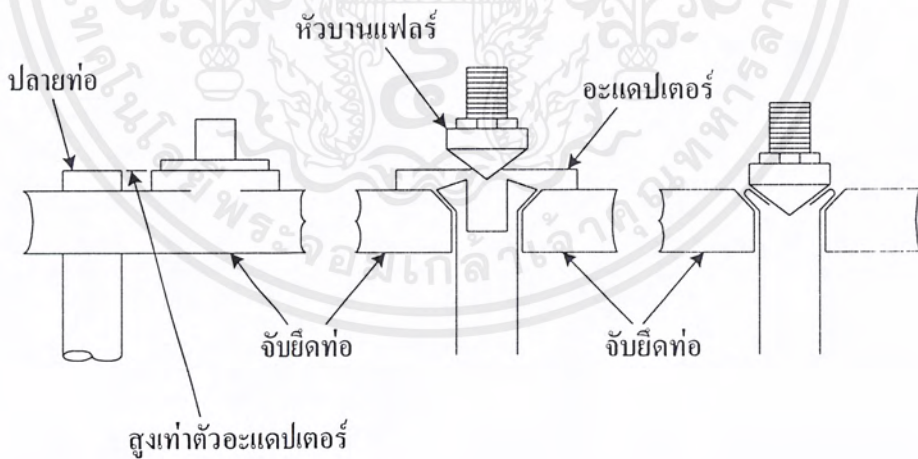
1. ใส่ท่อที่ตัดและทำการคว้านปลายท่อเรียบเรียบร้อยแล้วเข้าในตัวจับท่อให้มีขนาดของท่อและขนาดของรูเท่ากัน ปลายท่อสูงกว่าระดับของตัวจับเล็กน้อย
2. จับตัวยึดจับให้แน่น
3. สวมตัวบานแฟลร์เข้าในตัวจับท่อ
4. หยดน้ำมันคอมเพรสเซอร์เล็กน้อยลงบนกรวยของตัวบานแฟลร์ท่อ ค่อยๆ หมุนให้กรวยกดลงบนปลายท่อ
5. เมื่อบานท่อเรียบเรียบร้อยแล้ว ให้คลายเกลียวถอนกรวยออก และ ถอดตัวบานแฟลร์ที่ถอดออกจากตัวจับท่อ
6. คลายตัวจับท่อ ถอดท่อที่บานเรียบเรียบร้อยแล้วออก



รูปที่ 2.21 ขั้นตอนการบานท่อ

2.4.5.2 การบานแฟลร์ท่อสองชั้น (Double Thickness Flare)

เพื่อให้จุดต่อของท่อทางเดินน้ำยา มีความแข็งแรงกว่าการบานแฟลร์ท่อชั้นเดียวมักจะทำกับท่อที่มีขนาดใหญ่เท่านั้น



รูปที่ 2.22 การบานแฟลร์ท่อสองชั้น

ขั้นตอนการบานแฟลร์ท่อ 2 ชั้น

1. ใส่ท่อที่ต้องการบานแฟลร์เข้าไปในตัวจับท่อ ปลายท่อสูงกว่าตัวจับเท่ากับขนาดของอะแดปเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ชั้นยึดตัวจับให้แน่น
3. สวมอะแดปเตอร์ลงในปลายท่อ
4. สวมตัวบานท่อเข้าไปในตัวจับท่อ
5. ค่อยๆ หมุนให้กรวยของตัวบานท่อกดลงบนอะแดปเตอร์
6. คลายกรวยของตัวบานท่อ ดึงเอาอะแดปเตอร์ออก
7. ค่อยๆ หมุนให้กรวยของตัวบานท่อกดลงบนปลายท่ออีกครั้งหนึ่ง
8. เมื่อบานท่อสองชั้นเรียบร้อยแล้ว คลายเกลียวถอนกรวยออกและถอนตัวบานท่อออกจากตัวจับท่อ
9. คลายตัวจับท่อ ถอดเอาท่อที่บ้านแฟลร์สองชั้นเรียบร้อยแล้วออก

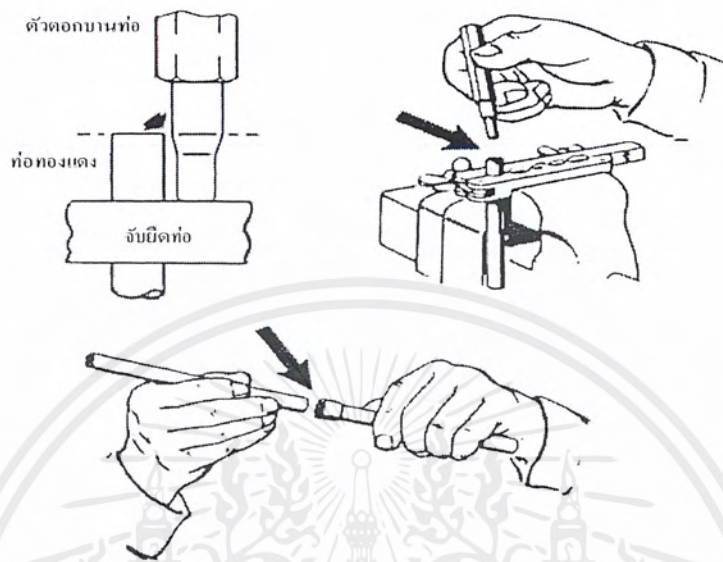
#### 2.4.6 การบานท่อ

ใช้สำหรับการต่อท่อทองแดงที่มีขนาดเท่ากัน โดยวิธีการบานท่อแบ่งตามการใช้เครื่องมือได้ 2 แบบ คือ

##### 2.4.6.1 แบบตอกบาน ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. ใต้อันที่ตัดและถ่วงปลายท่อแล้ว เข้าไปในตัวจับท่อ ให้ขนาดของท่อและขนาดของรูมีขนาดเท่ากัน ปลายท่อสูงกว่าระดับของตัวจับท่อประมาณเท่ากับช่วงบนของตัวตอกบาน
2. ชั้นยึดตัวจับให้แน่น
3. ใต้อันตัวบานท่อลงในท่อจับให้ตรง
4. ใช้ค้อนค่อยๆ ตอกตัวบานท่อเข้าไปในท่อจนสุด
5. เมื่อบานท่อเรียบร้อยแล้ว ถอนตัวบานท่อออก
6. คลายตัวจับท่อ ถอดเอาท่อที่บ้านเรียบร้อยแล้วออก

##### 2.4.6.2 แบบสกรูบานท่อ เป็นแบบที่ไม่นิยมใช้กัน

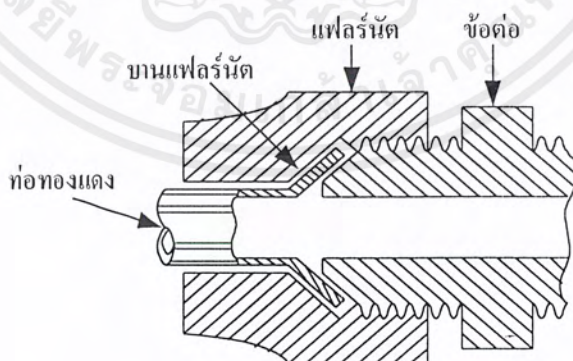


รูปที่ 2.23 ขั้นตอนการตอกบานท่อ

#### 2.4.7 การต่อท่อทางเดินน้ำยา

ในการต่อท่อทางเดินน้ำยาโดยทั่วไปทำได้ 2 วิธี คือ

##### 1. การต่อท่อโดยใช้แฟลร์นัตและข้อต่อ



รูปที่ 2.24 การต่อท่อ โดยใช้แฟลร์นัตและข้อต่อ

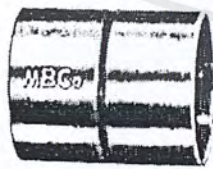
จากรูปจะเห็นได้ว่า เมื่อขันแฟลร์นัตให้กระชับแน่นเข้ากับตัวข้อต่อจะมีปลายท่อทองที่บานแฟลร์ไว้ ทำให้น้ำยาภายในท่อทางเดินน้ำยาไม่รั่วออกมา เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. การต่อท่อโดยการเชื่อมต่อ มีขั้นตอนดังนี้

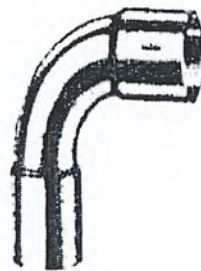
1. ตัดท่อตามความยาวที่ต้องการ ทำริมนเมอร์ให้เรียบร้อย
2. ทำความสะอาดผิวนอกด้วยกระดาษทราย
3. ทำความสะอาดผิวด้านในด้วยแปรงหรือกระดาษทราย
4. ทาฟลักซ์ ( Flux ) ผิวนอกของท่อ
5. ทาฟลักซ์บนผิวนอกของท่อ
6. ใช้หัวเชื่อมแก๊สเป่าให้ความร้อนแล้วนำลวดเชื่อมไปแตะเพื่อทำการเชื่อม
7. การต่อท่อขนาดใหญ่ๆ ต้องใช้ค้อนเคาะเบาๆ เพื่อช่วยในการจับตัวของเนื้อเงิน



รูปที่ 2.25 รูปตัดของการต่อท่อโดยการเชื่อม



(ก) ข้อต่อตรง



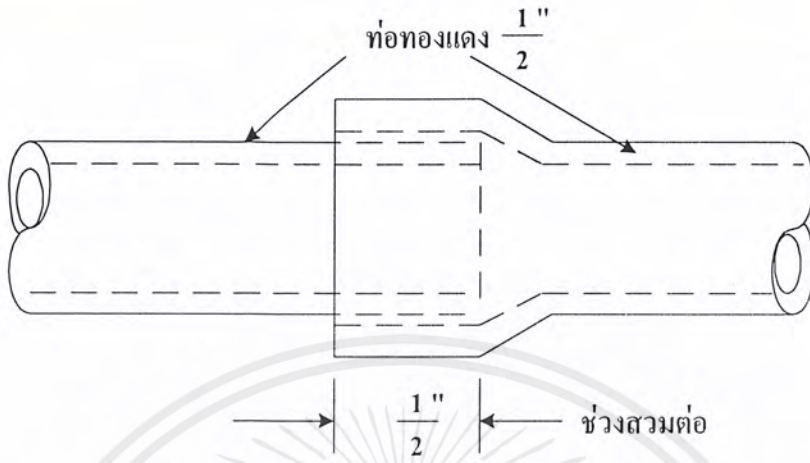
(ข) ข้อต่องอ 90 องศา



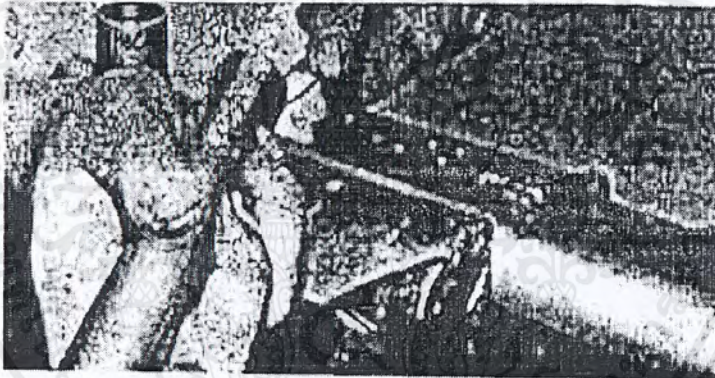
(ค) ข้อต่อสามทาง

รูปที่ 2.26 ตัวอย่างของข้อต่อท่อ

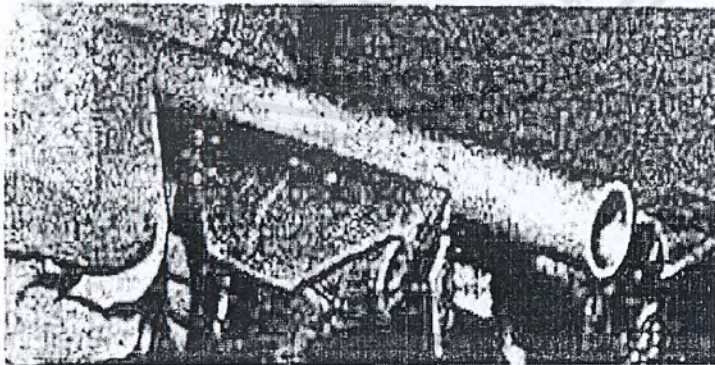
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.27 การต่อท่อทองแดงชนิดอ่อนที่ขนาดเดียวกัน



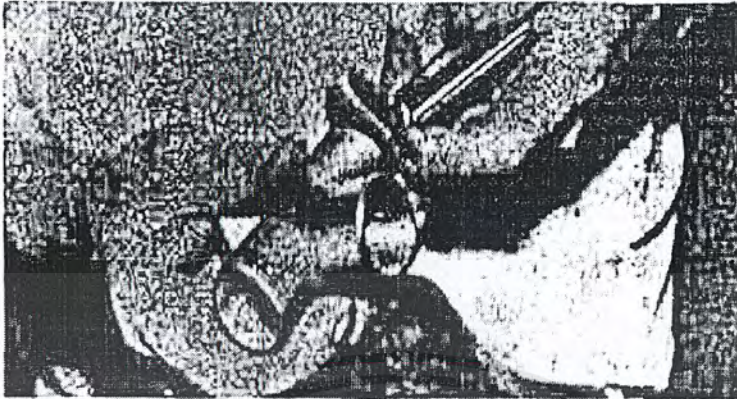
(ก) ตัดท่อตามความยาวที่ต้องการแล้วทำริ้วเมอร์



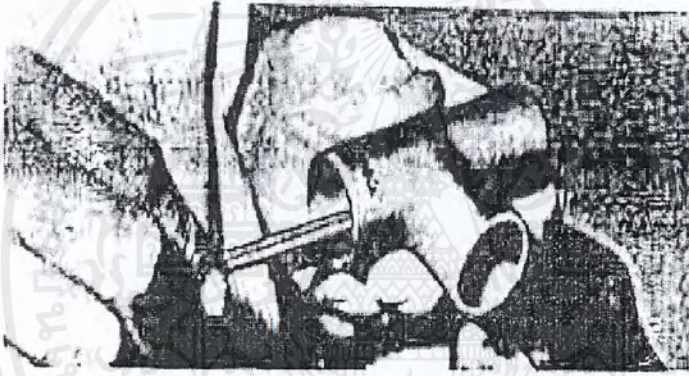
(ข) ทำความสะอาดผิวนอกที่ทำด้วยกระดาษทรายหรือผ้าทราย

รูปที่ 2.28 ขั้นตอนการปฏิบัติงานเชื่อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ค) ทำความสะอาดผิวในของท่อด้วยแปรงหรือผ้าทราย



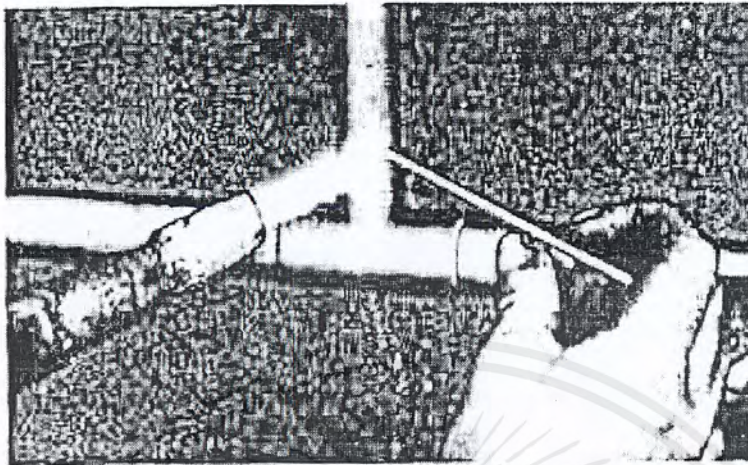
(ง) ทาฟลักซ์ที่ผิวด้านในของข้อต่อ



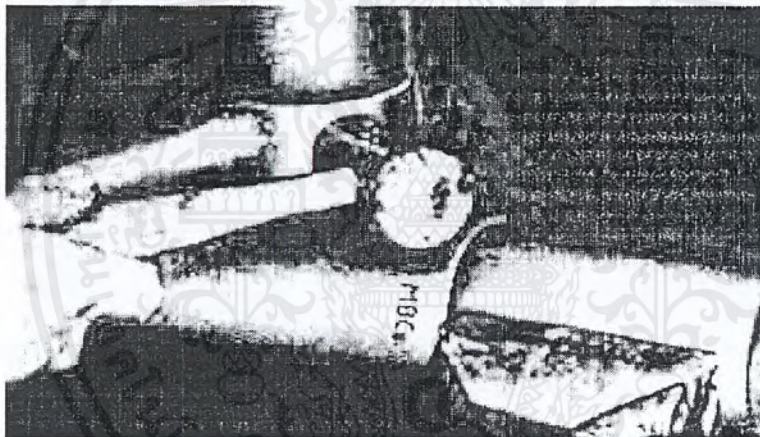
(จ) ทาฟลักซ์บนผิวนอกของท่อ

### รูปที่ 2.28(ต่อ) ขั้นตอนการปฏิบัติงานเชื่อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ฉ) ใช้หัวเชื่อมแก๊สเป่าให้ความร้อนแก่ชิ้นงาน



(ช) ใช้ค้อนเคาะเบาๆ เพื่อช่วยในการจับตัวของเนื้อเงิน ในกรณีที่เป็นการต่อท่อขนาดใหญ่

รูปที่ 2.28(ต่อ) ขั้นตอนการปฏิบัติงานเชื่อม

## 2.4.8 การซ่อมและบริการ

### 2.4.8.1 เกจแมนิโฟลด์

เกจแมนิโฟลด์ที่ใช้ในงานซ่อมและบริการเครื่องปรับอากาศ ประกอบด้วย

#### 1. เกจวัดความดันด้านสูง (High Pressure Gauge)

จะติดตั้งอยู่ทางด้านขวาของเกจแมนิโฟลด์ มีสเกลบอกความดันตามปกติโดยทั่วไป จะเริ่มจาก 0 ถึง 500 ปอนด์/ตารางนิ้ว

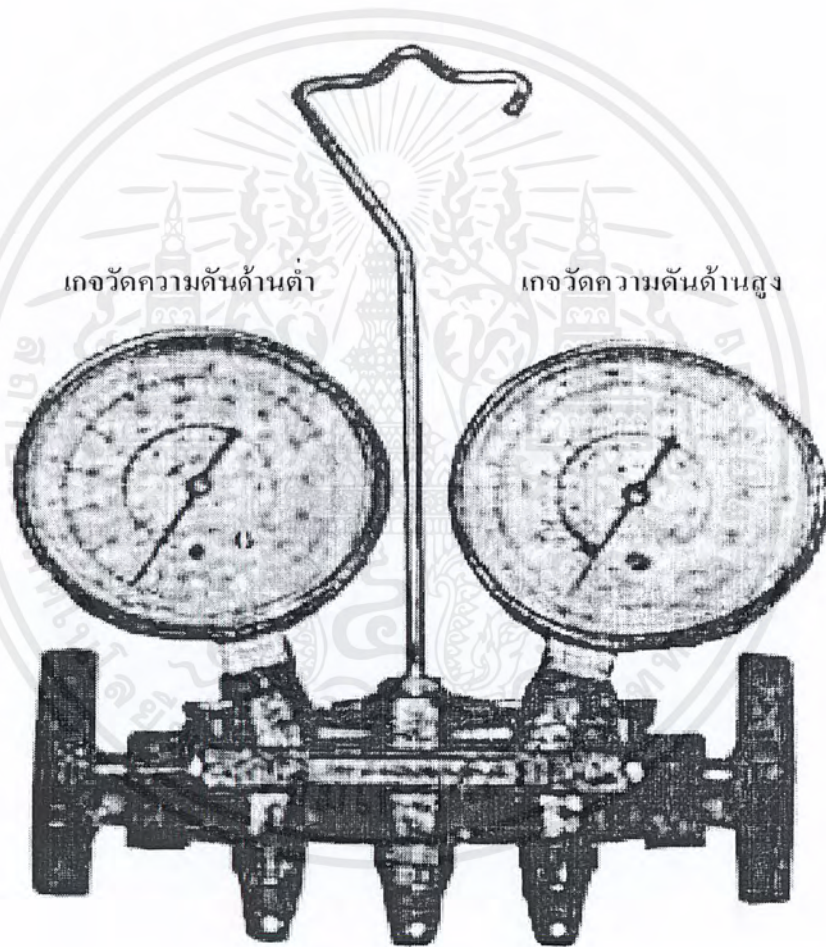
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. เกจวัดความดันด้านต่ำ (Low Pressure Gauge)

จะติดตั้งอยู่ทางด้านซ้ายของเกจแมนิโฟลด์ซึ่งเป็นเกจแบบผสม คือ จะมีสเกลบอกค่าความดัน -30 ถึง 0 ปอนด์/ตารางนิ้ว และ 0 ถึง 250 ปอนด์/ตารางนิ้ว

## 3. วาล์วปรับด้วยมือ 2 ตัว (Hand Valves)

จะอยู่ทางด้านข้างทั้ง 2 ด้านของเกจแมนิโฟลด์ และ ในการใช้เก็ก็ยั้งต้อง มีสายชาร์จน้ำยา อีก 3 เส้น

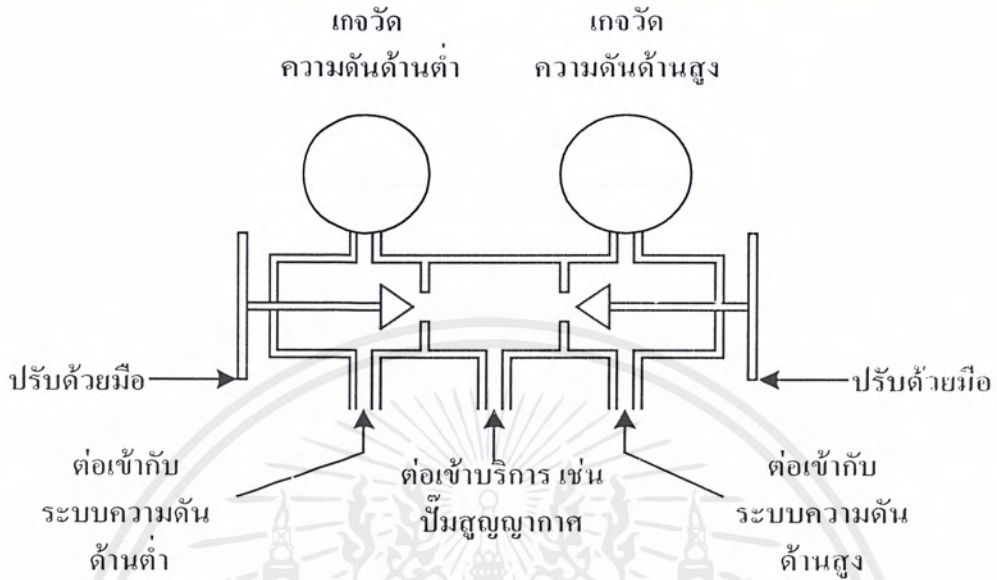


รูปที่ 2.29 ชุดเกจแมนิโฟลด์

### การใช้เกจแมนิโฟลด์

- ท่อทางด้านซ้ายของเกจแมนิโฟลด์จะต่อเข้ากับทางด้านความดันต่ำของระบบ
- ท่อทางด้านขวาของเกจแมนิโฟลด์จะต่อเข้ากับทางด้านความดันสูงของระบบ
- ท่อกลางของเกจแมนิโฟลด์ใช้สำหรับการบริการ เช่น ป้อนสุญญากาศ เป็นต้น

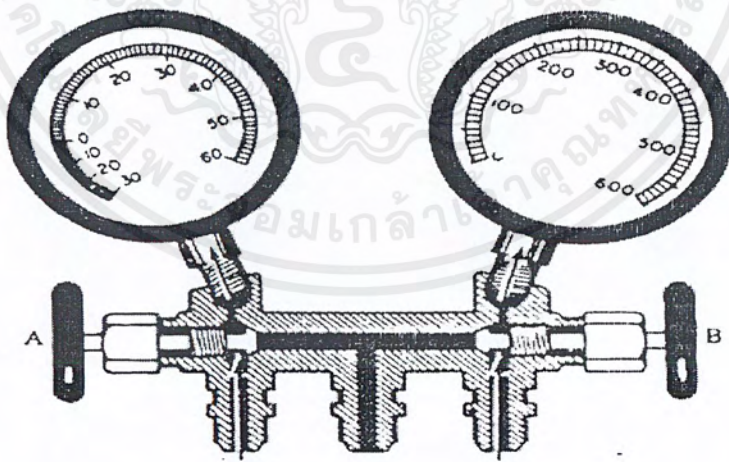
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.30 การต่อใช้เกจแมนิโฟลด์

ลักษณะต่างๆ ของการใช้เกจแมนิโฟลด์

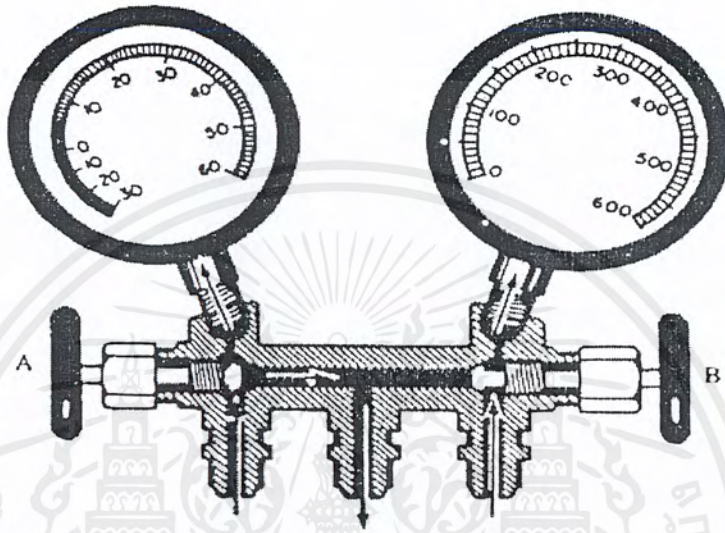
1. ใช้อ่านค่าความดันของระบบ ซึ่งจะมีวาล์ว A และ วาล์ว B อยู่ในตำแหน่งปิดทั้งคู่



รูปที่ 2.31 วาล์ว A และ วาล์ว B ปิดอยู่ทั้งคู่

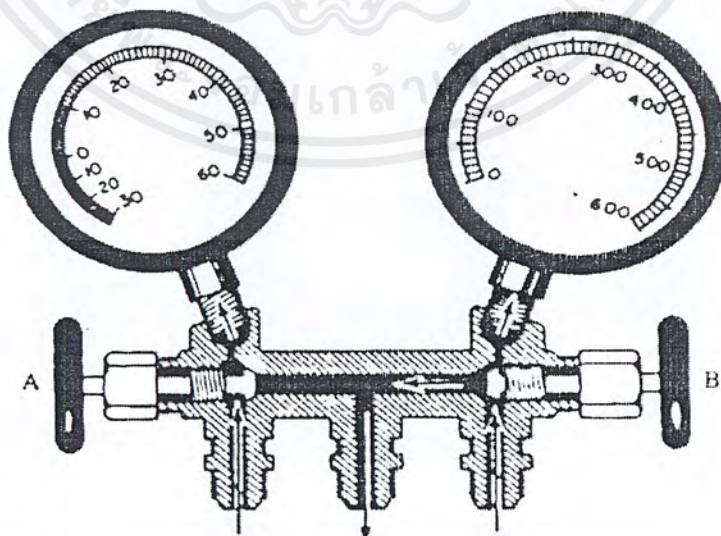
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ใช้สำหรับชาร์จน้ำยาเข้าในระบบหรือปล่อยน้ำยาออกจากระบบ วาล์ว A จะอยู่ในตำแหน่งเปิด และ วาล์ว B อยู่ในตำแหน่งปิด ใช้สำหรับให้น้ำยาจากท่อบรรจุน้ำยาผ่านเข้าสู่ระบบ ถ้าปล่อยสายกลางออกจากท่อน้ำยาจะเป็นการปล่อยน้ำยาออกจากระบบ



รูปที่ 2.32 วาล์ว A อยู่ในตำแหน่งเปิด วาล์ว B อยู่ในตำแหน่งปิด

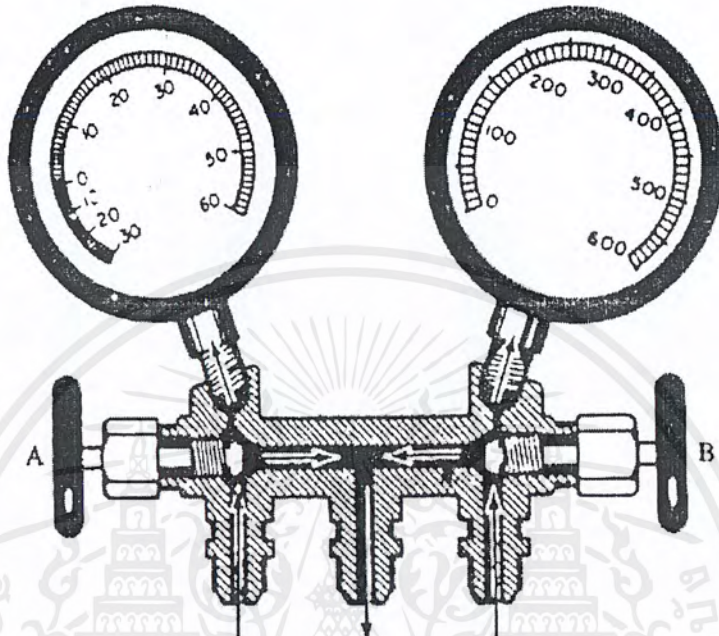
3. ใช้สำหรับไล่อากาศในสาย วาล์ว A อยู่ในตำแหน่งปิด และ วาล์ว B อยู่ในตำแหน่งเปิดเป็นเกราะให้น้ำยาจากระบบไล่อากาศภายในสาย



รูปที่ 2.33 วาล์ว A อยู่ในตำแหน่งปิด วาล์ว B อยู่ในตำแหน่งเปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ใช้เป็นบายพาสหรือในขณะที่ทำสูญญากาศให้ระบบ วาล์ว A และ วาล์ว B อยู่ในตำแหน่งเปิดทั้งคู่ แล้วนำท่อกลาง ไปต่อเข้ากับปั๊มสูญญากาศ จะเป็นการทำสูญญากาศของระบบ



รูปที่ 2.34 วาล์ว A และวาล์ว B อยู่ในตำแหน่งเปิดทั้งคู่

#### 2.4.8.2 การต่อเกจแมนิโฟลด์เข้ากับระบบ

ขั้นตอนการใช้เกจแมนิโฟลด์ ควรปฏิบัติเป็นลำดับดังนี้

1. หาดำแหน่งของวาล์วบริการในระบบ
2. คลายฝาครอบสำหรับต่อเข้าเกจที่วาล์วบริการอย่างช้าๆ
3. ปิดวาล์วของเกจแมนิโฟลด์ทั้งคู่
4. ต่อสายเกจเข้ากับวาล์วบริการ
5. ทำการอ่านค่าความดันจากเกจทั้งคู่ ถ้าไม่มีความดันแสดงว่าไม่มีน้ำยาในระบบ ให้หา

ตำแหน่งรั่วและทำการแก้ไข

6. ไล่อากาศในสาย โดยปฏิบัติดังนี้

- คลายสายเกจเล็กน้อย ปล่อยน้ำยาทิ้งประมาณ 3 วินาที หรือ
- คลายสายกลางของเกจออกจากท่อ น้ำยาเล็กน้อย ใช้น้ำยาในระบบไล่อากาศโดย
- เปิดวาล์วของเกจทั้งคู่ ปล่อยให้ น้ำยาจากระบบรั่วทิ้งแล้วจึงขันปลายสายกลางเข้ากับท่อ

น้ำยาให้แน่น ปิดวาล์วเกจทั้งคู่อีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ขณะนี้เกจแมนนิโพลด์ก็จะพร้อมใช้งานแล้ว

### 2.4.8.3 การตรวจร้วของระบบ

วิธีการตรวจร้วของระบบมีหลายวิธี ซึ่งการตรวจร้วโดยหลักๆ มี 2 วิธีดังนี้

#### 1. การทำสูญญากาศ

เมื่อทำสูญญากาศแล้วให้ปิดวาล์วของเกจทิ้งไว้ประมาณ 8-24 ชั่วโมง แล้วดูเข็มของเกจว่าสูงขึ้นหรือไม่

- ถ้าเข็มเกจสูงขึ้น แสดงว่าระบบร้ว จำเป็นต้องหาจุดที่ร้วและทำการแก้ไข
- ถ้าเข็มของเกจไม่สูงขึ้น แสดงว่าระบบไม่ร้ว สามารถชาร์จน้ำยาเข้าไปในระบบได้

#### 2. การเพิ่มความดันเข้าไปในระบบ

อาจใช้แก๊สไนโตรเจนหรือฟรอนอัดเข้าไปก็ได้ ซึ่งการอัดแก๊สเข้าไปในระบบปฏิบัติการที่ ได้ 3 ขั้นตอน คือ

- 2.1 อัดแก๊สเข้าไปประมาณ 20-30 ปอนด์/ตารางนิ้ว เป็นการตรวจครั้งที่ 1
- 2.2 อัดแก๊สเพิ่มเข้าไปจนถึง 70-100 ปอนด์/ตารางนิ้ว เป็นการตรวจครั้งที่ 2
- 2.3 ถ้าพบว่าไม่มีการร้วทั้ง 2 ครั้ง ให้อัดแก๊สเพิ่มเข้าไปจนถึง 200-250 ปอนด์ ตารางนิ้ว

และเป็นการตรวจสอบครั้งสุดท้าย

การที่ต้องค่อยเพิ่มความดันเข้าไปก็ เพื่อความปลอดภัย เนื่องจากถ้าเพิ่มความดันเข้าไป มากๆ อาจจะทำให้ท่อระเบิดได้

**ข้อควรระวังในการตรวจร้ว** การตรวจร้วโดยการอัดความดันเข้าไปในระบบมีข้อควรระวัง ดังนี้

1. ห้ามใช้แก๊สออกซิเจนอัดเข้าไปในระบบ เพราะจะเกิดการระเบิดได้ง่าย ถ้ามีภาชนะความดันสูง
2. การใช้แก๊สอัดเข้าไปในระบบควรมีเรกูเลเตอร์ เพื่อควบคุมแรงอัดไม่ให้อัดเข้าระบบโดยตรงมากจนเกินขีดอันตราย

#### ข้อแนะนำในการตรวจร้ว

1. ตรวจสอบดูด้วยสายตาว่าที่จุดต่อต่างๆ ของระบบมีคราบน้ำมันจับอยู่ที่ใดบ้าง
2. ต่อชุดเกจแมนนิโพลด์เข้าไปในระบบ
3. ถ้าอ่านค่าของเกจได้ถึง 60-80 ปอนด์/ตารางนิ้วให้หาจุดร้วโดยใช้เครื่องตรวจร้วได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ถ้าอ่านค่าแล้วมีความดันต่ำหรือไม่มีความดัน ให้เติมน้ำยาเข้าไปอีก 1 ปอนด์ ในขณะที่หยุดระบบดังนี้

- ต่อสายชาร์จน้ำยาจากท่อน้ำยาเข้ากับรูกลางของเกจแมนิโพลด์
- เปิดวาล์วด้านเกจวัดความดันสูงและวาล์วของท่อน้ำยา
- ถ้าเกจมีค่าเพิ่มขึ้นแสดงว่าน้ำยาไหลเข้าสู่ระบบ
- ควรจุ่มท่อน้ำยาลงในน้ำอุ่น เพื่อช่วยให้น้ำยาไหลเข้าสู่ระบบได้ดีขึ้น
- ปิดวาล์วด้านเกจวัดความดันสูงและวาล์วของท่อน้ำยา

1. ใช้เครื่องตรวจรั่ว ตรวจสอบข้อต่อต่างๆ ของท่อทางเดินน้ำยาในระบบทุกจุด
2. ถ้าจุดต่อต่างๆ ในระบบรั่วให้ขันให้แน่น หากต้องเชื่อมต่อให้ปล่อยน้ำยาในระบบทิ้งแล้วจึงเชื่อมต่อ และทำการตรวจรั่วอีกครั้ง
3. ถ้าพบว่าจุดรั่วของระบบพาเอาน้ำมันออกมามาก ให้ทำการตรวจระดับน้ำมันของคอมเพรสเซอร์หากมีน้อยให้เติมเข้าไปอีก

#### 2.4.9 การทำสุญญากาศ

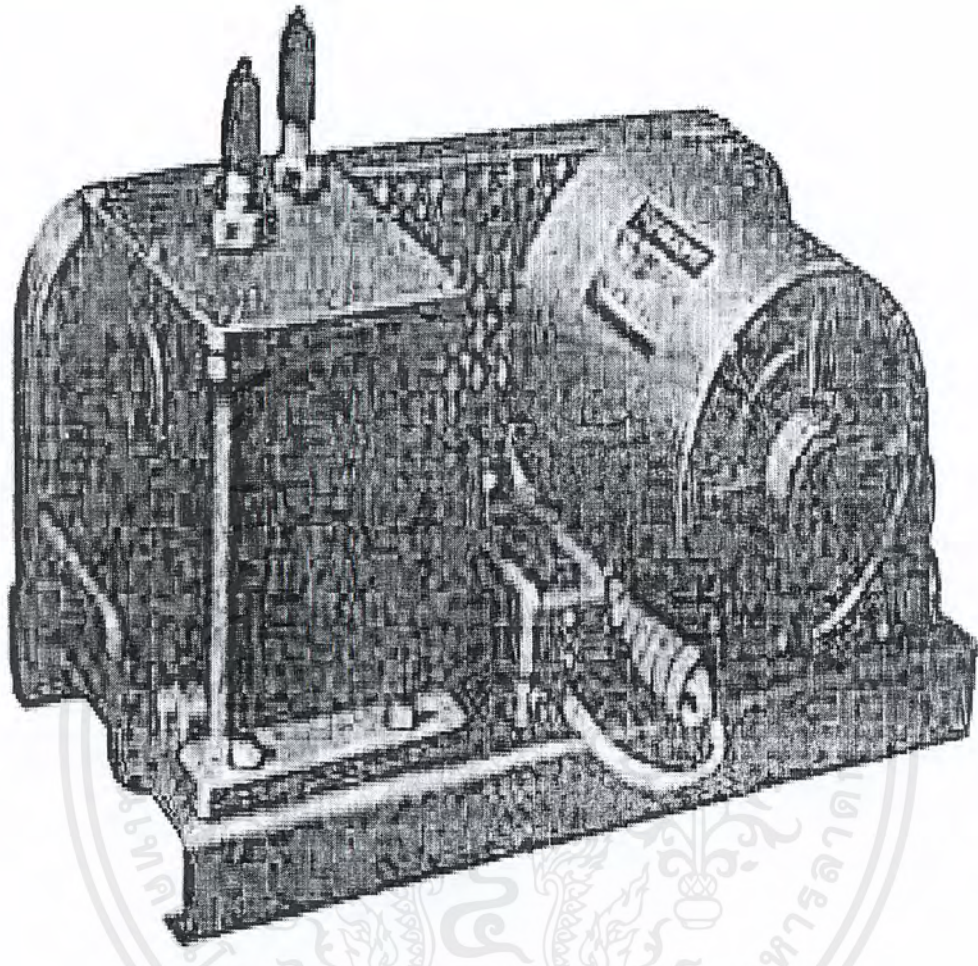
การทำสุญญากาศระบบหรือที่เรียกว่า “การทำแวกค์ม” จะกระทำภายหลังจากการตรวจรั่วของระบบ การทำสุญญากาศต้องใช้เครื่องมือสุญญากาศดูดเอาอากาศและความชื้นในระบบออกให้หมด ในขณะการทำสุญญากาศระบบค่าความดันของเกจวัดความดันต่ำจะอ่านค่าได้ ตั้งแต่ 0 ปอนด์ / ตารางนิ้ว และ สิ่งที่สำคัญที่สุดของการทำสุญญากาศก็คือ การดูดเอาความชื้นออกจกในระบบให้หมดเช่นกัน

การทำสุญญากาศระบบ ควรทำตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ต่อชุดเกจแมนิโพลด์เข้ากับวาล์วบริการ
2. เปิดวาล์วทั้งคู่ของเกจแมนิโพลด์
3. ต่อสายที่อกกลางของเกจแมนิโพลด์เข้ากับปั๊มสุญญากาศ
4. เดินเครื่องปั๊มสุญญากาศ
5. เข้มความดันของเกจวัดความดันต่ำ เริ่มลดต่ำกว่าตำแหน่ง 0
6. เมื่อค่าของเกจวัดความดันต่ำ อ่านค่าได้ -29.92 นิ้วปรอท ให้เดินเครื่องปั๊มสุญญากาศอีก

อย่างน้อย 20 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.35 เครื่องปั๊มสุญญากาศที่ใช้ในการทำสุญญากาศ

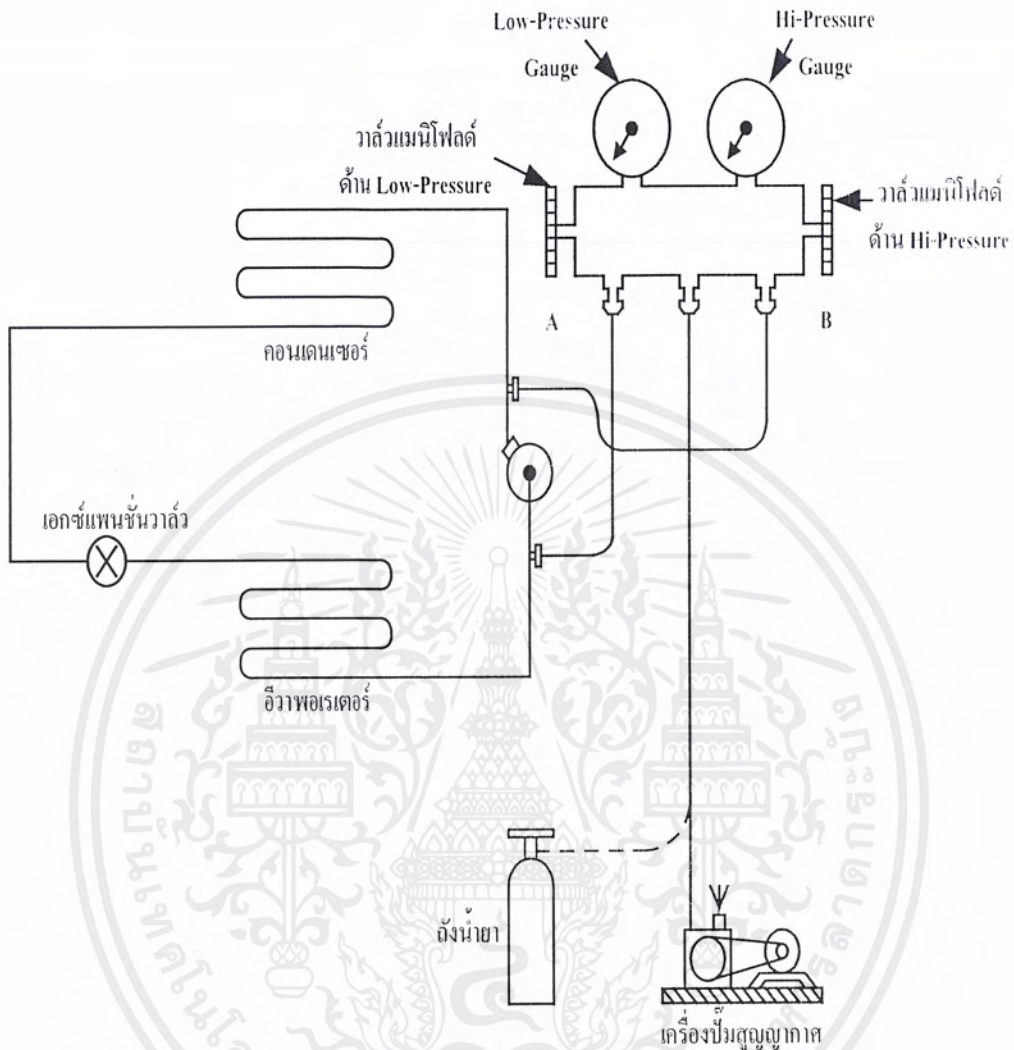
7. ถ้าเข็มของเกจวัดความดันต่ำไม่สามารถลดลงถึง  $-29.92$  นิ้วปรอท ให้ทำการตรวจข้อต่อต่างๆ

8. ถ้าค่าของเกจอ่านค่าไม่ได้ตามนี้ ให้ปิดวาล์วทั้งคู่ของเกจแมนนิโฟลด์ ถ้าค่าความดันสูงก็แสดงว่าระบบรั่ว ให้หยุดเครื่องปั๊มแล้วทำการตรวจหารอยรั่วใหม่

9. ภายหลังจากเดินเครื่องปั๊มสุญญากาศ 20-30 นาทีแล้วให้ทำการ ปิดวาล์วทั้งคู่ของเกจแมนนิโฟลด์

10. หยุดเครื่องปั๊มสุญญากาศ

11. ขณะนี้ระบบได้ทำสุญญากาศเรียบร้อยแล้วและพร้อมที่จะชาร์จน้ำยาเข้าไปในระบต่อไป เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.36 การทำสุญญากาศ

#### 2.4.10 การชาร์จน้ำยาเข้าในระบบ

การชาร์จน้ำยาเข้าในระบบเป็นการทำหลังจากการทำสุญญากาศแล้ว สายกลางของแก๊สแมนนิโฟลด์จะต่อเข้ากับท่อบรรจุน้ำยา

การชาร์จน้ำยาสามารถปฏิบัติได้ 2 วิธี คือ

1. การชาร์จน้ำยาในสถานะแก๊สเข้าในระบบทางด้านความดันต่ำ เป็นการชาร์จแก๊สเข้าไปทางด้านความดันต่ำโดยเดินมอเตอร์คอมเพรสเซอร์สูบน้ำยาเข้าไปในระบบการเติมน้ำยาเข้าในระบบโดยจะ เป็นวิธีที่ปลอดภัยในการปฏิบัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับขั้นการชาร์จน้ำยาในสถานะแก๊สเข้าในระบบ มีดังนี้

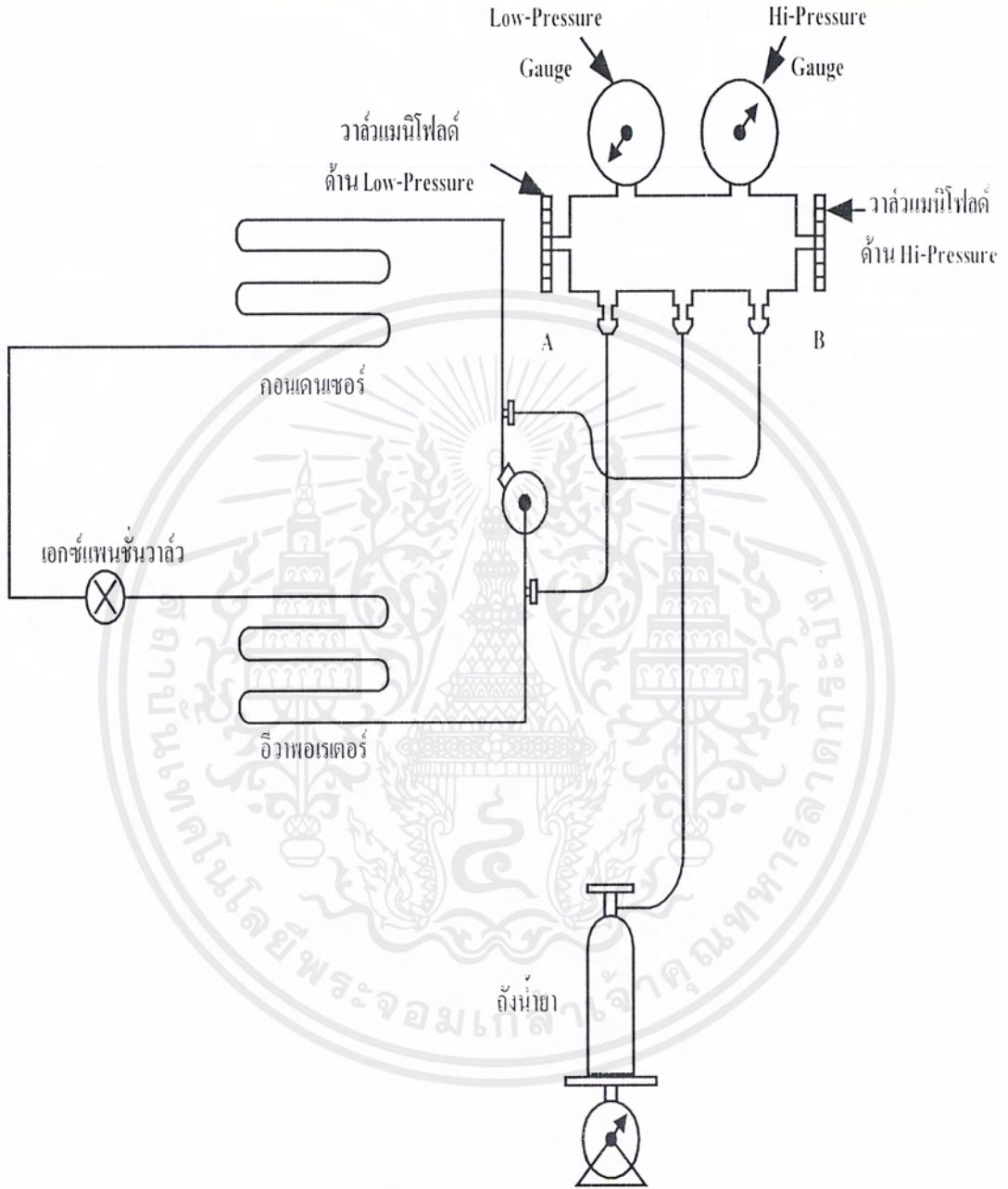
1. ต่อสายกลางของเกจแมนิโพลด์เข้ากับท่อน้ำยา
2. เปิดวาล์วท่อน้ำยา
3. ใช้น้ำยาในท่อไล่อากาศที่ค้างอยู่ในสายกลางของเกจแมนิโพลด์ โดยคลายปลายสายด้านที่ติดกับเกจแมนิโพลด์เล็กน้อย ปล่อยให้ น้ำยาไล่อากาศออกแล้วขันปลายสายกลับให้แน่นตามเดิม
4. เปิดวาล์ว A ชาร์จน้ำยาเข้าในระบบเล็กน้อยดูที่ความดันเกจประมาณ 30 ปอนด์/ตารางนิ้ว แล้วปิดวาล์ว A อีกครั้ง
5. เดินมอเตอร์คอมเพรสเซอร์
6. ค่อยๆ เปิดวาล์ว A ควบคุมให้น้ำยาชาร์จเข้าระบบ โดยสังเกตที่เข็มของเกจแมนิโพลด์ทั้งด้านความดันสูงและความดันต่ำ ให้ได้ความดันตามเกณฑ์
7. ปิดวาล์ว A เมื่อความดันในระบบได้ค่าตามเกณฑ์พอดีแล้ว
8. ทดลองเดินเครื่องปรับอากาศ ในขณะที่ยังติดเกจแมนิโพลด์อยู่กับระบบ อย่างน้อยที่สุดประมาณ 3 ชั่วโมง

2. การชาร์จน้ำยาในสถานะของเหลวเข้าในระบบ โดยวิธีนี้จะเป็นการชาร์จน้ำยาเข้าสู่ระบบของผู้ผลิตมากกว่าช่างซ่อมและบริการ ซึ่งจะมีขั้นตอนดังนี้

1. ต่อสายกลางของเกจแมนิโพลด์เข้ากับท่อน้ำยา
2. เปิดวาล์วท่อน้ำยา (ในสถานะแก๊ส)
3. ใช้น้ำยาในท่อ ไล่อากาศที่ค้างอยู่ในสายกลางของเกจแมนิโพลด์ โดยคลายปลายสายด้านที่ติดกับเกจแมนิโพลด์เล็กน้อย ปล่อยให้ น้ำยาไล่อากาศออกแล้วขันปลายสายกลับให้แน่นตามเดิม
4. ปิดวาล์วท่อน้ำยาในสถานะแก๊ส แล้วเปิดวาล์วท่อน้ำยาในสถานะของเหลวแทน
5. เปิดวาล์ว B ให้น้ำยาเหลวไหลเข้าในระบบ สังเกตน้ำหนักของถังน้ำยาให้ลดลงได้ตามเกณฑ์ คอยควบคุมวาล์ว B ให้ดี
6. ถ้าน้ำยาไม่สามารถที่จะอัดเข้าไปในระบบได้อีก ให้น้ำแข็งลูบโดยรอบท่อพักน้ำยาของระบบ จะทำให้ความดันของน้ำยาลดลงและสามารถที่จะอัดน้ำยาเข้าไปได้อีก
7. เมื่อน้ำหนักของน้ำยาในท่อน้ำยาลดลงตามเกณฑ์แล้ว ปิดวาล์ว B
8. ทดลองเดินระบบเครื่องทำความเย็น ในขณะที่ยังติดเกจแมนิโพลด์อยู่อย่างน้อยประมาณ 3 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





รูปที่ 2.38 การซาร์จน้ำยาที่เป็นของเหลวเข้าในระบบโดยน้ำหนักร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

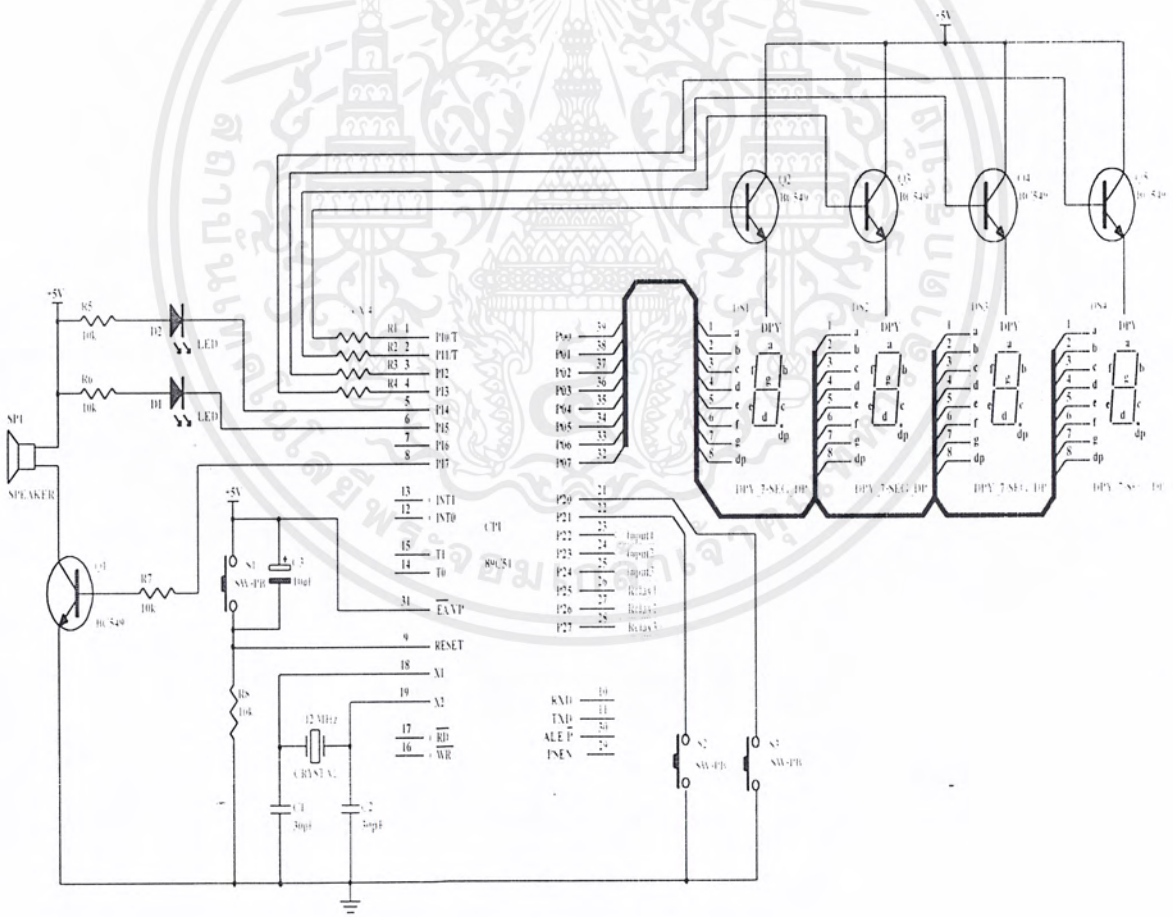
# บทที่ 3

## การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

### 3.1 การออกแบบวงจร

การออกแบบวงจรควบคุมของระบบบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ จะแยกออกเป็น ส่วนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

#### 3.1.1 ส่วนของวงจรควบคุม

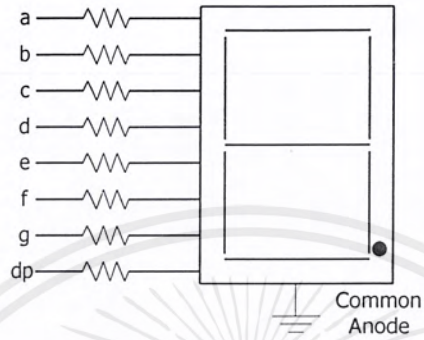


รูปที่ 3.1 วงจรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

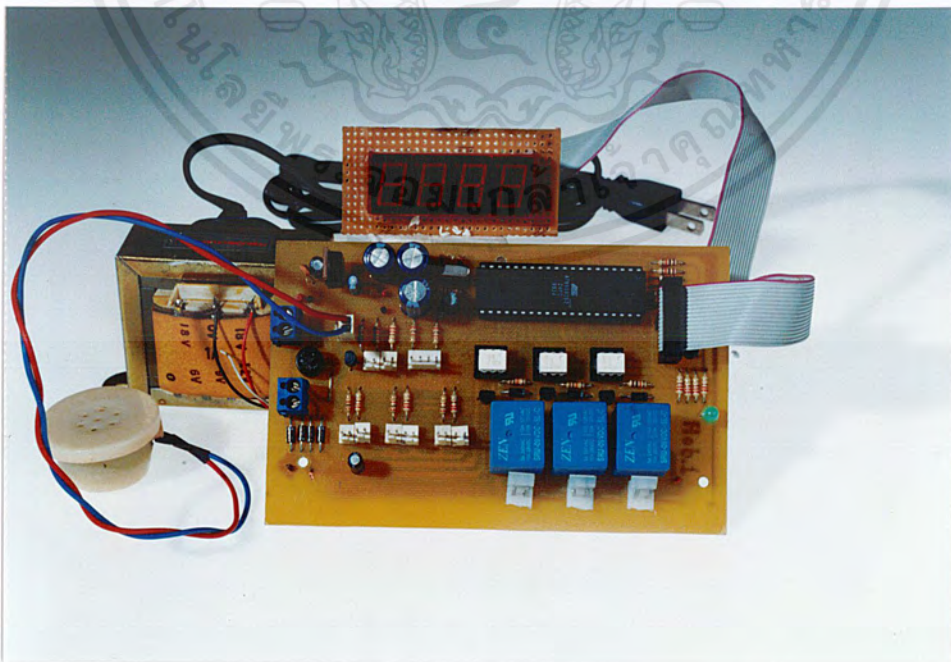
### 3.1.2 ส่วนของการแสดงผล

การแสดงผลจะใช้เป็นแบบ 7-Segment ซึ่งมีส่วนประกอบดังนี้



รูปที่ 3.2 การแสดงผลแบบ Multiplex

ซึ่งทำหน้าที่แสดงผลของการกดคีย์ ในการเลือกฟังก์ชันการทำงานรวมไปถึงสถานะการทำงานในขณะนั้น โดยการต่อ 7-Segment เข้ากับวงจรมีวิธีการต่อดังแสดงในรูป

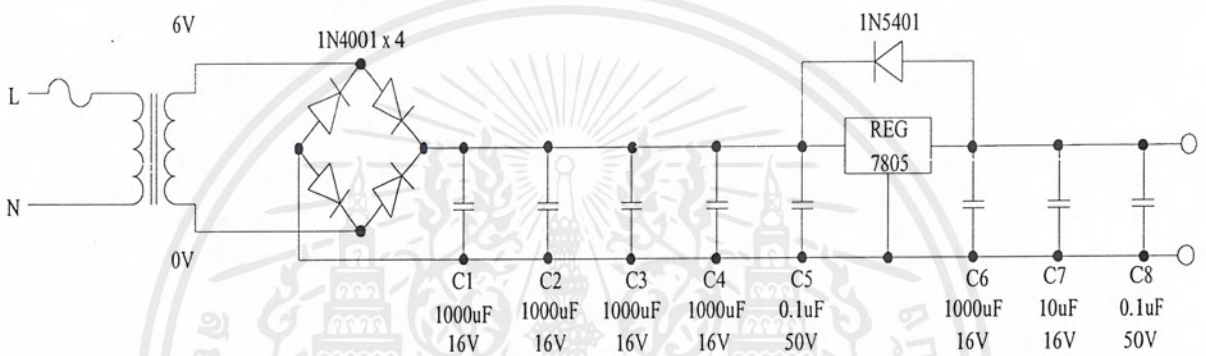


รูปที่ 3.3 การต่อส่วนแสดงผลเข้ากับวงจรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.1.3 ส่วนของวงจรจ่ายไฟ

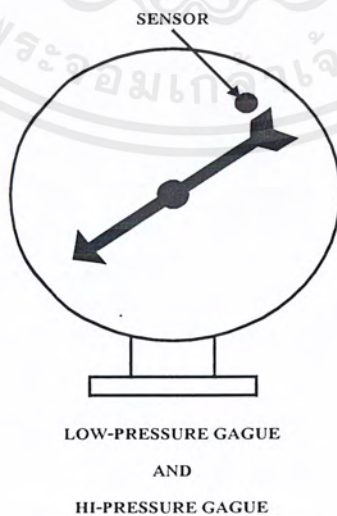
ในส่วนของแหล่งจ่ายไฟจะใช้หม้อแปลงขนาด 220/6 โวลต์ เพื่อจ่ายไฟให้กับวงจรในชุดควบคุมและส่วนต่างๆของวงจร โดยวิธีการต่อนั้นจะต้องต่อผ่านวงจรบริดจ์และวงจรกรองกระแส เพื่อให้แรงดันที่ออกมามีความเรียบมากยิ่งขึ้น ส่วนการที่ต้องต่อตัวเก็บประจุที่มีค่ามากขึ้นนั้นเพื่อป้องกันการดิ่งแรงดันมากเกินไปในขณะที่วงจรในส่วนของรีเลย์ทำงานพร้อมกัน ซึ่งจะมีการต่อตามรูปต่อไปนี้



รูปที่ 3.4 วงจรชุดจ่ายไฟ

## 3.2 การสร้างระบบบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ

### 3.2.1 การออกแบบเซนเซอร์เกจ

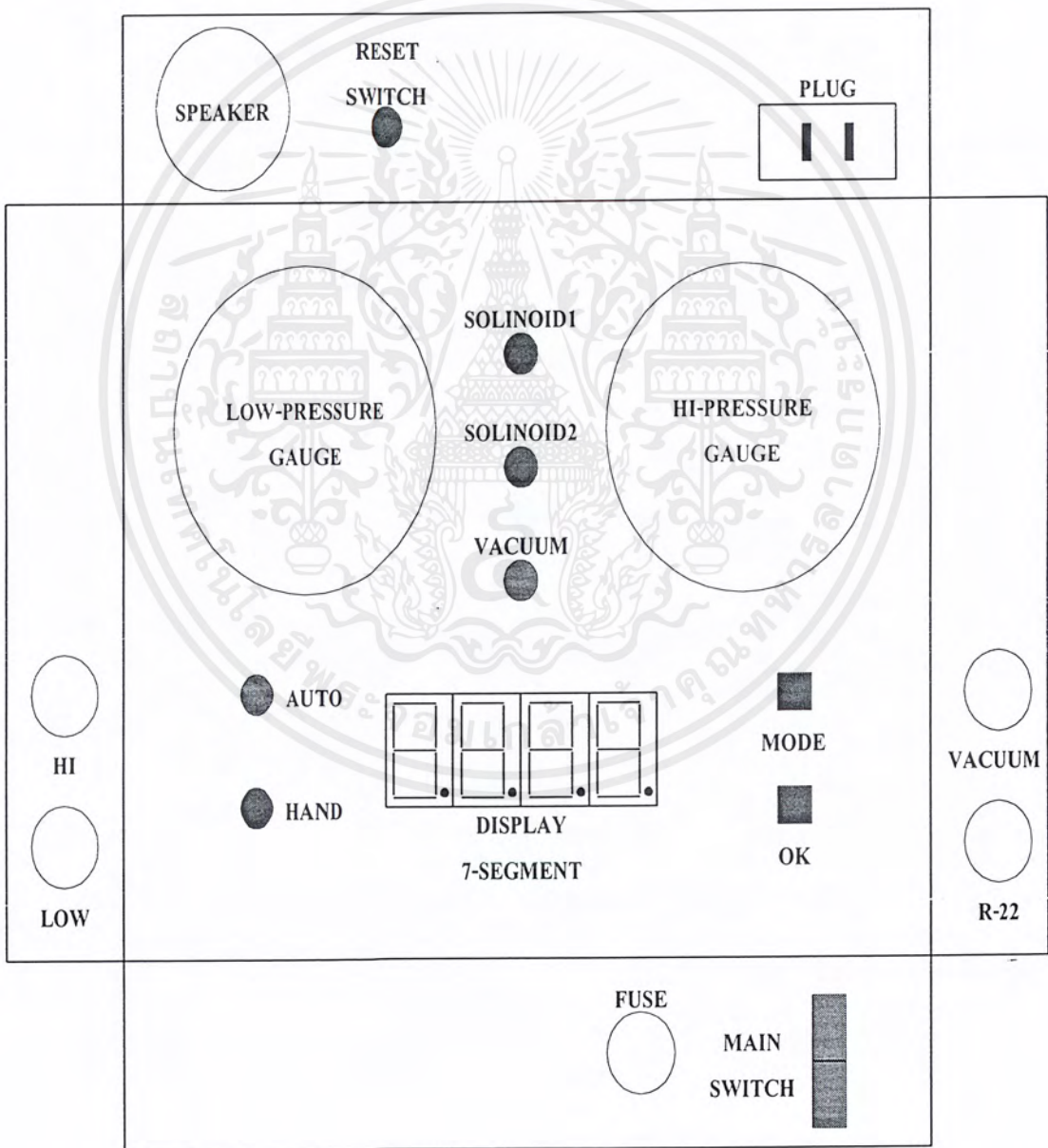


รูปที่ 3.5 การออกแบบเซนเซอร์เกจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการออกแบบเกนนั้นเราต้องใช้เกจวัดทางด้านความดันสูงและความดันด้านต่ำทั้งหมด 2 ชุด โดยเกจชุดแรกนั้นจะติดตั้งไว้ด้านในซึ่งจะติดตั้งอุปกรณ์เช่นเซอร์บวมเกจ อย่างละ 1 ชุด ซึ่งชุดเซอร์ที่ใช้จะเป็นแบบแสงอินฟราเรด ส่วนเกจอีกชุดนั้นจะเป็นชุดที่ใช้สำหรับการแสดงผลซึ่งจะติดตั้งให้โผล่ออกมาด้านนอกเพื่อสะดวกแก่การอ่านค่าความดัน

### 3.2.2 การออกแบบโครงสร้างภายนอก

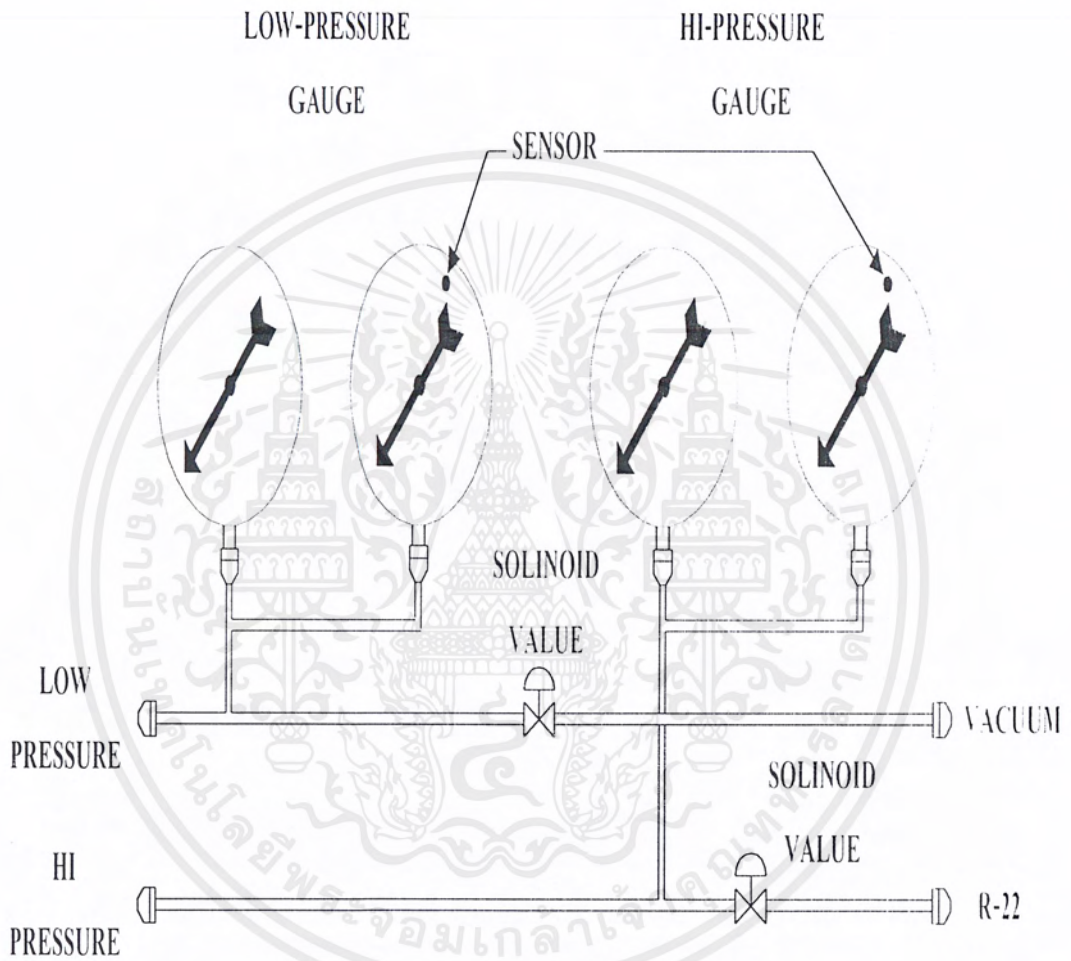


รูปที่ 3.6 โครงสร้างภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

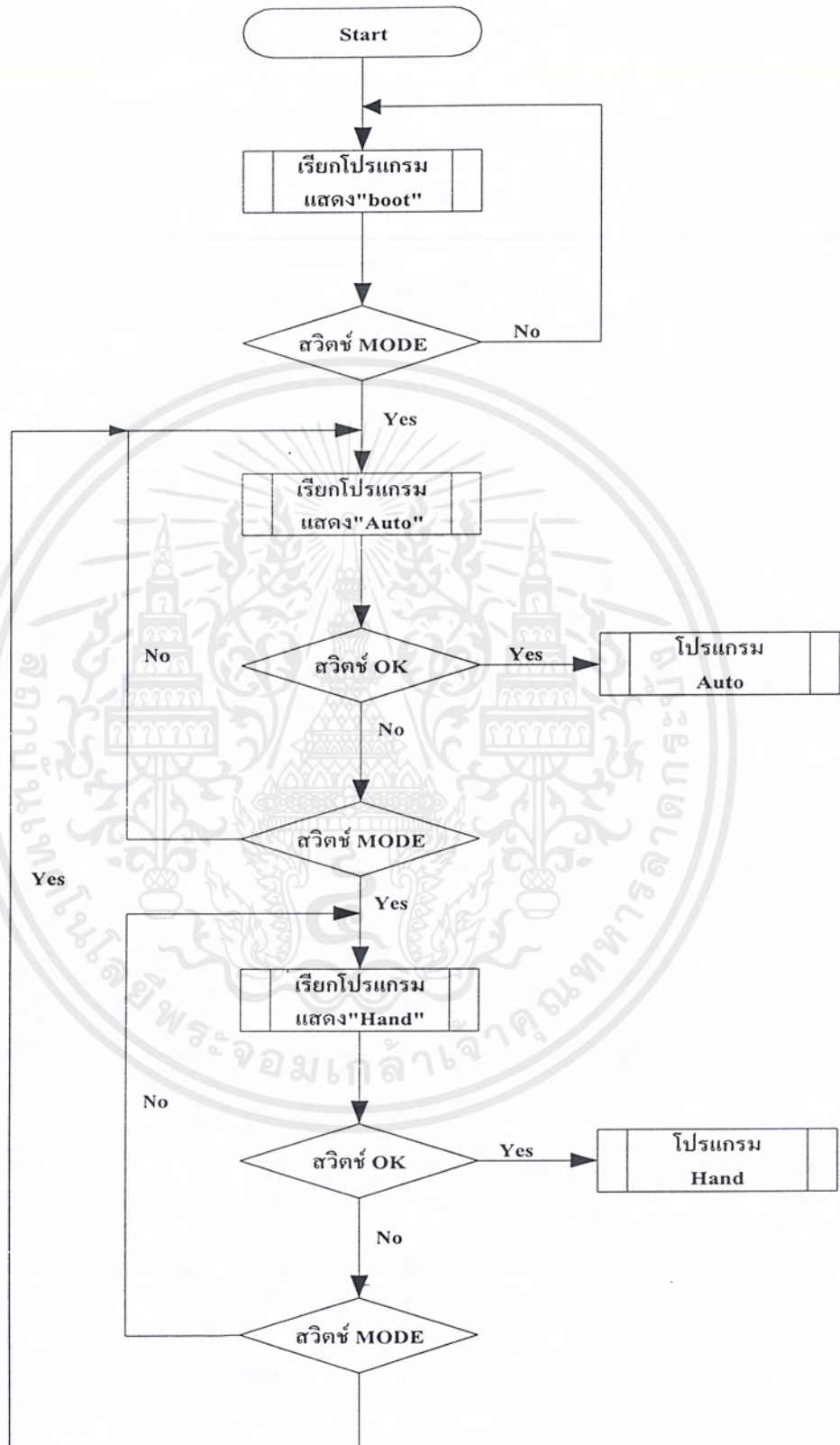
### 3.2.3 การต่อเกจและเดินท่อน้ำยา

การต่อเกจและเดินท่อน้ำยานั้นสามารถที่จะทำการต่อได้ดังนี้



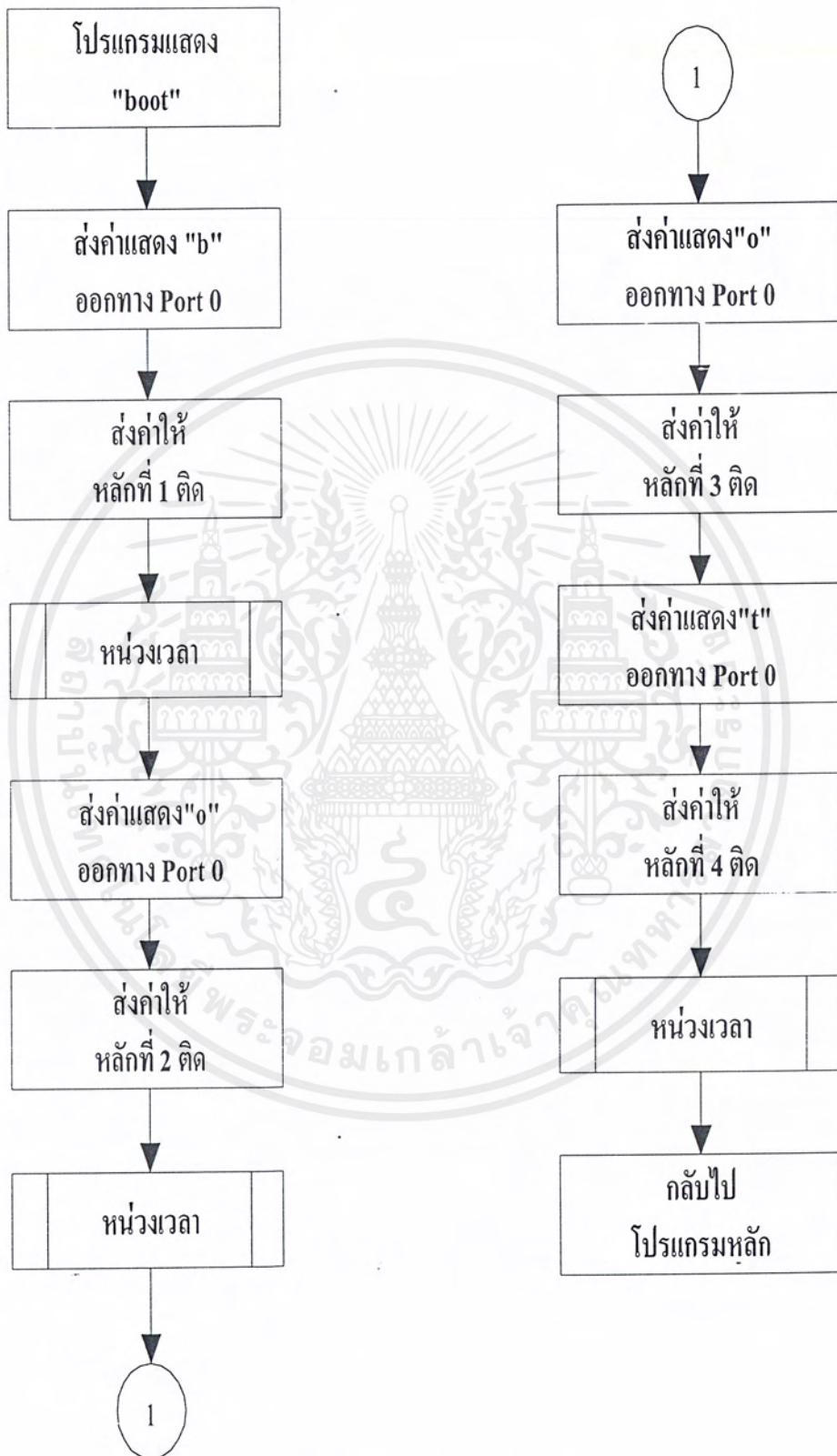
รูปที่ 3.7 การต่อเกจและเดินท่อน้ำยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



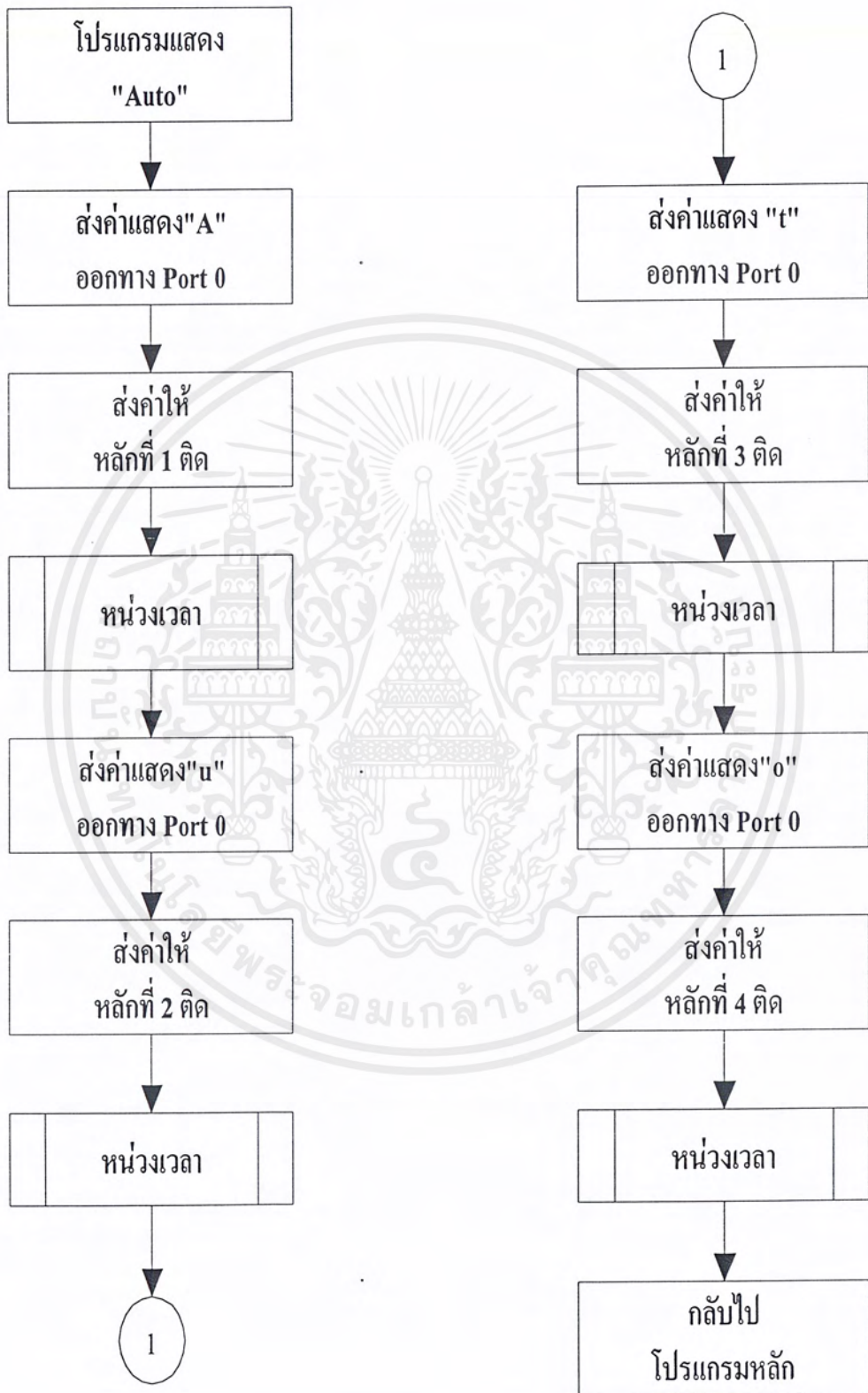
รูปที่ 3.8 ขั้นตอนการทำงานหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



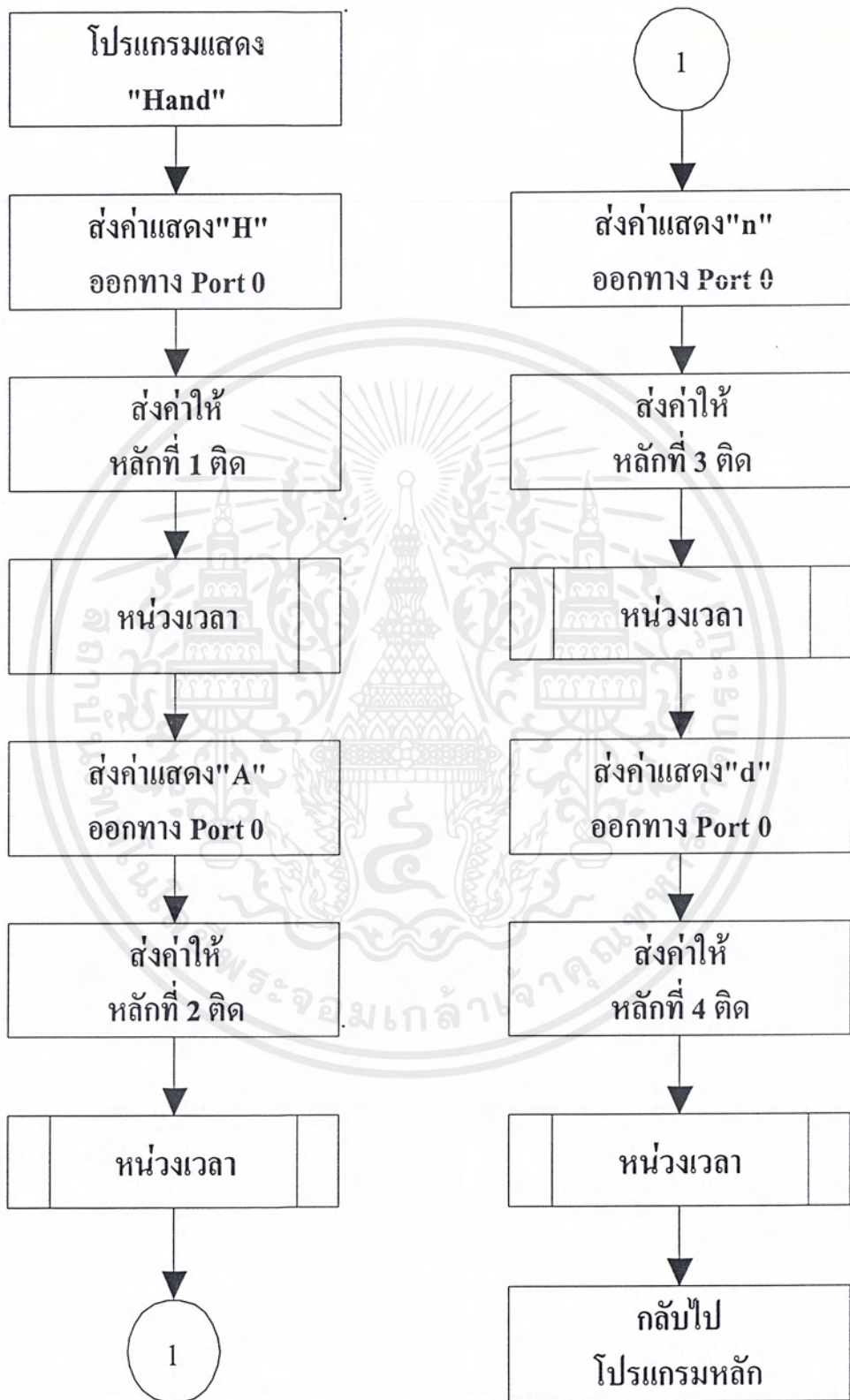
รูปที่ 3.9 ลำดับขั้นตอนการแสดงผล “boot”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



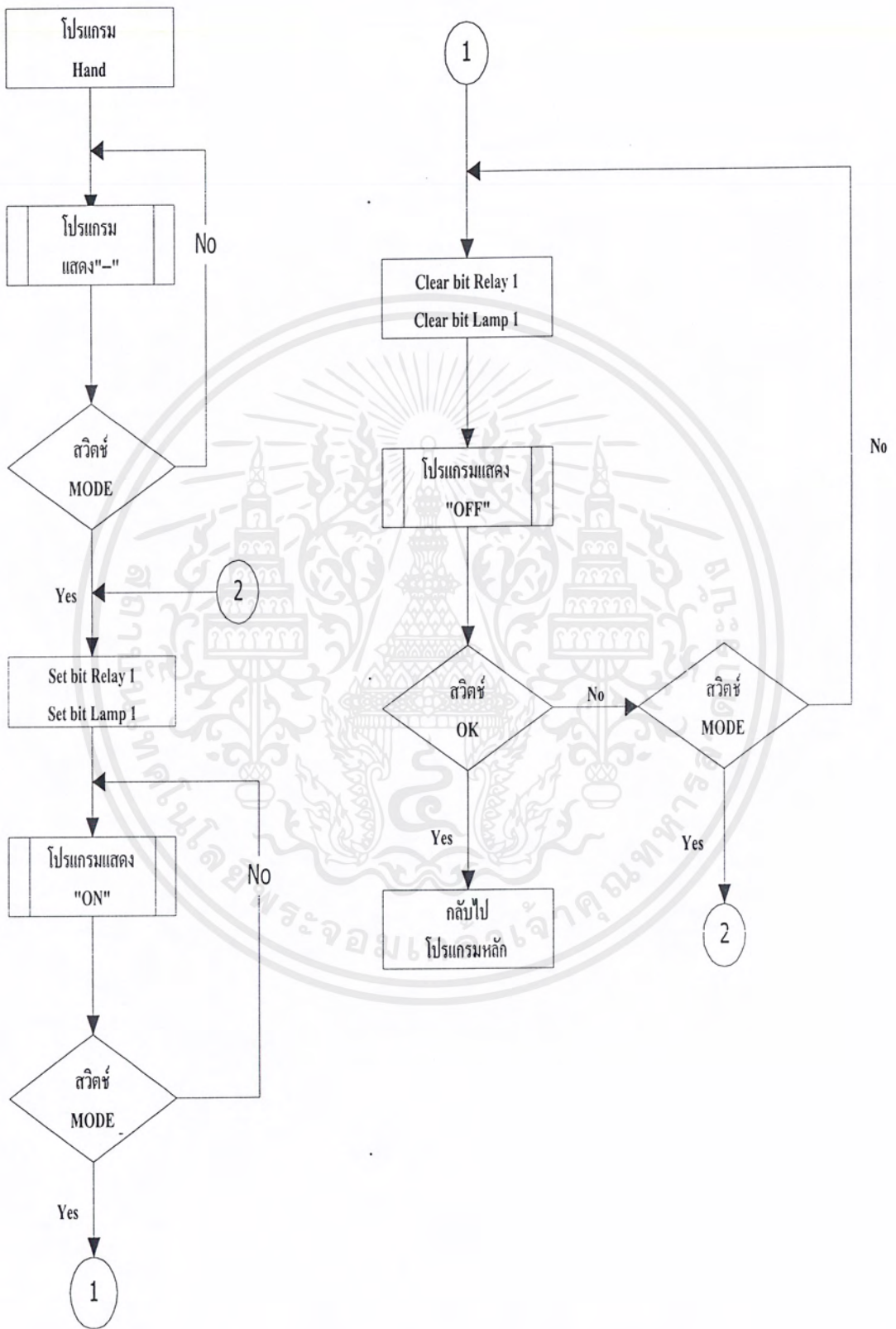
รูปที่ 3.10 ลำดับขั้นการแสดงผล “Auto”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



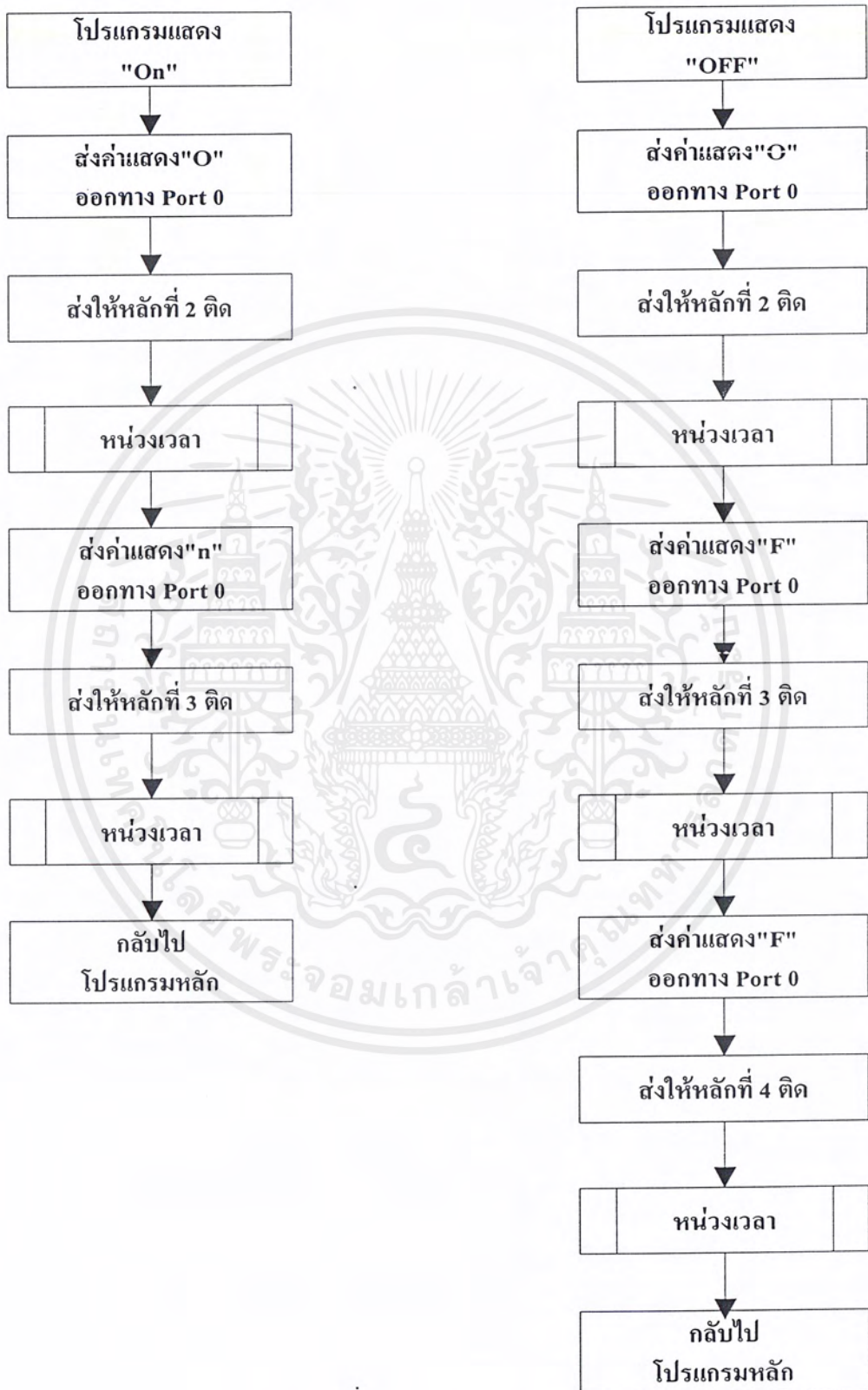
รูปที่ 3.11 ลำดับขั้นการแสดงผล “Hand”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



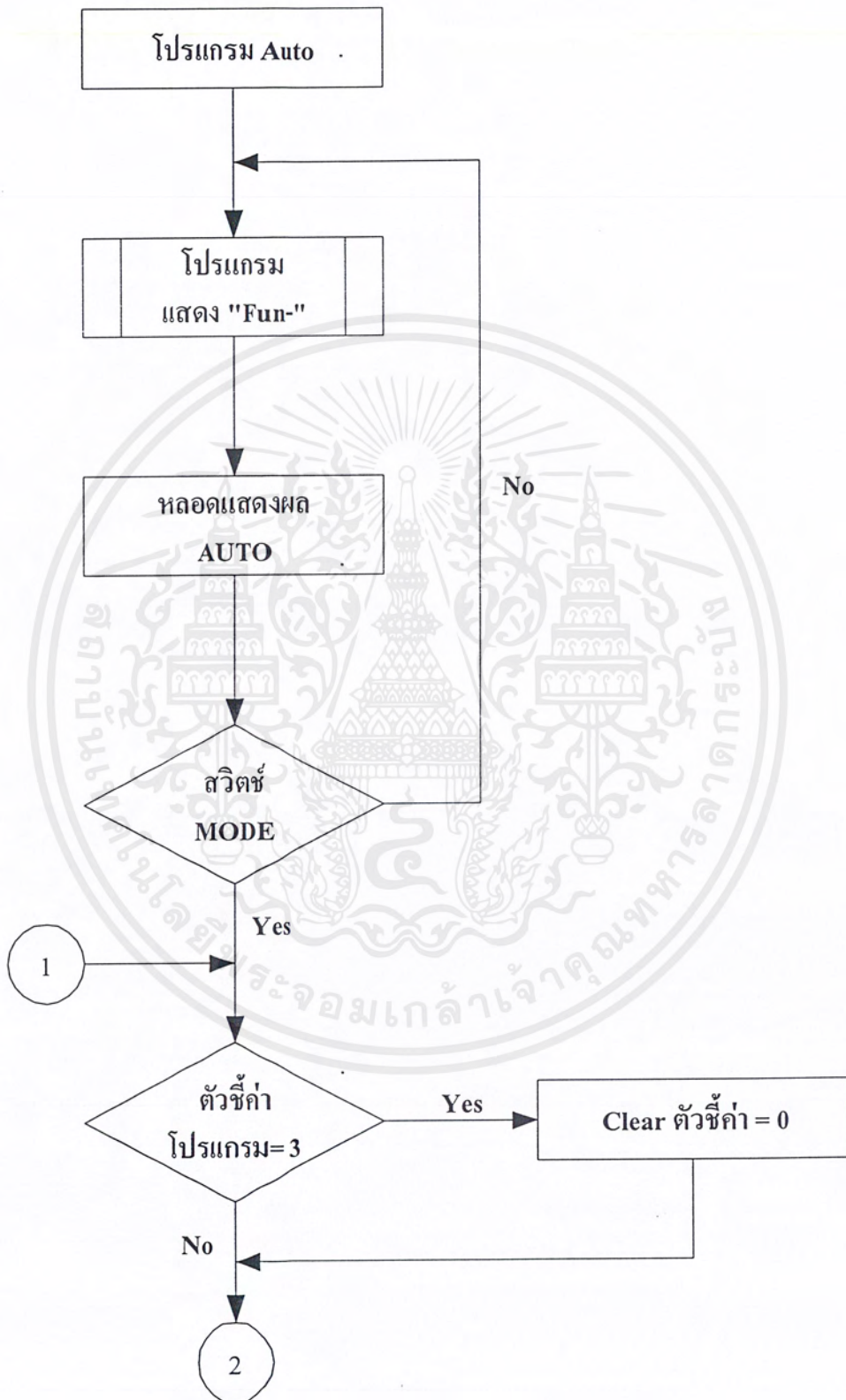
รูปที่ 3.12 ลำดับขั้นการทำงานของโปรแกรม HAND

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



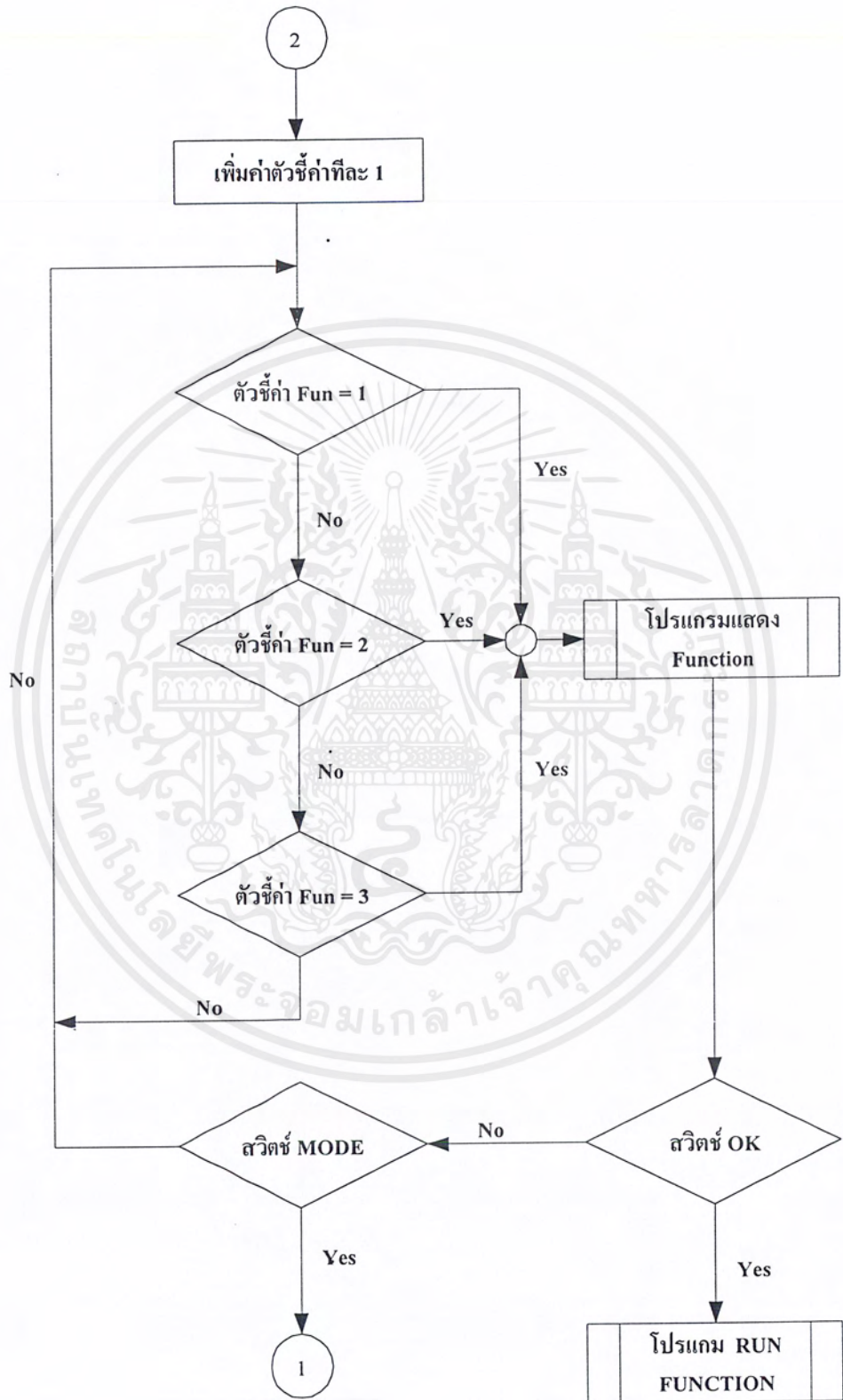
รูปที่ 3.13 ลำดับขั้นการแสดงผล "ON-OFF"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



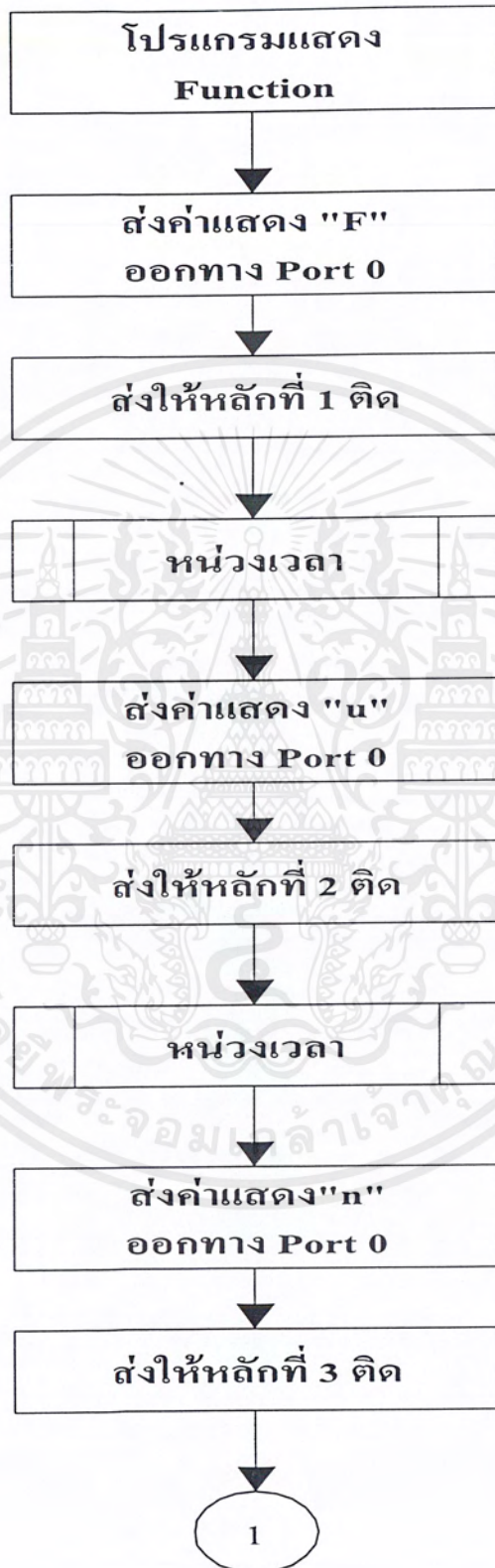
รูปที่ 3.14 ลำดับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม AUTO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



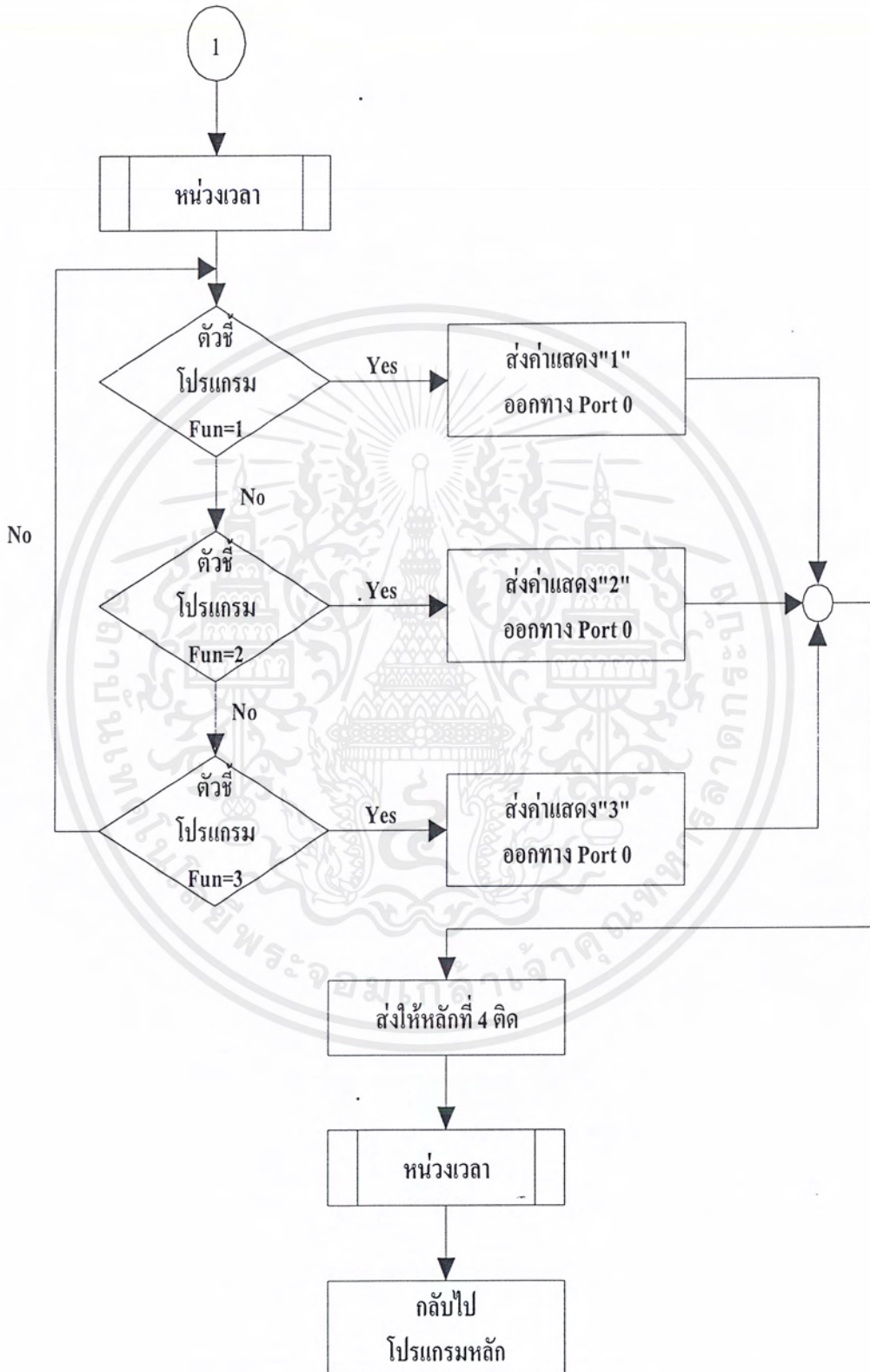
รูปที่ 3.14 (ต่อ) ลำดับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม AUTO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



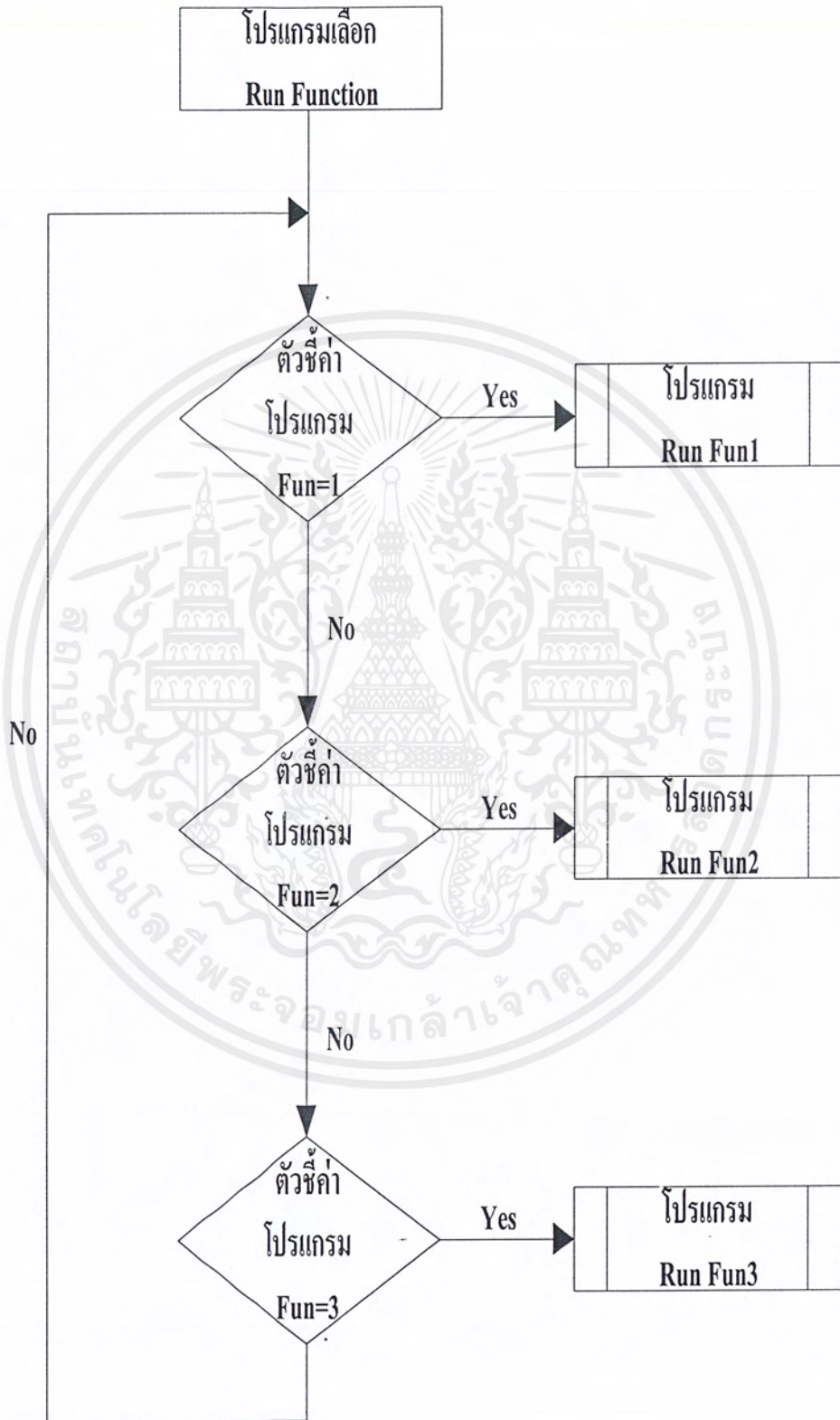
รูปที่ 3.15 ลำดับขั้นการแสดงผล "FUNCTION"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



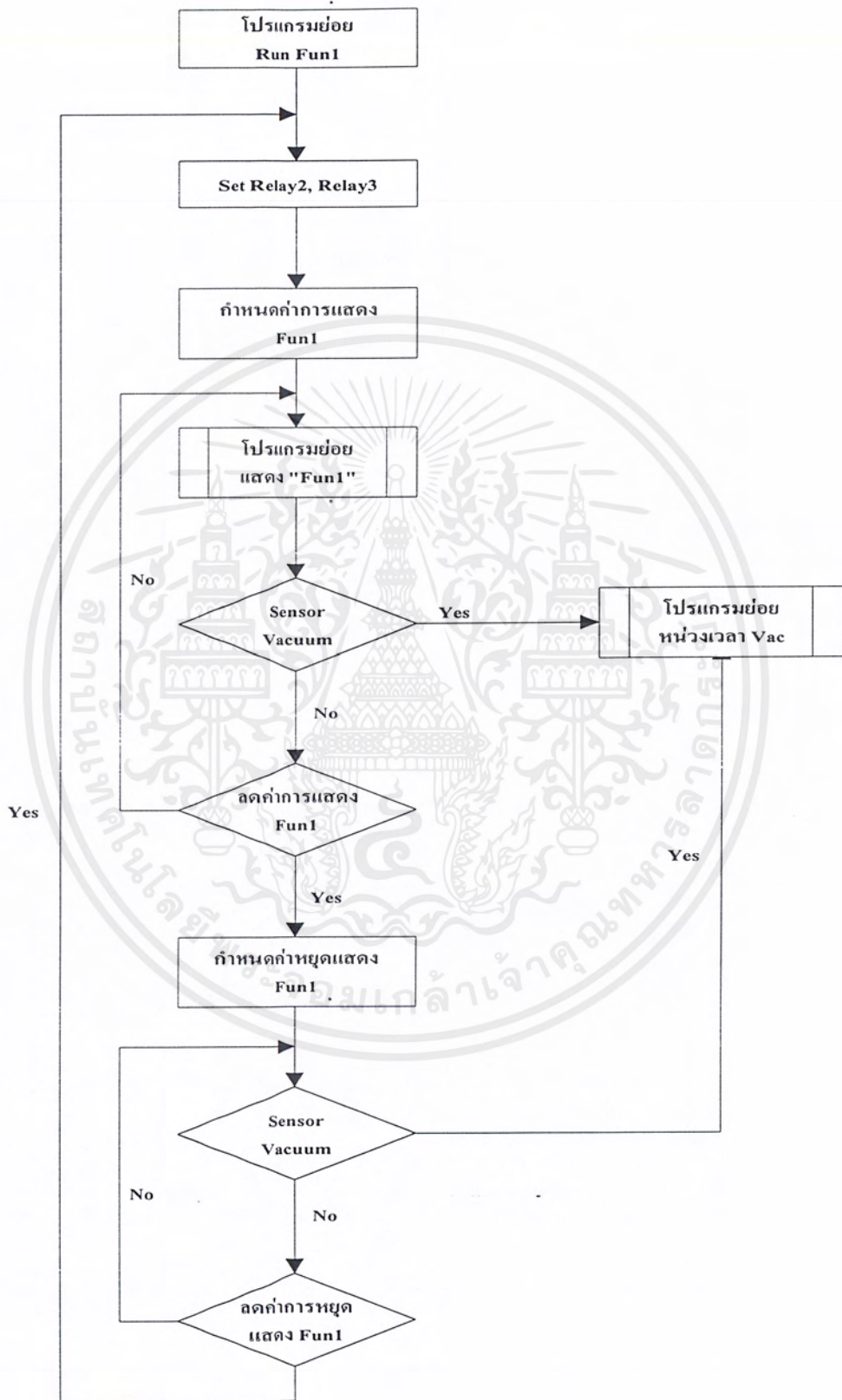
รูปที่ 3.15 (ต่อ) ลำดับขั้นการแสดงผล “FUNCTION”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



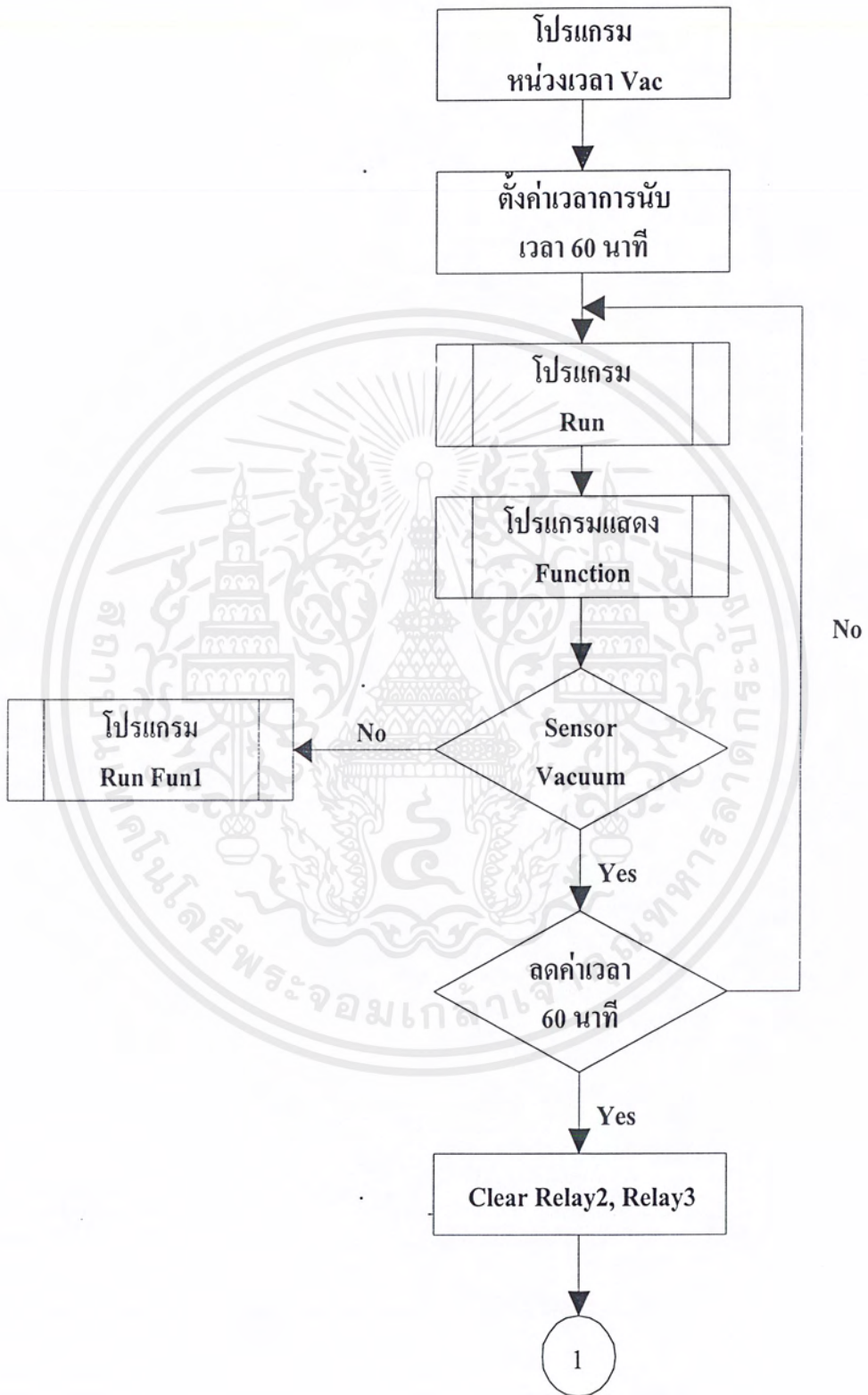
รูปที่ 3.16 ลำดับชั้นการเลือกฟังก์ชันการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



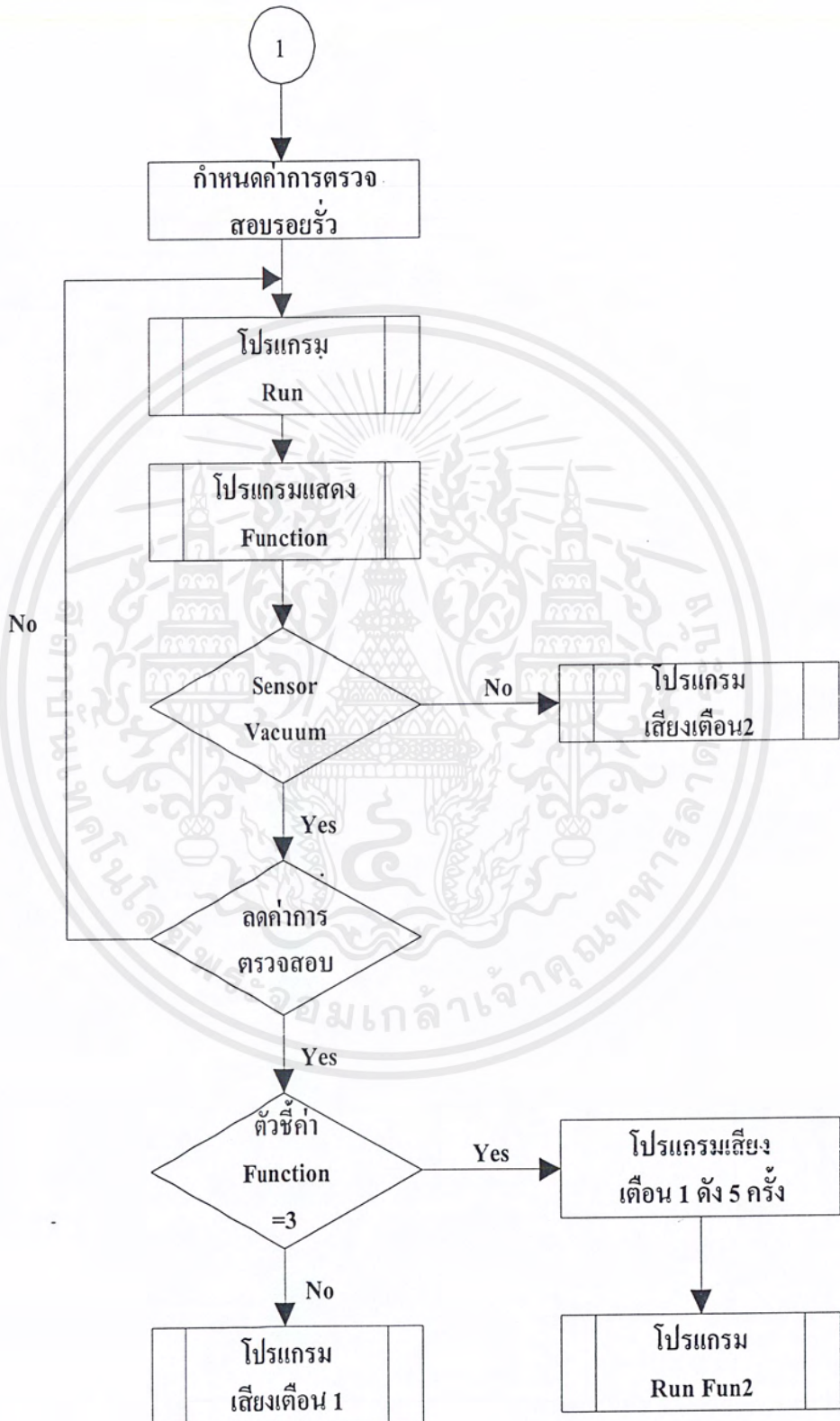
รูปที่ 3.17 ลำดับขั้นตอนการทำงานของฟังก์ชัน 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



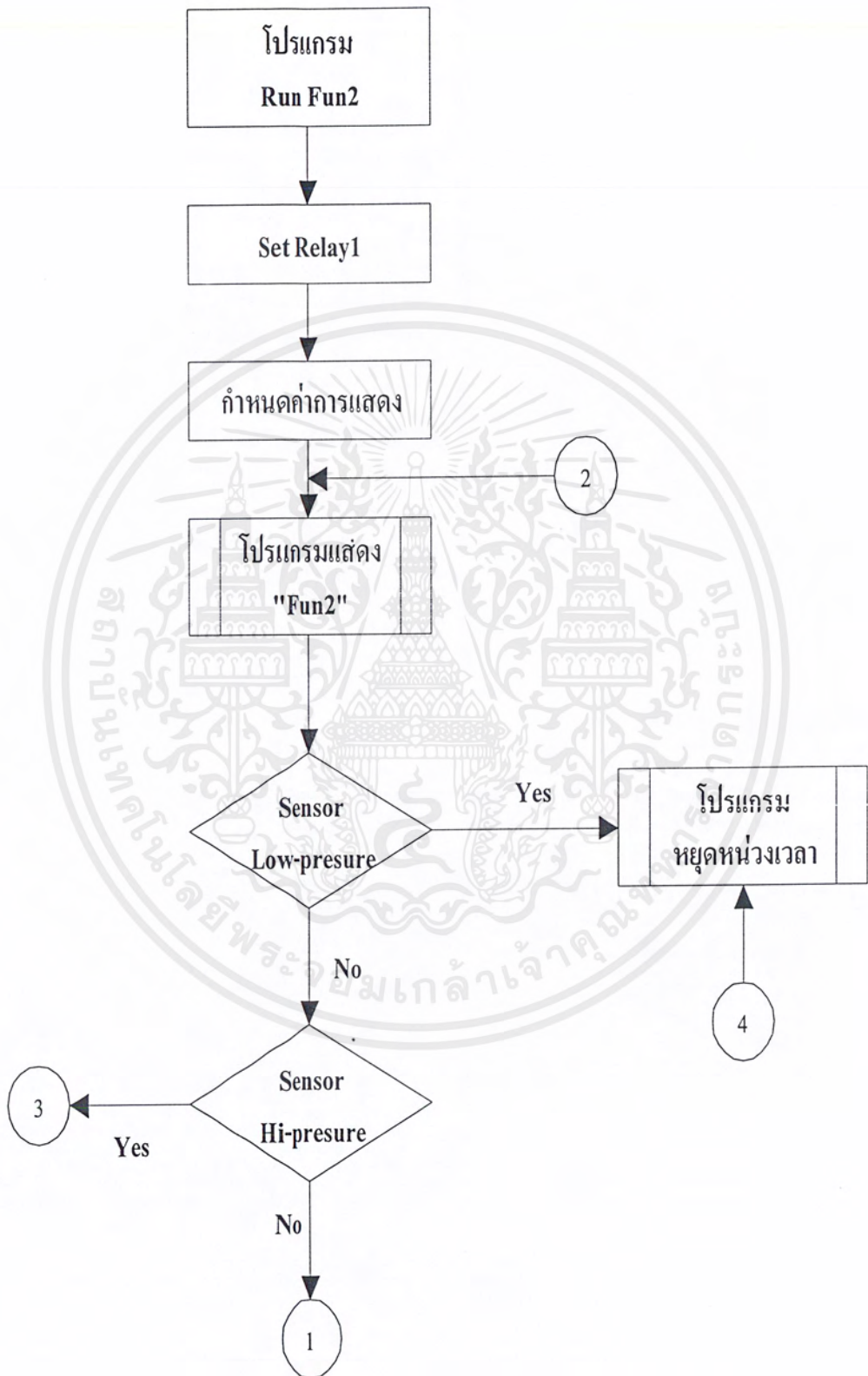
รูปที่ 3.18 ลำดับขั้นตอนการทำงานของการสุญญากาศและตรวจรอยรั่ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



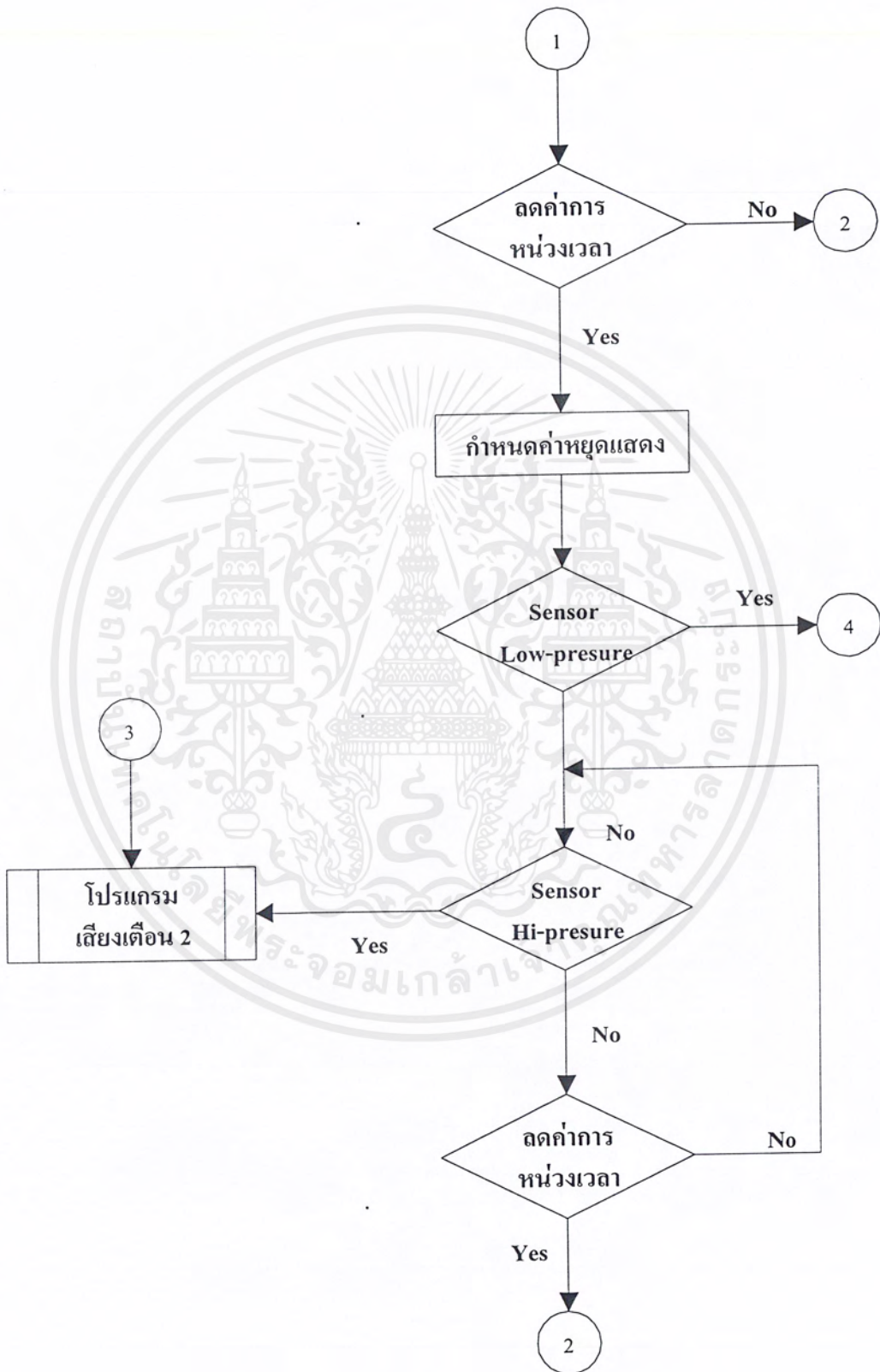
รูปที่ 3.18 (ต่อ) ลำดับขั้นตอนการทำงานของ การสุญญากาศและตรวจสอบรอยร้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



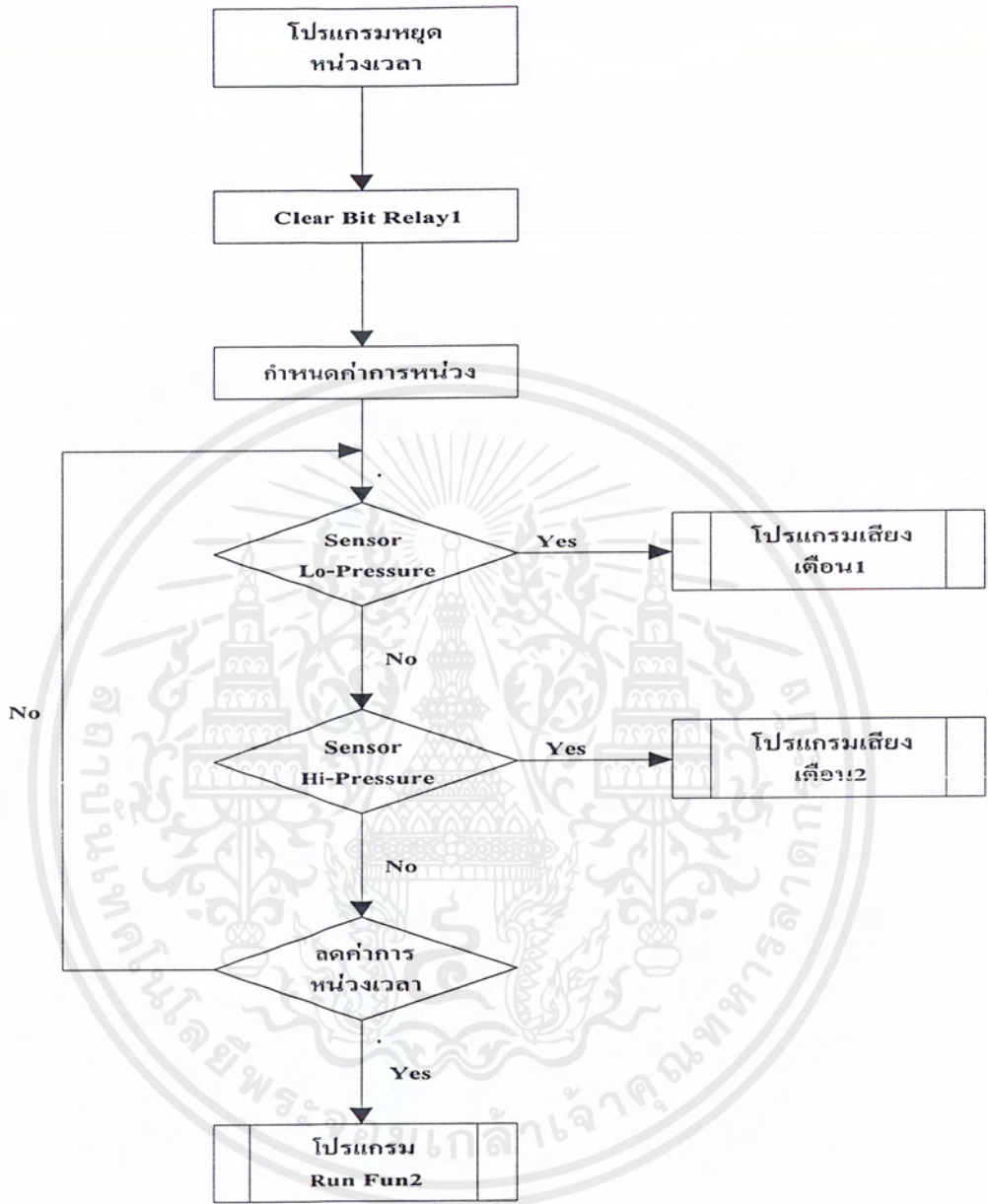
รูปที่ 3.19 ลำดับขั้นตอนการทำงานของฟังก์ชัน 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

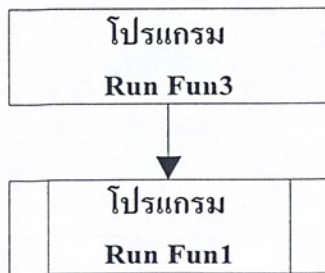


รูปที่ 3.19 (ต่อ) ลำดับขั้นตอนการทำงานของฟังก์ชัน 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

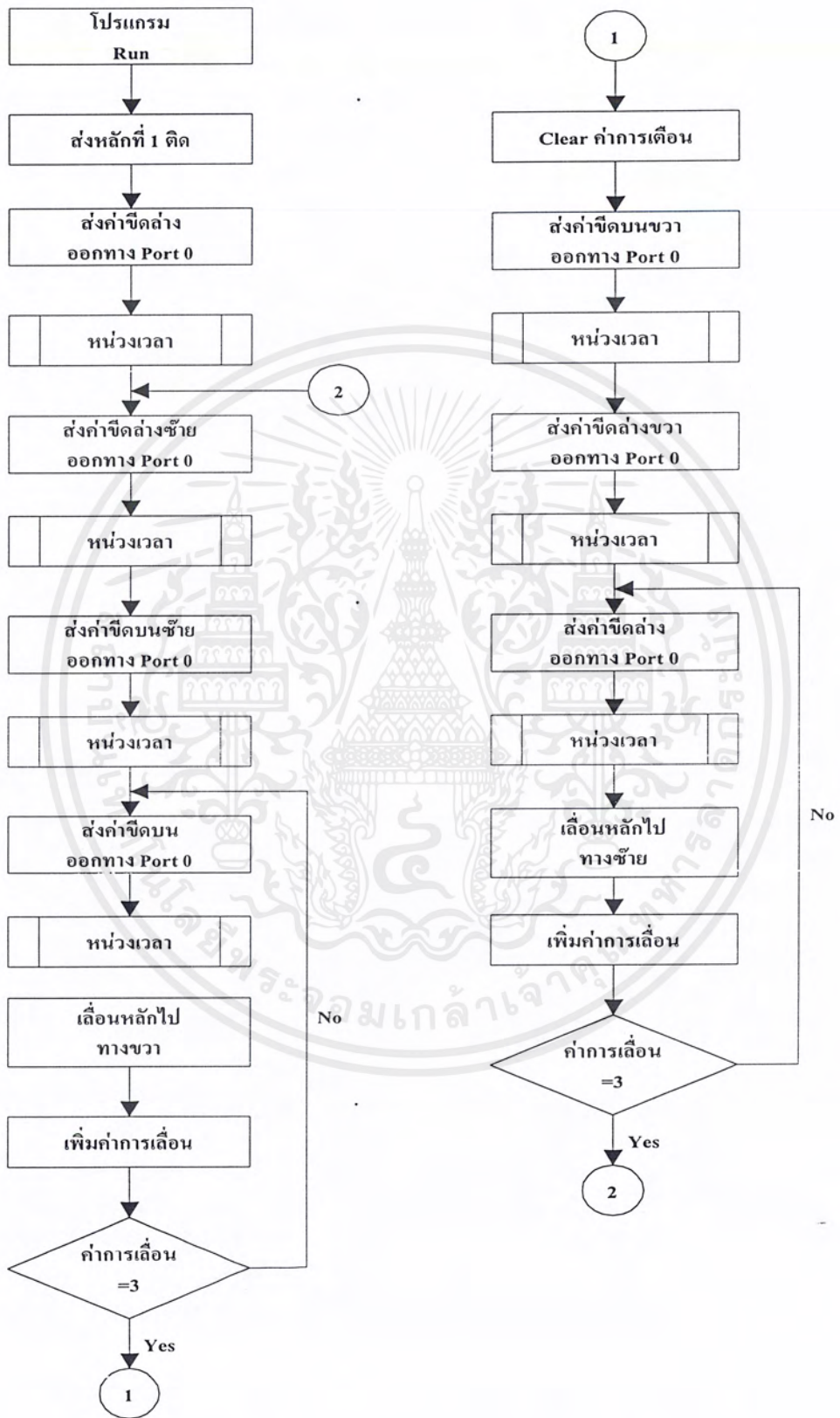


รูปที่ 3.20 ลำดับขั้นการหยุดหน่วงเวลา



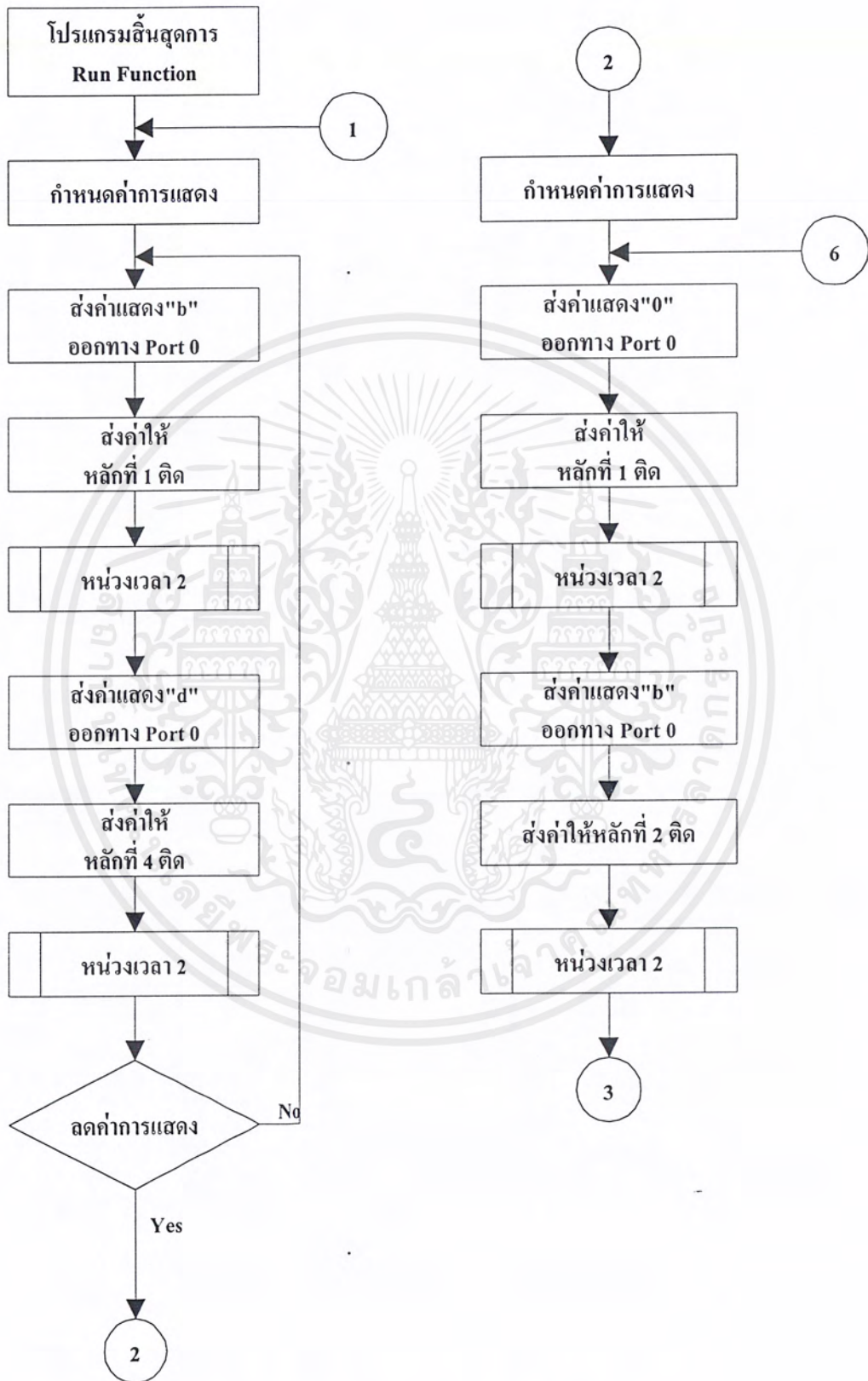
รูปที่ 3.21 ลำดับขั้นการทำงานของฟังก์ชัน 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



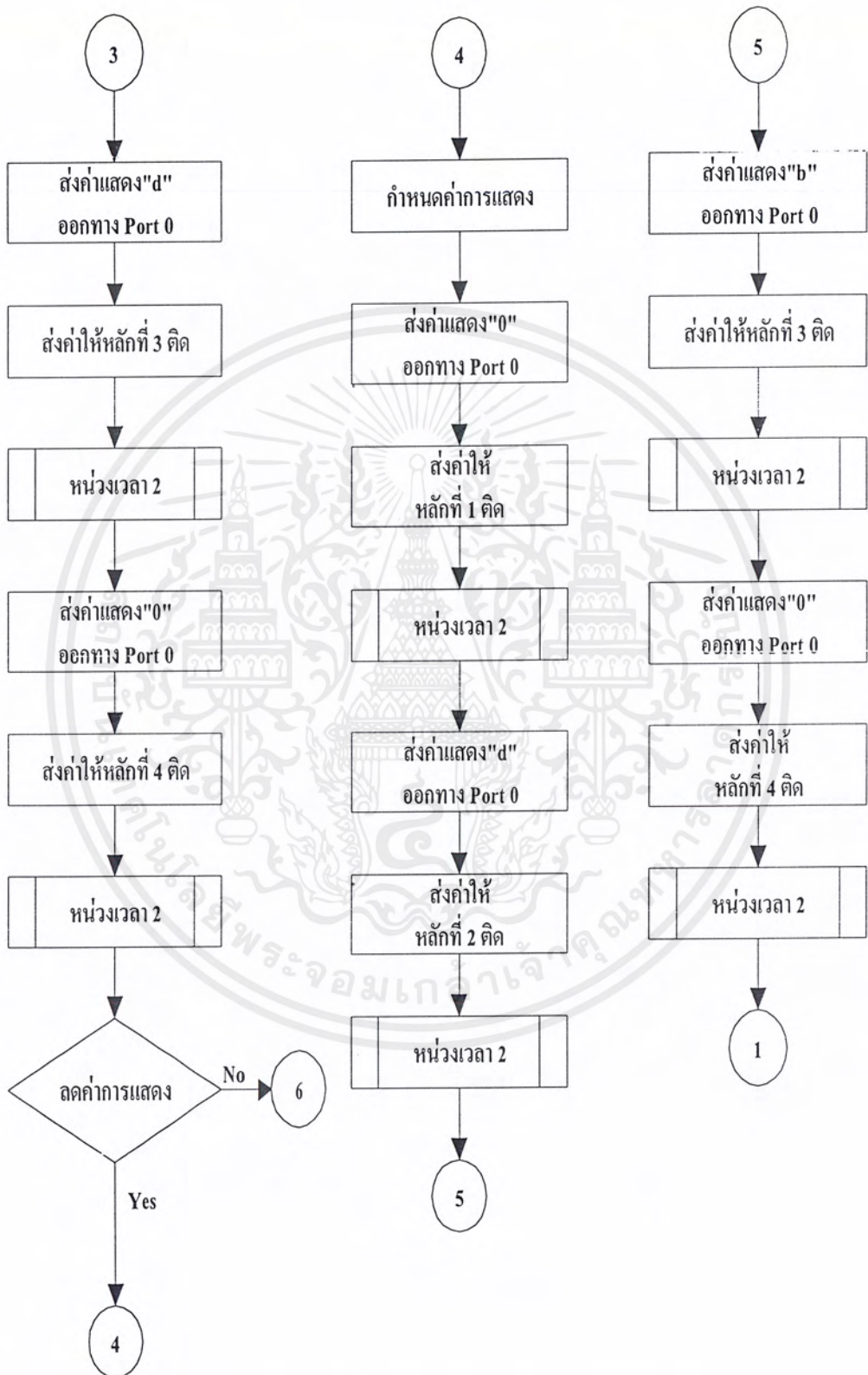
รูปที่ 3.22 ลำดับขั้นการแสดงผลขณะมีการทำงานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



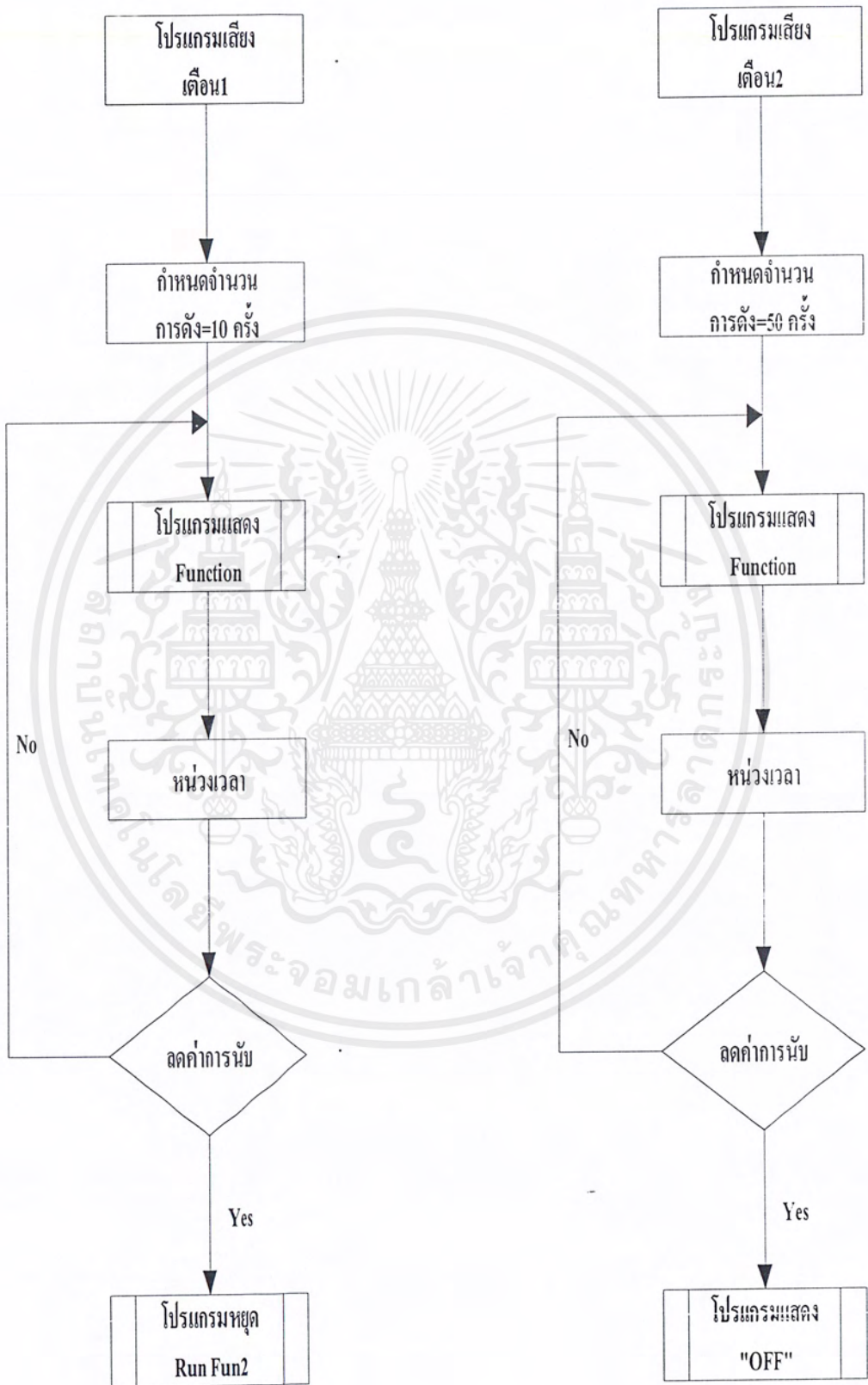
รูปที่ 3.23 ลำดับขั้นการแสดงผลเมื่อสิ้นสุดการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



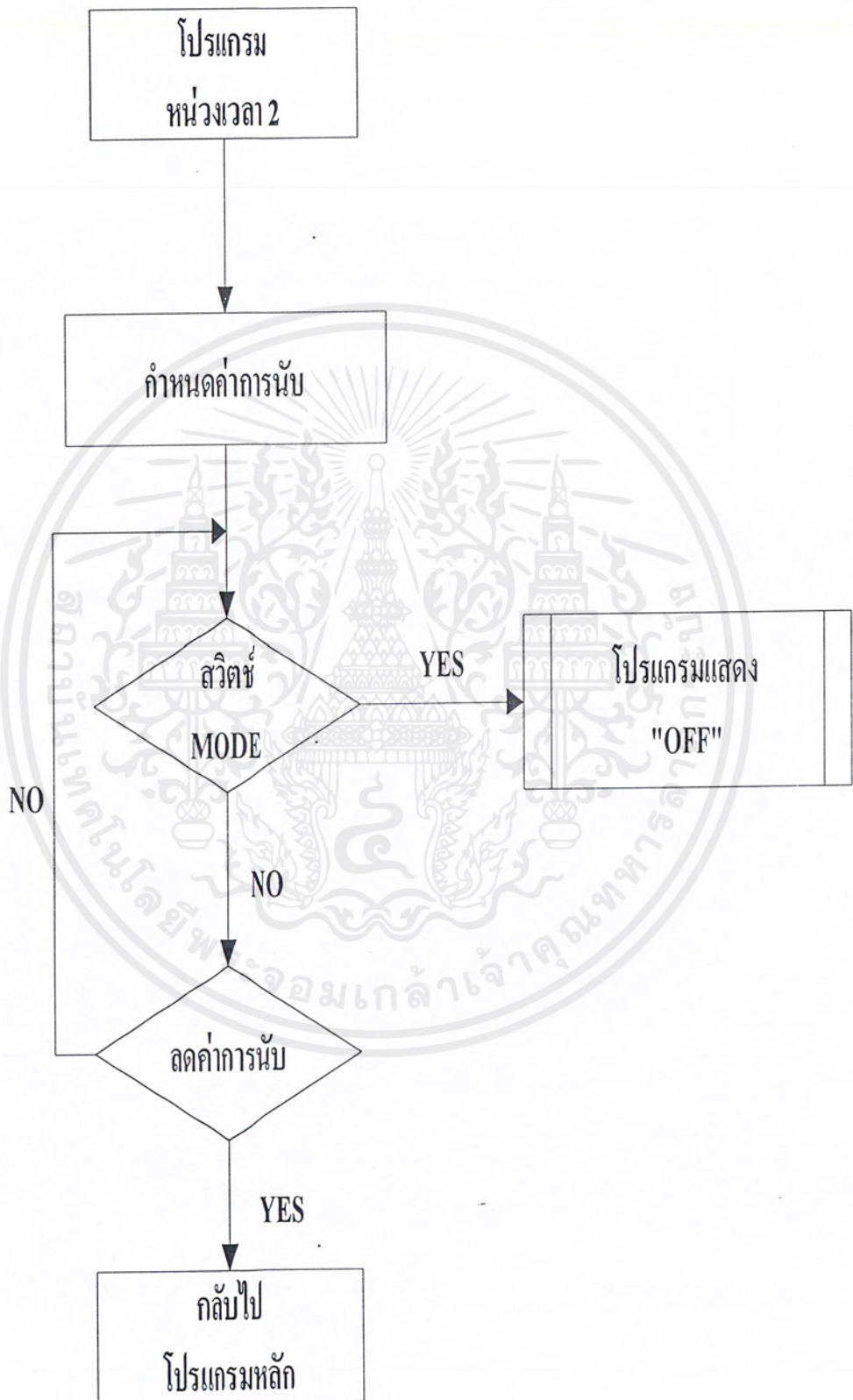
รูปที่ 3.23 (ต่อ) ลำดับขั้นการแสดงผลเมื่อสิ้นสุดการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.24 ลำดับขั้นตอนการทำงานของเสียงเตือน 1 และเสียงเตือน 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.25 ลำดับขั้นการหนึ่งเวลา 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### การทดลองและผลการทดลอง

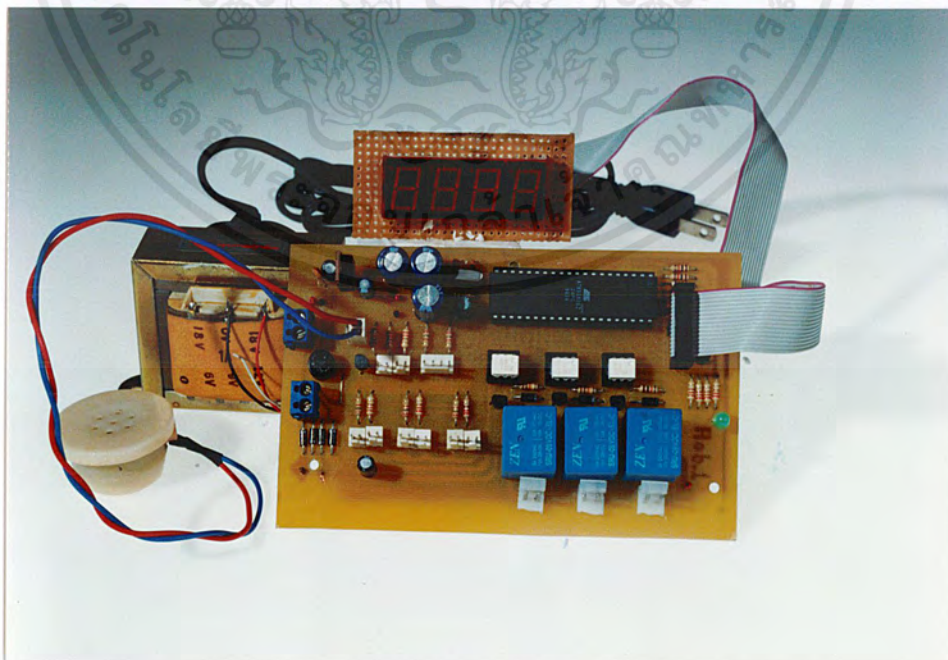
#### 4.1 การทดลองส่วนของการแสดงผล

##### 4.1.1 ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อส่วนแสดงผลเข้ากับชุดวงจรควบคุม
2. ตรวจสอบความเรียบร้อยและทำการจ่ายไฟให้กับวงจร
3. กดคีย์เพื่อส่งข้อมูลจากชุดวงจรควบคุมให้ไปแสดงผลที่ส่วนแสดงผล

##### ผลการทดลอง

จากการทดลอง เมื่อประกอบส่วนแสดงผลเข้ากับชุดวงจรควบคุม และ ตรวจสอบความเรียบร้อยแล้ว เมื่อเราทำการกดคีย์ ก็จะได้ผลออกมาทางส่วนแสดงผล



รูปที่ 4.1 การทดลองส่วนแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

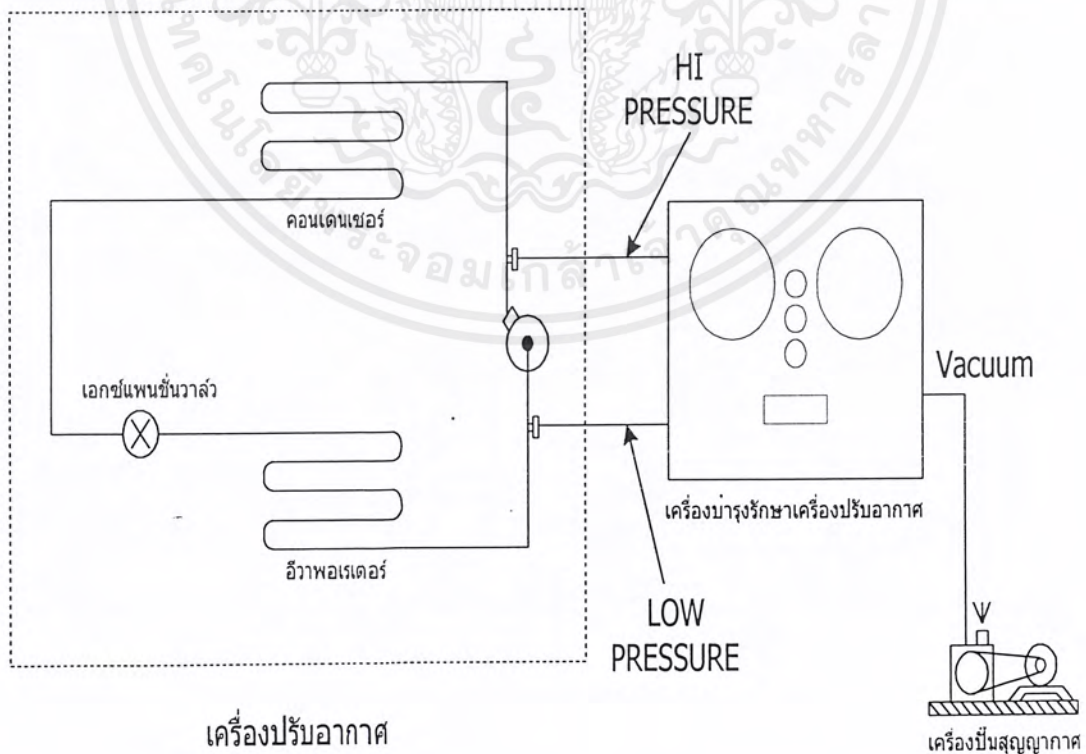
## 4.2 การทดลองการทำงานโหมด HAND

### 4.2.1 ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อดังตามรูปที่ 4.2
2. ตรวจสอบความเรียบร้อยของวงจร
3. จ่ายไฟให้กับวงจร
4. เลือกโหมดการทำงานเป็นโหมด HAND
5. ทำการทดสอบการทำงาน

### ผลการทดลอง

จากการทดลอง เมื่อทำการต่อวงจรตามรูปแล้วทำการทดสอบ จะเห็นได้ว่า เมื่อกดสวิทช์ MODE ครั้งที่ 1 จะทำให้ Solinoid Value 1 และปั๊มสุญญากาศทำงานพร้อมกันและแสดงผลที่หน้าจอว่า “On” เมื่อกดสวิทช์ MODE อีกครั้ง จะทำให้ Solinoid Value 1 และ ปั๊มสุญญากาศหยุดการทำงานพร้อมทั้งแสดงผลที่หน้าจอว่า “OFF” โดยจะเป็นการสั่งให้ Solinoid Value 1 และ ปั๊มสุญญากาศ ทำงานหรือหยุดการทำงานได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในงานทดลองการศึกษานี้ หากมีข้อสงสัยให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.3 การทดลองการทำงานโหมด AUTO

#### 4.3.1 การทดลองการทำงานฟังก์ชัน 1

1. ต่อวงจรตามรูปที่ 4.2
2. จ่ายไฟให้กับวงจร
3. เลือกโหมด AUTO เป็น Function 1
4. ทำการทดสอบการทำงาน

#### ผลการทดลอง

จากการทดลองจะเห็นได้ว่า Solinoid Value 1 จะทำงานพร้อมกับปั๊มสุญญากาศพร้อมทั้งแสดงสถานะการทำงานปัจจุบันก็คือจะโชว์ “Fun1” ที่จอแสดงผล

#### 4.3.2 การทดลองการทำงานฟังก์ชัน 2

1. ต่อวงจรตามรูปที่ 4.2 แต่ทำการเปลี่ยนจากปั๊มสุญญากาศเป็นถังน้ำยา R-22 โดยต่อเข้าไปทางช่อง R-22
2. ตรวจสอบความเรียบร้อยและจ่ายไฟให้แก่วงจร
3. เลือกโหมด AUTO เป็น Function 2
4. ทำการเดินเครื่องปรับอากาศโดยปรับให้มีความเย็นมากที่สุด
5. ทำการทดสอบการทำงาน

#### ผลการทดลอง

จากการทดลองจะเห็นได้ว่า Solinoid Value 2 จะเป็นตัวควบคุมการไหลของน้ำยา เข้าในระบบเครื่องปรับอากาศ โดย Solinoid Value 2 นั้น จะถูกควบคุมด้วยอุปกรณ์เซนเซอร์ที่ติดตั้งไว้ที่เกจวัดความดัน เมื่อน้ำยามีความดันมากเกินกว่าที่ตั้งไว้ Solinoid Value 2 ก็จะหยุดการทำงาน น้ำยา ก็จะหยุดไหลด้วย

#### 4.3.3 การทดลองการทำงานฟังก์ชัน 3

1. ต่อวงจรตามรูปที่ 4.2
2. ตรวจสอบความเรียบร้อยและจ่ายไฟให้แก่วงจร
3. เลือกโหมด AUTO เป็น Function 3
4. ทำการทดสอบการทำงาน

### ผลการทดลอง

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า การทำงานของฟังก์ชัน 3 นั้น จะเป็นการทำงานร่วมกันระหว่างฟังก์ชัน 1 กับฟังก์ชัน 2 โดยจะเริ่มทำงานจากฟังก์ชัน 1 แล้วจึงมาทำงานฟังก์ชัน 2 ต่อไป

จนจบกระบวนการ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

# บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไข และพัฒนา

### 5.1 บทสรุป

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้เสนอผลงานของ ระบบบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ ซึ่งสามารถที่จะทำการติดตั้งเครื่องปรับอากาศใหม่ และ ทำการซ่อมบำรุงให้เครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งอยู่ก่อนแล้วทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และ ยังเป็นการยืดอายุการใช้งานออกไปได้อีก โดยการทำงานของระบบบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศนั้น จะมีโหมดการทำงานให้เลือก 2 โหมดด้วยกัน คือ โหมด HAND และ โหมด AUTO ซึ่งการทำงานในโหมด AUTO นั้นยังแบ่งได้อีก 3 ฟังก์ชันด้วยกัน เพื่อสะดวกแก่การใช้งาน

### 5.2 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข

จากการทดลองระบบบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ ซึ่งได้ทดลองการทำงานเป็นส่วน ๆ สามารถที่จะสรุปปัญหาที่เกิดขึ้นได้ดังนี้

1. ในการทดลองการทำงานในโหมด AUTO นั้น ในส่วนของฟังก์ชัน 2 จะเกิดปัญหาเมื่อมีความดันเกินกว่าที่ตั้งไว้ในบางครั้งอุปกรณ์เซนเซอร์ที่ติดตั้งไว้จะไม่สามารถที่จะตรวจจับได้ทัน ทำให้น้ำยาไหลเข้ามาในระบบมากเกินไป

แก้ไขโดย เปลี่ยนอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจจับใหม่ เพื่อเพิ่มความไวในการตรวจจับ

2. ในการทดลองการทำงานบางครั้งรีเลย์ และ โซลีนอยด์ว่าลจะดังกระแสมากเกินไป ทำให้วงจรควบคุมเกิดการทำงานผิดพลาด

แก้ไขโดย การนำตัวเก็บประจุที่มีค่ามากมาต่อเข้าไปในส่วนของวงจรจ่ายไฟ

### 5.3 แนวทางในการพัฒนาโครงการ

ระบบบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศสามารถที่จะทำงานได้ตามขีดความสามารถที่ตั้งไว้แล้ว แต่โครงการนี้ยังสามารถที่จะเพิ่มขีดความสามารถขึ้นไปได้อีก คือ

1. สามารถที่จะเปลี่ยนส่วนแสดงผลจาก 7-SEGMENT ไปเป็นส่วนแสดงผลแบบอื่นๆ ได้

2. สามารถที่จะเปลี่ยนการตรวจจับที่ต้องการติดตั้งอุปกรณ์เซนเซอร์ ไร่ ที่เกจ ไป เป็นการ

ตรวจจับโดยใช้ไอซีดิจิตอลในการตรวจจับแทนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.1 เครื่องต้นแบบระบบบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CLRP	EQU	000H
SETP	EQU	0FFH
SHOW_F	EQU	08EH
SHOW_0	EQU	0C0H
SHOW_U	EQU	0E3H
SHOW_N	EQU	0ABH
SHOW_A	EQU	088H
SHOW_D	EQU	0A1H
SHOW_T	EQU	08FH
SHOW_O	EQU	0A3H
SHOW_H	EQU	089H
SHOW_?	EQU	0BFH
SHOW_1	EQU	0F9H
SHOW_2	EQU	0A4H
SHOW_3	EQU	0B0H
SHOW_b	EQU	083H
COUNT_PUSH	EQU	50H
COLUMN1	BIT	P1.0
COLUMN2	BIT	P1.1
COLUMN3	BIT	P1.2
COLUMN4	BIT	P1.3
LAMP_AUTO	BIT	P1.4
LAMP_HAND	BIT	P1.5
SPEAKER	BIT	P1.7
SWITH_MODE	BIT	P2.0
SWITH_OK	BIT	P2.1
SENER_VAX	BIT	P2.2
SENER_LOW	BIT	P2.3
SENER_HIGH	BIT	P2.4
SOLE_LOW	BIT	P2.5
SOLE_VAX	BIT	P2.6
VAX	BIT	P2.7
LAMP_SLOW	BIT	P3.5
LAMP_SVAX	BIT	P3.6
LAMP_VAX	BIT	P3.7
PUSH_SWITH	BIT	20H

```

*****
MODE *****
SHOW_OFF:    ORG      0000H
              ACALL   CLEAR
SHOW_OFF1:   LCALL   OFF
              JB      WITH_MODE, SHOW_OFF1
SHOW_AUTO:   LCALL   BEEB
SHOW_AUTO1:  LCALL   AUTO_MODE
              JNB     SWITH_MODE, SHOW_AUTO1
SHOW_AUTO2:  LCALL   AUTO_MODE
              LCALL   AUTO_OK

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

                JB      SWITH_MODE, SHOW_AUTO2
                LCALL   BEEB
SHOW_HAND:     LCALL   HAND_MODE
                JNB     SWITH_MODE, SHOW_HAND
SHOW_HAND2:   LCALL   HAND_MODE
                LCALL   HAND_OK
                JB      SWITH_MODE, SHOW_HAND2
                JMP     SHOW_AUTO

```

```
***** CLEAR *****
```

```

CLEAR:        MOV     P0, #SETP
                MOV     P1, #0F0H
                MOV     P2, #SETP
                MOV     P3, #SETP
                MOV     COUNT_PUSH, #CLRP
                CLR     PUSH_SWITH
                RET

```

```
***** DISPLAY SEGMENT *****
```

```

OFF:          MOV     P0, #SHOW_0
                CLR     COLUMN3
                SETB    COLUMN1
                LCALL   DELAY
                MOV     P0, #SHOW_F
                CLR     COLUMN1
                SETB    COLUMN2
                LCALL   DELAY
                MOV     P0, #SHOW_F
                CLR     COLUMN2
                SETB    COLUMN3
                LCALL   DELAY
                RET

```

```
***** GOOD FUN *****
```

```

SHOW_GOOD:   ACALL   CLEAR
LOOP:        MOV     R4, #SETP
LOOP1:       MOV     P0, #SHOW_b
                CLR     COLUMN4
                SETB    COLUMN1
                LCALL   DELAY2
                MOV     P0, #SHOW_D
                CLR     COLUMN1
                SETB    COLUMN4
                LCALL   DELAY2
                DJNZ    R4, LOOP1
                MOV     R4, #080H
LOOP2:       MOV     P0, #SHOW_0

```

```

CLR      COLUMN4
SETB     COLUMN1
LCALL    DELAY2
MOV      P0, #SHOW_b
CLR      COLUMN1
SETB     COLUMN2
LCALL    DELAY2
MOV      P0, #SHOW_D
CLR      COLUMN2
SETB     COLUMN3
LCALL    DELAY2
MOV      P0, #SHOW_O
CLR      COLUMN3
SETB     COLUMN4
LCALL    DELAY2
DJNZ     R4, LOOP2
MOV      R4, #080H
LOOP3:   MOV      P0, #SHOW_O
CLR      COLUMN4
SETB     COLUMN1
LCALL    DELAY2
MOV      P0, #SHOW_D
CLR      COLUMN1
SETB     COLUMN2
LCALL    DELAY2
MOV      P0, #SHOW_b
CLR      COLUMN2
SETB     COLUMN3
LCALL    DELAY2
MOV      P0, #SHOW_O
CLR      COLUMN3
SETB     COLUMN4
LCALL    DELAY2
DJNZ     R4, LOOP3
JMP      LOOP

```

```

***** AUTO MODE *****
AUTO_MODE:  MOV      P0, #SHOW_A
CLR      COLUMN4
SETB     COLUMN1
LCALL    DELAY
MOV      P0, #SHOW_U
CLR      COLUMN1
SETB     COLUMN2
LCALL    DELAY
MOV      P0, #SHOW_T
CLR      COLUMN2

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

SETB    COLUMN3
LCALL   DELAY
MOV     P0,#SHOW_O
CLR     COLUMN3
SETB    COLUMN4
LCALL   DELAY
RET

```

\*\*\*\*\* HAND MODE \*\*\*\*\*

```

HAND_MODE:  MOV     P0,#SHOW_H
             CLR     COLUMN4
             SETB    COLUMN1
             LCALL   DELAY
             MOV     P0,#SHOW_A
             CLR     COLUMN1
             SETB    COLUMN2
             LCALL   DELAY
             MOV     P0,#SHOW_N
             CLR     COLUMN2
             SETB    COLUMN3
             LCALL   DELAY
             MOV     P0,#SHOW_D
             CLR     COLUMN3
             SETB    COLUMN4
             LCALL   DELAY
             RET

```

\*\*\*\*\* HAND ON \*\*\*\*\*

```

HAND_ON:    MOV     P0,#SHOW_O
             CLR     COLUMN4
             CLR     COLUMN3
             CLR     COLUMN1
             SETB    COLUMN2
             LCALL   DELAY
             MOV     P0,#SHOW_N
             CLR     COLUMN2
             SETB    COLUMN3
             LCALL   DELAY
             RET

```

\*\*\*\*\* HAND OFF \*\*\*\*\*

```

HAND_OFF:   MOV     P0,#SHOW_O
             CLR     COLUMN4
             CLR     COLUMN3
             CLR     COLUMN1
             SETB    COLUMN2
             LCALL   DELAY

```

```

MOV      P0,#SHOW_F
CLR      COLUMN2
SETB     COLUMN3
LCALL    DELAY
MOV      P0,#SHOW_F
CLR      COLUMN3
SETB     COLUMN4
LCALL    DELAY
RET

***** MODE FUNCTION *****
MODE_FUN: MOV      P0,#SHOW_F
          CLR      COLUMN4
          SETB     COLUMN1
          ACALL    DELAY
          MOV      P0,#SHOW_U
          CLR      COLUMN1
          SETB     COLUMN2
          ACALL    DELAY
          MOV      P0,#SHOW_N
          CLR      COLUMN2
          SETB     COLUMN3
          ACALL    DELAY
          MOV      P0,#SHOW_?
          CLR      COLUMN3
          SETB     COLUMN4
          ACALL    DELAY
          LCALL    CHECK_FUN
          SJMP     MODE_FUN

***** MODE HAND *****
MODE_HAND: MOV      P0,#SHOW_?
          CLR      COLUMN4
          CLR      COLUMN1
          SETB     COLUMN2
          SETB     COLUMN3
          LCALL    CHECK_HAND
          SJMP     MODE_HAND

***** FUNTION *****
FUN_?:   MOV      P0,#SHOW_F
          CLR      COLUMN4
          CLR      COLUMN3
          CLR      COLUMN2
          SETB     COLUMN1
          ACALL    DELAY
          MOV      P0,#SHOW_U

```

```

                CLR     COLUMN1
                SETB    COLUMN2
                ACALL   DELAY
                MOV     P0,#SHOW_N
                CLR     COLUMN2
                SETB    COLUMN3
                ACALL   DELAY
                CLR     COLUMN3
                SETB    COLUMN4
                MOV     A,COUNT_PUSH
FUN1:           CJNE   A,#1,FUN2
                MOV     P0,#SHOW_1
                JMP     EXIT_FUN?
FUN2:           CJNE   A,#2,FUN3
                MOV     P0,#SHOW_2
                JMP     EXIT_FUN?
FUN3:           CJNE   A,#3,FUN1
                MOV     P0,#SHOW_3
EXIT_FUN?:     ACALL   DELAY
                RET

*****          MODE OK          *****
AUTO_OK:       JB      SWITH_OK,EXIT_MODE
                LCALL  BEEB
                SETB   LAMP_HAND
                CLR    LAMP_AUTO
                LJMP   MODE_FUN
HAND_OK:       JB      SWITH_OK,EXIT_MODE
                LCALL  BEEB
                SETB   LAMP_AUTO
                CLR    LAMP_HAND
                LJMP   MODE_HAND
EXIT_MODE:     RET

*****          CHECK HAND        *****
CHECK_HAND:    JB      SWITH_MODE,MODE_HAND
SHOWH_ON:     LCALL  BEEB
                SETB   SOLE_VAX
                SETB   VAX
                CLR    SOLE_LOW
                CLR    LAMP_SLOW
SHOWH_ON1:    LCALL  HAND_ON
                JNB    SWITH_MODE,SHOWH_ON1
SHOWH_ON2:    LCALL  HAND_ON
                JB     SWITH_MODE,SHOWH_ON2
                LCALL  BEEB
                SETB   SOLE_LOW

```

```

SHOWH_OFF:      SETB      LAMP_SLOW
                LCALL     HAND_OFF
                LCALL     QUIT
                JNB       SWITH_MODE, SHOWH_OFF
SHOWH_OFF2:     LCALL     HAND_OFF
                LCALL     QUIT
                JB        SWITH_MODE, SHOWH_OFF2
                JMP       SHOWH_ON
QUIT:           JB        SWITH_OK, EQUIT
                LCALL     BEEB
                LJMP     SHOW_OFF
EQUIT:          RET

*****          SOUND          *****
BEEB:           MOV       R5, #SETP
                CLR       SPEAKER
BEEB_R:         CPL       SPEAKER
                CALL      DELAY_SOUND
                DJNZ      R5, BEEB_R
                CLR       SPEAKER
                RET

*****          DELAY SOUND     *****
DELAY_SOUND:   MOV       R6, #0E6H
                DJNZ      R6, $
                RET

*****          DELAY           *****
DELAY:         MOV       R7, #05H
DEL1:          MOV       R6, #00
                DJNZ      R6, $
                DJNZ      R7, DEL1
                RET

*****          DELAY2          *****
DELAY2:        MOV       R7, #0FFH
DEL22:         ACALL     BACK_OFF
                DJNZ      R7, DEL22
                RET
BACK_OFF:      JB        SWITH_MODE, Q_GOOD
                LJMP     SHOW_AUTO
Q_GOOD:        RET

*****          CHAKFUN         *****
CHECK_FUN:     JB        SWITH_MODE, E_CHECKFUN
SCAN_SWITH:    LCALL     BEEB
                MOV       A, COUNT_PUSH

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในประโยชน์ทางการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

COUNT:      CJNE    A,#3,COUNT
              MOV     COUNT_PUSH,#CLRP
SHOW:        ACALL   SHOW_FUN?
              JNB     SWITH_MODE,SHOW
SHOW2:       ACALL   SHOW_FUN?
              JB      SWITH_MODE,SHOW2
              JMP     SCAN_SWITH
SHOW_FUN?:   LCALL   FUN_?
              LCALL   FUN_OK
E_CHECKFUN:  RET

*****      FUN1_OK      *****
FUN_OK:      JB      SWITH_OK,EXIT_FUN
              LCALL   BEEB
              MOV     A,COUNT_PUSH
FUN1_OK:     CJNE   A,#1,RET_FUN2
              CLR     PUSH_SWITH
RUN_VAX:     SETB   SOLE_LOW
              CLR     SOLE_VAX
              CLR     VAX
              CLR     LAMP_VAX
              CLR     LAMP_SVAX
CHECK_VAX:   MOV     R1,#032H ;CHACK VACUUM
CHECK_VAX1:  LCALL   FUN_?
              JNB     SENSER_VAX,TIME_VAX
              DJNZ   R1,CHECK_VAX1
              MOV     P0,#SETP
              MOV     R1,#SETP
CHECK_VAX2:  MOV     R4,#CLRP
CHECK_VAX3:  JNB     SENSER_VAX,TIME_VAX
              DJNZ   R4,CHECK_VAX3
              DJNZ   R1,CHECK_VAX2
              JMP     CHECK_VAX
RET_FUN2:    JMP     FUN2_OK
TIME_VAX:    MOV     R1,#0AH      ;TIME 30 MIN
TIME_VAX1:   MOV     R4,#032H
TIME_VAX2:   LCALL   RUN
              MOV     R3,#032H
TIME_VAX3:   LCALL   FUN_?
              JB      SENSER_VAX,CHECK_VAX
              DJNZ   R3,TIME_VAX3
              DJNZ   R4,TIME_VAX2
              DJNZ   R1,TIME_VAX1
OFF_VAX:     SETB   SOLE_VAX
              SETB   VAX
              SETB   LAMP_VAX

```

```

TIME_OFF:      SETB    LAMP_SVAX
                MOV     R1,#0AH      ;TIME 30 MIN
TIME_OFF1:     MOV     R4,#032H
TIME_OFF2:     LCALL   RUN
                JB      SENSER_VAX,DANGER ; -30 PSI
                MOV     R3,#032H
TIME_OFF3:     LCALL   FUN_?
                DJNZ   R3,TIME_OFF3
                DJNZ   R4,TIME_OFF2
                DJNZ   R1,TIME_OFF1
                MOV     A,COUNT_PUSH
                CJNE   A,#3,SOUND1
                MOV     R1,#05H
                JMP    SOUND1_RET
EXIT_FUN:      RET

***** SOUND *****
SOUND1:        MOV     R1,#0AH
SOUND1_RET:    MOV     R4,#032H
SOUND1_RET1:   LCALL   FUN_?
                DJNZ   R4,SOUND1_RET1
                MOV     P0,#SETP
                LCALL   BEEB
                LCALL   BEEB
                LCALL   BEEB
                LCALL   DELAY1
                LCALL   DELAY1
                DJNZ   R1,SOUND1_RET
                JNB    PUSH_SWITH,GOOD_FUN
                LJMP   RUN_CHART
GOOD_FUN:      LJMP   SHOW_GOOD

***** DANGER *****
DANGER:        SETB    VAX
                SETB    SOLE_VAX
                SETB    SOLE_LOW
                SETB    LAMP_VAX
                SETB    LAMP_SLOW
                SETB    LAMP_SVAX
                MOV     R1,#064H
DANGER1:       MOV     R4,#020H
DANGER2:       LCALL   FUN_?
                DJNZ   R4,DANGER2
                LCALL   BEEB
                DJNZ   R1,DANGER1
Q_FUN:         LJMP   SHOW_OFF

```

```

*****      FUN2_OK      *****
FUN2_OK:      CJNE      A,#2,FUN3_OK
RUN_CHART:    SETB      SOLE_VAX
              SETB      VAX
              CLR       SOLE_LOW
              CLR       LAMP_SLOW
CHECK_LOW:    MOV       R1,#032H
CHECK_LOW1:   JNB      SENSER_HIGH,DANGER
              JNB      SENSER_LOW,TIME_LOW
              LCALL     FUN_?
              DJNZ     R1,CHECK_LOW1
              MOV      P0,#SETP
              MOV      R1,#SETP
CHECK_LOW2:   MOV      R4,#SETP
CHECK_LOW3:   JNB      SENSER_HIGH,DANGER
              JNB      SENSER_LOW,TIME_LOW
              DJNZ     R4,CHECK_LOW3
              DJNZ     R1,CHECK_LOW2
              JMP      CHECK_LOW
TIME_LOW:    SETB      SOLE_LOW
              SETB      LAMP_SLOW
              MOV      P0,SETP
              MOV      R1,#012H      ; 2 SEC
OFF_LOW:     MOV      R3,#064H
OFF_LOW1:    MOV      R4,#SETP
OFF_LOW2:    JNB      SENSER_HIGH,DANGER
              DJNZ     R4,OFF_LOW2
              DJNZ     R3,OFF_LOW1
              DJNZ     R1,OFF_LOW
              JNB      SENSER_LOW,Q_CHART
              JMP      RUN_CHART
Q_CHART:     CLR       PUSH_SWITH
              LJMP     SOUND1

```

```

*****      FUN3_OK      *****
FUN3_OK:      CJNE      A,#3,RET_FUN1
              SETB      PUSH_SWITH
              LJMP     RUN_VAX
RET_FUN1:     LJMP     FUN1_OK

```

```

*****      RUN      *****
RUN:          MOV      P0,#0F7H
              CLR      COLUMN4
              CLR      COLUMN3
              CLR      COLUMN2
              SETB     COLUMN1
              ACALL    DELAY1

```

```

MOV      P0,#0EFH
ACALL   DELAY1
MOV      P0,#0DFH
ACALL   DELAY1
MOV      P0,#0FEH
ACALL   DELAY1
ROW2:    MOV      P0,#0FEH
          CLR      COLUMN1
          SETB     COLUMN2
          ACALL   DELAY1
ROW3:    MOV      P0,#0FEH
          CLR      COLUMN2
          SETB     COLUMN3
          ACALL   DELAY1
ROW4:    MOV      P0,#0FEH
          CLR      COLUMN3
          SETB     COLUMN4
          ACALL   DELAY1
          MOV      P0,#0FDH
          ACALL   DELAY1
          MOV      P0,#0FBH
          ACALL   DELAY1
          MOV      P0,#0F7H
          ACALL   DELAY1
ROW31:   MOV      P0,#0F7H
          CLR      COLUMN4
          SETB     COLUMN3
          ACALL   DELAY1
ROW21:   MOV      P0,#0F7H
          CLR      COLUMN3
          SETB     COLUMN2
          ACALL   DELAY1
          RET

*****  DELAY1  *****
DELAY1:  MOV      R7,#0FFH
DOP1:    MOV      R6,#00
          DJNZ    R6,$
          DJNZ    R7,DOP1
          RET
          END

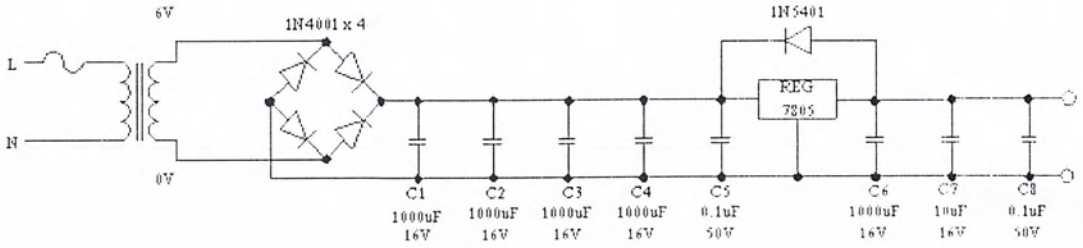
```

รูปที่ ข.1 โปรแกรมควบคุมการทำงาน

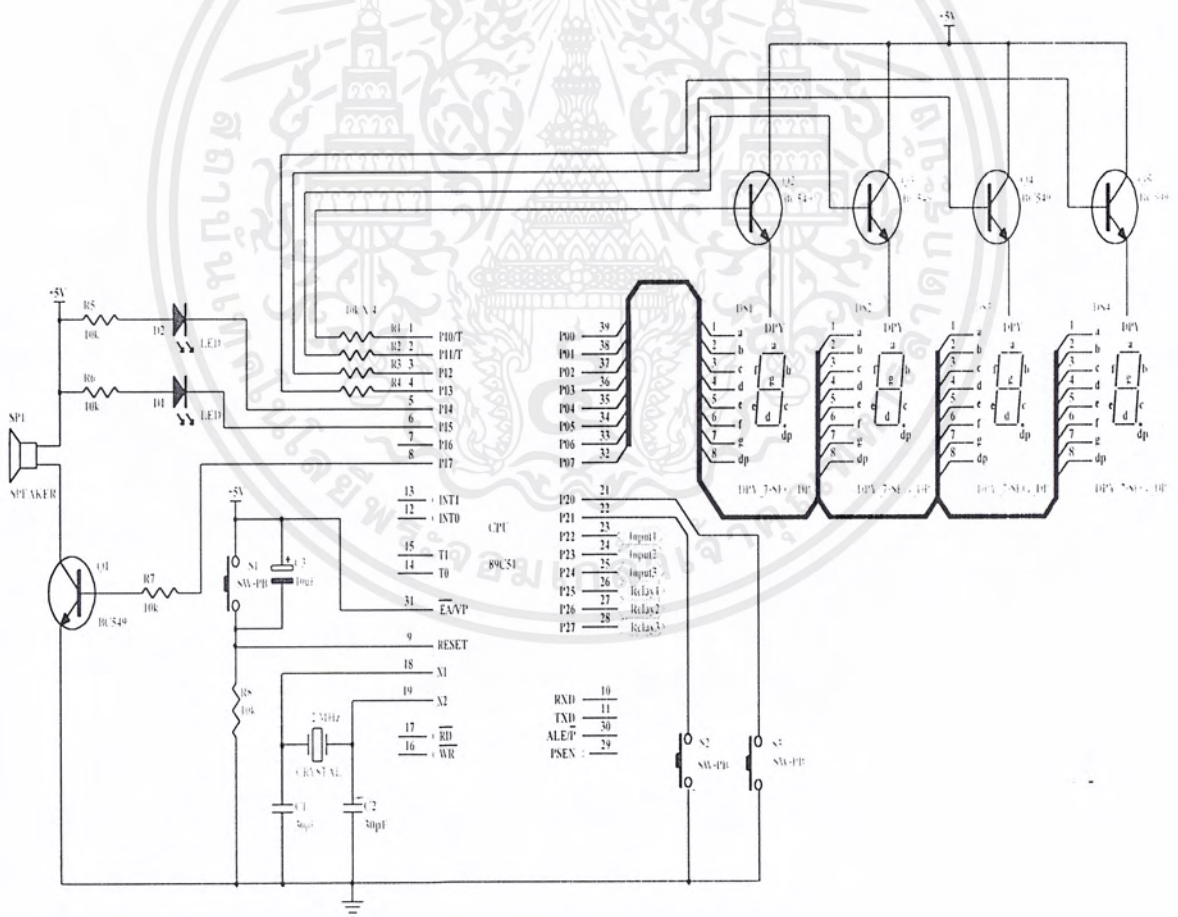
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
: ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

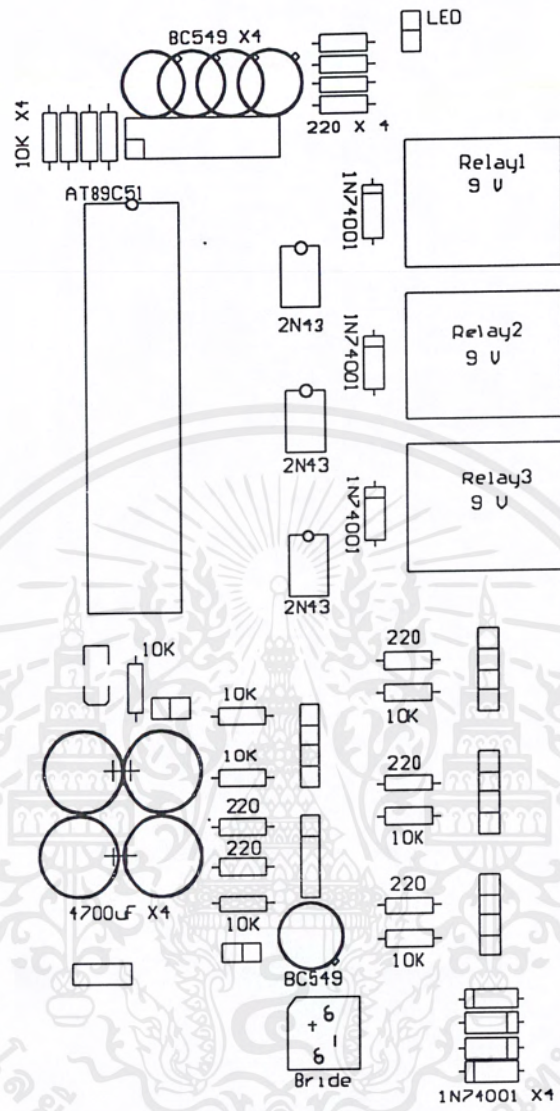


รูปที่ ค.1 วงจรแหล่งจ่ายแรงดัน



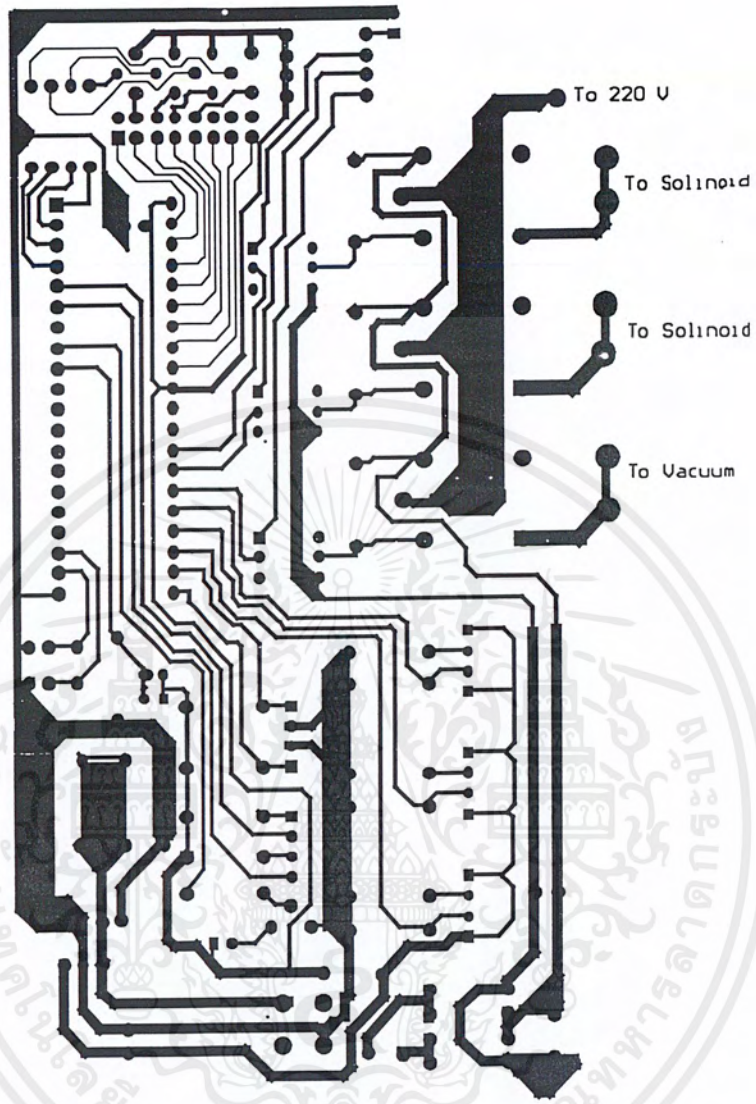
รูปที่ ค.2 วงจรควบคุมการทำงานหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๓.3 การจัดวางอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.4 แผ่นวงจรพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

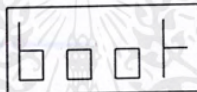
## คู่มือการใช้งาน

1. ต่อท่อทางด้านความดันสูงและความดันด้านต่ำของระบบบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศเข้ากับเครื่องปรับอากาศ

- ถ้าต้องการทำสุญญากาศให้ต่อปั๊มสุญญากาศเข้าทางท่อ Vacuum ของระบบบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ

- ถ้าต้องการเติมน้ำยาให้ทำการต่อถังน้ำยาเข้าทางท่อ R-22 ของระบบบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ

2. ตรวจสอบเช็คความเรียบร้อยและเปิดสวิตช์ POWER ที่หน้าจอจะแสดงข้อความพร้อมทำงานดังรูป



รูปที่ ง.1 การพร้อมทำงาน

3. ทำการเลือกโหมดการทำงานเป็นโหมด Hand หรือ โหมด Auto โดยการกดสวิตช์ Mode

4. เมื่อเลือกโหมดการทำงานได้แล้วให้กดสวิตช์ OK เพื่อยืนยันยังการทำงานในโหมดที่ต้องการ

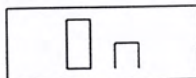
การทำงานในโหมด Hand

เมื่อเลือกการทำงานเป็นโหมด Hand จะแสดงหน้าจอ ดังรูป



รูปที่ ง.2 การพร้อมรับคำสั่ง

1. การเริ่มทำงานให้กดสวิตช์ Mode จะแสดงข้อความดังรูป



รูปที่ ง.3 ขณะระบบทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การหยุดการทำงานให้กดสวิทช์ Mode อีกครั้ง จะแสดงข้อความดังรูป

OFF

รูปที่ ง.4 ขณะระบบหยุดทำงาน

3. การออกจากโหมด Hand ให้กดสวิทช์ OK

การทำงานในโหมด Auto

เมื่อเลือกการทำงานเป็นโหมด Auto จะแสดงข้อความดังนี้

Fun-

รูปที่ ง.5 รอเลือกฟังก์ชัน

โดยจะมีฟังก์ชันการทำงานอยู่ 3 โหมดการทำงานด้วยกันคือ

1. ฟังก์ชัน 1 จะเป็นการทำสุญญากาศและตรวจสอบรอยรั่วของเครื่องปรับอากาศ
2. ฟังก์ชัน 2 จะเป็นการเติมน้ำยาให้เครื่องปรับอากาศ
3. ฟังก์ชัน 3 จะเป็นการทำสุญญากาศ ตรวจสอบรอยรั่ว และ เติมน้ำยาให้เครื่องปรับอากาศ

ถ้าต้องการทำงานในฟังก์ชันใดก็ให้ทำการกดสวิทช์ OK เพื่อยืนยันการทำงาน และเมื่อต้องการออกจากโหมด Auto ให้ทำการกดสวิทช์ Reset

Fun 1

รูปที่ ง.6 การเลือกฟังก์ชัน 1

Fun 2

รูปที่ ง.7 การเลือกฟังก์ชัน 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Func3

รูปที่ ง.8 การเลือกฟังก์ชัน 3



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม

1. รศ.สมยศ จุณณะปิยะ.การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51.กรุงเทพฯ  
:บริษัทอินโวลีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด.กรุงเทพฯ.2533
2. ชีรวัดน์ ประกอบผล .การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์.กรุงเทพฯ  
:บริษัท ประชาชน จำกัด.กรุงเทพฯ.2542
3. สมศักดิ์ สุโมตยกุล.เครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศ.พิมพ์ครั้งที่ 8  
:บริษัทอมรินทร์ พริ้นติ้ง กรุ๊ป จำกัด.กรุงเทพฯ.2535



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติผู้แต่ง



ชื่อผู้ทำปฏิญานิพนธ์	นายชวนนท์ สุขวิวัฒน์
วันเดือนปีเกิด	22 มกราคม 2522
สถานที่เกิด	โรงพยาบาลพนัสนิคม
ภูมิลำเนาเดิม	จังหวัดชลบุรี
ที่อยู่ปัจจุบัน	193 ม.4 ตำบลหมอนนาง อำเภอบ้านฉาง จังหวัดชลบุรี 10240
หมายเลขโทรศัพท์	038-473029
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนวัดนาคานุศาสน์
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนพนัสพิทยาคาร
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ ( ปวช )	วิทยาลัยเทคนิคสัตหีบ
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ( ปวส )	วิทยาลัยเทคนิคสัตหีบ
ปริญญาตรี	สาขาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง
คติพจน์	ไม่มีใครสามารถแก้ไขอดีตได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญาบัตร	นายสงบ ประคองสิน
วันเดือนปีเกิด	15 พฤษภาคม 2521
สถานที่เกิด	โรงพยาบาลพังงา
ภูมิลำเนาเดิม	จังหวัดพังงา
ที่อยู่ปัจจุบัน	10/15 หมู่ 6 ต.นบปริง อ.เมือง จังหวัดพังงา 82000
หมายเลขโทรศัพท์	ไม่มี
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนวัดชนาธิการาม
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนตึกพังงาวิทยายน
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช)	วิทยาลัยเทคนิคพังงา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส)	วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์
ปริญญาตรี	สาขาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง
คติพจน์	อยู่ต้องใช้ความกล้า ตายต้องใช้ความเด็ดเดี่ยว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้