ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อ ชุดฝึกมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับควบคุมด้วย PLC

DC and AC Motors Practical Set Controlled by PLC

ชื่อนักศึกษา

1. นางสาวโชติกา	วรนันทกุล	รหัสประจำตัว	45035463
2. นายมานะศักดิ์	ตั้งนรกุล	รหัสประจำตัว	45035478
3. นายอภิเชษฐ์	อุตสาหไสย	รหัสประจำตัว	45035490

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต **สาขาวิชา** เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์อมรชัย ชัยชนะ

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์ปิยะ จิตธรรมมาภิรมย์

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์		ลายมือชื่อ
1. ดร.สมชาย	หมื่นสายญาติ	
2. อาจารย์อมรชัย	ชัยชนะ	
3. อาจารย์ปิยะ	จิตธรรมมาภิรมย์	
4. ผศ.พีระวุฒิ	สุวรรณจันทร์	
5. อาจารย์อำพล	ทองระอา	

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันพฤหัสบดีที่ 20 พฤศจิกายน พ.ศ. 2546 เวลา 14:00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.311 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(นายสุรสิทธิ์ ราตรี)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่ 31 เดือน ต.ค. พ.ศ. 47

<BT4610472>

ชุดฝึกมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับควบคุมด้วย PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปริญญานิพนธ์

ชุดฝึกมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับควบคุมด้วย PLC

DC AND AC MOTORS PRACTICAL SET CONTROLLED BY PLC

T051072

นางสาวโชติกา วรนันทกุล
นายมานะศักดิ์ ตั้งนรกุล
นายอภิเชษฐ์ อุตสาหไศย

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 51072
วัน,เดือน,ปี 29 มิ.ย. 2547

.b.....
.i.....

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง ชุดฝึกมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับควบคุมด้วย PLC

DC and AC Motors Practical Set Controlled by PLC

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้า DC และ AC ควบคุมด้วย PLC
2. เพื่อออกแบบชุดฝึกมอเตอร์ไฟฟ้า DC และ AC ควบคุมด้วย PLC
3. เพื่อสร้างชุดฝึกมอเตอร์ไฟฟ้า DC และ AC ควบคุมด้วย PLC
4. เพื่อทดสอบการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้า DC และ AC ควบคุมด้วย PLC
5. เพื่อนำชุดฝึกมาใช้งานในด้านการเรียนการสอน

ประโยชน์ที่น่าจะได้รับ

1. มีความรู้เกี่ยวกับการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้า DC และ AC ควบคุมด้วย PLC
2. ได้วงจรต้นแบบมอเตอร์ไฟฟ้า DC และ AC ควบคุมด้วย PLC
3. ได้เครื่องต้นแบบมอเตอร์ไฟฟ้า DC และ AC ควบคุมด้วย PLC
4. ได้ผลการทดลองของมอเตอร์ไฟฟ้า DC และ AC ควบคุมด้วย PLC
5. ได้ชุดฝึกไปใช้งานด้านการเรียนการสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	ชุดฝึกมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ ควบคุมด้วย PLC
นักศึกษา	นางสาวโชติกา วรนันทกุล นายมานะศักดิ์ ตั้งนรกุล นายอภิเชษฐ์ อุตสาหไศย
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์อมรชัย ชัยชนะ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์ปิยะ จิตธรรมมาภิรมย์
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม
ปีการศึกษา	2545

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้นำเสนอชุดฝึกมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับควบคุมด้วยพีแอลซีพร้อมใบงานการทดลองซึ่งจะใช้ประโยชน์เป็นสื่อการเรียนการสอนในการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับโดยใช้พีแอลซีเป็นตัวควบคุมการทำงานของมอเตอร์ โดยสามารถสาธิตการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับได้ ดังนี้ การควบคุมการสตาร์ทโดยตรง การควบคุมการกลับทางหมุน การควบคุมการสตาร์ทแบบสตาร์-เดลต้าแบบกลับทางหมุน การควบคุมการสตาร์ทแบบสตาร์-เดลต้าแบบต่อเนื่อง การควบคุมการสตาร์ทให้มอเตอร์ทำงานเรียงกันตามลำดับ การปรับเลือกความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส 2 ความเร็ว แบบขดลวดที่สเตเตอร์ 2 ชุด แยกกันแบบเลือกความเร็วได้และแบบให้ความเร็วหมุนเรียงกันจากช้าไปเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	DC and AC Motors Practical Set Controlled by PLC	
Students	Miss Chotikar	Woranuntakul
	Mr. Manasak	Tungnorrakul
	Mr. Apicheat	Utsahasai
Advisor	Mr. Amornchai	Chaichana
Co-Advisor	Mr. Piya	Jitthummapirom
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education	
Program in	Industrial Instrument Technology	
Academic Year	2002	

ABSTRACT

This thesis presents a DC and AC Motor Practical Set Controlled by PLC. This practical set is used to control the work of motor which demonstrates the work of DC motor and AC motor. The practical set has four type of motor following as DC motor , Single-phase AC motor , Three-phase AC motor and dual speed Three-phase AC motor. This practical set is also including PLC Programming control and lab worksheet. It demonstrates type of motor running control following function as, Direct starting control, Reverse starting control, Star-Delta starting control and Reversing running. This practical set is also easy to use and learn.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเนื่องมาจากความอนุเคราะห์ช่วยเหลือและสนับสนุนของอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ อมรชัย ชัยชนะ และอาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่านเป็นอย่างยิ่งที่ได้ให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ แนวคิด ความรู้ต่างๆ รวมทั้งอุปกรณ์ที่เป็นประโยชน์สำหรับการทดลอง

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่เป็นผู้ให้การสนับสนุนด้านการศึกษาและบุคคลที่ให้การช่วยเหลือที่ไม่ได้กล่าวไว้ ณ ที่นี้ด้วย ทุกท่านที่คอยให้กำลังใจและสละเวลาแก่คณะผู้จัดทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูป	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน	1
1.3 เนื้อหาโดยสังเขป	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	4
2.1 กล่าวนำ	4
2.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	4
2.2.1 โครงสร้างของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	4
2.2.2 ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	5
2.2.3 การกลับทิศทางการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดต่างๆ	9
2.2.4 การควบคุมความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม	11
2.2.5 การควบคุมความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน	13
2.2.6 วิธีการเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	14
2.2.7 การเบรกมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	16
2.3 อินดั๊กชั่นมอเตอร์สามเฟส	16
2.3.1 ส่วนประกอบอินดั๊กชั่นมอเตอร์สามเฟส	16
2.3.2 หลักการทำงาน	18
2.3.3 การต่ออินดั๊กชั่นมอเตอร์	20
2.3.4 วิธีสตาร์ทอินดั๊กชั่นมอเตอร์	25
2.4 มอเตอร์สปลิทเฟส	30
2.4.1 ส่วนประกอบ	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.4.2 หลักการทำงาน	33
2.4.3 การต่อมอเตอร์สปลิทเฟสใช้งาน	36
2.5 โปรแกรมเมเบิล ลอจิก คอนโทรลเลอร์	39
2.5.1 โครงสร้างพื้นฐานของพีแอลซี	39
2.5.2 อุปกรณ์ทางด้านอินพุต/เอาท์พุต	42
2.5.3 หน่วยประมวลผลกลาง	43
2.5.4 หน่วยความจำ	45
2.5.5 ตำแหน่งพื้นที่ในการใช้งาน	47
2.6 สัญลักษณ์อุปกรณ์ไฟฟ้า	56
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	64
3.1 กล่าวนำ	64
3.2 การออกแบบวงจร	64
3.2.1 วงจรแหล่งจ่ายแรงดัน	64
3.2.2 แผงวงจรไฟฟ้า	65
3.2.3 วงจรขับมอเตอร์	66
3.3 การออกแบบใบงาน	66
3.3.1 โครงสร้างใบงาน	66
3.3.2 ใบงานการทดลอง	68
3.4 การออกแบบและการสร้าง	69
3.4.1 โต๊ะชุดฝึกมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ ควบคุมด้วยพีแอลซี	69
3.4.2 แผงวงจรไฟฟ้า	70
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	71
4.1 การทดลองวงจรมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	71
4.1.1 ลำดับขั้นการทดลอง	71
4.1.2 ผลการทดลอง	73
4.1.3 สรุปผลการทดลอง	74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
4.2 การทดลองวงจรมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส	74
4.2.1 ลำดับขั้นการทดลอง	74
4.2.2 ผลการทดลอง	76
4.2.3 สรุปผลการทดลอง	77
4.3 การทดลองวงจรมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส	77
4.3.1 ลำดับขั้นการทดลอง	77
4.3.2 ผลการทดลอง	81
4.3.3 สรุปผลการทดลอง	82
บทที่ 5 บทสรุป	83
5.1 สรุป	83
5.2 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข	83
5.3 แนวทางการพัฒนา	84
บรรณานุกรม	85
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	86
ภาคผนวก ข วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์	88
ภาคผนวก ค รายการอุปกรณ์	90
ภาคผนวก ง แผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรม	93
ภาคผนวก จ ใบงาน	97
ภาคผนวก ฉ เฉลยใบงาน	191
ภาคผนวก ช คู่มือการใช้งาน	297
ภาคผนวก ซ รายละเอียดทางเทคนิค	308
ประวัติผู้แต่ง	312

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 หน้าที่ของอุปกรณ์ต่อร่วมกับพีแอลซี	42
2.2 การแบ่งพื้นที่ใช้งานของหน่วยความจำข้อมูล	55
2.3 สัญลักษณ์ต่างๆ ตาม DIN 40713 และ DIN 40703	56
2.3 (ต่อ)สัญลักษณ์ต่างๆ ตาม DIN 40713 และ DIN 40703	57
2.3 (ต่อ)สัญลักษณ์ต่างๆ ตาม DIN 40713 และ DIN 40703	58
2.3 (ต่อ)สัญลักษณ์ต่างๆ ตาม DIN 40713 และ DIN 40703	59
2.3 (ต่อ)สัญลักษณ์ต่างๆ ตาม DIN 40713 และ DIN 40703	60
2.3 (ต่อ)สัญลักษณ์ต่างๆ ตาม DIN 40713 และ DIN 40703	61
2.3 (ต่อ)สัญลักษณ์ต่างๆ ตาม DIN 40713 และ DIN 40703	62
2.3 (ต่อ)สัญลักษณ์ต่างๆ ตาม DIN 40713 และ DIN 40703	63
ค.1 รายการอุปกรณ์ของแผงต่อวงจร	91
ค.1 (ต่อ)รายการอุปกรณ์ของแผงต่อวงจร	92
ค.2 รายการอุปกรณ์สายไฟฟ้า	92
จ.1 การคำนวณหาค่าแรงดันและกระไฟฟ้าอินดั๊กชั่นมอเตอร์	140
ฉ.1 การคำนวณหาค่าแรงดันและกระไฟฟ้าอินดั๊กชั่นมอเตอร์	238
ช.1 การตรวจสอบและแนวทางแก้ไขเบื้องต้น	306
ช.2 คุณสมบัติของพีแอลซีรุ่น PC84SF Version 2.00	307
ซ.1 รายละเอียดทางเทคนิคของพีแอลซี	309
ซ.1 (ต่อ)รายละเอียดทางเทคนิคของพีแอลซี	310
ซ.1 (ต่อ)รายละเอียดทางเทคนิคของพีแอลซี	311

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 โครงสร้างและส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	4
2.2 การต่อขดลวดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบต่างๆ	5
2.2 (ต่อ)การต่อขดลวดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบต่างๆ	6
2.3 ลักษณะคุณสมบัติของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงต่อขนาน	6
2.3 (ต่อ)ลักษณะคุณสมบัติของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงต่อขนาน	7
2.4 ลักษณะคุณสมบัติของมอเตอร์กระแสตรงต่ออนุกรม	7
2.4 (ต่อ)ลักษณะคุณสมบัติของมอเตอร์กระแสตรงต่ออนุกรม	8
2.5 ทิศทางการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	9
2.6 การกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม	9
2.6 (ต่อ)การกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม	10
2.7 การกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน	10
2.8 การกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสม	11
2.9 การควบคุมความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม	12
2.10 การควบคุมความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม โดยวิธีลดกระแสขดลวดอาร์เมเจอร์	12
2.11 การควบคุมความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม โดยวิธีลดแรงดันที่จ่ายให้มอเตอร์	12
2.12 การควบคุมอาร์เมเจอร์	13
2.13 การควบคุมขดลวดสนามแม่เหล็ก	13
2.14 การเริ่มการทำงานมอเตอร์แบบอนุกรมด้วยสวิตช์สตาร์ท 2 ปุ่ม	14
2.15 การเริ่มการทำงานมอเตอร์แบบอนุกรมด้วยสวิตช์สตาร์ท 3 ปุ่ม	14
2.16 การเริ่มการทำงานมอเตอร์แบบอนุกรมด้วยสวิตช์สตาร์ท 4 ปุ่ม	15
2.17 ลักษณะโครงสร้างภายนอกของมอเตอร์ 3 เฟส	17
2.18 ลักษณะของโรเตอร์ของมอเตอร์ 3 เฟส	17
2.19 ลักษณะฝาครอบหัว-ท้ายของมอเตอร์ 3 เฟส	17
2.20 ลักษณะสเตเตอร์ก่อนพันขดลวด	18
2.21 ลักษณะการพันขดลวดสเตเตอร์ของมอเตอร์ 3 เฟส	18

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.22 การต่อมอเตอร์ 3 เฟส แบบสลิปริง	19
2.23 ลักษณะขดลวด 3 เฟสที่พันเสร็จแล้วแสดงในแนวเส้นตรง	20
2.24 แท่งสี่เหลี่ยมแทนขดลวดแต่ละเฟสของรูปที่ 2.22	21
2.25 การต่อขดลวดเฟส A	21
2.26 การต่อขดลวดเฟส A และเฟส B	21
2.27 การต่อขดลวดเฟส A เฟส B และเฟส C	22
2.28 การต่อขดลวดมอเตอร์ 3 เฟสแบบสตาร์	22
2.29 สคีมเมติกไดอะแกรมการต่อขดลวดมอเตอร์ 3 เฟส แบบสตาร์	22
2.30 สคีมเมติกไดอะแกรมการต่อขดลวดมอเตอร์ 3 เฟส แบบเดลต้า	23
2.31 หลักการต่อสายในกล่องต่อสายของมอเตอร์ 3 เฟส	23
2.32 วิธีต่อปลายสายขดลวดมอเตอร์ 3 เฟส เพื่อให้หมุนในทิศทางหนึ่ง	24
2.33 วิธีต่อปลายสายขดลวดมอเตอร์ 3 เฟสเพื่อให้หมุนในอีกทิศทางหนึ่ง ซึ่งตรงข้ามกับรูปที่ 2.32	24
2.34 การต่อมอเตอร์ 3 เฟสแบบวาวด์โรเตอร์ให้หมุนกลับทิศทาง	25
2.35 วงจรสตาร์ทโดยตรง	26
2.36 วงจรสตาร์ทลดแรงดันป้อนโดยต่อความต้านทานอันดับกับมอเตอร์	27
2.37 วงจรสตาร์ทแบบต่อออโต้-ทรานซ์ฟอร์เมอร์อันดับกับมอเตอร์	28
2.38 วงจรสตาร์ทแบบสตาร์-เดลต้า	29
2.39 วงจรสตาร์ทสลิปริงมอเตอร์แบบต่อตรง	30
2.40 โรเตอร์ของมอเตอร์สปลิทเฟส	31
2.41 สเตเตอร์ของมอเตอร์สปลิทเฟส	31
2.42 ลักษณะฝาครอบมอเตอร์สปลิทเฟส	31
2.43 สวิตช์เซนตริฟูกัล	32
2.44 ลักษณะของมอเตอร์สปลิทเฟส	32
2.45 การทำงานของสวิตช์เซนตริฟูกัล	33
2.46 การต่อขดสตาร์ทและขดรันของมอเตอร์สปลิทเฟสและสวิตช์เซนตริฟูกัล	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.47 กระแสไฟที่ไหลผ่านขดรัน (I_m) และไหลผ่านขดสตาร์ท (I_s) เมื่อเทียบกับแรงดันไฟฟ้า (E)	34
2.48 เวคเตอร์ไดอะแกรมแสดงมุมต่างเฟสระหว่างกระแสไฟขดสตาร์ทและขดรัน	35
2.49 การวางขดลวดชุดรันและชุดสตาร์ทของมอเตอร์สปลิทเฟสชนิดสี่โพล	36
2.50 ลักษณะขดรันและขดสตาร์ทที่แสดงในแนวเส้นตรงของมอเตอร์ชนิดสี่โพล	37
2.51 วิธีต่อขดลวดเพื่อให้สร้างสนามแม่เหล็กเป็นขั้วเหนือและขั้วใต้สลับกัน	37
2.52 วิธีต่อขดรันและขดสตาร์ทร่วมกับสวิตช์เซนตริฟูกัล	37
2.53 วิธีต่อขดลวดมอเตอร์แล้วสมมุติว่าหมุนทวนเข็มนาฬิกา	38
2.54 วิธีต่อขดลวดมอเตอร์แล้วสมมุติว่าหมุนตามเข็มนาฬิกา	38
2.55 โครงสร้างของพีแอลซี	39
2.56 การสแกนที่มีผลตอบสนองต่ออินพุตและเอาต์พุต	40
2.57 การต่ออุปกรณ์อื่นใช้งานร่วมกับพีแอลซี	42
2.58 โครงสร้างของหน่วยประมวลผลกลาง	43
2.59 การสแกนของพีแอลซีตามลำดับก่อนหลัง	44
2.60 ลักษณะโครงสร้างของหน่วยความจำ	46
2.61 ลักษณะของหน่วยความจำพีแอลซี	47
2.62 การต่อวงจรและการเขียนโปรแกรมแสดงผลแบตเตอรี่	50
2.63 ตัวอย่างโปรแกรมการใช้งาน TR	50
2.64 แลดเดอร์ที่ใช้งานได้	51
2.65 ค่าสภาวะ AR0712 จาก Dip SW.6	51
2.66 การใช้ AR17–AR21	53
2.67 การต่อสาย Pc Link เข้าที่ Port RS232C ของพีแอลซี	54
2.68 เซ็ทค่าลงใน DM Set Up ของพีแอลซีทั้งสอง	54
2.69 ตัวอย่างการใช้ LR	54
3.1 วงจรจ่ายแรงดัน	65
3.2 แผงวงจรไฟฟ้า	65
3.3 โต๊ะชุดฝึกมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับควบคุมด้วยพีแอลซี	69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.4 แผงวงจรไฟฟ้า	70
4.1 วงจรไฟฟ้ามอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	72
4.2 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	73
4.3 วงจรไฟฟ้ามอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส	75
4.4 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	76
4.5 วงจรไฟฟ้ามอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส	78
4.6 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	79
4.6 (ต่อ)แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	80
ก.1 ภาพด้านหน้าชุดฝึกมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับควบคุมด้วยพีแอลซี	87
ก.2 ภาพด้านข้างชุดฝึกมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับควบคุมด้วยพีแอลซี	87
ข.1 แผงต่อวงจรชุดฝึกมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับควบคุมด้วยพีแอลซี	89
ง.1 แผนผังการทำงานของชุดฝึกมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ ควบคุมด้วยพีแอลซี	94
ง.2 แผนผังใบงานของวงจรไฟฟ้า	95
ง.3 แผนผังใบงานของเครื่องควบคุมแบบตรรกที่โปรแกรมได้	96
จ.1 การเริ่มเดินมอเตอร์แบบอนุกรมด้วยสวิตช์สตาร์ท 2 ปุ่ม	98
จ.2 การเริ่มเดินมอเตอร์แบบอนุกรมด้วยสวิตช์สตาร์ 3 ปุ่ม	99
จ.3 การเริ่มเดินมอเตอร์แบบอนุกรมด้วยสวิตช์สตาร์ท 4 ปุ่ม	99
จ.4 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	100
จ.5 วงจรกำลัง	101
จ.6 วงจรควบคุม	101
จ.7 วงจรไฟฟ้า	102
จ.8 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	103
จ.9 วงจรกำลัง	104
จ.10 วงจรควบคุม	104
จ.11 วงจรไฟฟ้า	105
จ.12 การต่อบคสตาร์ทและขดรันของมอเตอร์สปลิทเฟสและสวิตช์เซนตริฟูกัล	108

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
จ.13 กระแสไฟที่ไหลผ่านขดรัน (I_m) และไหลผ่านขดสตาร์ท (I_s) เมื่อเทียบกับแรงดันไฟฟ้า (E)	109
จ.14 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	110
จ.15 วงจรกำลัง	111
จ.16 วงจรควบคุม	111
จ.17 วงจรไฟฟ้า	112
จ.18 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	113
จ.19 วงจรกำลัง	114
จ.20 วงจรควบคุม	114
จ.21 วงจรไฟฟ้า	115
จ.22 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	118
จ.23 วงจรกำลัง	119
จ.24 วงจรควบคุม	119
จ.25 วงจรไฟฟ้า	120
จ.26 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	121
จ.27 วงจรกำลัง	122
จ.28 วงจรควบคุม	122
จ.29 วงจรไฟฟ้า	123
จ.30 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	126
จ.30 (ต่อ)แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	127
จ.31 วงจรกำลัง	128
จ.32 วงจรควบคุม	128
จ.33 วงจรไฟฟ้า	129
จ.34 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	130
จ.34 (ต่อ)แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	131
จ.35 วงจรกำลัง	132
จ.36 วงจรควบคุม	132

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
จ.37 วงจรไฟฟ้า	133
จ.38 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	134
จ.38 (ต่อ)แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	135
จ.39 วงจรกำลัง	136
จ.40 วงจรควบคุม	136
จ.41 วงจรไฟฟ้า	137
จ.42 การต่อขดลวดมอเตอร์ 3 เฟส 220/380V แบบสตาร์และการต่อขดลวดของมอเตอร์ 3 เฟส 380/660V แบบเดลต้า	140
จ.43 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	141
จ.43 (ต่อ)แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	142
จ.44 วงจรกำลัง	143
จ.45 วงจรควบคุม	143
จ.46 วงจรไฟฟ้า	144
จ.47 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	145
จ.47 (ต่อ)แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	146
จ.48 วงจรกำลัง	147
จ.49 วงจรควบคุม	147
จ.50 วงจรไฟฟ้า	148
จ.51 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	151
จ.51 (ต่อ)แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	152
จ.52 วงจรกำลัง	153
จ.53 วงจรควบคุม	153
จ.54 วงจรไฟฟ้า	154
จ.55 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	155
จ.55 (ต่อ)แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	156
จ.56 วงจรกำลัง	157
จ.57 วงจรควบคุม	157

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
จ.58 วงจรไฟฟ้า	158
จ.59 กระแสในการสตาร์ทสตาร์-เดลต้าแบบเปิดวงจร	161
จ.60 กระแสในการสตาร์ทสตาร์-เดลต้าแบบปิดวงจร	161
จ.61 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	162
จ.61 (ต่อ)แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	163
จ.62 วงจรกำลัง	164
จ.63 วงจรควบคุม	164
จ.64 วงจรไฟฟ้า	165
จ.65 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	166
จ.65 (ต่อ)แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	167
จ.66 วงจรกำลัง	168
จ.67 วงจรควบคุม	168
จ.68 วงจรไฟฟ้า	169
จ.69 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	172
จ.69 (ต่อ)แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	173
จ.70 วงจรกำลัง	174
จ.71 วงจรควบคุม	174
จ.72 วงจรไฟฟ้า	175
จ.73 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	176
จ.73 (ต่อ)แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	177
จ.74 วงจรกำลัง	178
จ.75 วงจรควบคุม	178
จ.76 วงจรไฟฟ้า	179
จ.77 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	183
จ.78 วงจรกำลัง	184
จ.79 วงจรควบคุม	184
จ.80 วงจรไฟฟ้า	185

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
จ.81 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	186
จ.81 (ต่อ)แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	187
จ.82 วงจรกำลัง	188
จ.83 วงจรควบคุม	188
จ.84 วงจรไฟฟ้า	189
ฉ.1 การเริ่มเดินมอเตอร์แบบอนุกรมด้วยสวิตช์ 2 ปุ่ม	192
ฉ.2 การเริ่มเดินมอเตอร์แบบอนุกรมด้วยสวิตช์สตาร์ท 3 ปุ่ม	193
ฉ.3 การเริ่มเดินมอเตอร์แบบอนุกรมด้วยสวิตช์สตาร์ท 4 ปุ่ม	193
ฉ.4 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	194
ฉ.5 วงจรกำลัง	195
ฉ.6 วงจรควบคุม	195
ฉ.7 วงจรไฟฟ้า	196
ฉ.8 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	197
ฉ.9 วงจรกำลัง	198
ฉ.10 วงจรควบคุม	198
ฉ.11 วงจรไฟฟ้า	199
ฉ.12 การต่อขดสตาร์ทและขดรันของมอเตอร์สปลิทเฟสและสวิตช์เซนตริฟูกัล	202
ฉ.13 กระแสไฟที่ไหลผ่านขดรัน (I_m) และไหลผ่านขดสตาร์ท (I_s) เมื่อเทียบกับแรงดันไฟฟ้า (E)	203
ฉ.14 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	204
ฉ.15 วงจรกำลัง	205
ฉ.16 วงจรควบคุม	205
ฉ.17 วงจรไฟฟ้า	206
ฉ.18 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	207
ฉ.19 วงจรกำลัง	208
ฉ.20 วงจรควบคุม	208
ฉ.21 วงจรไฟฟ้า	209

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ฉ.22 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	211
ฉ.23 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	213
ฉ.24 วงจรกำลัง	214
ฉ.25 วงจรควบคุม	214
ฉ.26 วงจรไฟฟ้า	215
ฉ.27 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	216
ฉ.28 วงจรกำลัง	217
ฉ.29 วงจรควบคุม	217
ฉ.30 วงจรไฟฟ้า	218
ฉ.31 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	220
ฉ.32 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	222
ฉ.32 (ต่อ)แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	223
ฉ.33 วงจรกำลัง	224
ฉ.34 วงจรควบคุม	224
ฉ.35 วงจรไฟฟ้า	225
ฉ.36 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	226
ฉ.36 (ต่อ)แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	227
ฉ.37 วงจรกำลัง	228
ฉ.38 วงจรควบคุม	228
ฉ.39 วงจรไฟฟ้า	229
ฉ.40 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	230
ฉ.40 (ต่อ)แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	231
ฉ.41 วงจรกำลัง	232
ฉ.42 วงจรควบคุม	232
ฉ.43 วงจรไฟฟ้า	233
ฉ.44 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	235

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ฉ.45 การต่อขดลวดมอเตอร์ 3 เฟส 220/380V แบบสตาร์และการต่อขดลวดของมอเตอร์ 3 เฟส 380/660V แบบเดลต้า	238
ฉ.46 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	239
ฉ.46 (ต่อ)แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	240
ฉ.47 วงจรกำลัง	241
ฉ.48 วงจรควบคุม	241
ฉ.49 วงจรไฟฟ้า	242
ฉ.50 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	243
ฉ.50 (ต่อ)แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	244
ฉ.51 วงจรกำลัง	245
ฉ.52 วงจรควบคุม	245
ฉ.53 วงจรไฟฟ้า	246
ฉ.54 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	250
ฉ.54 (ต่อ)แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	251
ฉ.55 วงจรกำลัง	252
ฉ.56 วงจรควบคุม	252
ฉ.57 วงจรไฟฟ้า	253
ฉ.58 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	253
ฉ.58 (ต่อ)แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	255
ฉ.59 วงจรกำลัง	256
ฉ.60 วงจรควบคุม	256
ฉ.61 วงจรไฟฟ้า	257
ฉ.62 กระแสในการสตาร์ทสตาร์-เดลต้าแบบเปิดวงจร	262
ฉ.63 กระแสในการสตาร์ทสตาร์-เดลต้าแบบปิดวงจร	262
ฉ.64 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	263
ฉ.64 (ต่อ)แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	264
ฉ.65 วงจรกำลัง	265

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ฉ.66 วงจรควบคุม	265
ฉ.67 วงจรไฟฟ้า	266
ฉ.68 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	267
ฉ.68 (ต่อ)แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	268
ฉ.69 วงจรกำลัง	269
ฉ.70 วงจรควบคุม	269
ฉ.71 วงจรไฟฟ้า	270
ฉ.72 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	274
ฉ.72 (ต่อ)แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	275
ฉ.73 วงจรกำลัง	276
ฉ.74 วงจรควบคุม	276
ฉ.75 วงจรไฟฟ้า	277
ฉ.76 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	278
ฉ.76 (ต่อ)แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	279
ฉ.77 วงจรกำลัง	280
ฉ.78 วงจรควบคุม	280
ฉ.79 วงจรไฟฟ้า	281
ฉ.80 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	283
ฉ.80 (ต่อ)แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	284
ฉ.81 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	288
ฉ.82 วงจรกำลัง	289
ฉ.83 วงจรควบคุม	289
ฉ.84 วงจรไฟฟ้า	290
ฉ.85 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	291
ฉ.85 (ต่อ)แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค	292
ฉ.86 วงจรกำลัง	293
ฉ.87 วงจรควบคุม	293

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ฉ.88 วงจรไฟฟ้า	294
ช.1 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุมของชุดฝึกมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง และกระแสสลับควบคุมด้วยพีแอลซี	299
ช.2 แผงต่อวงจรของชุดฝึกมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ ควบคุมด้วยพีแอลซี	300
ช.3 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุมของพีแอลซี	301
ช.4 คีย์บอร์ดป้อนโปรแกรมพีแอลซี	302
ช.5 คีย์บอร์ดป้อนโปรแกรมพีแอลซี กลุ่มที่ 1 Instruction	302
ช.6 คีย์บอร์ดป้อนโปรแกรมพีแอลซี กลุ่มที่ 2 Control	303
ช.7 คีย์บอร์ดป้อนโปรแกรมพีแอลซี กลุ่มที่ 3 Word and IO Assignment	304
ช.8 คีย์บอร์ดป้อนโปรแกรมพีแอลซี กลุ่มที่ 4 Numeric	305
ซ.1 พีแอลซี รุ่น PC84SF Training	309

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ในสถานการณ์ปัจจุบัน โรงงานอุตสาหกรรมของประเทศไทยกำลังเจริญก้าวหน้า โรงงานต่างๆ เหล่านี้จะทำงานเป็นระบบ ซึ่งระบบของโรงงานจะมีการควบคุมอุปกรณ์หรือเครื่องจักรต่างๆ ภายในโรงงานก็จะควบคุมอุปกรณ์เครื่องจักรเหล่านั้นด้วยระบบอัตโนมัตินั้นก็ คือ การนำเอาพีแอลซี มาใช้ในโรงงาน

พีแอลซี (Programmable Logic Controller) เป็นอุปกรณ์ชนิดหนึ่งที่นำมาแทนการควบคุมที่ใช้รีเลย์ ทำให้สะดวกขึ้น เพราะเป็นระบบอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งใช้ในการเขียนโปรแกรมควบคุมทำนองเดียวกับคอมพิวเตอร์แทนการเดินสายไฟฟ้ามีหน่วย อินพุต/เอาต์พุต แบบลอจิก เปิด/ปิด และแบบแอนะลอก จึงทำให้สามารถควบคุมเครื่องจักรได้ทุกชนิด นอกจากนั้น ยังมีหน่วย อินพุต/เอาต์พุต จำนวนมาก เมื่อมีความเสียหายก็ทำได้โดยการเปลี่ยนโมดูลเท่านั้นและพีแอลซี สามารถตรวจสอบสภาวะ“เปิด”หรือ“ปิด”ของอุปกรณ์ภายนอกตามโปรแกรมได้ ทำให้สามารถตรวจหาข้อบกพร่องได้อย่างรวดเร็ว

ดังนั้นจากประโยชน์ของพีแอลซี ที่ได้กล่าวมานั้น ทางคณะผู้จัดทำจึงได้นำพีแอลซีมาประยุกต์ใช้งานร่วมกับมอเตอร์ไฟฟ้า โดยจำลองการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าควบคุมการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยพีแอลซี ให้คล้อยตามสถานที่ประกอบการและระบบโรงงานอุตสาหกรรม จึงจัดทำชุดฝึกมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับควบคุมด้วยพีแอลซี ขึ้น เพื่อให้เป็นการฝึกการใช้งาน การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า การเขียนโปรแกรมและโปรแกรมประยุกต์ใช้งานต่างๆ ของพีแอลซี เบื้องต้นได้อีกทั้งเป็นแนวทางในการออกไปปฏิบัติงานจริงหรือในพัฒนาชุดฝึกในรุ่นต่อๆ ไป

1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน

โครงงานนี้มีขีดความสามารถดังนี้

1. สามารถสาธิตการทำงานของวงจรการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับควบคุมด้วยพีแอลซี

2. สามารถสาธิตการทำงานของการกลับทางหมุนมอเตอร์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. สามารถสาธิตการทำงานของการสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์-เดลต้าได้

4. สามารถสาธิตการทำงานของการสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์-เดลต้าแบบกลับทางหมุนได้

5. สามารถสาธิตการทำงานของการสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์-เดลต้าแบบต่อเนื่องได้

6. สามารถสาธิตการทำงานของการสตาร์ทมอเตอร์ทำงานเรียงกันตามลำดับได้

7. สามารถสาธิตการทำงานของมอเตอร์ 2 ความเร็วแบบขดลวดที่สเตเตอร์ 2 ชุดแยกกันได้

8. มีใบงานประกอบการทดลอง 9 ใบงาน

1.3 เนื้อหาโดยสังเขป

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีเนื้อหาแบ่งออกเป็นบทต่างๆ เพื่อสะดวกต่อการศึกษาในแต่ละบทจะประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์ ขีดความสามารถของโครงงานและเนื้อหาในบทต่างๆ โดยสังเขป

บทที่ 2 ประกอบด้วยทฤษฎีและหลักการต่างๆ เกี่ยวกับโครงสร้างการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้า การโปรแกรมและควบคุมมอเตอร์ด้วยพีแอลซี ระบบสัญลักษณ์ของอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า

บทที่ 3 การออกแบบและการสร้างจะเป็นเนื้อหาโดยละเอียดซึ่งจะเริ่มตั้งแต่ ขั้นตอนวิธีการออกแบบวงจรในส่วนต่างๆ แผนผังการทำงานของชุดฝึกมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับควบคุมด้วยพีแอลซี เพื่อให้สามารถทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง ในบทนี้เป็นการนำเสนอการทดลองออกเป็นส่วนๆ ตามใบงานพร้อมบันทึกผลการทดลองในแต่ละส่วนของใบงาน

บทที่ 5 บทสรุป ปัญหาแนวทางแก้ไขและพัฒนา ซึ่งจะเป็นการสรุปผลของชุดฝึกมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับควบคุมด้วยพีแอลซีและกล่าวถึงปัญหาที่เกิดขึ้นนับตั้งแต่การเริ่มสร้างโครงงานจนกระทั่งโครงงานเสร็จสมบรูณ์ ตลอดจนแนวทางแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งเสนอแนวทางการพัฒนาชุดฝึกมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับควบคุมด้วยพีแอลซีเพื่อให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้อย่างกว้างขวางและสามารถปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ การติดตั้งและการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่นๆ ขณะใช้งานจริง

ภาคผนวก ข ผังรายละเอียดวงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

ภาคผนวก ค แสดงรายการอุปกรณ์ที่ใช้ในแต่ละวงจร

ภาคผนวก ง แผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ ใบงานการทดลอง

ภาคผนวก ฉ เฉลยใบงานการทดลอง

ภาคผนวก ช คู่มือการใช้งานของพีแอลซี รุ่น PC84SF Version 2.00

ภาคผนวก ซ รายละเอียดทางเทคนิคที่สำคัญในโครงงาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีพื้นฐานต่างๆ ที่นำมาใช้ประกอบในการจัดทำโครงงานซึ่งจะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

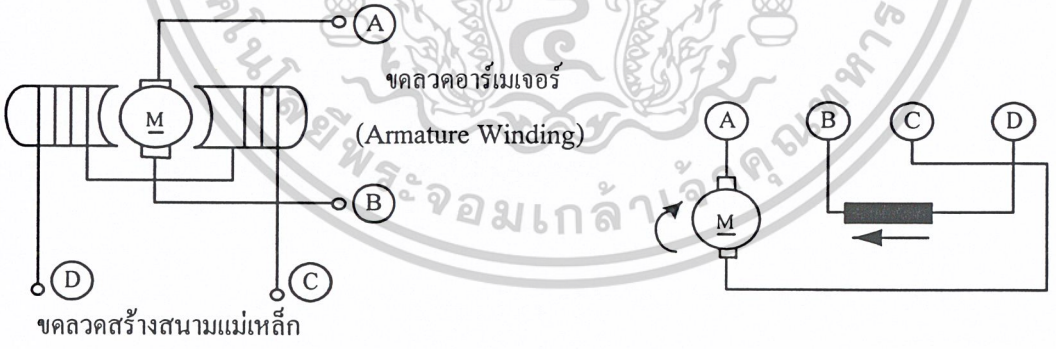
2.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

2.2.1 โครงสร้างของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

โครงสร้างของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ประกอบด้วยส่วนประกอบสำคัญๆ 2 ส่วน ด้วยกัน คือ ส่วนที่เคลื่อนที่และส่วนที่อยู่กับที่

1) ส่วนที่เคลื่อนที่ เรียกว่า"อาร์เมเจอร์"เป็นขดลวดไฟฟ้าพันอยู่บน แกนเหล็ก

2) ส่วนที่อยู่กับที่เป็นตัวที่จะสร้างสนามแม่เหล็กและทำหน้าที่เป็นเปลือกหรือโครงของตัวไปด้วยมอเตอร์ ดังแสดงในรูปที่ 2.1



(ก) โครงสร้าง (ข) ส่วนประกอบ

รูปที่ 2.1 โครงสร้างและส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาร์เมเจอร์มีอุปกรณ์หลักที่สำคัญดังนี้

1) ตัวอาร์เมเจอร์ คือ ส่วนที่สามารถหมุนหรือเคลื่อนที่ ตัวหมุนเคลื่อนที่ของมอเตอร์ มีลักษณะเป็นทรงกระบอกทำด้วยแกนเหล็กอาบฉนวนบางๆ วางอัดซ้อนกันอยู่บนเพลาของตัวหมุน

2) แปรงถ่านคาร์บอน จะถูกกดด้วยสปริงติดแน่นกับซี่คอมมิวเตเตอร์และหัวแปรงถ่านจะเป็นทางผ่านของกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงเข้าสู่ขดลวดอาร์เมเจอร์

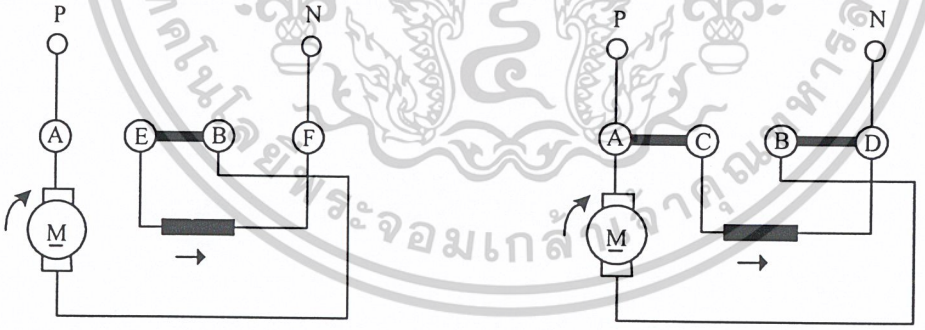
ขดลวดสร้างสนามแม่เหล็กจะพันอยู่ในแกนเหล็กของตัวอยู่กับที่ ขดลวดสนามแม่เหล็กที่ใช้ในมอเตอร์กระแสตรง มี 2 ชนิด คือ

1) ขดลวดอนุกรม เป็นขดลวดทองแดงขนาดใหญ่กว่าจำนวนรอบที่พันน้อย ความต้านทานจึงมีค่าต่ำ

2) ขดลวดขนาน ขดลวดที่นำมาใช้พันจะเป็นเส้นลวดทองแดงมีขนาดเส้นเล็กจำนวนรอบที่พันจำนวนมาก ความต้านทานของขดลวดสนามแม่เหล็กที่ต่อแบบขนานจึงมีค่าสูง

2.2.2 ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

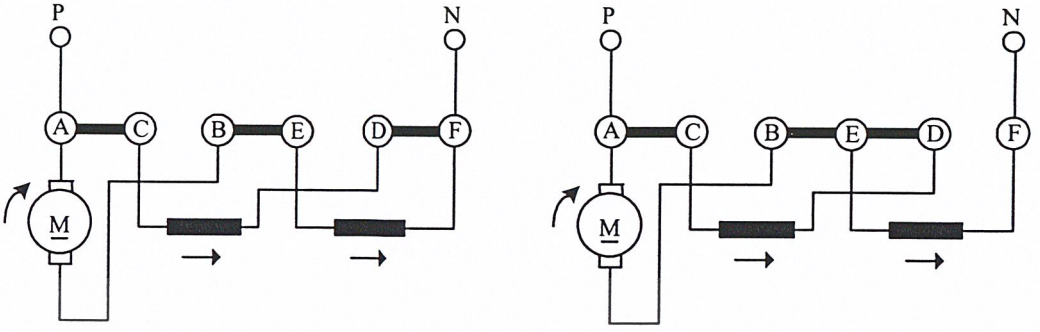
มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ มอเตอร์ต่อขนาน มอเตอร์ต่ออนุกรม และมอเตอร์แบบผสม ซึ่งมอเตอร์แต่ละชนิด จะมีแบบโครงสร้างและวิธีการต่อขดลวดแตกต่างกันไปดังแสดงในรูปที่ 2.2



(ก) มอเตอร์ต่อแบบอนุกรม (ข) มอเตอร์ต่อแบบขนาน

รูปที่ 2.2 การต่อขดลวดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

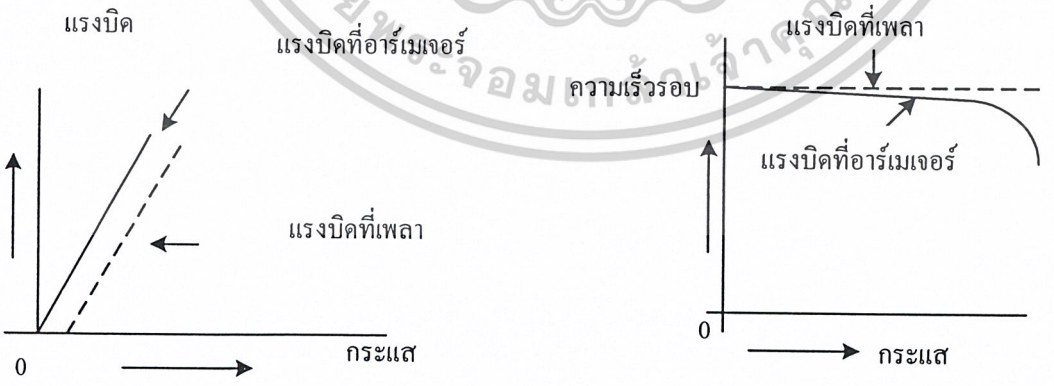


(ค) มอเตอร์ต่อแบบผสมแบบที่ 1 (ง) มอเตอร์ต่อแบบผสมแบบที่ 2

รูปที่ 2.2 (ต่อ) การต่อขดลวดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบต่างๆ

1) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน

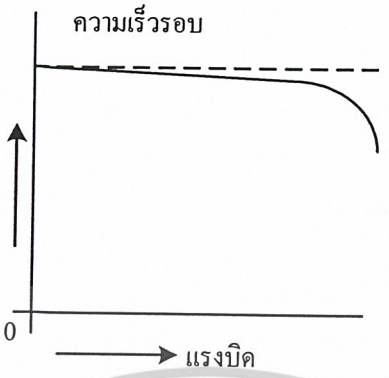
มอเตอร์ชนิดนี้ ประกอบด้วยขดลวดสนามแม่เหล็กต่อขนานที่แปรงถ่านของมอเตอร์ ซึ่งขดลวดสนามแม่เหล็กจะมีความต้านทานสูงกระแสที่ไหลผ่านประมาณ 1-3% ของกระแสที่ไหลผ่านอาร์เมเจอร์และเนื่องจากขดลวดสนามแม่เหล็กที่ต่อตรงกับแหล่งจ่ายไฟฟ้าซึ่งสามารถทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กคงที่ จึงเหมาะกับโหลดเบาหรือไม่มีโหลดขณะเริ่มเดินเครื่อง เช่น เครื่องกลึง เครื่องไส เลื่อยวงเดือน เป็นต้น ดังรูปที่ 2.3 ลักษณะคุณสมบัติของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงต่อขนาน



(ก) แรงบิดกับกระแส (ข) ความเร็วรอบกับกระแส

รูปที่ 2.3 ลักษณะคุณสมบัติของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงต่อขนาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

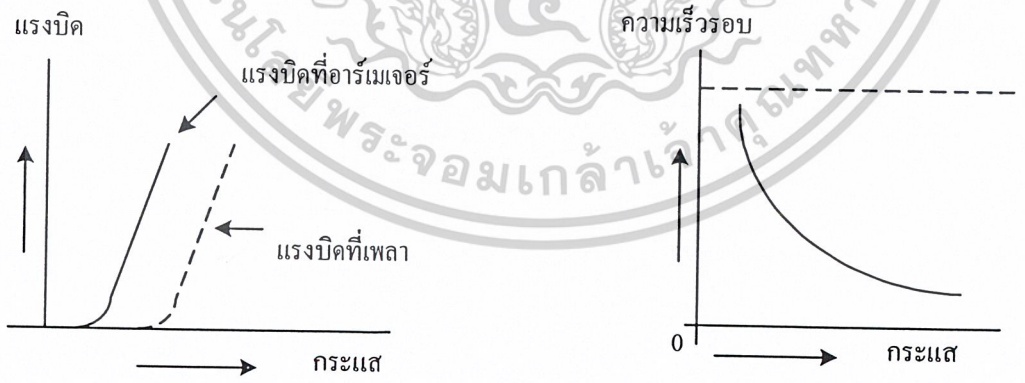


(ค) ความเร็วรอบกับแรงบิด

รูปที่ 2.3 (ต่อ) ลักษณะคุณสมบัติของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงต่อขนาน

2) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม

ขดลวดสนามแม่เหล็กจะต้องต่ออนุกรมกับอาร์เมเจอร์ เมื่อมอเตอร์เริ่มหมุนที่โหลดเต็มที่จะมีกระแสไหลมาก จึงเหมาะกับการที่จะนำไปขับเครื่องกล ที่ต้องการแรงบิดเริ่มต้นสูง เช่น เครน รถไฟฟ้า เป็นต้น มอเตอร์ชนิดนี้จึงต้องทำการเริ่มเดินขณะที่มีโหลดเท่านั้น ดังรูปที่ 2.4 คือ ลักษณะคุณสมบัติของมอเตอร์กระแสตรงต่ออนุกรม

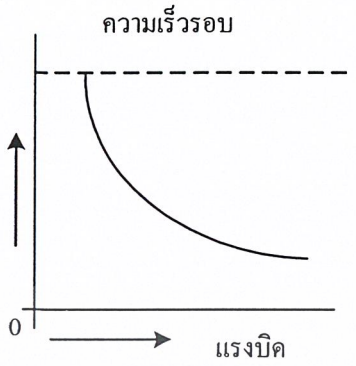


(ก) แรงบิดกับกระแส

(ข) ความเร็วรอบกับกระแส

รูปที่ 2.4 ลักษณะคุณสมบัติของมอเตอร์กระแสตรงต่ออนุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ค) ความเร็วรอบกับแรงบิด

รูปที่ 2.4 (ต่อ) ลักษณะคุณสมบัติของมอเตอร์กระแสตรงต่ออนุกรม

3) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบต่อผสมชั้นท์มอเตอร์และซีรี่ส์มอเตอร์

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสม มีลักษณะเป็นขดลวดสนามแม่เหล็กขนานและอนุกรมจะพันอยู่ในชั้นเดียวกันมีลักษณะการต่ออยู่ 2 แบบ

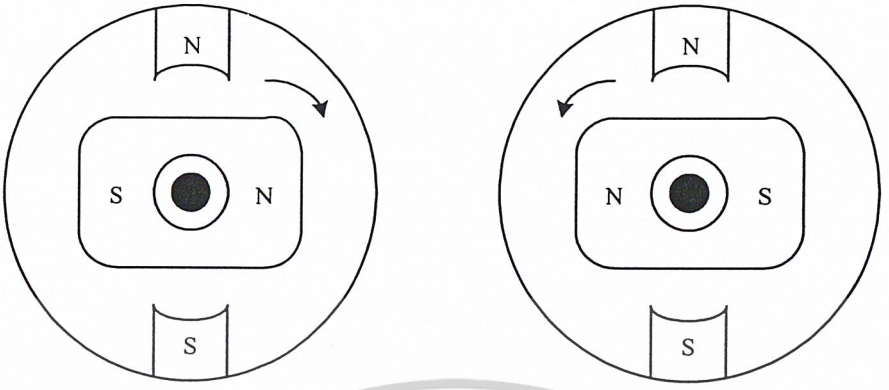
1) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสมชนิดเสริมสนามแม่เหล็ก

มอเตอร์ชนิดนี้จะต่อสนามแม่เหล็กอนุกรมเพิ่มขึ้นไปเสริมกับสนามแม่เหล็กขนาน ทำให้มอเตอร์ชนิดนี้มีลักษณะคุณสมบัติของมอเตอร์ต่อแบบขนานรวมกับมอเตอร์ต่อแบบอนุกรม จึงเหมาะที่จะนำไปขับ โหลดที่มีเป็นช่วงๆ เช่น เครื่อง โม่หิน เครื่องตัดเหล็ก เครน เป็นต้น

2) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสมชนิดต้านสนามแม่เหล็ก

มอเตอร์ชนิดนี้จะมีสนามแม่เหล็กอนุกรม จะสวนทางกับสนามแม่เหล็กขนาน ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กอนุกรมหักล้างกันกับสนามแม่เหล็กขนาน มอเตอร์ชนิดนี้จึงสามารถนำไปขับเคลื่อนเครื่องจักรที่มีความเร็วคงที่มากๆ ขณะโหลดเพิ่มขึ้น แต่ไม่เป็นที่นิยมใช้กัน ทิศทางการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ทิศทางการหมุนของอาร์เมเจอร์จะขึ้นอยู่กับขั้วแม่เหล็กของอาร์เมเจอร์และขั้วแม่เหล็กของขดลวดสนามแม่เหล็ก ดังรูปที่ 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

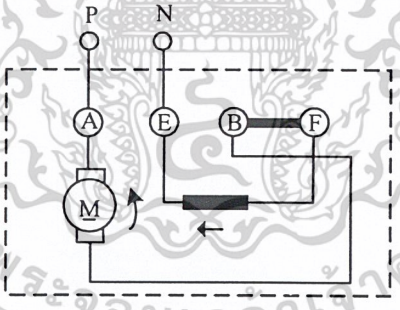


(ก) อาร์เมเจอร์หมุนตามนาฬิกา (ข) อาร์เมเจอร์หมุนทวนเข็มนาฬิกา

รูปที่ 2.5 ทิศทางการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

2.2.3 การกลับทิศทางการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดต่างๆ

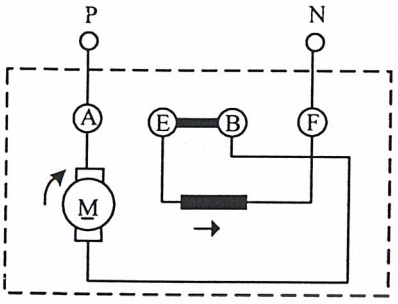
สามารถทำได้โดยการกลับปลายสายของขดลวดอาร์เมเจอร์



(ก) การกลับทางหมุนโดยการสลับขั้วที่อาร์เมเจอร์แบบอนุกรมแบบที่ 1

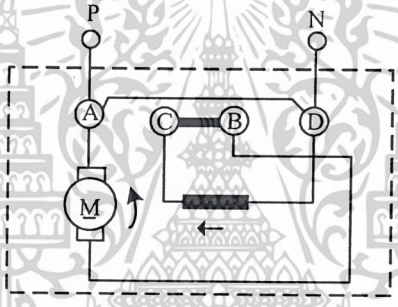
รูปที่ 2.6 การกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

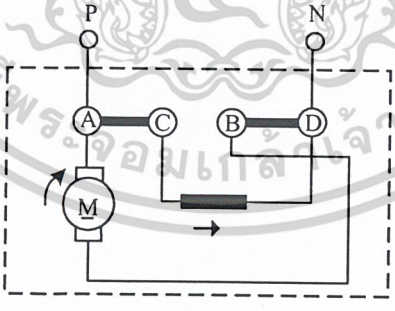


(ข) การกลับทางหมุนโดยการสลับขั้วที่อาร์เมเจอร์แบบอนุกรมแบบที่ 2

รูปที่ 2.6 (ต่อ) การกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม



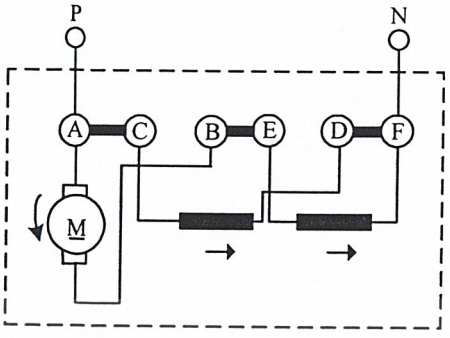
(ก) กลับทางหมุนโดยการสลับขั้วที่อาร์เมเจอร์แบบขนานแบบที่ 1



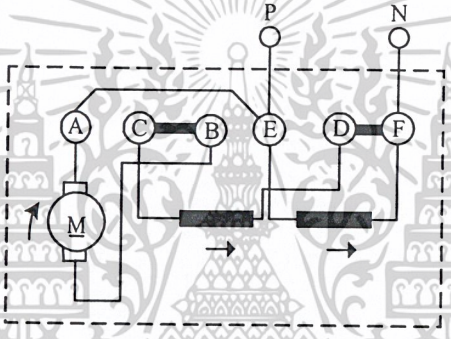
(ข) กลับทางหมุนโดยการสลับขั้วที่อาร์เมเจอร์แบบขนานแบบที่ 2

รูปที่ 2.7 การกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) กลับทางหมุนโดยการสลับขั้วที่อาร์เมเจอร์แบบผสมแบบที่ 1



(ข) กลับทางหมุนโดยการสลับขั้วที่อาร์เมเจอร์แบบผสมแบบที่ 2

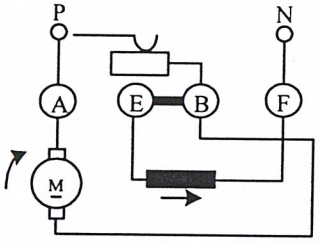
รูปที่ 2.8 การกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสม

2.2.4 การควบคุมความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม

การควบคุมความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม ทำได้ 3 วิธี คือ

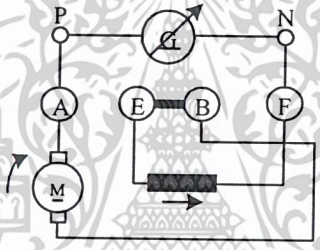
1) ลดกระแสขดลวดอาร์เมเจอร์ มีวิธีโดยการนำเอาความต้านทานปรับค่าได้มาต่อขนานกับขดลวดอาร์เมเจอร์จะทำให้กระแสขดลวดอาร์เมเจอร์ลดลงและเส้นแรงแม่เหล็กจะลดลงเป็นผลทำให้ความเร็วรอบของมอเตอร์ลดลง ดังวงจรแสดงในรูปที่ 2.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



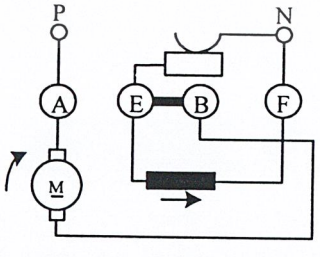
รูปที่ 2.9 การควบคุมความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม

2) ลดกระแสขดลวดสนามแม่เหล็ก โดยการนำเอาความต้านทานที่ปรับค่าได้ต่อขนานกับขดลวดสนามแม่เหล็ก เป็นผลให้ความเร็วมอเตอร์ลดลงกว่าปกติ ดังวงจรแสดงในรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 การควบคุมความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม โดยวิธีลดกระแสขดลวดอาร์เมเจอร์

3) ลดแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายเข้ามอเตอร์ จะส่งผลทำให้ความเร็วรอบของมอเตอร์ลดลง วิธีการนี้ใช้กับมอเตอร์ขนาดเล็กเท่านั้น ดังวงจรแสดงในรูปที่ 2.11



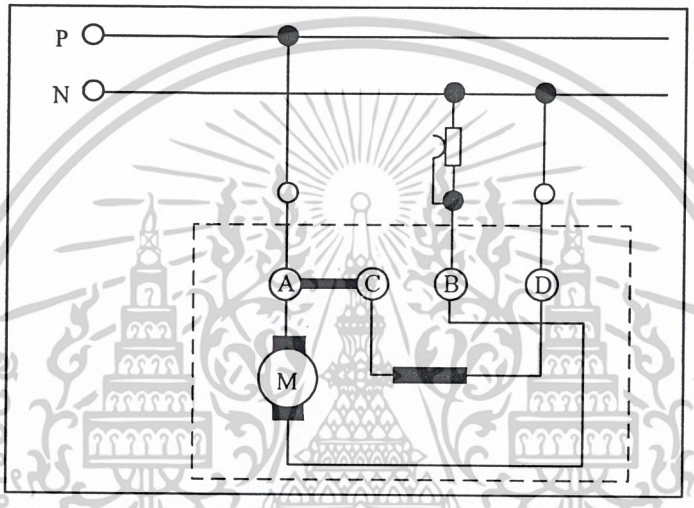
รูปที่ 2.11 การควบคุมความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม โดยวิธีลดแรงดันที่จ่ายให้มอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

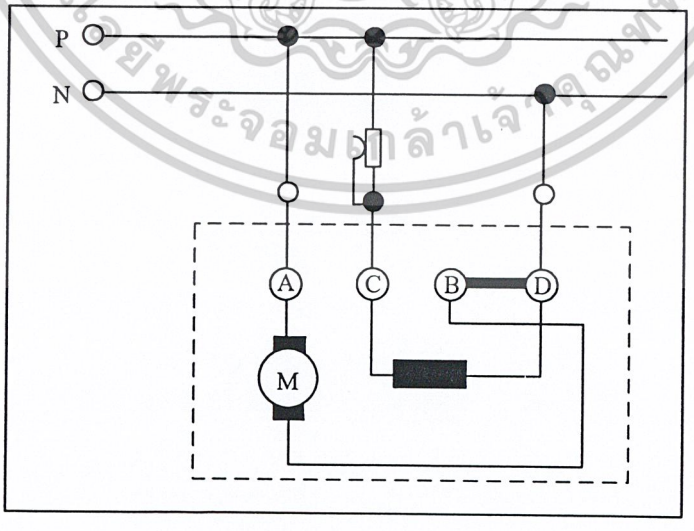
2.2.5 การควบคุมความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน

การควบคุมความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนานทำได้ 2 วิธี

1) การควบคุมขดลวดอาร์เมเจอร์วิธีการนี้กระทำได้โดยนำเอาความต้านทานปรับค่าได้ต่ออนุกรมกับขดลวดอาร์เมเจอร์ ผลที่ได้ คือ ความเร็วรอบจะต่ำในขณะไม่มีภาระแต่ความเร็วรอบจะสูงขึ้นในขณะมีภาระ ดังแสดงในรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 การควบคุมอาร์เมเจอร์



รูปที่ 2.13 การควบคุมขดลวดสนามแม่เหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

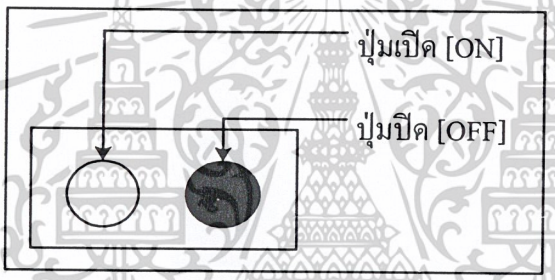
2) ควบคุมขดลวดสนามแม่เหล็กวิธีการนี้กระทำโดยการนำเอาความต้านทานปรับค่าได้ ต่ออนุกรมกับขดลวดสนามแม่เหล็ก ผลที่ได้ คือ ความเร็วรอบจะสูงกว่าความเร็วพิกัด ดังแสดงในรูปที่ 2.13

2.2.6 วิธีการการทำงานมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

การเริ่มต้นการทำงานมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงโดยทั่วไปแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือ

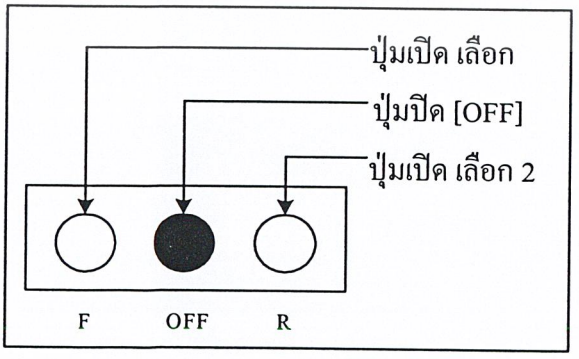
1) การเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงด้วยมือ

การเริ่มการทำงานมอเตอร์แบบอนุกรมด้วยสวิตช์สตาร์ท 2 ปุ่มเลือก ดังรูปที่ 2.14 การที่มีสวิตช์สตาร์ท 2 ปุ่ม ออกแบบเฉพาะการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรมทั้งนี้เพื่อป้องกันความเร็วรอบสูงเกินพิกัดเมื่อไม่มีภาระ



รูปที่ 2.14 การเริ่มการทำงานมอเตอร์แบบอนุกรมด้วยสวิตช์สตาร์ท 2 ปุ่ม

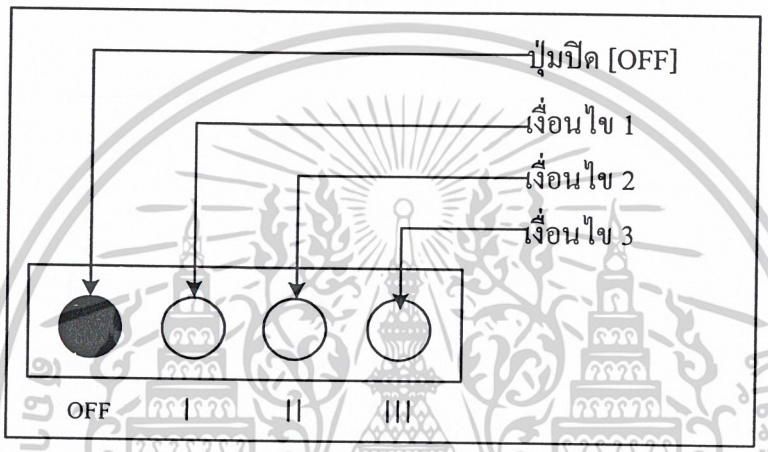
การเริ่มการทำงานมอเตอร์ไฟฟ้า กระแสตรงด้วยสวิตช์สตาร์ท 3 ปุ่มเลือกดังรูปที่ 2.15 การที่สวิตช์สตาร์ท 3 ปุ่ม เหมาะกับการเริ่มเดินมอเตอร์กระแสตรงแบบขนานและแบบผสม ได้ออกแบบให้มีขดลวดแม่เหล็กต่ออนุกรมกับขดลวดสนามแม่เหล็กของมอเตอร์



รูปที่ 2.15 การเริ่มการทำงานมอเตอร์แบบอนุกรมด้วยสวิตช์สตาร์ท 3 ปุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเริ่มการทำงานมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงด้วยสวิตช์สตาร์ท 4 ปุ่มเลือก ดังรูปที่ 2.16 การที่มีสวิตช์สตาร์ท 4 ปุ่มเลือก สามารถนำไปใช้ในการสตาร์ทมอเตอร์แบบขนานและแบบผสมได้ วิธีการสตาร์ทมอเตอร์ด้วยสวิตช์สตาร์ท 4 ปุ่มเลือก แตกต่างจากแบบ 3 ปุ่มเลือก คือ โดยจะมีขดลวดแม่เหล็กต่อคร่อมสายไฟโดยตรงแต่มีตัวต้านทานต่ออนุกรมกับขดลวดแม่เหล็กเพื่อจำกัดกระแส



รูปที่ 2.16 การเริ่มการทำงานมอเตอร์แบบอนุกรมด้วยสวิตช์สตาร์ท 4 ปุ่ม

2) การเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงอัตโนมัติ

การเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาดใหญ่หรือมอเตอร์ที่ติดตั้งไกลๆ จะต้องใช้วงจรเริ่มเดินอัตโนมัติเข้าช่วยอำนวยความสะดวก เพื่อความรวดเร็วและแม่นยำในการทำงาน

เครื่องเริ่มเดินอัตโนมัติตามเวลาที่กำหนด แบ่งตามลักษณะการทำงานได้หลายแบบแต่จะกล่าวในนี้เพียง 2 แบบ คือ

1) เครื่องเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงอัตโนมัติแบบประวิงเวลาตายตัว จะทำการลดค่าความต้านทานที่ต่ออนุกรมกับอาร์เมเจอร์เป็นขั้นๆ ในช่วงเวลาหนึ่งๆ โดยไม่คำนึงถึงโหลดของมอเตอร์แต่จะขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่ตั้งไว้และจะถูกออกแบบไว้ให้อยู่ในย่านที่ปลอดภัยสำหรับมอเตอร์แต่ละขนาด

2) เครื่องเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงอัตโนมัติด้วยแรงดันไฟฟ้าต้านกลับโดยวิธีการควบคุมการเริ่มเดินมอเตอร์แบบนี้ จะอาศัยแรงเกิดแรงดันไฟฟ้าต้านกลับที่เกิดขึ้นในลวดอาร์เมเจอร์เป็นตัวควบคุมการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดี คือ ภาระของมอเตอร์จะมีผลต่อการทำงานของวงจรเพราะจะทำให้ช่วงเวลาในการเกิดแรงดันไฟฟ้าต้านกลับเปลี่ยนแปลง

ข้อเสีย คือ ถ้าเปลี่ยนแปลงขนาดค่าแรงดันไฟฟ้าที่แหล่งจ่าย จะส่งผลต่อการทำงานของคอนแทคเตอร์

2.2.7 การเบรกมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

การชะลอความเร็วมอเตอร์ให้หมุนช้าลงและหยุดหมุนได้เกือบทันทีทันใด กระทำได้โดยวิธีการเบรก 2 วิธี คือ วิธีปลั๊กกิ้งและวิธีไดนามิกส์

1) การเบรกด้วยวิธีปลั๊กกิ้ง

การเบรก ด้วยวิธีนี้ กระทำโดยวิธีสลับสายของแรงดันไฟฟ้าที่ขดลวดอาร์เมเจอร์ ที่ป้อนกำลังไฟฟ้าให้แก่ขดลวดอาร์เมเจอร์ ขณะเบรกกระแสไม่ควรเกิน 1.4 ถึง 1.75 เท่าของกระแสเต็มพิกัดมอเตอร์

2) ไดนามิกส์เบรก

การเบรก ด้วยวิธีไดนามิกส์ เป็นวิธีการเบรกด้วยการทำให้มอเตอร์เปลี่ยนสภาพการทำงานเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยวิธีการปลดแหล่งจ่ายออกแล้วทำการต่อความต้านทานที่มีค่าต่ำคร่อมขดลวดอาร์เมเจอร์

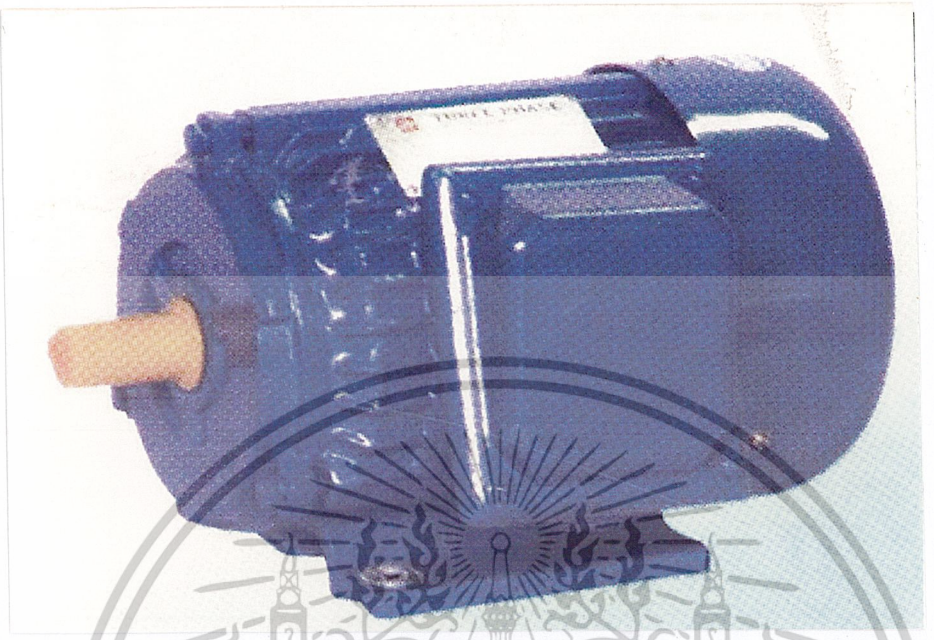
2.3 อินดั๊กชั่นมอเตอร์สามเฟส

2.3.1 ส่วนประกอบอินดั๊กชั่นมอเตอร์สามเฟส

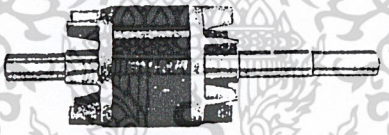
ส่วนประกอบที่สำคัญ คือ สเตเตอร์ โรเตอร์ และฝาครอบหัวท้าย ซึ่งฝาครอบนี้อาจจัดเข้าเป็นสเตเตอร์ก็ได้ ก่อนอื่นจะกล่าวถึงโรเตอร์เพิ่มเติมอีกดังนี้ แกนโรเตอร์ จะทำด้วยแผ่นเหล็กบางลามิเนท ลักษณะกลม เจาะรูด้านนอกโดยรอบเป็นสล๊อท นำมาอัดยึดติดกันให้เป็นแกนรูปทรงกระบอก รูสล๊อทโดยรอบฝังด้วยตัวนำไฟฟ้าซึ่งอาจจะเป็นทองแดงหรือโลหะผสม หรืออะลูมิเนียม ในกรณีที่สล๊อทฝังด้วยแท่งตัวนำ ปลายแต่ละด้านของแท่งตัวนำที่โผล่ออกไปที่ด้านทั้งสองของแกนโรเตอร์จะถูกต่อเชื่อมเข้าด้วยกันด้วยแหวนตัวนำ สำหรับสเตเตอร์จะประกอบด้วยโครงเหล็ก แกนขดลวดและขดลวด โครงเหล็กจะมีสองลักษณะ คือ ลักษณะหนึ่งที่ผิวนอกเรียบดังรูปที่ 2.17 และอีกลักษณะหนึ่งที่ผิวนอกจะมีครีบสำหรับระบาย ความร้อน โครงเหล็กทั้งสองแบบนี้จะทำด้วยเหล็กหล่อ โดยแบบที่ผิวนอกเรียบอาจทำด้วยแผ่นเหล็กเหนียวม้วนให้เป็นรูปทรงกระบอกแล้วเชื่อมให้ติดกันก็ได้ ส่วนด้านนอกจะมีกล่องต่อสายและขาตั้ง ลักษณะของโรเตอร์ดังรูปที่ 2.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 2.17 ลักษณะโครงสร้างภายนอกของมอเตอร์ 3 เฟส



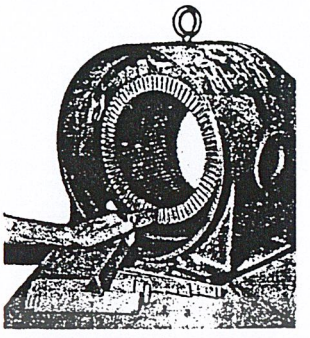
รูปที่ 2.18 ลักษณะของโรเตอร์ของมอเตอร์ 3 เฟส



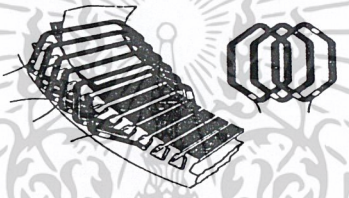
รูปที่ 2.19 ลักษณะฝาครอบหัว-ท้ายของมอเตอร์ 3 เฟส

แกนเหล็กสเตเตอร์หรือแกนขดลวด จะทำด้วยแผ่นเหล็กลามิเนทเช่นเดียวกับแกนโรเตอร์ โดยตัดตรงกลางแผ่นลามิเนทออกแล้วเซาะด้านในให้เป็นร่องโดยรอบที่เรียกว่าสล๊อทแล้วนำเอาแผ่นเหล่านี้มาอัดยึดติดกันลักษณะแผ่นลามิเนทของแกนเหล็กสเตเตอร์ ลักษณะสเตเตอร์ก่อนพันขดลวด ดังรูปที่ 2.20 และลักษณะการพันขดลวดสเตเตอร์ดังรูปที่ 2.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
51072



รูปที่ 2.20 ลักษณะสเตเตอร์ก่อนพันขดลวด



รูปที่ 2.21 ลักษณะการพันขดลวดสเตเตอร์ของมอเตอร์ 3 เฟส

เมื่อพันขดลวดเสร็จเรียบร้อยแล้วจะได้ขดลวดสเตเตอร์และสเตเตอร์ดังรูปที่ 2.21

ฝาครอบหัวท้ายของมอเตอร์จะทำด้วยเหล็กหล่อมีรูตรงกลางสำหรับอัดแบริ่งรองรับเพลาให้ติดแน่นทั้งสองข้างที่ฝาครอบนี้จะเจาะให้มีช่องสำหรับการถ่ายเทอากาศด้วย คือ เป็นช่องสำหรับให้ลมร้อนออกมาเป็นการช่วยระบายความร้อนของมอเตอร์ด้วย แบริ่งที่อัดติดอยู่กับรูตรงกลางของฝาครอบอาจจะเป็นแบบปลอกหรือสลีฟและแบบบอลล์ ส่วนมากจะใช้แบริ่งแบบบอลล์ ลักษณะของฝาครอบดังรูปที่ 2.19

2.3.2 หลักการทำงาน

1) อินดั๊กชั่นมอเตอร์สามเฟส แบบสไควเรลเกจโรเตอร์

มอเตอร์แบบนี้มีใช้งานกันแพร่หลายที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในงานอุตสาหกรรม โดยปกติแล้วมอเตอร์สามเฟสแบบนี้จะทำงานด้วยความเร็วคงที่ตลอดเวลา

เมื่อป้อนไฟฟ้ากระแสสลับสามเฟสให้กับขดลวดสเตเตอร์ จะมีกระแสไฟไหลในขดลวดเกิดสนามแม่เหล็กขึ้นที่สเตเตอร์ สนามแม่เหล็กที่สเตเตอร์นี้จะยุบตัวและขยายตัวตามการเปลี่ยนแปลงรูปคลื่นไซน์ของไฟสลับและไปตัดกับขดลวดที่โรเตอร์เกิดการเหนี่ยวนำ ให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าขึ้นที่โรเตอร์และเกิดสนามแม่เหล็กขึ้นที่โรเตอร์ด้วย หมายความ

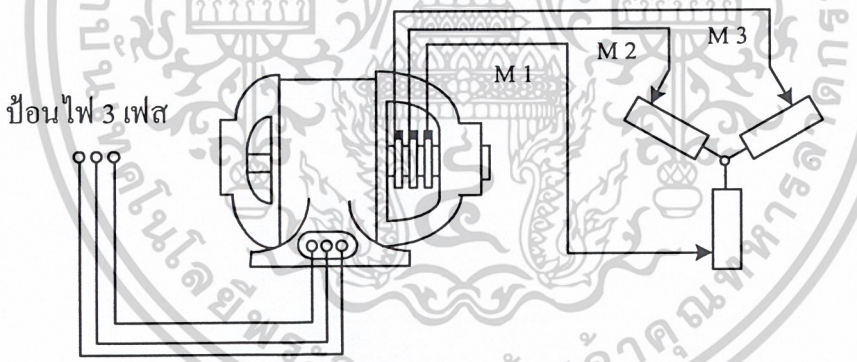
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ว่าเมื่อป้อนไฟสลับให้กับขดลวดสเตเตอร์แล้วจะเกิดสนามแม่เหล็กหมุนและสนามแม่เหล็กหมุนนี้จะไปเหนี่ยวนำทำให้เกิดแรงเคลื่อนเหนี่ยวนำเกิดกระแสเหนี่ยวนำและเกิดสนามแม่เหล็กขึ้นที่โรเตอร์และให้สนามแม่เหล็กหมุนจากสเตเตอร์ดึงดูดให้สนามแม่เหล็กจาก โรเตอร์หมุนตามไปด้วย ซึ่งความเร็วของโรเตอร์ที่หมุนไปนี้ จะหมุนด้วยความเร็วที่ต่ำกว่าความเร็วซิงโครนัสเสมอ

2) อินดั๊กชั่นมอเตอร์สามเฟส แบบวาวด์โรเตอร์

มอเตอร์แบบนี้จะมีใช้งานเฉพาะบางอย่างเท่านั้น สามารถปรับความเร็วได้ง่ายและสะดวก ซึ่งต่างจากมอเตอร์แบบสไควเรลเกจที่ทำงานด้วยความเร็วคงที่เสมอ มอเตอร์แบบนี้เรียกชื่ออีกอย่างหนึ่งว่า สลิปริงมอเตอร์

เมื่อป้อนแรงดันไฟสลับให้กับขดลวดสเตเตอร์ จะเกิดสนามแม่เหล็กหมุนและมีความเร็วที่เรียกว่าความเร็วซิงโครนัส ความเร็วซิงโครนัสนี้จะมากหรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับจำนวนโพลของมอเตอร์ สนามแม่เหล็กหมุนจะยุบตัวและขยายตัวตัดกับขดลวดที่โรเตอร์ ทำให้เกิดแรงเคลื่อนเหนี่ยวนำและกระแสเหนี่ยวนำด้วย ซึ่งกระแสเหนี่ยวนำนี้จะไหลผ่านสลิปริงผ่านความต้านทานภายนอกที่ต่อร่วมกับขดลวดโรเตอร์เพื่อช่วยในการเริ่มเดินสตาร์ทและปรับความเร็ว ดังรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.22 การต่อมอเตอร์ 3 เฟส แบบสลิปริง

ขณะเริ่มการทำงานความต้านทานภายนอกจะต่อแบบสตาร์ ความต้านทานที่ต่อเข้าไปร่วมกับขดลวดโรเตอร์จะมีผลทำให้แรงบิดเริ่มต้นดีขึ้นและเป็นผลทำให้อิมพีแดนซ์ของโรเตอร์เพิ่มขึ้นด้วยกระแสโรเตอร์ก็จะลดลง แต่กระแสเกือบจะมีเฟสเดียวกันกับแรงเคลื่อนเหนี่ยวนำและเส้นแรงแม่เหล็กจากขดลวดสเตเตอร์จึงเป็นผลทำให้แรงบิดตอนสตาร์ทสูงขึ้น

เมื่อความเร็วของมอเตอร์สูงขึ้นแล้วจึงค่อยๆ ลดความต้านทานภายนอกออกจากวงจรของขดลวดโรเตอร์ เมื่อลดค่าความต้านทานภายนอกออกหมด สลิปริงทำการต่อลัดวงจรที่จุดต่อสตาร์ของความต้านทานภายนอก ขณะนี้มอเตอร์จะหมุนด้วยความเร็วเต็มพิกัด ถ้าต้องการปรับความเร็ว

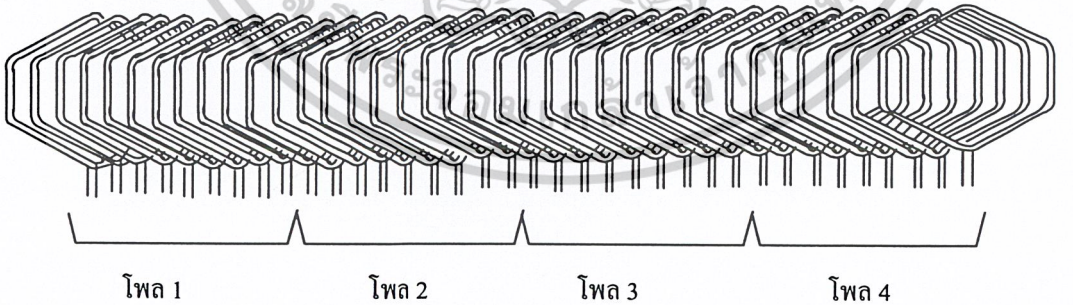
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รอบของมอเตอร์แบบนี้ก็ให้เพิ่มความต้านทานหรือลดความต้านทานภายนอกเข้ากับวงจรขดลวดโรเตอร์ ปกติแล้วจะปรับความเร็วให้ต่ำกว่าความเร็วเต็มพิกัด สามารถเริ่มเดินขณะ ขับโหลดสูงๆ ได้โดยการเพิ่มความต้านทานเข้าไปในวงจรขดลวดโรเตอร์ แต่อาจจะทำให้เกิดค่าความสูญเสียเพิ่มขึ้นในโรเตอร์ ซึ่งก็เป็นผลอันหนึ่งที่ทำให้ประสิทธิภาพของมอเตอร์ลดลง

2.3.3 การต่ออินดักชั่นมอเตอร์

1) อินดักชั่นมอเตอร์สามเฟส แบบสไควเรลเกจโรเตอร์

มอเตอร์สามเฟสนั้น โพลแต่ละโพลจะประกอบด้วยขดลวด 3 ชุดหรือ 3 ชุดเฟส คือ เฟส 1 เฟส 2 และเฟส 3 หรือเฟส A, B และเฟส C การต่อขดลวดมี 2 แบบด้วยกัน คือ แบบสตาร์หรือวาย (Y) และแบบเดลต้า (Δ) ซึ่งจะได้กล่าวถึงรายละเอียดต่อไป โดยจะเริ่มภายหลังจากการพันขดลวดเสร็จเรียบร้อยแล้ว ขดลวดแต่ละเฟสที่ขั้วแม่เหล็กแต่ละโพลนั้น จะมีปลายสาย 2 เส้น คือ ต้นกับปลาย แต่ในกรณีรูปที่ 2.22 นี้ ขดลวดหนึ่งเฟสจะมีสามคอยล์ คือ เฟส (A) จะมีสามคอยล์เฟส B จะมีสามคอยล์ และเฟส C ก็มีสามคอยล์ ต่อปลายสายแต่ละคอยล์อันดับกันแล้วจะเหลือปลายสายต้นกับปลายเพียงชุดละ 2 เส้นเท่านั้นดังนั้นกรณีมอเตอร์ชนิด 4 ขั้วแม่เหล็กนี้จะมีขดลวดเฟส A 4 ชุด ขดลวดเฟส B 4 ชุด ขดลวดเฟส C 4 ชุด เมื่อเขียนแท่งสี่เหลี่ยมผืนผ้าแทนขดลวดแต่ละเฟสของรูปที่ 2.22 แล้วจะได้ดังรูปที่ 2.23 พร้อมกันนี้เราก็จะให้ทิศทางของกระแสไฟไหลในแต่ละเฟสที่จะสร้างสนามแม่เหล็กหมุน มีทิศทางดังรูปที่ 2.23 ด้วย คือ ถ้าให้กระแสที่ไหลผ่านเฟส A สร้างสนามแม่เหล็กเป็นขั้วเหนือแล้ว กระแสไฟของเฟส B ที่อยู่ใกล้ๆ ก็จะต้องสร้างสนามแม่เหล็กเป็นขั้วใต้ขึ้นมาสลับกันอย่างนี้เรื่อยไปจนหมดทุกเฟสและทุกโพล

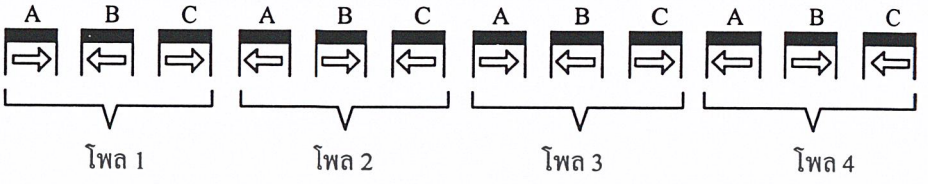


รูปที่ 2.23 ลักษณะขดลวด 3 เฟสที่พันเสร็จแล้วแสดงในแนวเส้นตรง

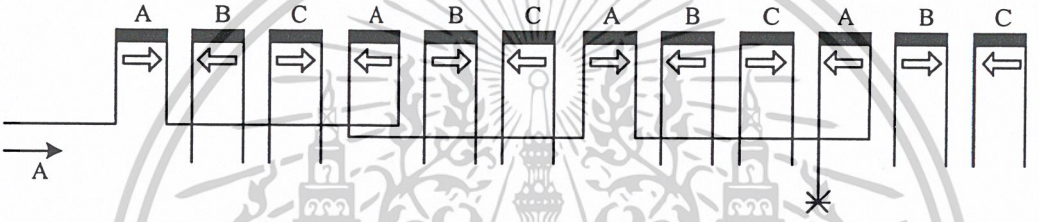
การต่อขดลวดแต่ละเฟสกระทำได้ดังนี้ คือ เริ่มต้นจากขดลวดเฟส A ต่อสายไฟเข้าที่ต้นของเฟส A ที่โพลที่ 1 ต่อปลายของเฟส A ที่โพลที่ 1 เข้ากับปลายของเฟส A ที่โพลที่ 2 (ทิศทางของกระแสจะไหลสวนทางกัน) ต่อต้นของเฟส A ที่โพลที่ 2 เข้ากับต้นของเฟส A ที่โพลที่ 3 และต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปลายของเฟส A ที่โพลที่ 3 เข้ากับปลายของเฟส A ที่โพลที่ 4 ในที่สุดจะเหลือต้นกับปลายของเฟส A เพียง 2 เส้นดังรูป 2.24

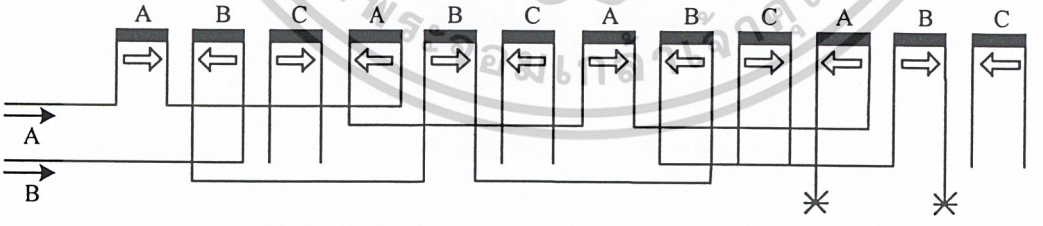


รูปที่ 2.24 แท่งสี่เหลี่ยมแทนขดลวดแต่ละเฟสของรูปที่ 2.22



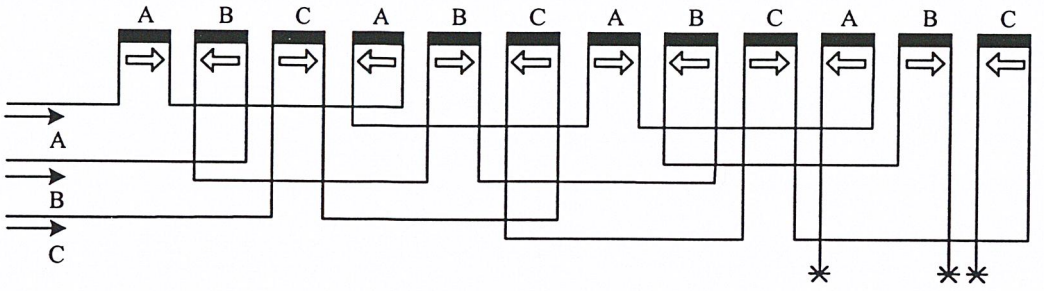
รูปที่ 2.25 การต่อขดลวดเฟส A

การต่อขดลวดเฟส B และเฟส C ก็กระทำในลักษณะเดียวกัน คือ ที่เฟส B เริ่มต้นที่เฟส B ของโพลที่ 1 ไปเรื่อยจนถึงโพลที่ 4 จะเหลือปลายสาย 2 เส้นเช่นเดียวกับเฟส A ดังรูปที่ 2.25 และการต่อขดลวดเฟส C ก็เริ่มจากขดลวดเฟส C ที่โพลที่ 1 ไปเรื่อยจนถึงโพลที่ 4 จะเหลือปลายสายเพียง 2 เส้นดังรูปที่ 2.26



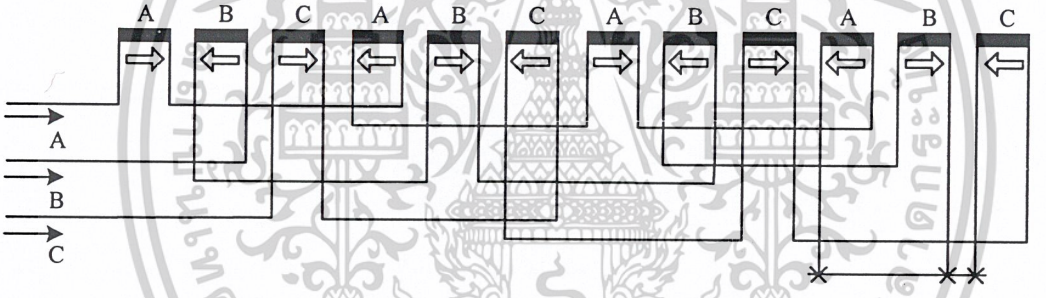
รูปที่ 2.26 การต่อขดลวดเฟส A และเฟส B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

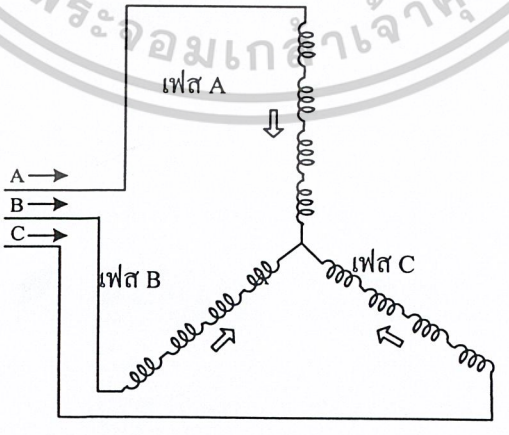


รูปที่ 2.27 การต่อขดลวดเฟส A เฟส B และเฟส C

การต่อขดลวดมอเตอร์สามเฟสแบบสไควเรลเกจใช้งานมี 2 แบบด้วยกัน คือ ต่อแบบสตาร์หรือวายและต่อแบบเดลต้าเพื่อจะต่อขดลวดให้เป็นแบบสตาร์นั้นให้นำเอาปลายของขดลวดเฟส A เฟส B และเฟส C มาต่อเข้าด้วยกัน ดังรูปที่ 2.27 จุดต่อนี้เรียกว่าสตาร์พอยท์และเมื่อเขียนเป็นสคีมเมติกไดอะแกรมจะได้ดังรูปที่ 2.29

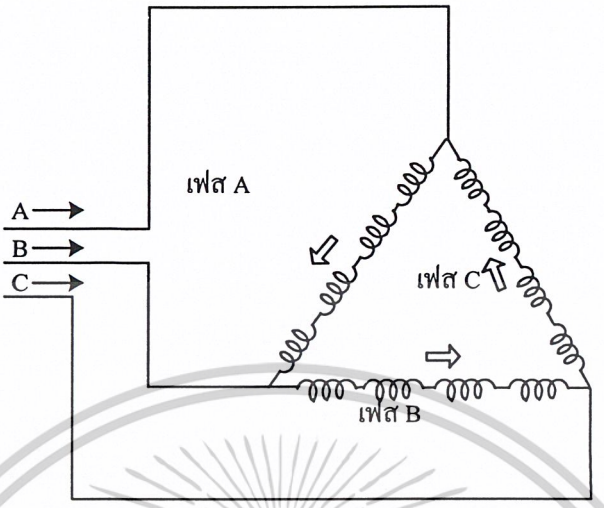


รูปที่ 2.28 การต่อขดลวดมอเตอร์ 3 เฟสแบบสตาร์



รูปที่ 2.29 สคีมเมติกไดอะแกรมการต่อขดลวดมอเตอร์ 3 เฟส แบบสตาร์

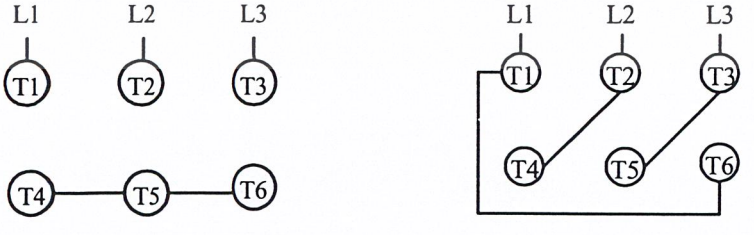
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.30 สคีมเมติกไดอะแกรมการต่อขดลวดมอเตอร์ 3 เฟส แบบเดลต้า

สำหรับการต่อขดลวดมอเตอร์สามเฟสแบบเดลต้านั้นจะสามารถกระทำได้ดังนี้ คือ จากการต่อขดลวดเฟส A เฟส B และเฟส C ในรูปที่ 2.26 ให้นำเอาปลายสายที่เฟส A ที่โพลที่ 4 ต่อเข้ากับต้นสายของเฟส B ที่โพลที่ 1 และนำเอาปลายสายของเฟส B ที่โพลที่ 4 ต่อเข้ากับต้นของเฟส C ที่โพลที่ 1 ได้ขดลวดแบบเดลต้าและเมื่อเขียนรูปให้อยู่ในลักษณะสคีมเมติกไดอะแกรมจะได้ ดังรูปที่ 2.30 การต่อขดลวดมอเตอร์แบบสตาร์ก็เพื่อใช้กับไฟฟ้าแรงดันสูงเช่นแรงดัน 380 โวลต์ และการต่อขดลวดมอเตอร์แบบเดลต้าก็เพื่อใช้กับไฟฟ้าแรงดันต่ำ เช่น 220 โวลต์ เป็นต้น

เมื่อพิจารณาถึงที่หลักการต่อสายของมอเตอร์สามเฟสจะได้ดังรูปที่ 2.31 คือ เมื่อต่อขดลวดแบบสตาร์จะต่อหลักต่อสายดังรูปที่ 2.31 (ก) และถ้าต่อขดลวดแบบเดลต้าจะต่อหลักต่อสายดังรูปที่ 2.31 (ข)

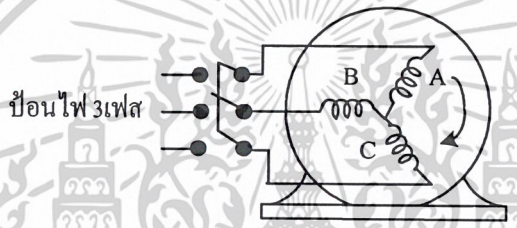


(ก) ต่อแบบสตาร์ (ข) ต่อแบบเดลต้า

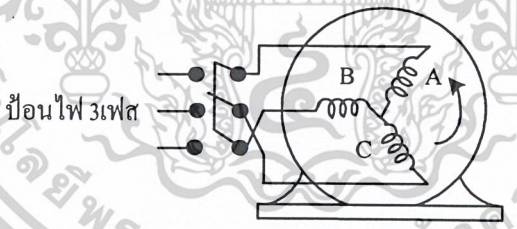
รูปที่ 2.31 หลักการต่อสายในกล่องต่อสายของมอเตอร์ 3 เฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการต่อสายมอเตอร์สามเฟสเพื่อที่จะให้มอเตอร์หมุนกลับทางนั้นกระทำได้ง่ายๆ คือ ถ้าแต่เดิมจะต่อปลายสายของขอลวดเฟส A เฟส B และเฟส C เข้ากับแรงดันไฟฟ้า เฟส A เฟส B และเฟส C ตามลำดับ มอเตอร์สามเฟสตัวนั้นก็จะหมุนไปในทิศทางหนึ่ง เพื่อที่จะกลับทิศทางการหมุนของมอเตอร์ให้สลับปลายสายของขดลวดเฟส A กับเฟส B หรือสลับที่ปลายสายขดลวดเฟส B กับเฟส C หรือสลับที่ปลายสายของขดลวดเฟส A กับเฟส C เพียงคู่หนึ่งคู่ใดคู่เดียว มอเตอร์ก็จะหมุนกลับทางอย่าต่อสลับปลายสายพร้อมกันทั้งสามปลายในเวลาเดียวกัน เพราะจะทำให้มอเตอร์หมุนในทิศทางเดิมอีกการต่อปลายสายมอเตอร์สามเฟส สมมติว่าให้หมุนตามเข็มนาฬิกา ต่อตามรูปที่ 2.32 และเมื่อต้องการต่อมอเตอร์สามเฟสให้หมุนทวนเข็มนาฬิกา ก็ต้องต่อตามรูปที่ 2.33



รูปที่ 2.32 วิธีต่อปลายสายขดลวดมอเตอร์ 3 เฟส เพื่อให้หมุนในทิศทางหนึ่ง



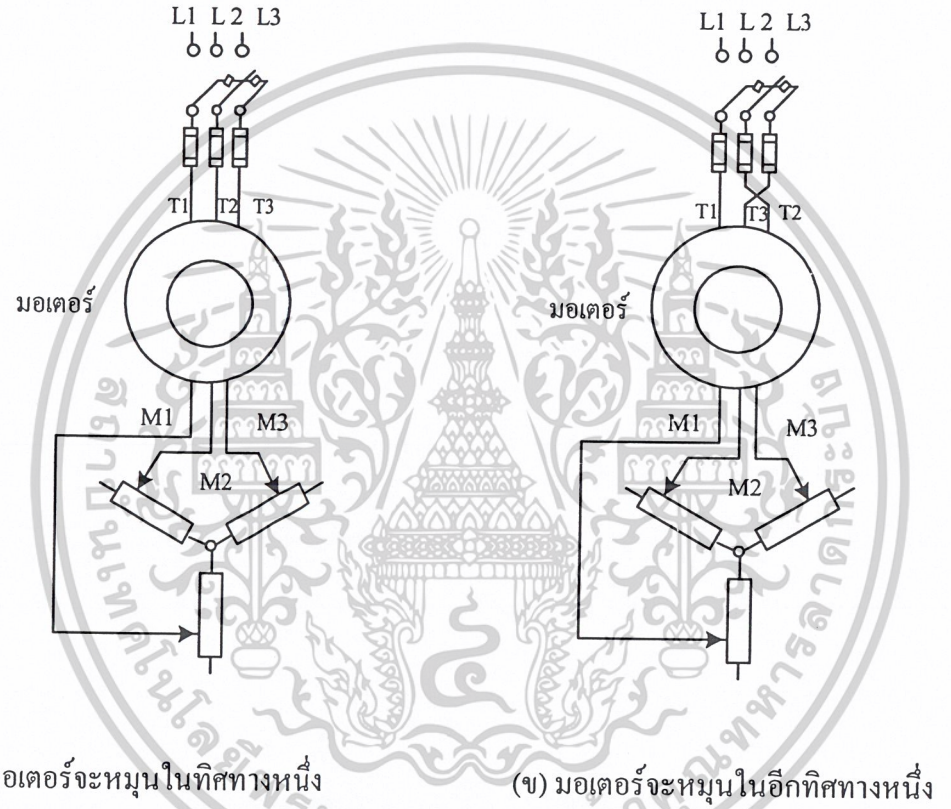
รูปที่ 2.33 วิธีต่อปลายสายขดลวดมอเตอร์ 3 เฟสเพื่อให้หมุนในอีกทิศทางหนึ่ง ซึ่งตรงข้ามกับรูปที่ 2.32

2) อินดั๊กชั่นมอเตอร์สามเฟส แบบวาวด์โรเตอร์

วิธีการต่อขดลวดสเตเตอร์เริ่มตั้งแต่การที่ต่อกลุ่มขดลวดหรือการต่อขดลวดแต่ละชุดหรือแต่ละเฟสภายในแต่ละโพล การต่อขดลวดแต่ละเฟสของมอเตอร์ การต่อขดลวดเป็นแบบ สตาร์หรือเดลต้า ทำได้เช่นเดียวกันกับมอเตอร์สามเฟสแบบสไควเรลเกจในการต่อมอเตอร์สามเฟสแบบวาวด์โรเตอร์เข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการต่อมอเตอร์สามเฟสแบบวาวด์โรเตอร์ให้หมุนกลับทิศทางก็กระทำได้เช่นเดียวกับมอเตอร์สามเฟสแบบสไควเรลเกจ คือ ให้สลับปลายสายที่ต่อเข้ากับขดลวดสเตเตอร์เพียงคู่หนึ่งคู่ใดเท่านั้น ดังรูปที่ 2.34 ในรูปที่ 2.34 (ก) เป็นการต่อมอเตอร์ให้หมุนในทิศทางหนึ่ง และรูปที่ 2.34 (ข) เป็นการต่อมอเตอร์ให้มอเตอร์ทำงานหมุนในอีกทิศทางหนึ่งซึ่งตรงกันข้ามแต่ถ้าจะต่อปลายสายที่โรเตอร์ให้สลับกันมอเตอร์จะไม่หมุนกลับทางแต่อย่างใด



(ก) มอเตอร์จะหมุนในทิศทางหนึ่ง (ข) มอเตอร์จะหมุนในอีกทิศทางหนึ่ง

รูปที่ 2.34 การต่อมอเตอร์ 3 เฟสแบบวาวด์โรเตอร์ให้หมุนกลับทิศทาง

2.3.4 วิธีสตาร์ทอินดั๊กชั่นมอเตอร์

มอเตอร์ไฟสลับที่เรียกว่า อินดั๊กชั่นมอเตอร์ก็เหมือนกับหม้อแปลงไฟฟ้า คือ โรเตอร์ทำหน้าที่เป็นขดลวดทุติยภูมิจะต่างกันเพียงนิดเดียว คือ โรเตอร์ของมอเตอร์จะเชื่อมต่อให้ครบวงจรแบบวงจรลัดตลอดเวลา ดังนั้นเมื่อทำการป้อนไฟสลับให้กับขดลวดที่สเตเตอร์แล้ว กระแสอินพุตของขดลวดสเตเตอร์ (ขดลวดปฐมภูมิ) จะสูงมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงสตาร์ท เนื่องจากในช่วงสตาร์ทนี้ยังไม่มีแรงเคลื่อนเหนี่ยวนำย้อนกลับเกิดต้านกลับแรงดันป้อนกระแสในช่วงสตาร์ทของอินดั๊กชั่นมอเตอร์จะมีค่าประมาณ 5 ถึง 7 เท่าของกระแสเมื่อมอเตอร์ทำงานเต็มพิกัด แต่แรงบิด

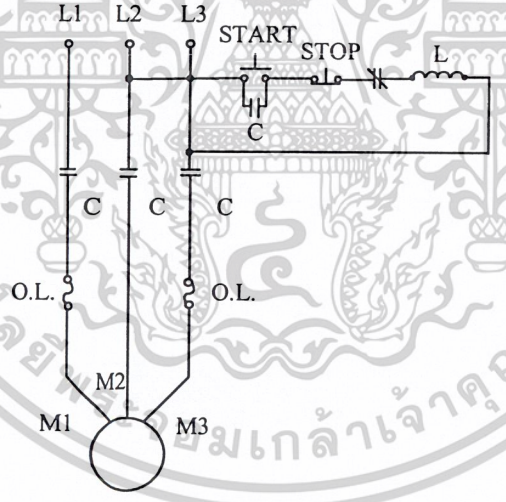
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในช่วงนี้จะมีค่าประมาณ 1.5 ถึง 2.5 เท่าของแรงบิดที่โหลดเต็มพิกัดเท่านั้น กระแสไฟที่มีค่าสูงในชั่วขณะนี้ จะมีผลทำให้เกิดแรงดันไฟลดในสายอันจะมีผลต่อการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นที่ต่อร่วมในวงจรเดียวกัน ดังนั้นมอเตอร์ที่มีขนาดตั้งแต่ 30 แรงม้าขึ้นไปจึงไม่ควรที่จะสตาร์ทโดยตรง

แรงบิดสตาร์ทของอินดั๊กชั่นมอเตอร์สามารถที่จะทำการแก้ไขให้ดีขึ้นได้ โดยวิธีการเพิ่มความต้านทานให้กับวงจรโรเตอร์ ซึ่งกรณีนี้สามารถใช้กับมอเตอร์ 3 เฟสแบบสลิปริงได้เป็นอย่างดี แต่ไม่สามารถนำไปใช้กับมอเตอร์แบบสไควเรลเกจได้ อย่างไรก็ตามวิธีการลดกระแสสตาร์ทก็สามารถทำได้ โดยการลดแรงดันป้อนของสเตเตอร์ในช่วงสตาร์ท เมื่อมอเตอร์ทำงานแล้วจึงเพิ่มแรงดันให้มีค่าตามพิกัดกำหนด

1) วิธีสตาร์อินดั๊กชั่นมอเตอร์แบบสไควเรลเกจโรเตอร์

วิธีสตาร์ทโดยตรงวิธีนี้มักจะใช้กับมอเตอร์ขนาดแรงม้าต่ำๆ คือไม่ควรเกิน 30 แรงม้า ดังได้กล่าวแล้วว่า กระแสสตาร์ทจะมีค่าสูงมากประมาณ 5 ถึง 7 เท่าของกระแสเต็มพิกัด แต่แรงบิดต่ำมากคือเพียง 1.5 ถึง 2.5 เท่าของแรงบิดที่โหลดเต็มพิกัดเท่านั้น วงจรสตาร์ทโดยตรงดังรูปที่ 2.35



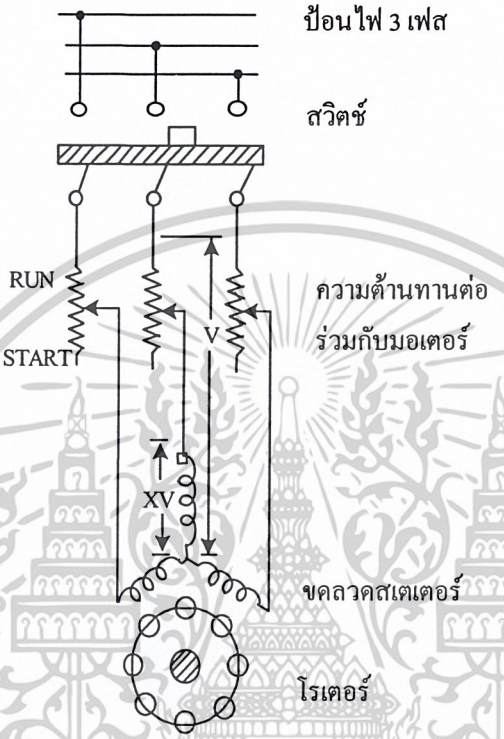
รูปที่ 2.35 วงจรสตาร์ทโดยตรง

วิธีสตาร์ทโดยลดแรงดันป้อนวิธีสตาร์ทอินดั๊กชั่นมอเตอร์แบบลดแรงดันป้อนนี้มีหลายวิธีด้วยกันดังนี้

1) ต่อความต้านทานอันดับกับมอเตอร์ เพื่อที่จะสามารถลดแรงดันป้อนในช่วงสตาร์ทให้ต่ำลง กระแสไฟในช่วงสตาร์ทก็จะลดลงตามไปด้วย เนื่องจากกระแสจะแปรผันโดยตรงกับแรงดัน และแรงบิดแปรผันกับแรงดันกำลังสอง สมมุติว่าถ้าแรงดันป้อนลดลง 50% ด้วย แต่แรงบิดสตาร์ทจะลดลงเพียง 25% ของแรงบิดเมื่อโหลดเต็มพิกัดเท่านั้น เมื่อมอเตอร์เริ่มทำงานและมีความเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูงขึ้นเรื่อยๆ แล้วจึงค่อยๆ ลดความต้านทานออกจากวงจรของขดลวดสเตเตอร์ วงจรสตาร์ทแบบนี้ดังรูปที่ 2.36

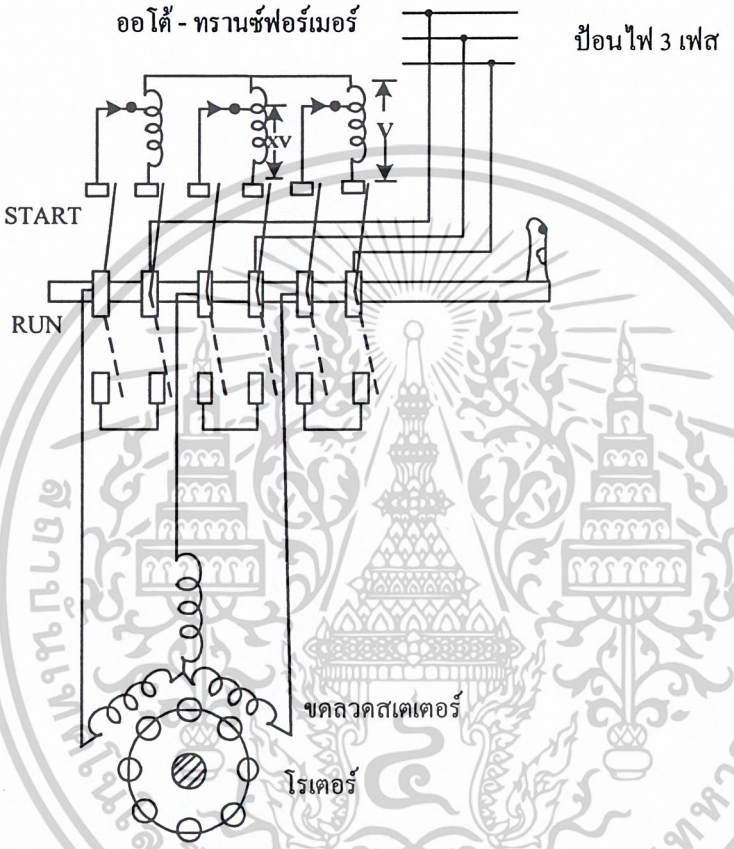


รูปที่ 2.36 วงจรสตาร์ทลดแรงดันป้อนโดยต่อความต้านทานอันดับกับมอเตอร์

2) ต่อวงจรสตาร์ทแบบออโต้-ทรานซ์ฟอร์เมอร์อันดับกับมอเตอร์วิธีสตาร์ทมอเตอร์แบบนี้บางทีก็เรียกว่า ออโต้-สตาร์ทเตอร์หรือคอมเพนเซเตอร์ซึ่งจะประกอบด้วย ออโต–ทรานซ์ฟอร์เมอร์และสวิตช์อัตโนมัติ ตามรูปแบบจะใช้ ออโต้-ทรานซ์ฟอร์เมอร์ หนึ่งเฟส 3 ตัว หรือออโต้-ทรานซ์ฟอร์เมอร์สามเฟสหนึ่งตัว เมื่อเริ่ม สตาร์ทจะสับสวิตช์ไปยังตำแหน่งสตาร์ทจะสังเกตเห็นว่าแรงดันป้อนมอเตอร์จะมีค่าลดลงเหลือเพียง XV เท่านั้น เมื่อมอเตอร์มีความเร็วสูงขึ้นประมาณ 80% ของความเร็วเต็มพิกัดแล้วจึงจะสับสวิตช์ไปยังตำแหน่งรันขณะนี้แรงดันป้อนมอเตอร์จะมีค่าตามพิกัดคือ V สวิตช์ที่ใช้ ถ้าใช้กับมอเตอร์ขนาดแรงม้าต่ำจะใช้ชนิดแอร์เบรค แต่ถ้าเป็นมอเตอร์ขนาดแรงม้าสูงจะใช้สวิตช์ชนิดออยล์-อิมเมอร์ส ทั้งนี้เพื่อลดการสปาร์คที่หน้าสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีสตาร์ทแบบนี้ จะออกแบบให้มีรอยต่อที่หม้อแปลงเป็น 3 ขนาดด้วยกัน คือ 80, 65 และ 50 เปอร์เซ็นต์ของแรงดันที่ป้อนเต็มพิกัด เพื่อให้สามารถเลือกแรงดันสตาร์ท ได้อย่างเหมาะสม วงจรสตาร์ทแบบนี้ดังรูปที่ 2.37 ข้างล่าง

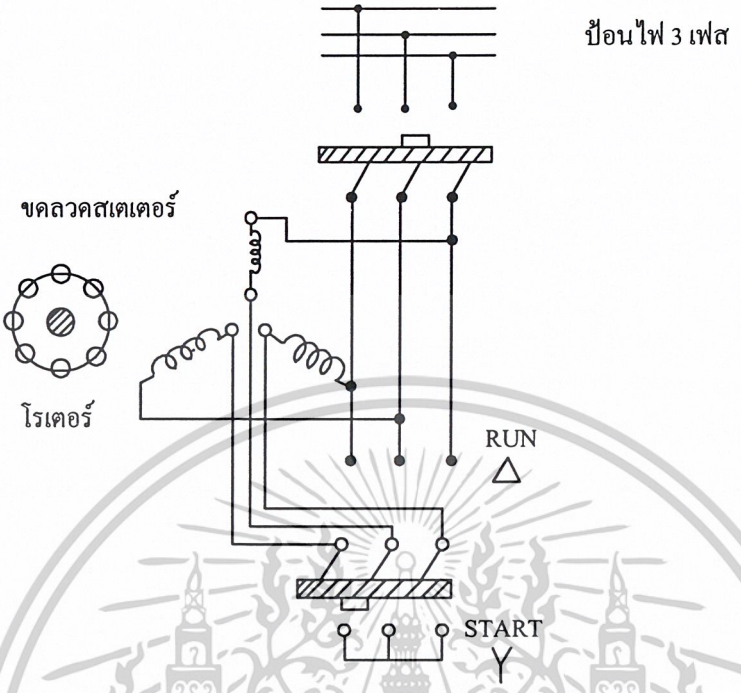


รูปที่ 2.37 วงจรสตาร์ทแบบต่อออโต้-ทรานซ์ฟอร์เมอร์อันดับกับมอเตอร์

3) วิธีการสตาร์ทแบบสตาร์-เดลต้า ซึ่งวิธีนี้จะนิยมใช้กับมอเตอร์สามเฟสที่ขดลวดสเตเตอร์ทำงานแบบเดลต้าเท่านั้น วงจรสตาร์ทจะประกอบด้วยสวิตช์ชนิด 2 ทาง โดยที่สวิตช์นี้จะต่อขดลวดสเตเตอร์แบบสตาร์ในตอนสตาร์ทและต่อขดลวดแบบเดลต้าเมื่อมอเตอร์ทำงานปกติ

ขณะสตาร์ท ขดลวดจะต่อแบบสตาร์ทนั้น แรงดันป้อนขดลวดแต่ละชุดจะมีค่า 1/3 ของแรงดันปกติ แต่แรงบิดสตาร์จะมีค่าเพียง 1/3 ของแรงบิดเมื่อโหลดเต็มพิกัด คือ เมื่อมอเตอร์ต่อแบบเดลต้าและทำงานที่แรงดันเต็มพิกัดและกระแสสตาร์ทจะลดลงในสัดส่วนเดียวกับแรงดันป้อนขณะสตาร์ท คือ ลดลง 1/3 ของกระแสโหลดเต็มพิกัด วิธีสตาร์ทมอเตอร์วิธีนี้มีราคาถูกและการควบคุมทำได้ง่ายและสะดวก วงจรสตาร์ทดังรูปที่ 2.38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



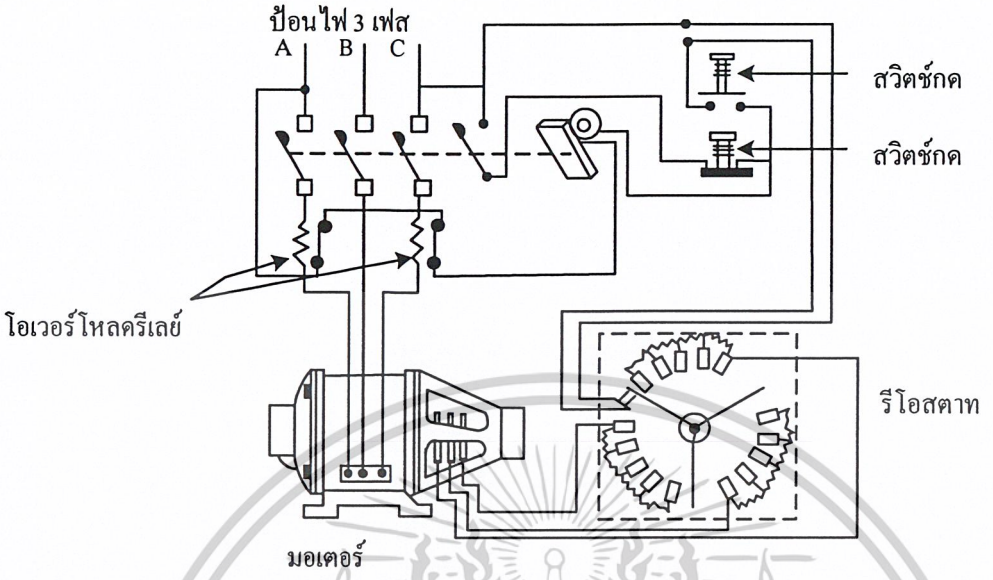
รูปที่ 2.38 วงจรสตาร์ทแบบสตาร์-เดลต้า

2) วิธีสตาร์ทอินดั๊กชั่นมอเตอร์แบบวาวด์โรเตอร์

มอเตอร์แบบวาวด์โรเตอร์หรือสลิปริงมอเตอร์นี้ มักจะสตาร์ทด้วยแรงดันเต็มพิกัด คือ ป้อนแรงดันตามพิกัดให้กับขดลวดสเตเตอร์เลย กระแสไฟตอนสตาร์ทจะถูกปรับให้ลดลงโดยการต่อความต้านทานปรับค่าได้เข้ากับวงจรโรเตอร์ ความต้านทานที่ปรับค่าได้หรือเรียกว่า รีโอสตาร์ท จะต่อร่วมกับโรเตอร์ด้วยการต่อแบบสตาร์ขณะสตาร์ทจะปรับความต้านทานให้มีค่าสูงๆ ร่วมในวงจรโรเตอร์ แต่พอความเร็วสูงขึ้นแล้ว จึงค่อยๆ ลดความต้านทานลง จนกระทั่งตัดออกหมดและต่อลัดวงจรโรเตอร์

การเพิ่มความต้านเข้าไปในโรเตอร์นั้นไม่เพียงแต่ทำให้กระแสสตาร์ทลดลงเท่านั้น ยังทำให้แรงบิดสตาร์สูงขึ้นด้วย เนื่องจากเพาเวอร์แฟคเตอร์ดีขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 2.39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.39 วงจรสตาร์ทสลิปริงมอเตอร์แบบต่อตรง

รีโอสตาทที่ต่อร่วมกับโรเตอร์อาจจะชนิดปรับความต้านทานได้เป็นขั้นๆ หรือเป็นแบบปรับค่าได้อย่างต่อเนื่องก็ได้และอาจจะเป็นแบบบังคับด้วยมือหรือแบบทำงานอัตโนมัติก็ได้

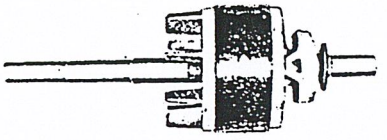
2.4 มอเตอร์สปลิทเฟส

มอเตอร์สปลิทเฟสเป็นมอเตอร์จำพวกเอาต์พุตต่ำที่มีขนาดต่ำกว่าหนึ่งแรงม้าหรือที่เรียกว่าเศษส่วนของแรงม้า มีใช้งานมากมาย เช่น เครื่องซักผ้า ปั๊มน้ำขนาดเล็กๆ เป็นต้น

2.4.1 ส่วนประกอบ มีโรเตอร์ สเตเตอร์ ฝาครอบหัวท้าย และสวิตช์อัตโนมัติ เซนตริฟูกัล

1) โรเตอร์ โรเตอร์ของมอเตอร์สปลิทเฟสดังรูปที่ 2.40 ซึ่งประกอบด้วยแกนที่ทำด้วยแผ่นเหล็กเหนียวบางๆ ที่เรียกว่า แผ่นลามิเนท ส่วนประกอบอันที่สองก็ คือ เพลาเป็นส่วนที่ยึดแกนให้ติดแน่น ส่วนประกอบอันที่สาม คือ ขดลวดสไควเรลเกจซึ่งทำด้วยแท่งทองแดง หรือแท่งอะลูมิเนียมหรือแท่งโลหะผสม ซึ่งแท่งตัวนำเหล่านี้จะอัดเข้าไปในสล๊อทของโรเตอร์และแท่งตัวนำเหล่านี้จะเชื่อมติดเข้าด้วยกันด้วยแหวนตัวนำทั้งสองข้างของแกนและยังมีครีบพัดลมสำหรับระบายความร้อนด้วย อย่างไรก็ตามตัวนำที่ฝังอยู่ในแกนโรเตอร์จะใช้วิธีหล่อ ลักษณะของโรเตอร์ในรูปที่ 2.40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.40 โรเตอร์ของมอเตอร์สปลิทเฟส

2) สเตเตอร์ สเตเตอร์ของสปลิทเฟสมอเตอร์จะมีส่วนประกอบ คือ แกนที่ทำด้วยแผ่นเหล็กเหนียว ลามิเนท และสล๊อทมีลักษณะเป็นแบบแบบกึ่งปิดโครงทำด้วยเหล็กหล่อหรือเหล็กเหนียว และมีขดลวดสองชุด ลวดที่ใช้พันขดลวดจะเป็นชนิดที่หุ้มด้วยฉนวนไฟฟ้าขดลวดนี้จะพันลงไปในสล๊อทของสเตเตอร์ ขดลวดชุดหนึ่งเรียกว่า ขดลวดเมนหรือขดรันและขดลวดช่วยหรือขดสตาร์ท ขดรันจะพันด้วยเส้นลวดทองแดงที่โตกว่าขดสตาร์ท ลักษณะสเตเตอร์ดังรูปที่ 2.41



รูปที่ 2.41 สเตเตอร์ของมอเตอร์สปลิทเฟส

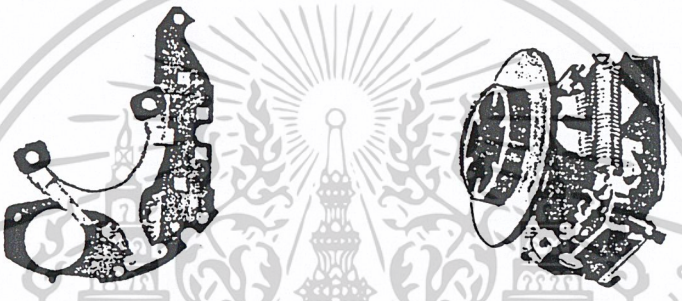
ฝาครอบหรือฝาปิดหัวท้ายยึดติดกับสเตเตอร์ให้แน่นด้วยสกรูและโบลท์ หน้าที่หลักของฝาครอบ คือ จะรองรับโรเตอร์ที่เพลาด้วยแบริ่งเพื่อให้ได้ศูนย์กลางไม่ให้โรเตอร์สัมผัสกับสเตเตอร์ ลักษณะของฝาครอบดังรูปที่ 2.42



รูปที่ 2.42 ลักษณะฝาครอบมอเตอร์สปลิทเฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สวิตช์อัตโนมัติเซนตริฟูกัล สวิตช์ชุดนี้จะมีการติดตั้งอยู่ภายในตัวมอเตอร์เพื่อทำหน้าที่ตัดขดสตาร์ทออกจากวงจร หลังจากที่โรเตอร์หมุนด้วยความเร็วประมาณ 75% ของความเร็วเต็มพิกัด แบบที่ใช้กันอยู่ทั่วๆ ไปประกอบด้วยสองส่วนด้วยกัน คือ ส่วนที่อยู่กับที่และส่วนที่เคลื่อนที่หรือส่วนหมุน ดังรูปที่ 2.43 โดยปกติแล้วสวิตช์ชุดนี้จะติดตั้งอยู่ติดกับโรเตอร์และฝาครอบหน้าด้านใน (ฝาครอบหน้าหมายถึงฝาครอบด้านที่ไม่มีเพลายื่นออกไป) ส่วนอยู่กับที่จะมีหน้าสัมผัสสองอันเหมือนสวิตช์หนึ่งขั้วสับทางเดียวและยึดติดกับฝาครอบหน้าด้านใน สำหรับส่วนเคลื่อนที่จะยึดติดกับโรเตอร์



(ก) ส่วนอยู่กับที่ (ข) ส่วนเคลื่อนที่

รูปที่ 2.43 สวิตช์เซนตริฟูกัล



รูปที่ 2.44 ลักษณะของมอเตอร์สปลิทเฟส

การทำงานของสวิตช์เซนตริฟูกัลนี้ จะกล่าวได้ดังนี้ คือ ในขณะที่มอเตอร์ยังไม่ทำงาน คือ โรเตอร์อยู่กับที่ หน้าสัมผัสทั้งสองของส่วนอยู่กับที่จะปิดด้วยแรงกดของสปริงจากส่วนเคลื่อนที่ ดังรูป 2.45 (ก) แต่เมื่อมอเตอร์ทำงาน จะทำให้โรเตอร์หมุนด้วยความเร็วประมาณ 75% ของความเร็วเต็มพิกัด แรงเหวี่ยงสู่ศูนย์กลางของโรเตอร์จะมากกว่าแรงกดของสปริง จึงทำให้หน้าสัมผัสทั้งสองเปิด เป็นเหตุให้ขดสตาร์ทถูกปลดออกจากวงจรไฟฟ้า ดังรูปที่ 2.45 (ข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) สวิตช์ปิดเมื่อโรเตอร์อยู่กับที่ (ข) สวิตช์เปิดเมื่อโรเตอร์หมุนด้วยความเร็วสูง

รูปที่ 2.45 การทำงานของสวิตช์เซนตริฟูกัล

2.4.2 หลักการทำงาน

ในขณะที่ป้อนแรงดันไฟสลับให้กับมอเตอร์ ขดลวดทั้งสองของมอเตอร์ คือ ขดสตาร์ทและขดรันจะต่อขนานกัน ดังรูปที่ 2.46 ตอนเริ่มทำงานให้พิจารณาที่รูปที่ 2.46 (ก) ก่อน



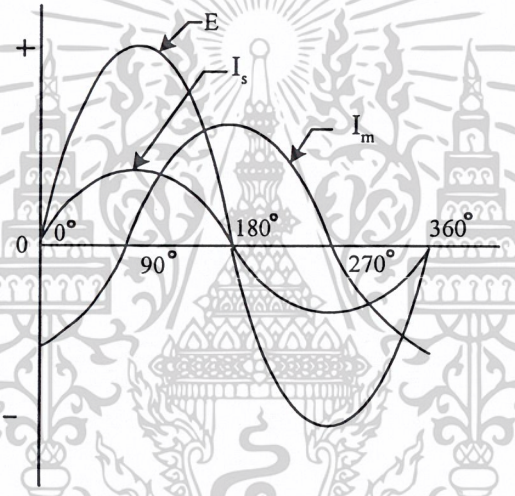
(ก) ขณะมอเตอร์เริ่มหมุน (ข) เมื่อมอเตอร์หมุนด้วยความเร็วปกติ

รูปที่ 2.46 การต่อขดสตาร์ทและขดรันของมอเตอร์สปลิทเฟสและสวิตช์เซนตริฟูกัล

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่าขดรันพันด้วยลวดเส้นใหญ่ ความต้านทานจะต่ำและขดรันนี้จะพันอยู่ด้านล่างของสล๊อท ดังนั้นอินดั๊กแตนซ์จะสูง จึงเป็นเหตุให้กระแสไฟที่ไหลผ่านขดรันนี้ล้าหลังแรงดันที่ป้อนให้เกือบ 90 องศาไฟฟ้า ส่วนกระแสไฟที่ไหลผ่านขดสตาร์ทเกือบจะมีเฟสเดียวกันกับแรงดันที่ป้อนให้ทั้งนี้ก็เพราะว่า ขดสตาร์ทจะพันด้วยลวดเส้นเล็กจึงมีความต้านทานสูงมากและขดสตาร์ทจะพันอยู่ด้านบนของสล๊อทจึงทำให้อินดั๊กแตนซ์ต่ำ การที่ขดสตาร์ทมีความต้านทานสูงแต่มีอินดั๊กแตนซ์ต่ำนี้เองจึงทำให้กระแสเกือบจะมีเฟสเดียวกันกับแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนให้กับมอเตอร์ จากรูปที่ 2.47 กระแส I_m และ I_s ซึ่งเป็นกระแสไหลผ่านขดรันและขดสตาร์ทจะมีมุมต่างเฟสกันเกือบ 90 องศาไฟฟ้าและกระแสไฟทั้งสองส่วนนี้จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กหมุนลักษณะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เดียวกับมอเตอร์ไฟสลับสองเฟสที่ได้กล่าวมาแล้ว สนามแม่เหล็กหมุนจากสเตเตอร์นี้จะตัดกับตัวนำในโรเตอร์ ทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นมา กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำนี้จะสร้างสนามแม่เหล็กขึ้นมาภายในโรเตอร์และทำให้เกิดแรงบิดขึ้นมาที่โรเตอร์ จะทำให้โรเตอร์หมุนได้ ทิศทางการหมุนของโรเตอร์จะหมุนไปในทิศทางเดียวกันกับสนามแม่เหล็กหมุนของสเตเตอร์ ขณะที่มอเตอร์กำลังเร่งความเร็วขึ้นเรื่อยๆ นี้ สวิตช์อัตโนมัติเซนตริฟูกัลก็ยังต่อวงจรขดสตาร์ทอยู่ จนกระทั่งความเร็วของมอเตอร์สูงขึ้นประมาณ 75% ของความเร็วเต็มพิกัด (Rated Speed) สวิตช์เซนตริฟูกัลจะตัดวงจรขดสตาร์ทออก ปล่อยให้ขดรันทำงานต่อไปเพียงชุดเดียวดังรูปที่ 2.46 (ข)



รูปที่ 2.47 กระแสไฟที่ไหลผ่านขดรัน (I_m) และไหลผ่านขดสตาร์ท (I_s) เมื่อเทียบกับแรงดันไฟฟ้า (E)

หลักการทำงานของมอเตอร์หนึ่งเฟสแบบนี้อาศัยหลักการทำงานแบบมอเตอร์สองเฟส คือ ในตอนเริ่มเดิน จะต้องให้มีขดลวดสองชุดและทำให้กระแสไฟที่ไหลผ่านขดลวดทั้งสองชุดมีมุมต่างเฟสกันมากๆ ประมาณเกือบ 90 องศาไฟฟ้า แต่พอมอเตอร์ทำงานแล้วจึงจะตัดหรือปลดขดลวดชุดสตาร์ทออก ปล่อยให้ขดลวดชุดรันทำงานต่อไปเพียงชุดเดียวหรือเฟสเดียว จึงเรียกมอเตอร์หนึ่งเฟสแบบนี้ว่า มอเตอร์สปลิทเฟส

สมมติว่าสวิตช์เซนตริฟูกัลเกิดบกพร่อง คือ หน้าสัมผัสไม่ยอมสัมผัสหรือแตะกัน เมื่อป้อนไฟให้กับมอเตอร์ใหม่ภายหลังจากมอเตอร์หยุดหมุนแล้ว มอเตอร์จะไม่หมุนเพราะมีขดรันชุดเดียวเท่านั้นที่ต่อเข้ากับแรงดันไฟฟ้าหรือเมื่อป้อนไฟให้กับมอเตอร์แล้วมอเตอร์ไม่หมุนและมีเสียงฮัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

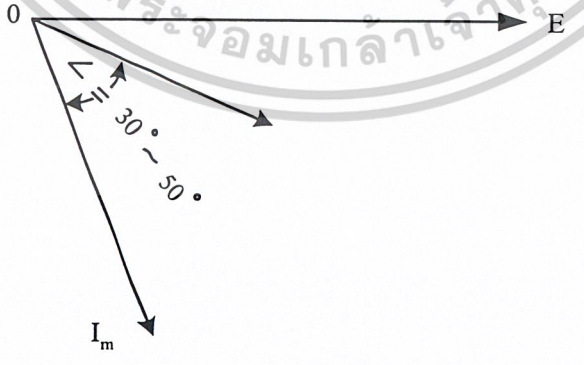
แสดงว่าสวิตช์เซนตริฟูกัลไม่ทำการต่อวงจรขดสตาร์ท ดังนั้นในตอนเริ่มเดินมอเตอร์จะต้องมีขดลวดสองชุดเสมอ

ถ้ามอเตอร์มีขดลวดเพียงชุดเดียว เมื่อป้อนแรงดันไฟฟ้าให้แล้วจะเกิดสนามแม่เหล็กขึ้นที่สเตเตอร์เหมือนกัน เพียงแต่จะเกิดสนามแม่เหล็กสลับกันจากขั้วเหนือเป็นขั้วใต้และจากขั้วใต้เป็นขั้วเหนือ แต่จะไม่เกิดสนามแม่เหล็กหมุน จะไม่เกิดแรงบิดขึ้นมาและมอเตอร์จะไม่หมุน

ถ้ามอเตอร์เริ่มเดินด้วยโหลดหนักมากๆ อาจจะทำให้มอเตอร์ไม่สามารถเร่งความเร็วขึ้นจนถึงขั้นสวิตช์เซนตริฟูกัลตัดขดสตาร์ทออกได้ หรือถ้าป้อนแรงดันให้กับมอเตอร์ต่ำ มอเตอร์ก็อาจจะไม่สามารถเร่งความเร็วขึ้นจนสวิตช์เซนตริฟูกัลตัดขดสตาร์ทออกได้

โดยปกติแล้วเส้นลวดของขดสตาร์ทจะพันด้วยลวดเส้นเล็กทั้งนี้ก็เพื่อให้ขดลวดชุดนี้ทำงานในช่วงเริ่มเดินเท่านั้น คือ ประมาณ 3 ถึง 4 วินาทีเท่านั้น แต่ถ้าขดสตาร์ทต่ออยู่ในวงจรไฟฟ้านานกว่านี้ เช่น นานถึง 60 วินาที ขดลวดชุดนี้อาจจะเกรียมหรือไหม้ได้ ดังนั้นในสภาพปกติมอเตอร์จะเร่งความเร็วขึ้นถึง 75% ของความเร็วเต็มพิกัดในเวลาประมาณ 3 ถึง 4 วินาที

ในความเป็นจริงแล้ว กระแสไฟที่ไหลผ่านขดสตาร์ทและขดรันนั้น จะทำมุมต่างเฟสกันไม่ถึง 90 องศาไฟฟ้า คือ กระแสไฟที่ไหลผ่านขดสตาร์ทจะไม่มีเฟสเดียวกับแรงดันที่ป้อนให้ แต่จะล้าหลังแรงดันเล็กน้อย เพราะในขดสตาร์ทก็จะมีอินดั๊กแตนซ์เหมือนกันและกระแสไฟที่ไหลผ่านขดรันจะมีมุมต่างเฟสกับแรงดันไม่ถึง 90 องศาไฟฟ้าเพราะมีความต้านทานรวมอยู่ด้วย ดังนั้นมุมต่างเฟสระหว่างกระแสไฟที่ไหลผ่านขดสตาร์ทและขดรันจึงมีมุมต่างเฟสกันประมาณ 30 ถึง 50 องศาไฟฟ้า ดังรูปที่ 2.48 การที่มุมต่างเฟสระหว่างกระแสไฟที่ไหลผ่านขดสตาร์ทและขดรันน้อยจึงเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดแรงบิดในตอนเริ่มเดินต่ำ

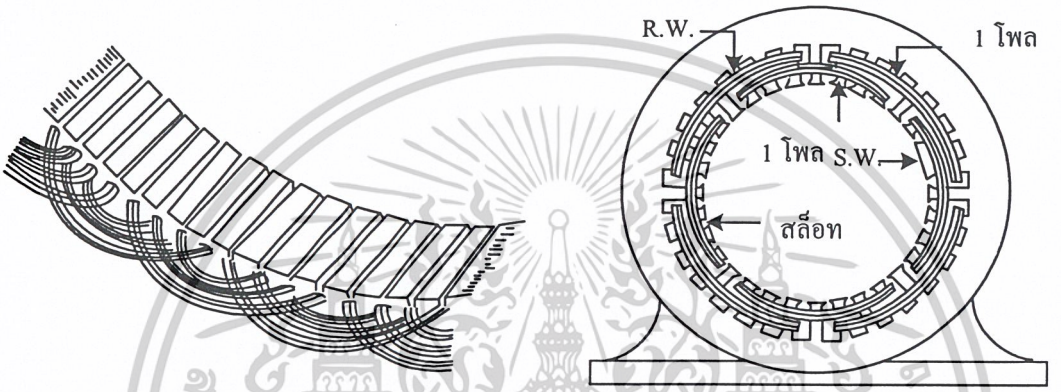


รูปที่ 2.48 เวคเตอร์ไดอะแกรมแสดงมุมต่างเฟสระหว่างกระแสไฟขดสตาร์ทและขดรัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 การต่อมอเตอร์สปลิทเฟสใช้งาน

ในมอเตอร์หนึ่งเฟสแบบนี้ อาจจะมีหลายชนิดด้วยกัน คือ ชนิดสองโพล ชนิดสี่โพล ชนิดหกโพล เป็นต้น ดังนั้น ถ้าเป็นแบบชนิดสองโพลจะมีขดรันสองชุดและขดสตาร์ทสองชุด ถ้าเป็นแบบชนิดสี่โพลจะมีขดรันสี่ชุดและขดสตาร์ทสี่ชุด ถ้าเป็นแบบชนิดหกโพลจะมีขดรันหกชุดและขดสตาร์ทหกชุด เป็นอย่างนี้ไปเรื่อยๆ สมมติว่าขณะนี้พิจารณามอเตอร์สปลิทเฟสชนิดสี่โพล



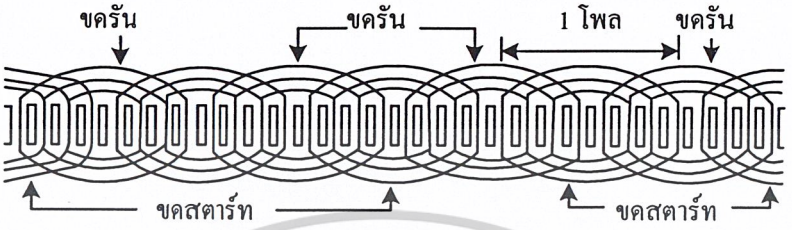
(ก) ลักษณะการพันขดลวดสเตเตอร์ (ข) ลักษณะของขดลวดเมื่อมองด้านข้าง

รูปที่ 2.49 การวางขดลวดชุดรันและชุดสตาร์ทของมอเตอร์สปลิทเฟสชนิดสี่โพล

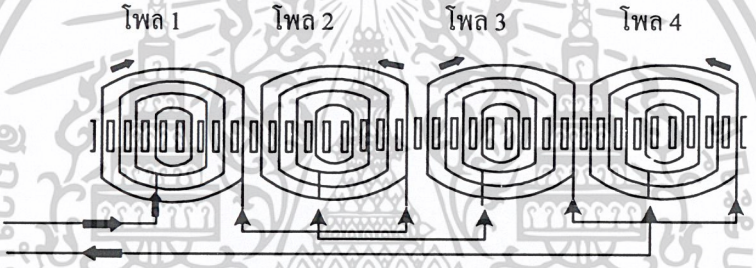
จากรูปที่ 2.49 จะเห็นว่าขดรันจะพันอยู่ด้านล่างของสล๊อทและมีสี่ชุดเพราะเป็นมอเตอร์ชนิดสี่โพล ส่วนขดสตาร์ทจะพันอยู่ด้านนอกของสล๊อทและมีสี่ชุดเหมือนกัน ขดลวดแต่ละชุดในขดรันจะมีปลายสายชุดละสองปลายและขดลวดแต่ละชุดในขดสตาร์ทจะมีปลายสายชุดละสองปลายเช่นเดียวกัน ถ้าจัดแผ่ขดลวดมอเตอร์ในรูปที่ 2.49 (ข) ใหม่ ให้มีลักษณะดังในรูปที่ 2.50 จะเห็นได้ว่าขดรันชุดที่ 1 กับขดรันชุดที่ 2 นั้นจะพันลงในสล๊อทให้ห่างกัน 180 องศาไฟฟ้าและพันขดสตาร์ทลงระหว่างขดรันทั้งสองขด ซึ่งหมายความว่าขดสตาร์ทนี้จะพันลงในสล๊อทห่างกันจากขดรัน 90 องศาไฟฟ้านั่นเอง เมื่อแยกเอาเฉพาะขดรันหรือขดสตาร์ทออกมาเพื่อแสดงวิธีต่อขดลวดจะเห็นได้ดังรูปที่ 2.51 วิธีต่อง่ายๆ คือ โดยการต่อปลายของขดลวดชุดที่ 1 หรือโพลที่ 1 เข้ากับปลายของขดลวดโพลที่ 2 ต่อไปเอาต้นของขดลวดโพลที่ 2 ต่อเข้ากับต้นของขดลวดโพลที่ 3 ต่อไปเอาปลายของขดลวดโพลที่ 3 ต่อเข้ากับปลายของขดลวดโพลที่ 4 ในที่สุดจะเหลือปลายสายอีก 2 ปลาย คือ ต้นของโพลที่ 1 และต้นของโพลที่ 4 วิธีการต่อขดลวดลวดแบบนี้ก็เพื่อให้ขดลวดสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สนามแม่เหล็กขึ้นมาเป็นขั้วเหนือและขั้วใต้สลับกันไป ซึ่งการต่อขดลวดมอเตอร์ทั้งชุดรันและชุดสตาร์ทจะต่อเหมือนกัน

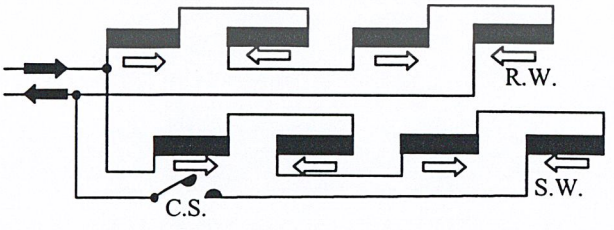


รูปที่ 2.50 ลักษณะขดรันและขดสตาร์ทที่แสดงในแนวเส้นตรงของมอเตอร์ชนิดสี่โพล



รูปที่ 2.51 วิธีต่อขดลวดเพื่อให้สร้างสนามแม่เหล็กเป็นขั้วเหนือและขั้วใต้สลับกัน

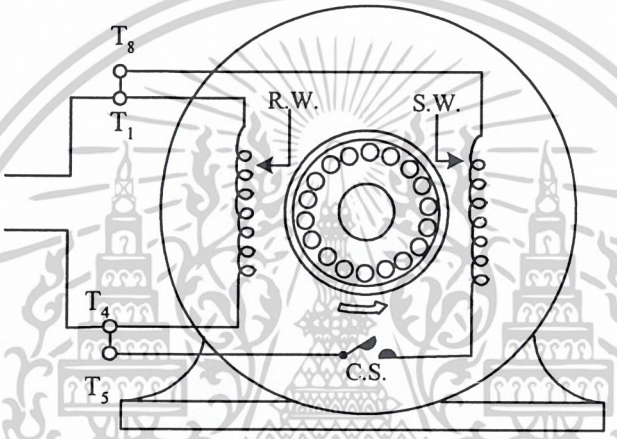
เมื่อเอาขดลวดแต่ละชุดมาเขียนเป็นแท่งสี่เหลี่ยมและต่อให้ถูกต้องดังได้อธิบายไว้ข้างบนแล้วและถ้าต่อสวิตช์เซนตริฟูกัลเข้าร่วมกับขดสตาร์ทแล้ว จะได้วงจรดังรูปที่ 2.52 ข้างล่างถ้าจะต่อวงจรให้อยู่ในลักษณะสคีมเมติกไดอะแกรมก็จะได้ดังรูปที่ 2.46



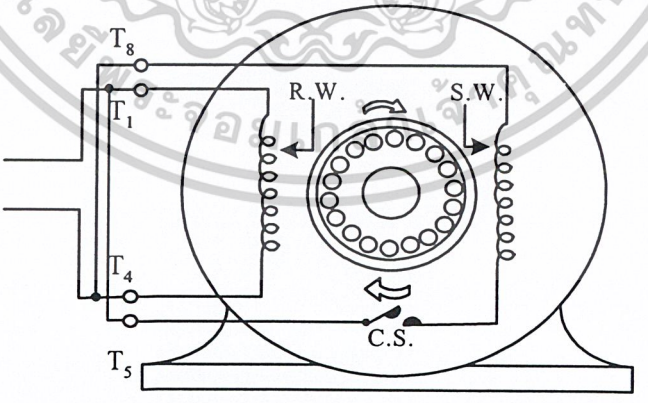
รูปที่ 2.52 วิธีต่อขดรันและขดสตาร์ทร่วมกับสวิทช์เซนตริฟูกัล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการต่อมอเตอร์ให้หมุนกลับทิศทางนั้นสามารถกระทำได้ดังนี้ คือ โดยการสลับปลายสายของขดลวดเพียงคู่หนึ่งคู่ใดเพียงคู่เดียว เช่น สลับปลายสายของขดสตาร์ท ส่วนปลายสายของขดรันให้คงต่อเหมือนเดิมหรือสลับปลายสายของขดรัน ส่วนปลายสายของขดสตาร์ทให้คงต่อเหมือนเดิม จากรูปที่ 2.53 สมมุติว่าวิธีต่อแบบนี้ทำให้มอเตอร์หมุนในทิศทางทวนการเคลื่อนของเข็มนาฬิกา แต่ถ้าสลับปลายสายของขดสตาร์ทดังรูปที่ 2.54 แล้วจะทำให้มอเตอร์หมุนในอีกทิศทางหนึ่ง คือ ตามการเคลื่อนที่ของเข็มนาฬิกา



รูปที่ 2.53 วิธีต่อขดลวดมอเตอร์แล้วสมมุติว่าหมุนทวนเข็มนาฬิกา



รูปที่ 2.54 วิธีต่อขดลวดมอเตอร์แล้วสมมุติว่าหมุนตามเข็มนาฬิกา

ตามปกติแล้วจะต้องต่อมอเตอร์ให้หมุนทวนเข็มนาฬิกา เมื่อหันด้านที่มีเพลาโผล่ให้อยู่ตรงข้ามกับผู้ที่ทำการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

2.5.1 โครงสร้างพื้นฐานของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

ส่วนประกอบที่สำคัญแบ่งออกเป็น 5 ส่วนดังนี้

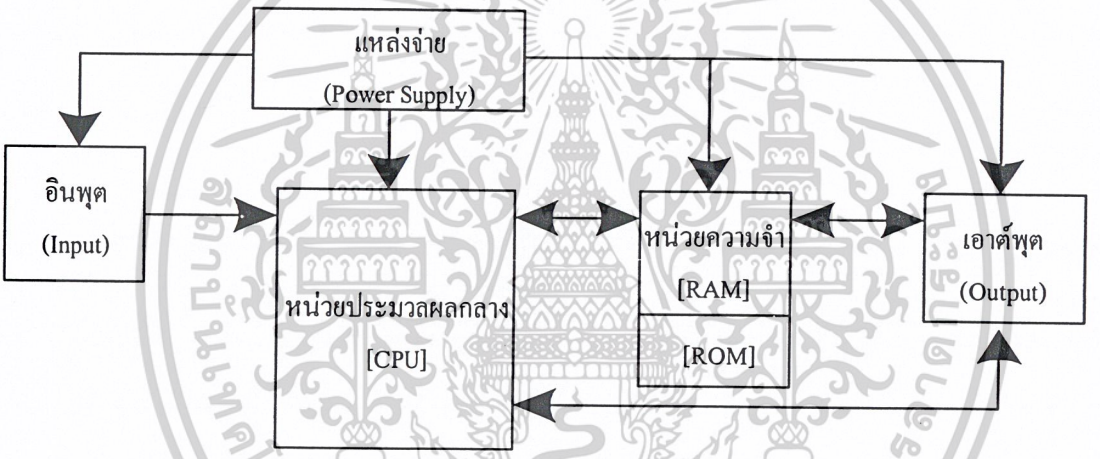
1) หน่วยประมวลผลกลาง (CPU Unit)

2) หน่วยความจำ (Memory Unit)

3) หน่วยอินพุต/เอาต์พุต (Input/Output Unit)

4) แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply)

5) อุปกรณ์ต่อร่วม (Peripheral Devices)



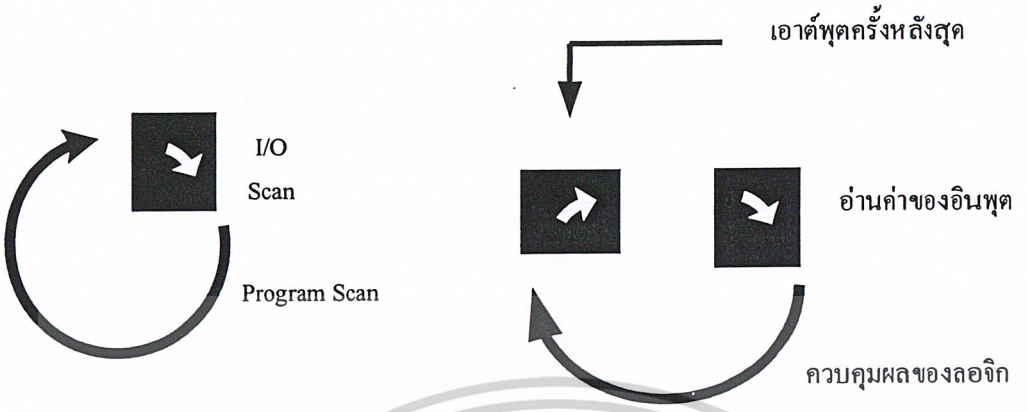
รูปที่ 2.55 โครงสร้างของซีพียู

1) หน่วยประมวลผลกลาง

หน่วยประมวลผลทำหน้าที่ในการทำงานทั้งหมดของระบบโดยรับข้อมูลอินพุตเข้ามาทำงานในการประมวลผลโปรแกรมคำสั่ง สั่งใช้งานแล้วส่งออกไปเอาต์พุต หลังจากนั้นก็จะวนกลับไปรับข้อมูลอินพุตเข้ามาแล้วจะทำซ้ำในลักษณะนี้เรื่อยไป

โดยการทำงานของซีพียูในแต่ละรอบการทำงานจะเรียกว่า ไซเกิ้ลไทม์หรือสามารถเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าการสแกน ดังแสดงในรูปที่ 2.56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) การสแกนที่มีผลตอบสนองต่ออินพุต/เอาต์พุต (ข) การสแกนของพีแอลซีตามลำดับก่อนหลัง

รูปที่ 2.56 การสแกนที่มีผลตอบสนองต่ออินพุตและเอาต์พุต

2) หน่วยความจำ

เป็นองค์ประกอบสำคัญของระบบเพราะเป็นตัวที่ใช้เก็บโปรแกรมและข้อมูลขนาดของหน่วยความจำเป็นสิ่งที่กำหนดความสามารถของระบบและหน่วยความจำที่นิยมนำมาใช้กับซีพียูในปัจจุบัน คือ หน่วยความจำแบบ รอม, แรม, อีพรอม และอีอีพรอม

2.1) หน่วยความจำถาวร เป็นหน่วยความจำถาวรที่ใช้กับโปรแกรม หน่วยความจำแบบนี้ใช้อ่านอย่างเดียวไม่สามารถเขียนโปรแกรมเข้าไปได้

2.2) หน่วยความจำชั่วคราว เป็นหน่วยความจำสำหรับโปรแกรมการสั่งงานหรือควบคุมโดยผู้ใช้ป้อนให้กับ พีแอลซี และสามารถลบข้อมูลได้ เพื่อนำโปรแกรมใหม่เข้าไปเก็บไว้ได้

2.3) หน่วยความจำ เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทไอซี ใช้สำหรับเก็บโปรแกรมที่มีการพัฒนาจนใช้การได้ดี แล้วต้องการเก็บไว้เป็นโปรแกรมถาวร และในการอัดโปรแกรมจะทำได้โดยการถ่ายข้อมูลจากหน่วยความจำ แรม ลงสู่หน่วยความจำ อีพรอม โดยอาศัยเครื่องอัดโปรแกรมชนิดพิเศษ ซึ่งจะทำให้ได้โปรแกรมที่เป็นหน่วยความจำถาวรและพร้อมที่จะทำการติดตั้งลงในหน่วยประมวลผลกลาง เพื่อให้พีแอลซีทำงานตามโปรแกรมที่บรรจุอยู่ในหน่วยความจำประเภทนี้ โปรแกรมนี้จะไม่มีการสูญหายเมื่อไฟดับ แต่ถ้ามีความจำเป็นที่จะลบโปรแกรมภายในก็สามารถทำได้โดยการใช้เครื่องล้างโปรแกรม โดยใช้แสงอุลตร้าไวโอเลต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4) หน่วยความจำอีอีพรอม เป็นหน่วยความจำที่สามารถได้รับการพัฒนามาจากข้อเสียของหน่วยความจำแรมและอีพรอม สามารถถ่ายโอนโปรแกรมจากหน่วยความจำแรม ลงสู่หน่วยความจำอีอีพรอมหรือจากหน่วยความจำอีอีพรอมลงสู่หน่วยความจำแรมได้โดยตรง

3) หน่วยอินพุต–เอาต์พุต

3.1) หน่วยอินพุต ทำหน้าที่รับสัญญาณจากอุปกรณ์ด้านอินพุตภายนอก เช่น สวิตช์ และตัวตรวจจับต่างๆ แล้วแปลงชนิดสัญญาณอินพุตภายนอก ไม่ว่าจะเป็น กระแสตรงและกระแสสลับให้สัญญาณที่เหมาะสม เพื่อส่งเข้าไปให้แก่หน่วยประมวลผลกลาง

3.2) หน่วยเอาต์พุต ซึ่งทำหน้าที่ในการรับค่าสภาวะ ที่ได้จากการประมวลผลของหน่วยประมวลผลเพื่อนำค่าสภาวะต่างๆ ไปควบคุมอุปกรณ์ทางด้านอินพุตภายนอก เช่น รีเลย์ โซลินอยด์ มอเตอร์ หน่วยเอาต์พุตของพีแอลซี จะมีอยู่ด้วยกันหลายแบบผู้ใช้ต้องเลือกใช้ให้ถูกต้องกับลักษณะของงาน เช่น เอาต์พุตแบบรีเลย์และเอาต์พุตแบบอิเล็กทรอนิกส์ เช่น ไทรแอก ทรานซิสเตอร์ เป็นต้น

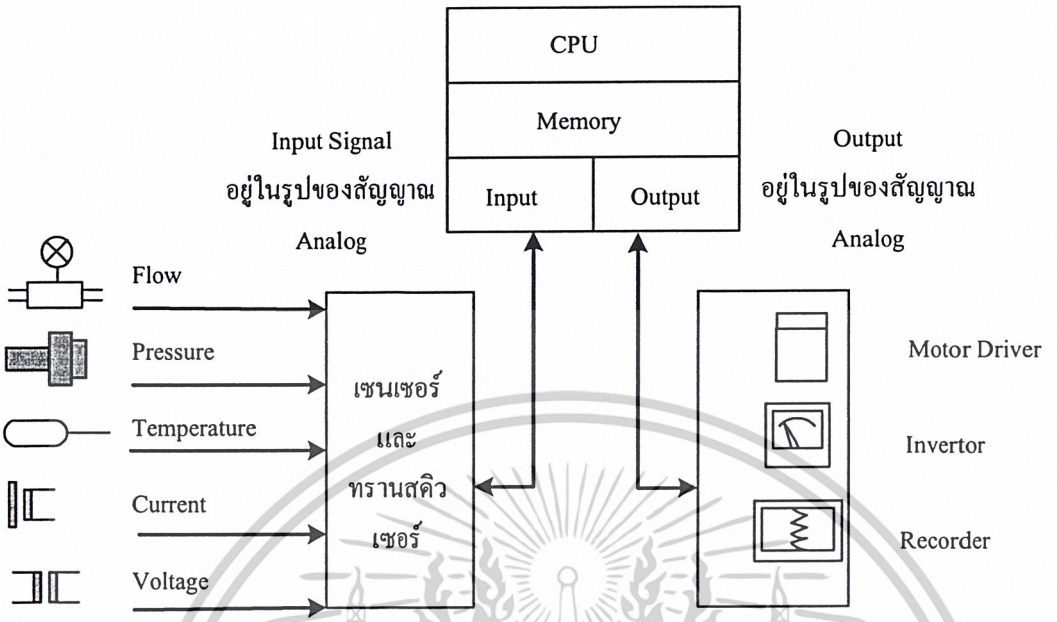
4) แหล่งจ่าย

แหล่งจ่ายทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณจากแหล่งจ่ายไฟภายนอก เช่น 100 ถึง 240 V_{AC} หรือ 24 V_{DC} ให้เป็นแรงดัน 5 V_{DC} สำหรับจ่ายไฟให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ภายในหน่วยประมวลผลอินพุต/เอาต์พุต หรืออุปกรณ์อื่นๆ ที่ประกอบใช้ในพีแอลซี การทำงานของวงจรภายในแหล่งจ่ายไฟ จะเป็นแบบวงจรสวิตช์ชิ่ง ทำให้สามารถจ่ายกระแสให้ภาระคงที่ นอกจากนี้ยังผลิตแรงดัน 24 V_{DC} เพื่อจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์อินพุตภายนอกของ พีแอลซี เช่น สวิตช์และเซ็นเซอร์ต่างๆ เป็นต้น

5) อุปกรณ์ต่อร่วม

อุปกรณ์ที่ใช้ในการต่อร่วมกับพีแอลซีมีอยู่หลายอย่าง เพื่อความสะดวกในการพัฒนาโปรแกรมและเขียนโปรแกรมประเภทและหน้าที่ของอุปกรณ์ต่อร่วมเป็นดังตารางที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.57 การต่ออุปกรณ์อื่นใช้งานร่วมกับพีแอลซี

ตารางที่ 2.1 หน้าที่ของอุปกรณ์ต่อร่วมกับพีแอลซี

อุปกรณ์ต่อร่วม	หน้าที่การใช้งานเกี่ยวกับโปรแกรม				
	ป้อน	แก้ไข	โหลดใหม่	พิมพ์	สภาวะ
1. โปรแกรมมิ่งคอนโทรล	*	*			*
2. อีพรอมไรเตอร์			*		
3. ปริ้นเตอร์				*	
4. กราฟฟิกโปรแกรมมิ่ง	*	*			*
5. CTR มอนิเตอร์	*	*			*
6. ออดิโอ คลาสเซ็ท			*		
7. แลดเดอร์ซอฟแวร์	*	/	*	*	*

2.5.2 อุปกรณ์ทางด้านอินพุต/เอาต์พุต

1) อุปกรณ์ทางด้านอินพุต

เป็นอุปกรณ์ที่นำมาต่อร่วมกับหน่วยอินพุตของพีแอลซี ซึ่งทำหน้าที่ในการสั่งงาน หรือการตรวจจับสัญญาณจากวัตถุและกระบวนการ เพื่อป้อนเข้าสู่หน่วยอินพุตของพีแอลซีและส่งต่อไปยัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

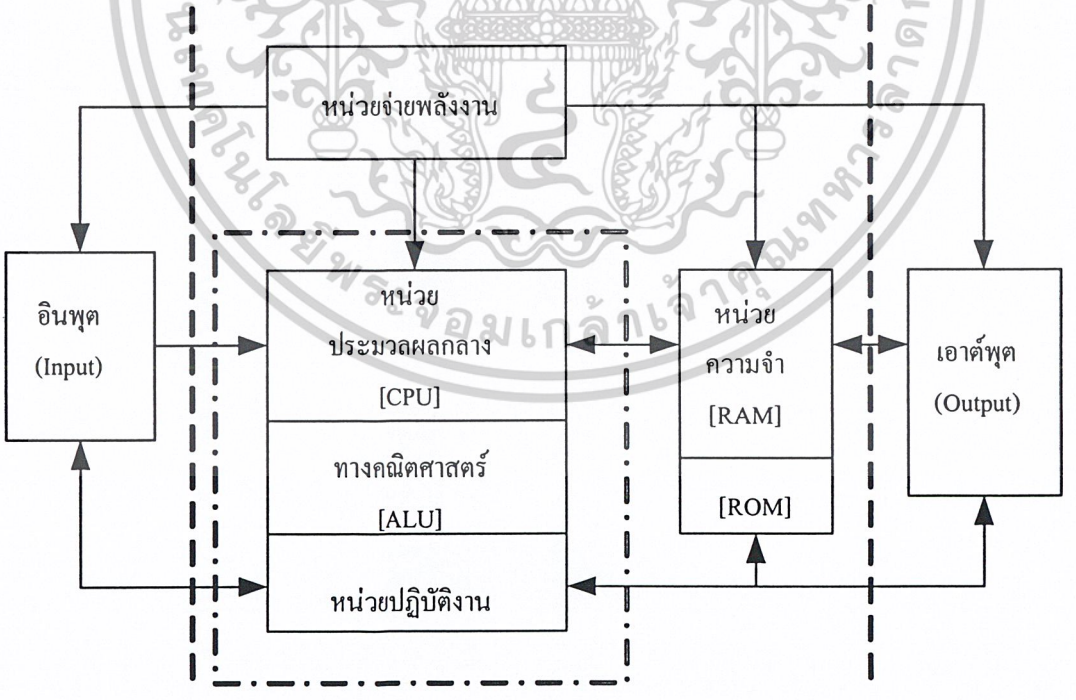
หน่วยประมวลผลเพื่อทำการประมวลผลในโปรแกรมต่างๆ สำหรับอุปกรณ์ทางด้านอินพุตเหล่านี้ เช่น สวิตช์ต่างๆ ลิมิตสวิตช์ สวิตช์ลำแสง พร๊อกซิมิตี้สวิตช์ เป็นต้น

2) อุปกรณ์ทางด้านเอาต์พุต

เป็นอุปกรณ์ที่นำมาต่อร่วมกับหน่วยเอาต์พุตของพีแอลซี ซึ่งทำหน้าที่ในการรับสัญญาณจากเอาต์พุตของพีแอลซีหลังจากประมวลผลการสั่งงานแล้ว ส่งผลของคำสั่งออกมาแสดงผล โดยควบคุมกระบวนการให้ทำงานตามโปรแกรมที่กำหนดไว้ สำหรับอุปกรณ์เอาต์พุตที่ใช้กันอยู่จะมีอยู่หลายแบบเช่น มอเตอร์ โซลินอยด์ บัสเซอร์ เป็นต้น

2.5.3 หน่วยประมวลผลกลาง

หน่วยประมวลผลกลางเป็นหัวใจหลักของพีแอลซีเรียกว่า เซนทรัลโปรเซสซิ่งยูนิท ประกอบด้วยหน่วยประมวลผลทางคณิตศาสตร์ เรียกว่า อริสเมติกลอจิกยูนิท หน่วยประมวลผลของคำสั่ง หน่วยความจำ และหน่วยจ่ายกำลังงาน หน่วยประมวลผลกลาง หน่วยประมวลผล ของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรล หมายถึง ส่วนประกอบทั้งหมดที่ทำหน้าที่ในการทำงานของ พีแอลซี หน่วยประมวลผลทำหน้าที่นำโปรแกรมหรือคำสั่งจากหน่วยความจำมาปฏิบัติตามโปรแกรมหรือคำสั่งนั้นๆ เพื่อควบคุมอุปกรณ์ภายนอกผ่านทางอินพุต/เอาต์พุต



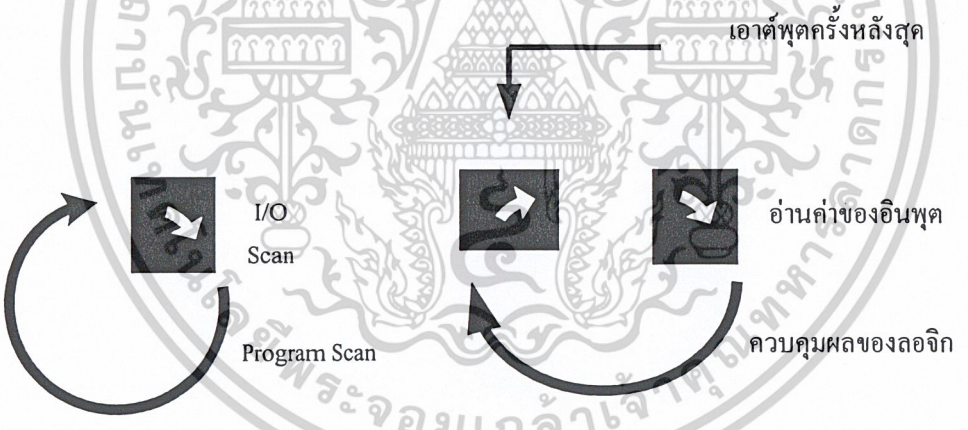
รูปที่ 2.58 โครงสร้างของหน่วยประมวลผลกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) หน่วยประมวลผล เป็นหน่วยที่ประมวลผลทำหน้าที่ดูแลการทำงานของพีแอลซี คือ นำเอาโปรแกรมที่สั่งงานมาปฏิบัติ เพื่อควบคุมอุปกรณ์ภายนอกตามเงื่อนไขการควบคุมที่ผู้เขียนโปรแกรมต้องการไว้

2) การสแกน คือ การทำงานของตัวพีแอลซี จะประกอบไปด้วย การรับข้อมูลจากหน่วยอินพุต/เอาต์พุต ประมวลผลตามโปรแกรมของผู้ใช้และส่งข้อมูลสุดท้ายที่ได้จากการประมวลผลที่หน่วยเอาต์พุต

การสแกนของพีแอลซีประกอบด้วย การรับค่าสภาวะของอุปกรณ์ภายนอกจากอินพุต/เอาต์พุตมาเก็บไว้ในหน่วยความจำ ดังนั้นในโปรแกรมควบคุมที่ผู้ใช้เขียนขึ้นมาให้พีแอลซีปฏิบัติทีละคำสั่งโดยเริ่มจากคำสั่งแรกจนสุดโปรแกรมไว้ในหน่วยความจำถ้าการปฏิบัติโปรแกรมทำให้สภาวะของเอาต์พุตจุดใดเปลี่ยนแปลง ผลลัพธ์ดังกล่าวจะถูกบันทึกไว้ในหน่วยความจำก่อนหน้าเพื่อปฏิบัติตามโปรแกรมที่ผู้ใช้ใช้เรียบร้อยแล้ว จึงนำเอาผลการเปลี่ยนแปลงครั้งสุดท้ายส่งออกไปที่หน่วยเอาต์พุตและพีแอลซีจึงเริ่มต้นทำการเปลี่ยนแปลงใหม่



รูปที่ 2.59 การสแกนของพีแอลซีตามลำดับก่อนหลัง

3) การติดต่อกับระดับย่อย หมายถึง การทำการแลกเปลี่ยนข้อมูลต่างๆ ระหว่างตัวหน่วยประมวลผลกับหน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบโหมดและอุปกรณ์ร่วมภายนอก เมื่อพีแอลซีสแกนครบ 1 รอบก่อนเริ่มต้นการสแกนใหม่ ในหน่วยประมวลผล จะติดต่อและแลกเปลี่ยนข้อมูลกับอุปกรณ์ร่วมภายนอกและอินพุต/เอาต์พุตแบบรีโมต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) การตรวจสอบข้อมูล คือ ข้อมูลที่ได้จากการติดต่อระหว่างพีแอลซีและระบบอุปกรณ์ย่อย จะได้รับการตรวจสอบ เพื่อความแน่ใจว่าการรับและการส่งข้อมูลถูกต้อง การตรวจสอบข้อมูลของพีแอลซีทำได้ 2 วิธีด้วยกัน คือ

1) การตรวจพาริตี้

2) การตรวจสอบผลรวม

5) การตรวจสอบสภาพการทำงานของหน่วยประมวลผลกลาง สำหรับหน่วยประมวลผลกลางของพีแอลซีจะตรวจสอบสภาพการทำงานของอุปกรณ์และอุปกรณ์ร่วมภายนอกทุกช่วงการสแกน ซึ่งประกอบด้วยการตรวจสอบหน่วยประมวลผล หน่วยความจำ หน่วยจ่ายกำลังงาน หน่วยอินพุต/เอาต์พุตและอุปกรณ์ร่วมอื่นๆ ถ้าส่วนใดผิดปกติหน่วยประมวลผลกลางจะแจ้งให้ผู้ใช้งานทราบ เช่น การทำงานของหน่วยประมวลผล ถ้าการทำงานปกติทุกรอบการสแกนหน่วยประมวลผลจะส่งสัญญาณนาฬิกาให้กับวงจรหน่วงเวลา

2.5.4 หน่วยความจำ

หน่วยความจำทำหน้าที่เก็บโปรแกรมบริหารระบบและข้อมูลต่างๆ ที่พีแอลซีใช้ในการประมวลผลพีแอลซีแบ่งหน่วยความจำออกเป็น 2 ส่วนประกอบด้วย

1.) หน่วยความจำระบบ (ความจำถาวร)

2) หน่วยความจำผู้ใช้ (ความจำชั่วคราว)

1) หน่วยความจำชนิดต่างๆ

1.1) ROM (Read Only Memory)

1.2) RAM (Random Access Memory)

1.3) PROM (Programmaple Read Only Memory)

1.4) EPROM (Erasable Programmaple Read Only Memory)

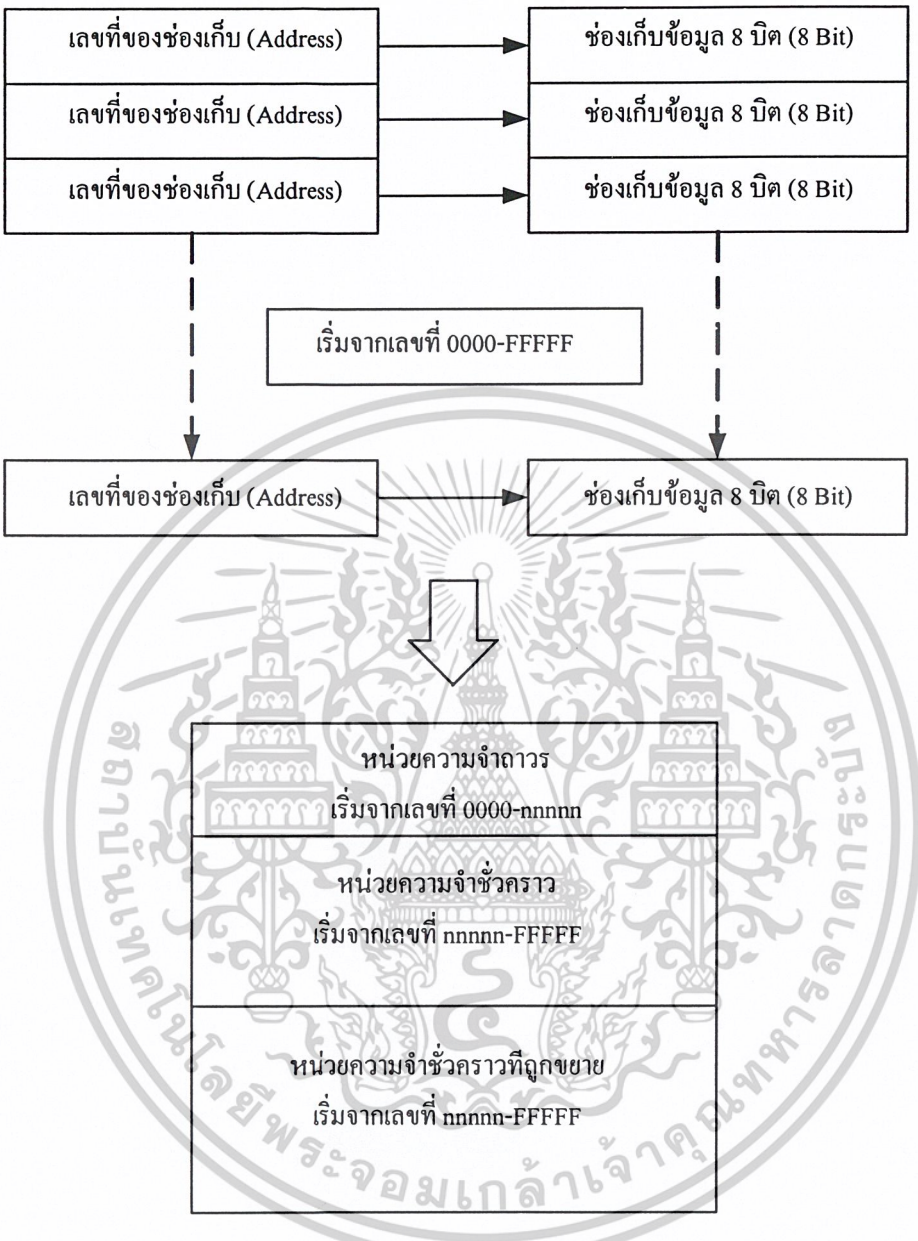
1.5) EAROM (Electrically Alterable Read Only Memory)

1.6) EEPROM (Electrically Erasable Programmaple Read Only Memory)

2) ขนาดและความจุของหน่วยความจำ

2.1) โครงสร้างหน่วยความจำของพีแอลซี ซึ่งจะมีลักษณะเป็นช่องตารางของแต่ละช่องเรียกว่า บิต ซึ่งหมายถึง หนึ่งหลักของเลขฐานสอง ข้อมูล 1 บิต อาจมีค่า 1 หรือ 0 แทนสภาวะเปิดหรือปิด ทางไฟฟ้าของหน่วยอินพุต/เอาต์พุตและข้อมูลขนาด 8 บิต รวมเรียกว่า 1 ไบต์พีแอลซีซึ่งใช้เก็บค่าตัวเลขแต่ละหลักซึ่งแทนตำแหน่งของเครื่องจักรหรือค่าสัญญาณของแอนะลอกที่มีรายการเปลี่ยนแปลงมากกว่าเปิดหรือปิด

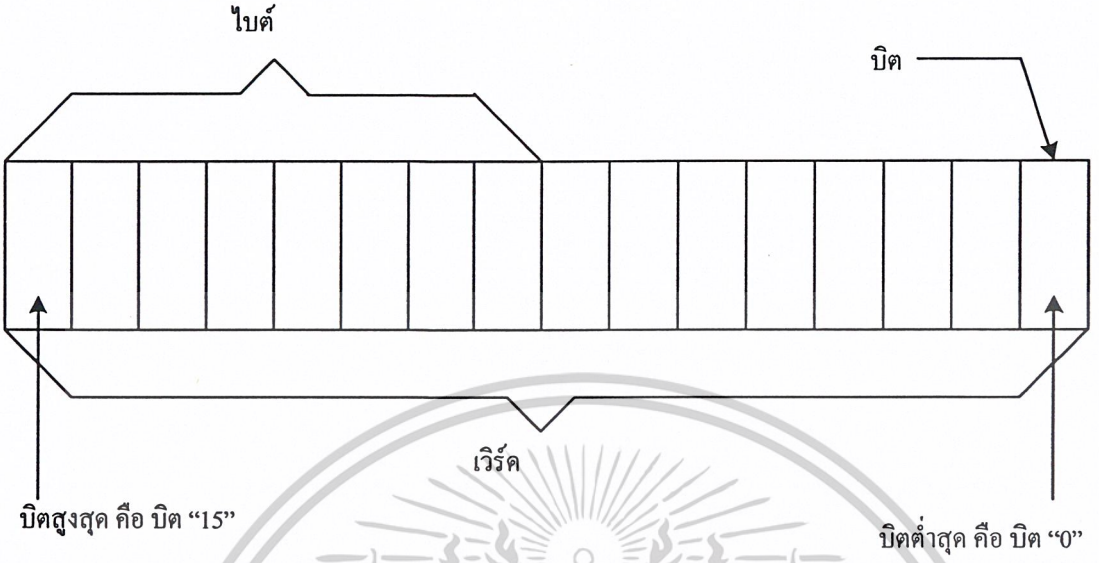
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.60 ลักษณะโครงสร้างของหน่วยความจำ

ดังนั้นเพื่อให้การใช้งานต่อสะดวกขึ้น จึงกำหนดให้หน่วยความจำของพีแอลซี ซึ่งเก็บข้อมูลและคำสั่งในลักษณะเลขฐาน คือ “0” กับ “1” ครั้งละ 8–16 บิต ไว้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.61 ลักษณะของหน่วยความจำพีแอลซี

2.2) ขนาดของหน่วยความจำพีแอลซี ซึ่งจำเป็นต้องทราบขนาดหน่วยความจำที่แน่นอน เพราะหน่วยความจำที่มีขนาดใหญ่เกินไปเสียค่าใช้จ่ายโดยไม่จำเป็น แต่หน่วยความจำที่เล็กเกินไปก็อาจไม่เพียงพอพีแอลซีขนาดเล็กซึ่งมีหน่วยอินพุต/เอาต์พุตไม่เกิน 64 จุดมักมีขนาดจำกัด แต่พีแอลซีขนาดกลางและใหญ่ก็มักมีหน่วยความจำเป็นโหมดให้เลือกขนาด 1.2 หรือ4 กิโลไบต์

3) การจัดหน่วยความจำ

หน่วยความจำพีแอลซีทั้งหน่วยความจำระบบรวมทั้งหน่วยความจำผู้ใช้แบ่งเป็น 4 ส่วน คือ

1) โปรแกรมบริหารระบบจะถูกเขียนไว้ในย่อยความจำถาวร

2) ข้อมูลระบบ

3) ตารางข้อมูล

4)โปรแกรมผู้ใช้งานเขียนสั่งงานเองจะเขียนไว้ในหน่วยความจำชั่วคราว

2.5.5 ตำแหน่งพื้นที่ในการใช้งาน

การกำหนดเรียกชื่อ ตำแหน่งหรือลักษณะการทำให้รีเลย์ในพื้นที่หน่วยความจำ ซึ่งพีแอลซีในแต่ละรุ่นอาจมีพื้นที่และหมายเลขเชนแนล ไม่เหมือนกัน แต่พื้นที่โดยทั่วไปจะถูกกำหนดไว้เหมือนๆ กัน ดังนี้

1) Internal Relay (IR)

2) Special Relay (SR)

3) Temporally Relay (TH)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) HG Relay (HR)

5) Auxiliary Relay (AR)

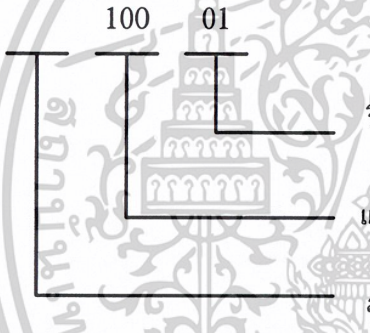
6) Link Relay (LR)

7) Timer/Counter (TIM/CNT)

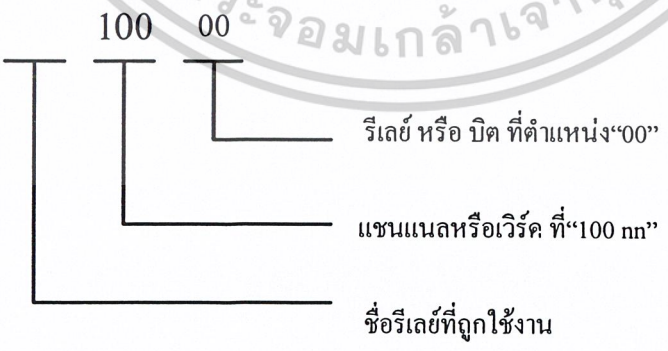
8) Data Memory (DM)

9) User Memory (UM)

พีแอลซีจะแบ่งพื้นที่ออกเป็นกลุ่มใหญ่ๆ โดยจำนวนของแต่ละกลุ่มจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับแต่ละประเภทของรีเลย์ ซึ่งจะเรียกกลุ่มรีเลย์เหล่านี้ว่าแชนแนลหรือเวิร์ด ภายในประกอบด้วยรีเลย์จำนวน 16 ตัวหรือ 16 บิต ดังตัวอย่างอินพุตแชนแนล 000 จะประกอบด้วยรีเลย์ 16 ตัว คือ 00000 ถึง 00015 เบอร์ของรีเลย์ เช่น



100 อินพุตแชนแนล 100 จะประกอบด้วยรีเลย์ 16 ตัว คือ 00000 ถึง 00015 เบอร์ของรีเลย์ เช่น



การเก็บค่าตัวเลขสามารถเก็บตัวเลขลงในแชนแนลได้สองระบบ คือ ระบบเลขฐานสองและเลขฐานสิบหก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) รีเลย์ภายใน

เป็นพื้นที่รีเลย์ภายในของพีแอลซีที่สามารถเรียกใช้งานในการเขียนโปรแกรมเป็นรีเลย์ช่วยที่อยู่ระหว่าง IR000–IR243 โดยพื้นที่เหล่านี้ยังแบ่งพื้นที่ใช้งานตามหน้าที่ดังนี้

1.1) อินพุต เป็นพื้นที่รีเลย์ที่ติดต่อรับสัญญาณจากค่าอินพุตภายนอกอยู่ระหว่าง IR000–IR011 มีจำนวนรีเลย์หรือบิต จำนวน 192 ตัว

1.2) เอาต์พุต จะเป็นพื้นที่รีเลย์ที่ใช้ติดต่อส่งสัญญาณพีแอลซีออกสู่ภายนอกอยู่ระหว่าง IR100–IR111 มีจำนวนรีเลย์หรือบิต จำนวน 192 ตัว

1.3) รีเลย์ใช้งาน จะเป็นพื้นที่ใช้งานที่เป็นรีเลย์สามารถเขียนโปรแกรมพื้นที่ใช้งานจะอยู่ระหว่าง IR012–IR095, IR112–IR195, IR216–IR219 และ IR224–IR229 มีจำนวนรีเลย์หรือบิต จำนวน 2720 ตัว

1.4) มาโคร เป็นพื้นที่รีเลย์ที่ใช้งานฟังก์ชั่นพิเศษ ในกรณีนี้มีการเขียนโปรแกรมหลายๆ โปรแกรมมีลักษณะเหมือกันพื้นที่อินพุตอยู่ระหว่าง IR069–IR229 และเอาต์พุต อยู่ระหว่าง IR196–IR199 โดยมีจำนวนรีเลย์หรือบิต จำนวน 64 ตัว

1.5) แอนะลอก จะใช้เป็นพื้นที่สำหรับการเก็บค่าของการใช้งานแบบลิเนียร์ เฉพาะรุ่น CQM1–CPU42–E พื้นที่งานอยู่ระหว่าง IR220–IR223 มีจำนวนรีเลย์หรือบิต จำนวน 64 ตัว

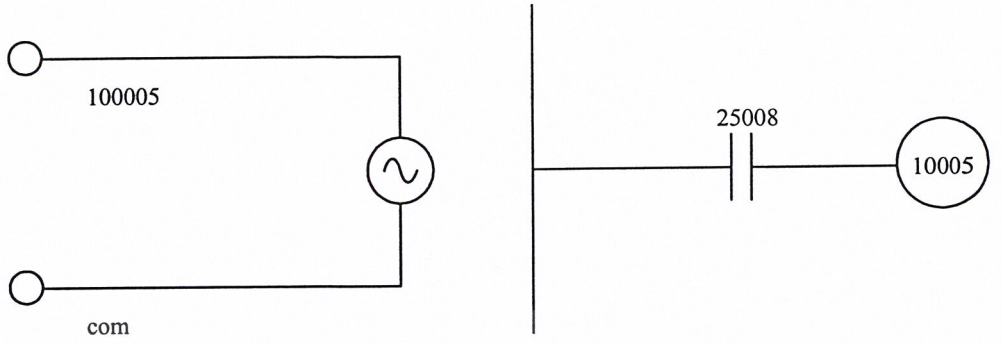
2) แฟลกรีเลย์พิเศษ

เป็นแฟลกรีเลย์พิเศษ ซึ่งค่าของแฟลกจะขึ้นอยู่กับการทำงานของหน่วยประมวลผลหรือภายในโปรแกรมไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ใช้สำหรับฟังก์ชันพิเศษหรือควบคุมการทำงานของบิตพีแอลซี อยู่ระหว่าง SR244–SR255

ตัวอย่าง ของแฟลกรีเลย์พิเศษที่ใช้งานบ่อย

2.1) รีเลย์ตำแหน่งที่ 2508 จะเป็นรีเลย์ที่มีสภาวะเปิดแหล่งจ่ายไฟสำรองซึ่งจะจ่ายให้กับหน่วยประมวลผลนั้นมีแรงต่ำกว่าปกติ เพื่อเตือนให้ผู้ใช้ทราบแล้วทำการเปลี่ยนแปลงแหล่งจ่ายไฟสำรองเสียใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.62 การต่อวงจรและการเขียนโปรแกรมแสดงผลแบตเตอรี่

2.2) รีเลย์ตำแหน่งที่ 25309 รีเลย์ตำแหน่งนี้จะมีสภาวะเปิดเพื่อแสดงค่าของสแกนเวลาในพีแอลซีใช้เวลาในการทำงานมากเกินไป

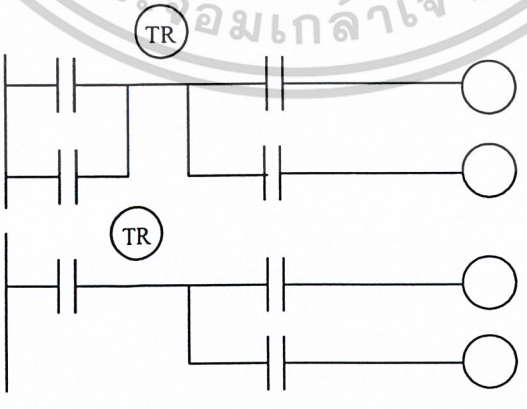
2.3) รีเลย์ตำแหน่งที่ 25500 เป็นรีเลย์ที่ใช้งานในการแสดงค่าของแฟลกตัวทด เมื่อมีการกระทำข้อมูลทางคณิตศาสตร์ด้วยคำสั่งบวกและคำสั่งลบ

2.4) รีเลย์ตำแหน่งที่ 25505, 25507 จะเป็นรีเลย์ที่ใช้ในการแสดงค่าสภาวะต่างๆ เมื่อใช้คำสั่ง Compare (CMP) โดยคำสั่งนี้จะใช้ เมื่อเราต้องการเปรียบเทียบค่าของตัวเลข 2 ชุด

2.5) รีเลย์ตำแหน่งที่ 2515 ซึ่งเป็นรีเลย์ตำแหน่งเมื่อมีสภาวะเปิดจะทำการรีเซ็ทเอาต์พุตพีแอลซีทั้งหมด ให้อยู่ในสภาวะปิดใช้สำหรับในการเขียนโปรแกรมคำสั่ง

3) รีเลย์หน่วยความจำชั่วคราว

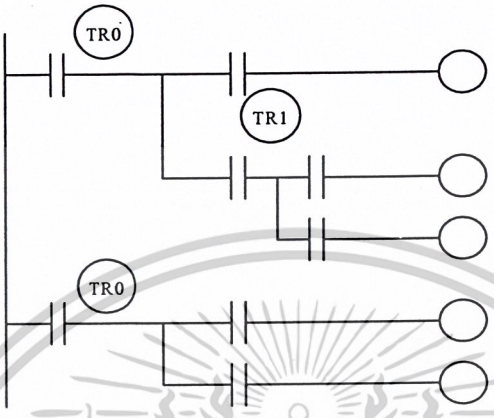
เป็นรีเลย์หน่วยความจำชั่วคราว มีอยู่ด้วยกัน 8 จุด คือ ตั้งแต่ TR0–TR7 ใช้ในการเขียนโปรแกรมที่มีสาขาย่อย



รูปที่ 2.63 ตัวอย่างโปรแกรมการใช้งานรีเลย์หน่วยความจำชั่วคราว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้รีเลย์หน่วยความจำชั่วคราว สามารถใช้ซ้ำๆ ได้ก็ต่อเมื่อโปรแกรมนั้นๆ อยู่ต่างชุดคำสั่งหรือต่างสาขา แต่ถ้าอยู่สาขาเดียวกันไม่สามารถใช้รีเลย์หน่วยความจำชั่วคราวซ้ำกันได้



รูปที่ 2.64 แลดเดอร์ที่ใช้งานได้

4) รีเลย์ที่ใช้ฟังก์ชั่นพิเศษ

เป็นรีเลย์ที่ใช้ฟังก์ชั่นพิเศษ มีพื้นที่ระหว่าง AR00-AR27 มีจำนวนรีเลย์หรือบิตทั้งหมด 448 ตัว ตัวอย่างการใช้งานรีเลย์ที่ใช้ฟังก์ชั่นพิเศษ

4.1) รีเลย์ตำแหน่งที่ AR0712 รีเลย์ตำแหน่งนี้มีสภาวะเปิดหรือปิดจะขึ้นอยู่กับ Dip SW.6 ของหน่วยประมวลผล หมายความว่าเมื่อทำการ Set SW.6 ในหน่วยประมวลเปิดค่าสภาวะของ AR0712 จะมีสภาวะเปิดและเมื่อมีการ Set Dip SW.6 ให้ปิดค่าสภาวะของ AR0712 จะมีสภาวะปิด



รูปที่ 2.65 ค่าสภาวะ AR0712 จาก Dip SW.6

4.2) รีเลย์ตำแหน่งที่ AR1300 รีเลย์ตำแหน่งนี้ปกติเมื่อสภาวะเปิดแสดงว่ามีการติดตั้งหน่วยความจำเข้ากับหน่วยประมวลผลพีแอลซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3) รีเลย์ตำแหน่งที่ AR1302 รีเลย์ตำแหน่งนี้เมื่อสภาวะเปิดแสดงว่าหน่วยความจำที่ติดตั้งไว้กับหน่วยประมวลผลนั้น จะไม่สามารถที่จะโหลดโปรแกรมจากหน่วยความจำแรมเข้าสู่หน่วยความจำอีพรอมได้

4.4) รีเลย์ตำแหน่งที่ AR140 เมื่อทำการติดตั้งหน่วยความจำ อีอีพรอมเข้ากับพีแอลซีแล้วทำการเซ็ท AR1400 ให้มีสภาวะเปิดโปรแกรมที่อยู่ในหน่วยความจำแรมจะโหลดเข้าสู่พื้นที่ของหน่วยความจำอีอีพรอม

4.5) รีเลย์ตำแหน่งที่AR1401เมื่อเซ็ทรีเลย์ตำแหน่งนี้ให้มีสภาวะเปิดโปรแกรมที่อยู่ในหน่วยความจำอีอีพรอมจะโหลดเข้าสู่หน่วยความจำแรม

4.6) รีเลย์ตำแหน่งที่ AR17–AR21 เป็นรีเลย์ที่แสดงค่าของนาฬิกาและปฏิทินเป็นตัวเลข 4 หลัก

* รีเลย์ ตำแหน่งที่ AR17 จะแสดงค่าเป็นชั่วโมงและนาที

*รีเลย์ ตำแหน่งที่ AR18 จะแสดงค่าเป็นนาทีและวินาที

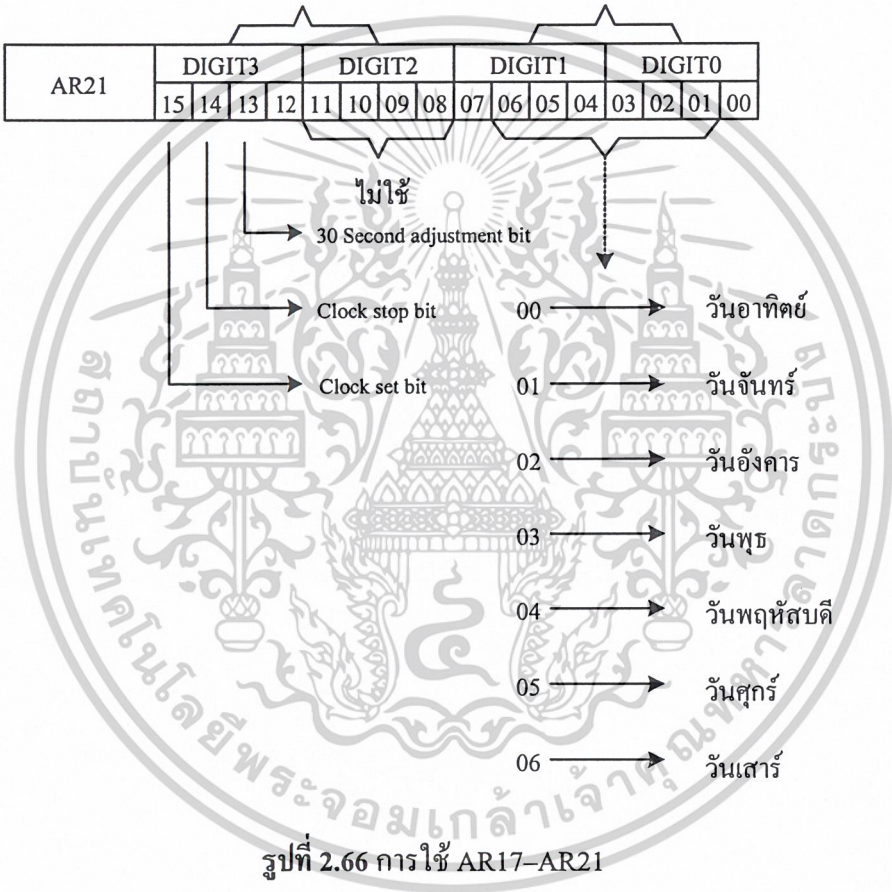
*รีเลย์ ตำแหน่งที่ AR19 จะแสดงค่าเป็นวันที่และชั่วโมง

*รีเลย์ ตำแหน่งที่ AR20 จะแสดงค่าเป็นปีและเดือน

*รีเลย์ ตำแหน่งที่ AR21 จะแสดงค่าเป็นของสัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AR17	Hour	Minute
AR18	Minute	Second
AR19	Data	Hour
AR20	Year	Month



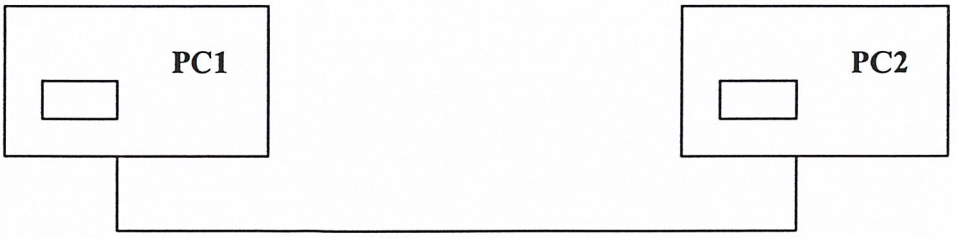
รูปที่ 2.66 การใช้ AR17–AR21

5) รีเลย์ที่ใช้ในการติดต่อรับ-ส่งข้อมูล

เป็นรีเลย์ที่ใช้ในการติดต่อรับ–ส่งข้อมูลระหว่างพีแอลซีกับพีแอลซีพื้นที่รีเลย์ส่วนนี้อยู่ระหว่าง LR00–RL63 มีจำนวนรีเลย์หรือบิตทั้งหมด 1600 ตัว

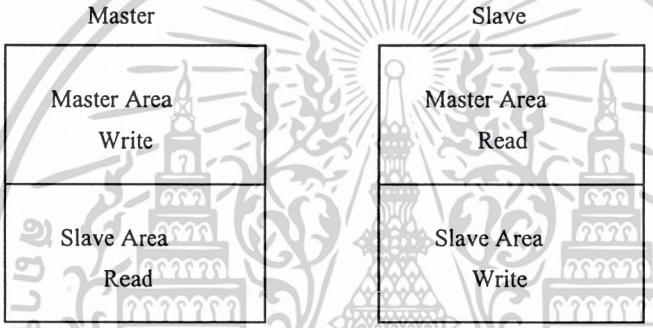
1) ต่อสายเชื่อมต่อข้อมูลเข้าที่ Port RS232C ของพีแอลซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



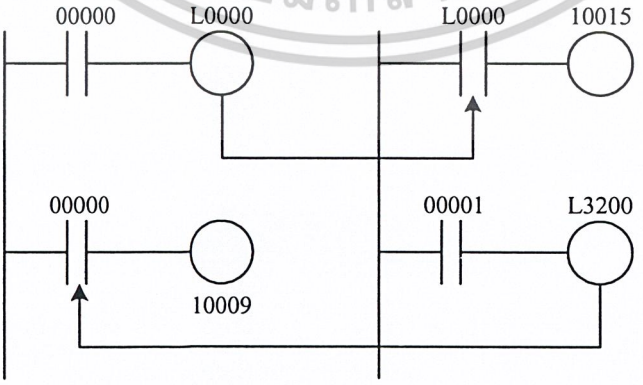
รูปที่ 2.67 ต่อสายเชื่อมต่อข้อมูลเข้าที่ PORT RS232C ของพีแอลซี

2) เซ็ทค่าลงในหน่วยความจำข้อมูลของพีแอลซีทั้งสองตัวเพื่อแบ่งพื้นที่ของ



รูปที่ 2.68 เซ็ทค่าลงในหน่วยความจำข้อมูลของพีแอลซีทั้งสอง

3) โปรแกรมตัวอย่างการติดต่อระหว่างพีแอลซีโดยผ่านรีเลย์ที่ใช้ในการติดต่อรับ–ส่งข้อมูล



รูปที่ 2.69 ตัวอย่างการใช้รีเลย์ที่ใช้ในการติดต่อรับ–ส่งข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) ตัวตั้งเวลาและตัวนับในระบบโปรแกรม

เป็นพื้นที่ของตัวตั้งเวลาและตัวนับในระบบโปรแกรม ซึ่งอยู่ในพื้นที่เดียวกันระหว่าง TIM/CN000–TIM/CN511 มีจำนวน 512 ชุด

7) หน่วยความจำข้อมูล

ในการใช้งานจะไม่มีการเรียกใช้หน่วยความจำข้อมูลแยกเป็นจุดหรือบิตเป็นอิสระเหมือนรีเลย์ภายใน แต่จะเรียกใช้งานทีละแชนแนลหรือ16 บิตต่อยูนิตและในการเก็บข้อมูลยังคงค่าของข้อมูลเอาไว้ถึงแม้แหล่งจ่ายจะหายไป

ตารางที่ 2.2 การแบ่งพื้นที่การใช้งานของหน่วยความจำข้อมูล

Data	DN0000 ↓ DN1023	จำนวน 1024 ตัว สามารถอ่านและเขียนได้ ใช้กับ CPU รุ่น CPU 11, 21, 41, 42, 43, 44	หน่วยความจำข้อมูล สามารถเก็บค่าตัวเลขได้ ทั้งเลขฐานสิบและ เลขฐานสิบหก DM000=2541
	DN1024 DN6143	จำนวน 1024 ตัว สามารถอ่านและเขียนได้ ใช้กับ CPU รุ่น CPU 41, 42, 43, 44 เท่านั้น	
	DN6144 ↓ DN6568	จำนวน 425 ตัว	Read Only Area (ใช้อ่านได้อย่างเดียว)
	DN6569 ↓ DN6599	จำนวน 31 ตัว	Error History Area (บันทึกปัญหาของพีซี)
	DN6600 ↓ DN6655	จำนวน 56 ตัว	PC Setup Area (เซ็ทค่าของพีซี)

8) พื้นที่หน่วยความจำที่ใช้งาน

เป็นพื้นที่ที่ใช้เก็บโปรแกรมที่ใช้งานของพีแอลซีในขณะที่พีแอลซีหยุดทำงาน ซึ่งเท่ากับความจำโปรแกรมของหน่วยความจำแรม ทั้งหมดในพีแอลซีค่าความจุของพื้นที่ที่ใช้เก็บหน่วยความจำที่ใช้งานจะมีผลต่อการโหลดโปรแกรมระหว่างหน่วยความจำแรมกับหน่วยความจำ

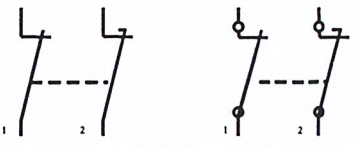
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งในหน่วยความจำที่มีค่าความจุโปรแกรมมากกว่าไม่สามารถโหลดโปรแกรมเข้าสู่หน่วยความจำที่มีความจุน้อยกว่าได้

2.6 สัญลักษณ์อุปกรณ์ไฟฟ้า

สัญลักษณ์ต่างๆ ตาม DIN 40713 และ DIN 40703

ตารางที่ 2.3 สัญลักษณ์ต่างๆ ตาม DIN 40713 และ DIN 40703

สัญลักษณ์		ความหมาย
แบบที่ 1	แบบที่ 2	
		คอนแทคปกติเปิด
		คอนแทคปกติปิด
		คอนแทคปรับได้ 2 ทาง
		คอนแทคปกติเปิดอันที่ 1 จะถึงก่อนอันที่ 2
		คอนแทคปกติปิดอันที่ 1 จะจากก่อนอันที่ 2

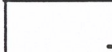
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 (ต่อ) สัญลักษณ์ต่างๆ ตาม DIN 40713 และ DIN 40703

สัญลักษณ์		ความหมาย
แบบที่ 1	**แบบที่ 2**	
		กระแสเกิน
		กระแสต่ำ
		กระแสวิ่งกลับทาง
		กระแสรั่ว
		แรงดันเกิน
		แรงดันต่ำ
		แรงดันรั่ว
		ภาระเกินด้วยความร้อน

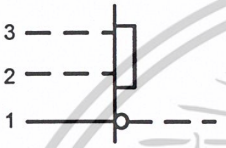
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 (ต่อ) สัญลักษณ์ต่างๆ ตาม DIN 40713 และ DIN 40703

สัญลักษณ์	ความหมาย
	ทำงานร่วมแกนเดียวกัน
	ต่อถึงช่วงสั้นๆ
	ช่วงเวลาทำงาน เช่น 12 ครั้งต่อนาที
	รอเวลาเคลื่อนที่ไปทางขวา
	รอเวลาเคลื่อนที่ไปทางซ้าย
	รอเวลาเคลื่อนที่ไปทางซ้ายและขวา
	ทำงานด้วยมือลักษณะทั่วๆ ไป
	ทำงานด้วยการกดลง
	ทำงานด้วยการดึงขึ้น
	ทำงานด้วยการหมุน
	ทำงานด้วยการผลักหรือกด
	ทำงานด้วยเท้า

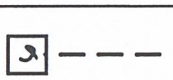
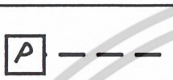
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 (ต่อ) สัญลักษณ์ต่างๆ ตาม DIN 40713 และ DIN 40703

สัญลักษณ์	ความหมาย
	สามารถถอดด้ามถือออกได้
	ทำงานด้วยแรงดันหรือกด
	ทำงานด้วยแรงดันหรือกด ตัวอย่างถูกทำงานด้วย CAM ซึ่งมี 3 ตำแหน่ง
	ทำงานแบบล็อค
	ทำงานแบบล็อคทางเดียว
	ทำงานแบบล็อคได้ทั้งสองทาง
	คอนแท็คเตอร์หรือรีเลย์ลักษณะต่างๆ ทั่วไป
	คอนแท็คเตอร์หรือรีเลย์แบบพิเศษ
	อุปกรณ์ล็อคด้วยระบบไฟฟ้า
	อุปกรณ์ล็อคด้วยระบบกลไก
	ฟิวส์

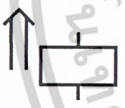
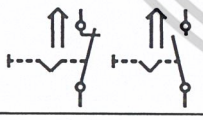
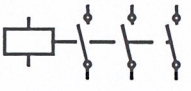
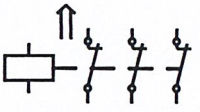
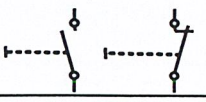
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 (ต่อ) สัญลักษณ์ต่างๆ ตาม DIN 40713 และ DIN 40703

สัญลักษณ์	ความหมาย
	ทำงานด้วยแรงกลลักษณะทั่วๆไป
	ทำงานดันด้วยอุณหภูมิ
	ทำงานด้วย Pressure
	ทำงานด้วยลูกสูบ
	ดิสคอนเน็คติ้งสวิตช์
	ฟิวส์ดิสคอนเน็คติ้งสวิตช์
	โหลดเบรกเกอร์สวิตช์
	ดิสคอนเน็คติ้งโหลดเบรกสวิตช์
	เซอร์กิตเบรกเกอร์
	ดิสคอนเน็คติ้งเซอร์กิตเบรกเกอร์
	แม่เหล็กไฟฟ้าทำงานด้วยคอยล์
	แม่เหล็กไฟฟ้าทำงานด้วยคอยล์

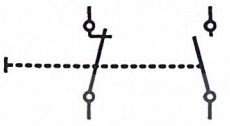
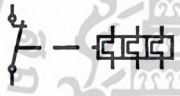
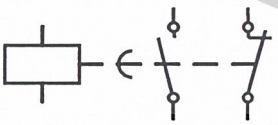
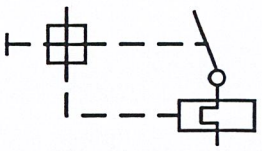
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 (ต่อ) สัญลักษณ์ต่างๆ ตาม DIN 40713 และ DIN 40703

สัญลักษณ์	ความหมาย
	คอนแทคปกติปิด รอเวลาเปิดของรีเลย์ตั้งเวลาชนิดจ่ายไฟเข้าคอยล์ตลอดเวลา
	คอนแทคปกติปิด ของรีเลย์ตั้งเวลารอเวลาปิดหลังจากตัดไฟออก
	คอนแทคปกติเปิด รอเวลาปิดของรีเลย์ตั้งเวลาชนิดจ่ายไฟเข้าคอยล์ตลอดเวลา
	คอนแทคปกติเปิด ของรีเลย์ตั้งเวลารอเวลาเปิดหลังจากตัดไฟออก
	แสดงขณะอุปกรณ์กำลังทำงาน
	รีเลย์กำลังทำงาน
	สวิตช์ปิด–เปิดธรรมดา
	สวิตช์ปิด–เปิดธรรมดาขณะถูกใช้งาน
	คอนแทคเตอร์ชนิด 3 ขั้ว
	คอนแทคเตอร์ชนิด 3 ขั้ว ขณะทำงาน
	สวิตช์ปุ่มกด
	สวิตช์ปุ่มกด ขณะทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 (ต่อ) สัญลักษณ์ต่างๆ ตาม DIN 40713 และ DIN 40703

สัญลักษณ์	ความหมาย
	สวิตช์ปุ่มกด (1 NC, 1 NO)
	ลิมิตสวิตช์
	รีเลย์แบบ 1 NO, 1 NC
	โอเวอร์โหลดรีเลย์แบบธรรมดา
	โอเวอร์โหลดรีเลย์แบบมี Reset
	คอนแทคปกติเปิดจะถูกดึงปิดเมื่อทำงาน
	คอนแทคปกติปิดจะถูกดึงเปิดออก เมื่อทำงาน
	รีเลย์ตั้งเวลา
	แล็ตเซ็ทสวิตช์
	หม้อแปลงไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 (ต่อ) สัญลักษณ์ต่างๆ ตาม DIN 40713 และ DIN 40703

สัญลักษณ์	ความหมาย
	หลอดไฟ
	หวูดสัญญาณ
	โวลต์มิเตอร์
	แอมมิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

3.1 กล่าวนำ

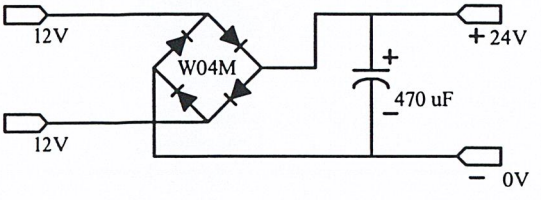
ในการออกแบบชุดฝึกมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับควบคุมด้วยพีแอลซี ประกอบด้วย 2 ส่วนที่สำคัญ คือ ส่วนของวงจรควบคุม ซึ่งได้แก่ส่วนที่เป็นโครงสร้างและส่วนที่เป็นโปรแกรม ในส่วนของโครงสร้างแบ่งส่วนประกอบย่อยๆ ได้กล่าว คือ วงจรควบคุมซึ่งมีไมโครโปรเซสเซอร์เป็นหัวใจสำคัญ ส่วนหน่วยความจำซึ่งได้แก่ รอมและแรมทำหน้าที่ในการเก็บประมวลข้อมูลและโปรแกรมย่อยต่างๆ ที่ใช้ทั้งหมดในวงจร ส่วนรับข้อมูลหรืออินพุตทำหน้าที่ในการรับข้อมูลให้แก่ไมโครโปรเซสเซอร์ เพื่อนำไปประมวลผลต่อไป ในส่วนนี้ได้แก่อินพุตสวิตช์ ในส่วนของภาคแสดงผลหรือภาคเอาต์พุตจะใช้หลอดไฟ 220 V_{AC} ในการแสดงผลในส่วนของการทดลองทางด้านการควบคุมแบบตรรกที่โปรแกรมได้ ในส่วนของการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องควบคุมแบบตรรกที่โปรแกรมได้และเครื่องกลไฟฟ้าจะใช้มอเตอร์เป็นตัวแสดงผลในการสั่งงาน โดยผ่านจากคำสั่งของตัวพีแอลซีไปสั่งให้มอเตอร์หมุน

3.2 การออกแบบวงจร

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วชุดฝึกมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับควบคุมด้วยพีแอลซี จะต้องใช้อุปกรณ์ในการควบคุมมอเตอร์ซึ่งจะได้กล่าวเป็นประเด็นย่อยๆ ดังนี้

3.2.1 วงจรแหล่งจ่ายแรงดัน

รายละเอียดของวงจรแหล่งจ่ายแรงดันจะประกอบไปด้วย ไดโอด D_1 - D_4 ต่อเป็นวงจรบริดจ์เรกติไฟเออร์ เพื่อเปลี่ยนแรงดันจากหม้อแปลงให้เป็นแรงดันไฟตรง โดยใช้ C_1 เป็นตัวกรองแรงดันให้เรียบก่อน ก่อนเข้ารีเลย์และต่อไปยังอุปกรณ์ควบคุมต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.1

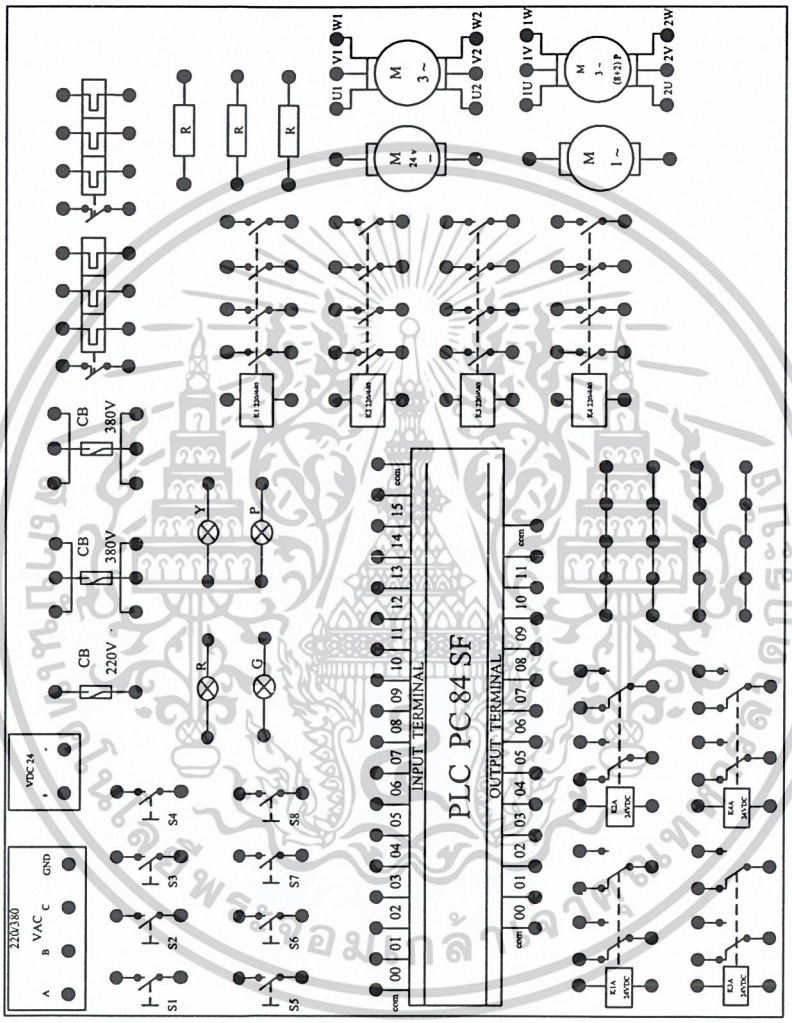


รูปที่ 3.1 วงจรจ่ายแรงดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 แผงวงจรไฟฟ้า

จะทำหน้าที่เป็นจุดเชื่อมต่อระหว่าง อินพุตพีแอลซีอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์และมอเตอร์ ซึ่งแผงวงจรไฟฟ้านี้จะเป็นรูปสัญลักษณ์ของอุปกรณ์ต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แผงวงจรไฟฟ้า

3.2.3 วงจรขับมอเตอร์

ในชุดฝึกมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับควบคุมด้วยพีแอลซีนี้จะใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับจำนวน 4 ตัว คือ มอเตอร์ตัวที่ 1 เป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแแสตรงใช้สำหรับทดลองใบงานที่ 1, มอเตอร์ตัวที่ 2 เป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟสใช้สำหรับทดลองใบงานที่ 2, มอเตอร์ตัวที่ 3 เป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสใช้สำหรับทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 3 ถึง 8, มอเตอร์ตัวที่ 4 เป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบปรับเลือกความเร็วได้ ใช้สำหรับทดลองใบงานที่ 9

โดยชุดขับมอเตอร์จะได้รับการควบคุมจากอุปกรณ์ควบคุม ซึ่งจะควบคุมโดยการต่อวงจรไฟฟ้าบนแผงวงจรไฟฟ้า

3.3 การออกแบบใบงาน

3.3.1 โครงสร้างใบงาน

ใบงานที่.....

เรื่อง .....

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เพื่อให้นักศึกษาสามารถ

1. .....
2. .....
3. .....
4. .....
5. .....
6. .....

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. .....
2. .....
3. .....
4. .....
5. .....
6. .....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทฤษฎีเบื้องต้น

.....

.....

.....

.....

ลำดับขั้นการทดลอง

1. .....
2. .....
3. .....
4. .....
5. .....
6. .....

สรุปผลการทดลอง

1. .....
2. .....
3. .....
4. .....
5. .....
6. .....

คำถามท้ายการทดลอง

1. .....
2. .....
3. .....
4. .....
5. .....
6. .....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 ใบงานการทดลอง

ใบงานที่ 1 การทดลองการทำงานของการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงโดยตรงแบบสตาร์ทด้วยมือและอัตโนมัติ

ใบงานที่ 2 การทดลองการทำงานของการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟสโดยตรงแบบ สตาร์ทด้วยมือและอัตโนมัติ

ใบงานที่ 3 การทดลองการทำงานของการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสโดยตรงแบบ สตาร์ทด้วยมือและอัตโนมัติ

ใบงานที่ 4 การทดลองการทำงานของการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบจ๊อกกิ้ง รีเวอร์ซิ่งอาฟเตอร์สต๊อป และแบบดิเรครีเวอร์ซิ่งได้

ใบงานที่ 5 การทดลองการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบสตาร์-เดลต้าแบบสตาร์ทด้วยมือและอัตโนมัติ

ใบงานที่ 6 การทดลองการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบสตาร์-เดลต้า แบบกลับทางหมุนสตาร์ทด้วยมือและอัตโนมัติ

ใบงานที่ 7 การทดลองการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบสตาร์-เดลต้าแบบต่อเนื่องสตาร์ทด้วยมือและอัตโนมัติ

ใบงานที่ 8 การทดลองให้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ทำงานเรียงกันตามลำดับแบบสตาร์ทด้วยมือและอัตโนมัติ

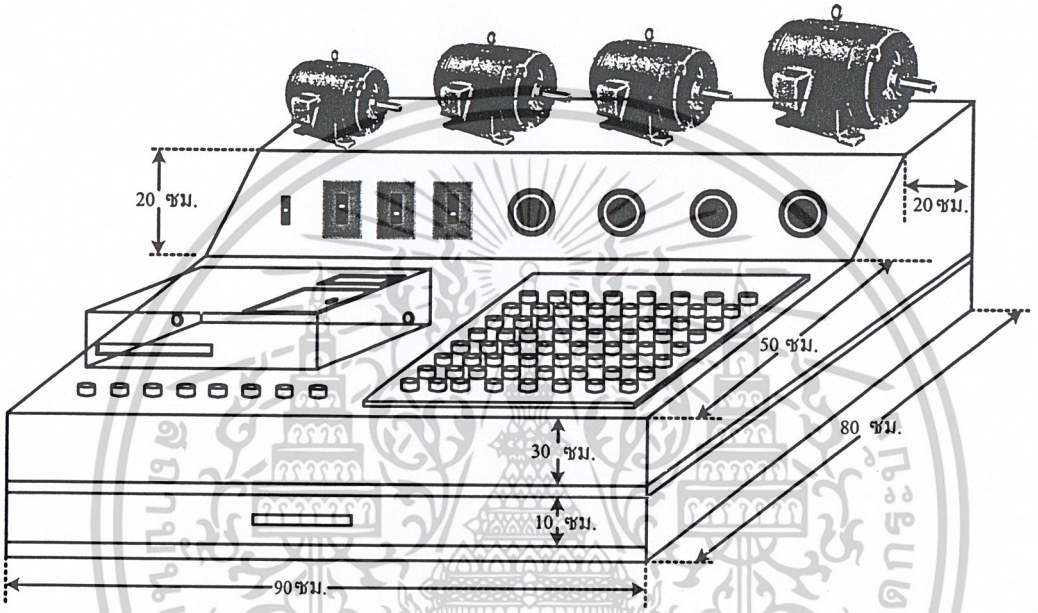
ใบงานที่ 9 การปรับเลือกความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส 2 ความเร็วแบบขดลวดที่สเตเตอร์ 2 ชุดแยกกันแบบเลือกความเร็วได้และแบบให้ความเร็วหมุนเรียงกันไปจากช้าไปเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การออกแบบและการสร้าง

3.4.1 โต๊ะชุดฝึกมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับควบคุมด้วยพีแอลซี

โต๊ะชุดฝึกมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับควบคุมด้วยพีแอลซี ดังแสดงในรูปที่ 3.3

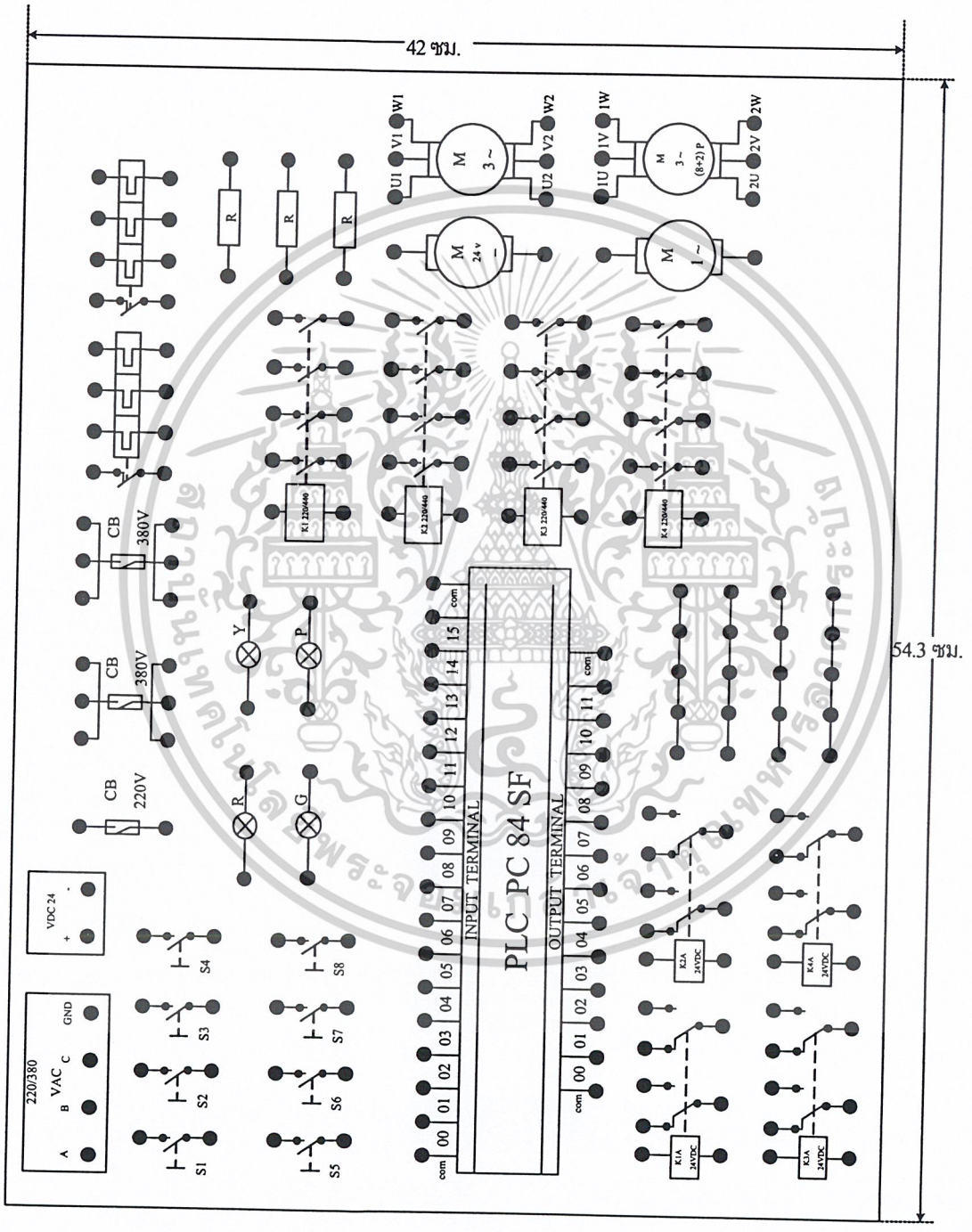


รูปที่ 3.3 โต๊ะชุดฝึกมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับควบคุมด้วยพีแอลซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 แผงวงจรไฟฟ้า

แผงวงจรไฟฟ้า ดังแสดงในรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 แผงวงจรไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การทดลองและผลการทดลอง

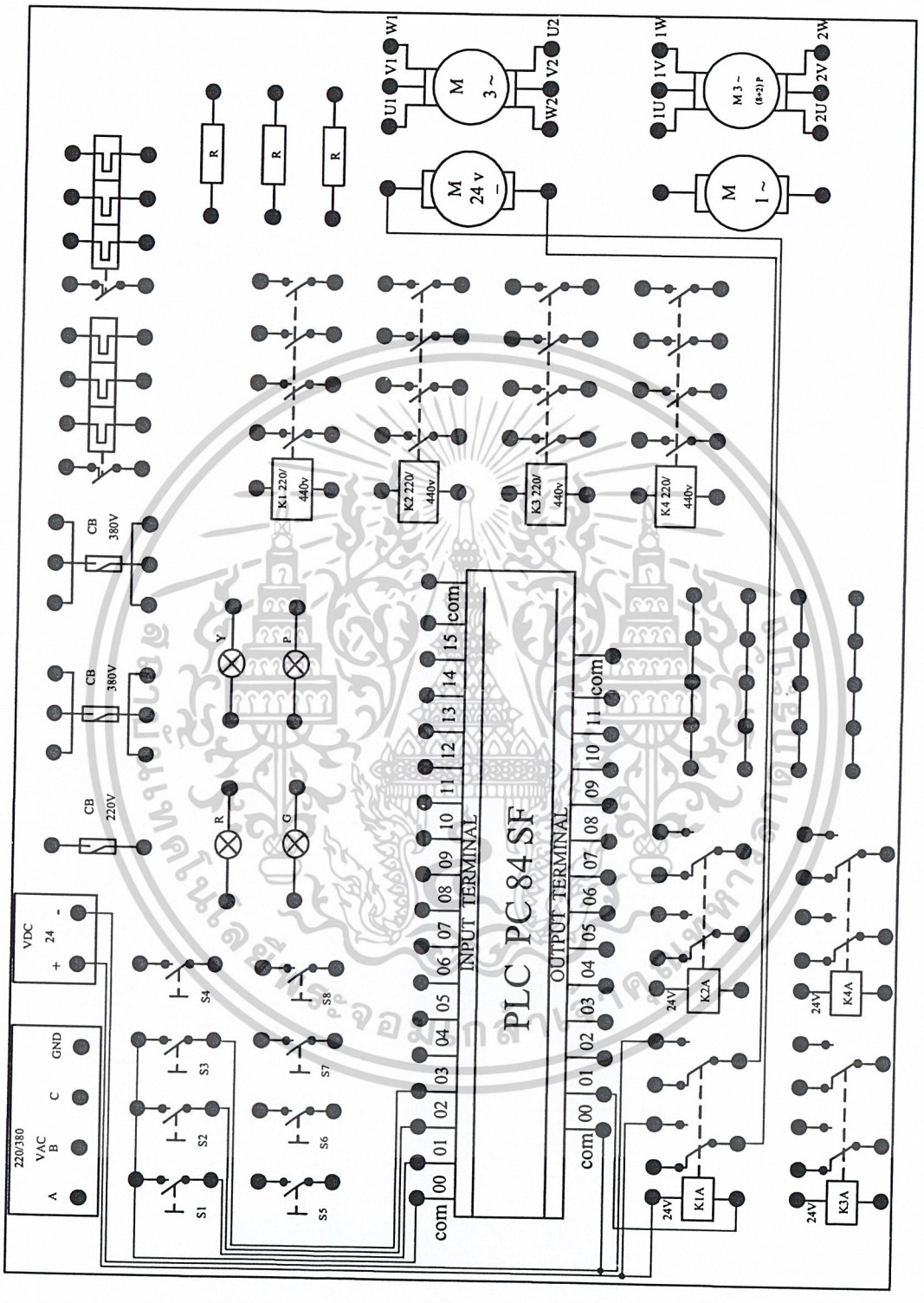
ในบทนี้เป็นการทดลอง วงจรส่วนต่างๆ ของชุดทดลองมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับและเครื่องควบคุมแบบตรรกที่โปรแกรมได้ เพื่อให้ง่ายแก่การทดลองใบงานและการตรวจสอบการทำงานของระบบจึงแบ่งการทดลอง ออกเป็น 3 ส่วน คือ การทดลองในส่วนที่หนึ่งเป็นการทดลองของเครื่องควบคุมแบบตรรกที่โปรแกรมได้ ซึ่งเป็นการโปรแกรมเครื่องควบคุมแบบตรรกที่โปรแกรมได้เพื่อให้เอาต์พุตที่ได้ออกมาเป็นไปตามผลการทดลองของเครื่อง โดยการแสดงผลที่ได้ออกมาควบคุมคอนแทคเตอร์และรีเลย์ เพื่อให้หลอดไฟแสดงผลการทดลองที่ได้ให้เห็นผลการทำงานของเอาต์พุตอย่างชัดเจน การทดลองส่วนที่สองเป็นการทดลองทางมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ โดยการต่อวงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับให้ทำงานตรงกับโปรแกรมที่สั่งออกมาจากเครื่องควบคุมแบบตรรกที่โปรแกรมได้ การทดลองส่วนที่สามเป็นการทดลองในส่วนของเครื่องควบคุมแบบตรรกที่โปรแกรมได้ต่อร่วมกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับเพื่อสั่งให้คอนแทคเตอร์ รีเลย์ และอุปกรณ์ป้องกันสั่งให้มอเตอร์ทำงานเป็นไปตามที่กำหนดไว้

4.1 การทดลองวงจรมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

4.1.1 ลำดับขั้นการทดลอง

1. เชื่อมต่อสายไฟฟ้าในวงจรสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงโดยตรงแบบอัตโนมัติดังรูปที่ 4.1

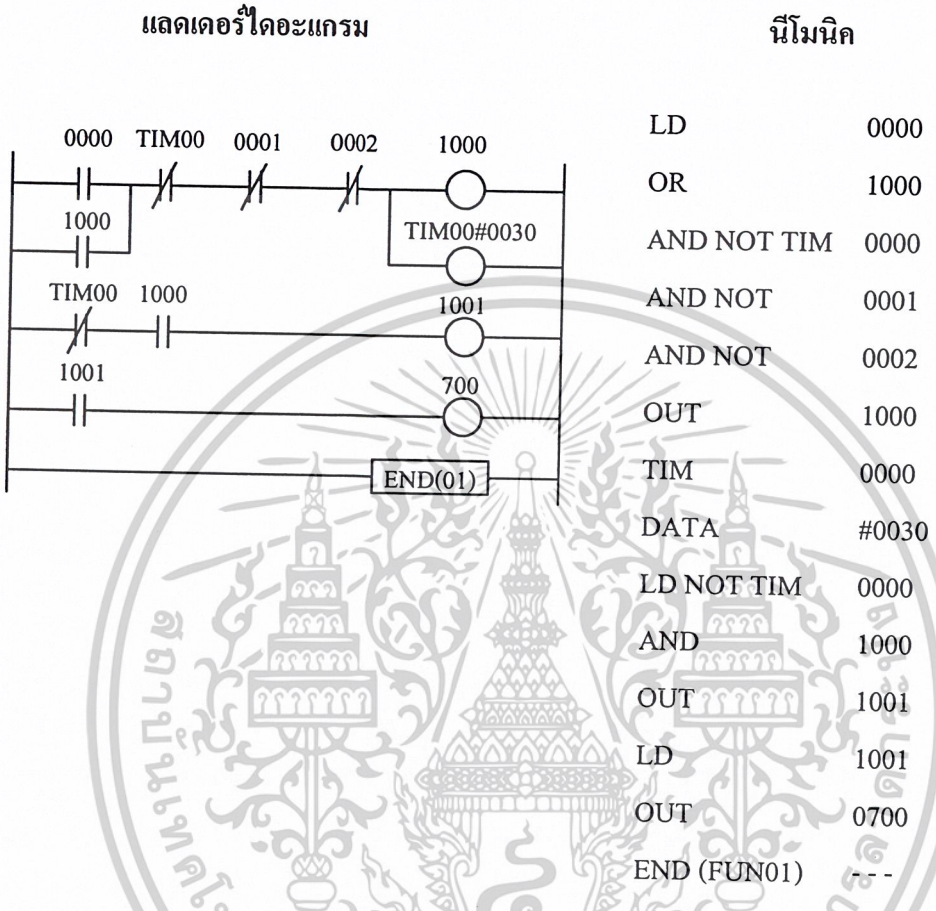
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 วงจรไฟฟ้ามอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ป้อนโปรแกรมนีโมนิคเข้าเครื่องควบคุมพีแอลซี ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

3. ทำการสตาร์ทและสต๊อปการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่ควบคุมด้วยพีแอลซี

4.1.2 ผลการทดลอง

1. ผลการทดลอง การทำงานของโปรแกรมนีโมนิคในเครื่องควบคุมพีแอลซีจากวงจรการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงโดยตรงแบบอัตโนมัติ จะมีหลักการทำงาน คือ เมื่อเปลี่ยนสถานะ LD 0000 ทำงานเป็นปกติปิด ทำให้ OUT 1000 ทำงาน ทำให้หน้าสัมผัสรีเลย์ LD 1001 เปลี่ยนเป็นสถานะเป็นปกติปิด OUT 0700 ทำงาน หน้าสัมผัสของ OUT 1000 จะเปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิด ทำให้ไฟไหลครบวงจรตลอดเวลาและ TIM 0000 เริ่มนับเวลาเมื่อถึงเวลาที่กำหนด LD NOT TIM 0000 เปลี่ยนสถานะเป็นปกติเปิด ทำให้ OUT 1001 หยุดทำงานและหน้าสัมผัสรีเลย์ทุกตัวกลับสู่สภาวะปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในขณะที่วงจรทำงานอยู่เมื่อทำการเปลี่ยนสถานะ LD 0001 หรือ LD 0002 จะทำให้วงจรหยุดการทำงานและหน้าสัมผัสทุกตัวกลับสู่สภาวะปกติ

2. ผลการทดลองวงจรไฟฟ้า การสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงโดยตรงแบบอัตโนมัติ เมื่อกดสวิตช์ตัวที่ 1 รีเลย์คอนแทคเตอร์ตัวที่ 1 ทำงานทำให้มอเตอร์ทำงานและเมื่อถึงเวลาที่กำหนดไว้ในโปรแกรมนีโมนิค รีเลย์คอนแทคเตอร์ตัวที่ 2 ทำงานทำให้มอเตอร์หยุดทำงานและเมื่อกดสวิตช์ตัวที่ 2 หรือตัวที่ 3 คอนแทคเตอร์ทุกตัวหยุดทำงานทำให้มอเตอร์หยุดการทำงาน

4.1.3 สรุปผลการทดลอง

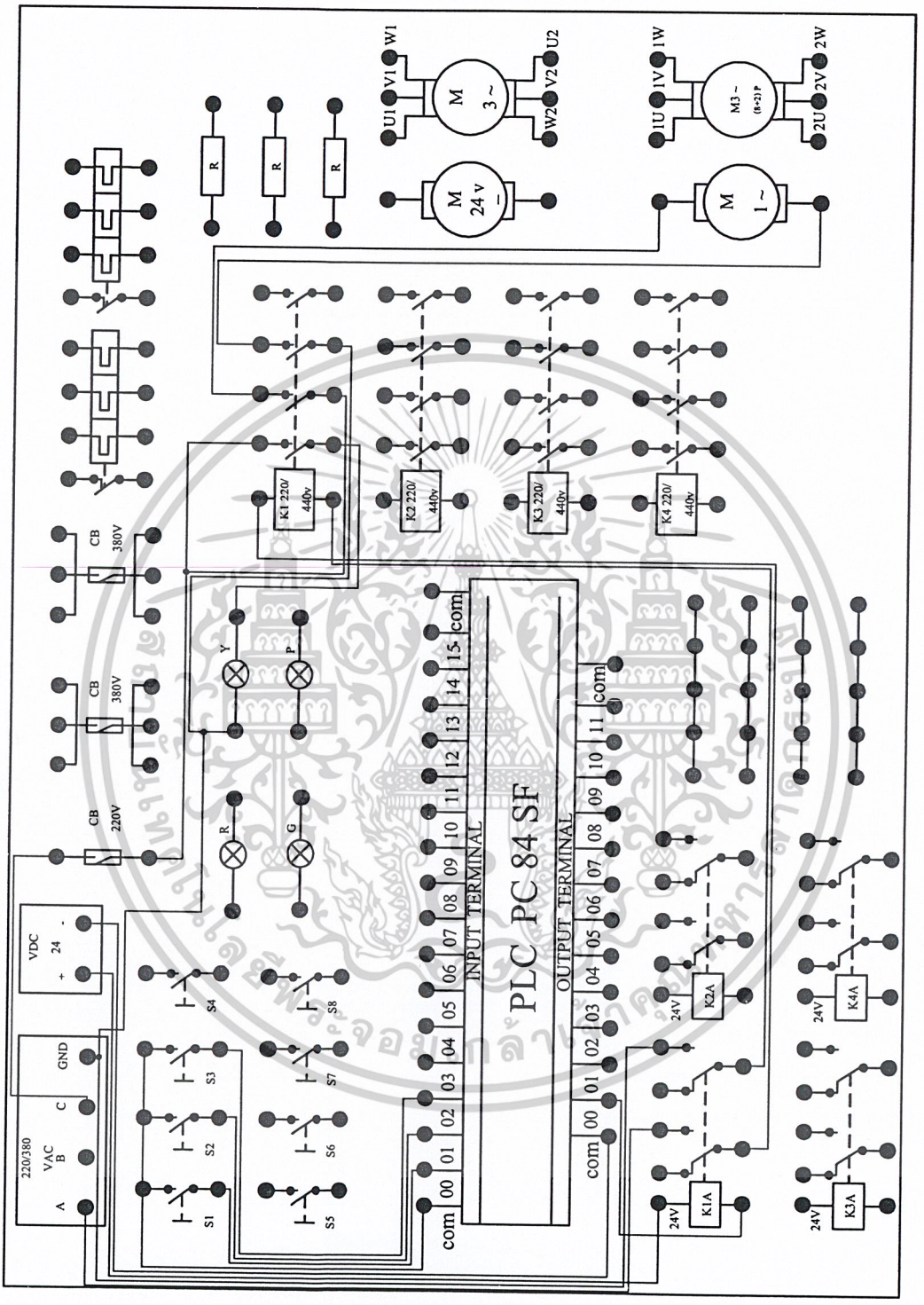
จากการทดลองการทำงานของการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงโดยตรงแบบอัตโนมัติในการเปลี่ยนแปลงการทำงานของมอเตอร์โดยทำการเริ่มการทำงานและหยุดการทำงานจะขึ้นอยู่กับการตั้งเวลาเปลี่ยนการทำงานที่ได้กำหนดไว้ในโปรแกรมนีโมนิคและการที่จะให้มอเตอร์ทำงานก่อน หลังจากนั้นเมื่อถึงเวลาที่กำหนดมอเตอร์จะหยุดทำงานหรือการที่จะให้มอเตอร์ทำงานหลังจากทำการกดสวิตช์เริ่มการทำงานของมอเตอร์หลังจากนั้นเมื่อถึงเวลาที่กำหนดมอเตอร์จะหยุดทำงานก็สามารถทำได้โดยการแก้ไขโปรแกรมนีโมนิคและทำการตั้งเวลาการทำงานแต่ในการที่จะเลือกการทำงานให้มอเตอร์ทำงานตามคำสั่งนั้นจะต้องขึ้นอยู่กับการนำมอเตอร์ไปใช้งานด้วย

4.2 การทดลองวงจรมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส

4.2.1 ลำดับขั้นการทดลอง

1. เชื่อมต่อวงจรไฟฟ้าในวงจรการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับโดยตรงแบบอัตโนมัติ ดังรูป 4.3

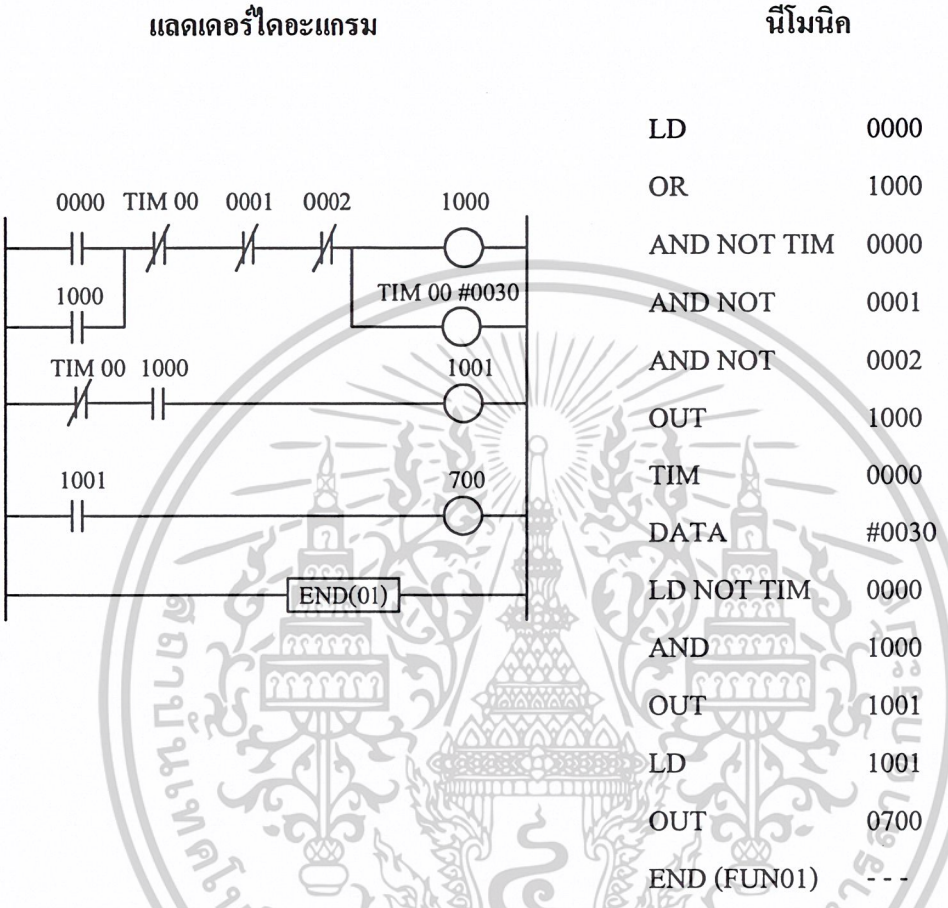
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 วงจรไฟฟ้ามอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ป้อนโปรแกรมนีโมนิคเข้าเครื่องควบคุมพีแอลซี ดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

3. ทำการสตาร์ทและสต๊อป มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟสที่ควบคุมด้วยพีแอลซี

4.2.2 ผลการทดลอง

1. ผลการทดลอง การทำงานของโปรแกรมนีโมนิคเข้าเครื่องควบคุมพีแอลซีของวงจรการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟสโดยตรงแบบอัตโนมัติ จะมีหลักการทำงาน คือ เมื่อเปลี่ยนสถานะของ LD 0000 จะทำให้ OUT 1000 ทำงานและ TIM 0000 เริ่มนับเวลาที่ตั้งไว้ ทำให้หน้าสัมผัสคอนแทคเตอร์ของ OUT 1000 เปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิด ทำให้ไฟไหลครบวงจรตลอดเวลาและทำให้ OUT 1001 ทำงาน หน้าสัมผัสของ LD 0001 จะเปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดทำให้ OUT 0700 ทำงานเมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้ TIM 0000 จะเปลี่ยนสถานะของหน้าสัมผัสคอนแทคเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LD NOT TIM 0000 จะเปลี่ยนเป็นปกติเปิดทำให้ OUT 1000 หยุดการทำงานและสถานะของหน้าสัมผัสคอนแทคเตอร์ทุกตัวกลับสู่สภาวะปกติ

ในขณะที่วงจรทำงานอยู่เมื่อทำการเปลี่ยนสถานะ LD 0001 หรือ LD 0002 จะทำให้วงจรหยุดการทำงานและหน้าสัมผัสคอนแทคเตอร์ทุกตัวกลับสู่สภาวะปกติ

2. ผลการทดลองการทำงานของการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟสโดยตรงแบบอัตโนมัติ เมื่อกดสวิตช์ตัวที่ 1 คอนแทคเตอร์ตัวที่ 1 จะทำงานทำให้มอเตอร์ทำงานและเมื่อถึงเวลาที่กำหนดไว้ในโปรแกรมนีโมนิคคอนแทคเตอร์ตัวที่ 2 จะทำงานทำให้มอเตอร์หยุดทำงาน โดยไฟที่แสดงเอาต์พุตออกมาจะเป็นสีเหลือง เมื่อกดสวิตช์ตัวที่ 2 หรือตัวที่ 3 คอนแทคเตอร์ตัวที่ 1 และตัวที่ 2 จะหยุดทำงานทำให้มอเตอร์หยุดการทำงาน

4.2.3 สรุปผลการทดลอง

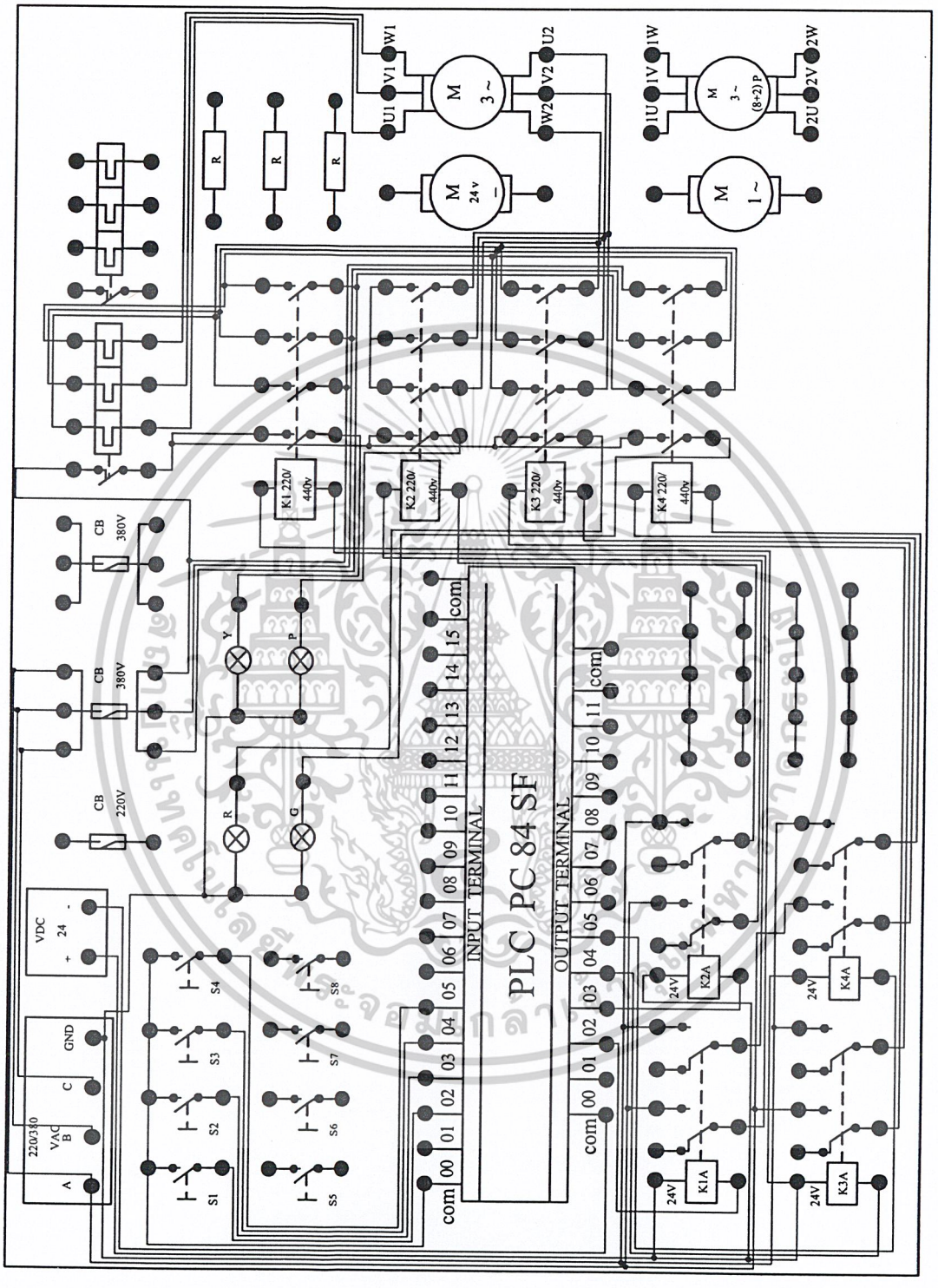
จากการทดลองการทำงานของการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟสโดยตรงแบบอัตโนมัติในการเปลี่ยนแปลงการทำงานมอเตอร์โดยการสตาร์ทและสต๊อปจะขึ้นอยู่กับการตั้งเวลาเปลี่ยนการทำงานที่ได้กำหนดไว้ในโปรแกรมนีโมนิคและการที่จะให้มอเตอร์ทำงานก่อน หลังจากนั้นเมื่อถึงเวลาที่กำหนดมอเตอร์จะหยุดทำงานหรือการที่จะให้มอเตอร์ทำงานหลังจากทำการกดเริ่มการทำงานของมอเตอร์หลังจากนั้นเมื่อถึงเวลาที่กำหนดมอเตอร์จะหยุดทำงานก็สามารถทำได้โดยการแก้ไขโปรแกรมนีโมนิคและทำการตั้งเวลาการทำงานแต่ในการที่จะเลือกการทำงานให้มอเตอร์ทำงานตามคำสั่งนั้นจะต้องขึ้นอยู่กับการนำมอเตอร์ไปใช้งานด้วย

4.3 การทดลองวงจรมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส

4.3.1 ลำดับขั้นการทดลอง

1. เชื่อมต่อวงจรไฟฟ้า การสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบสตาร์-เดลต้าแบบกลับทางหมุนอัตโนมัติ ดังรูปที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

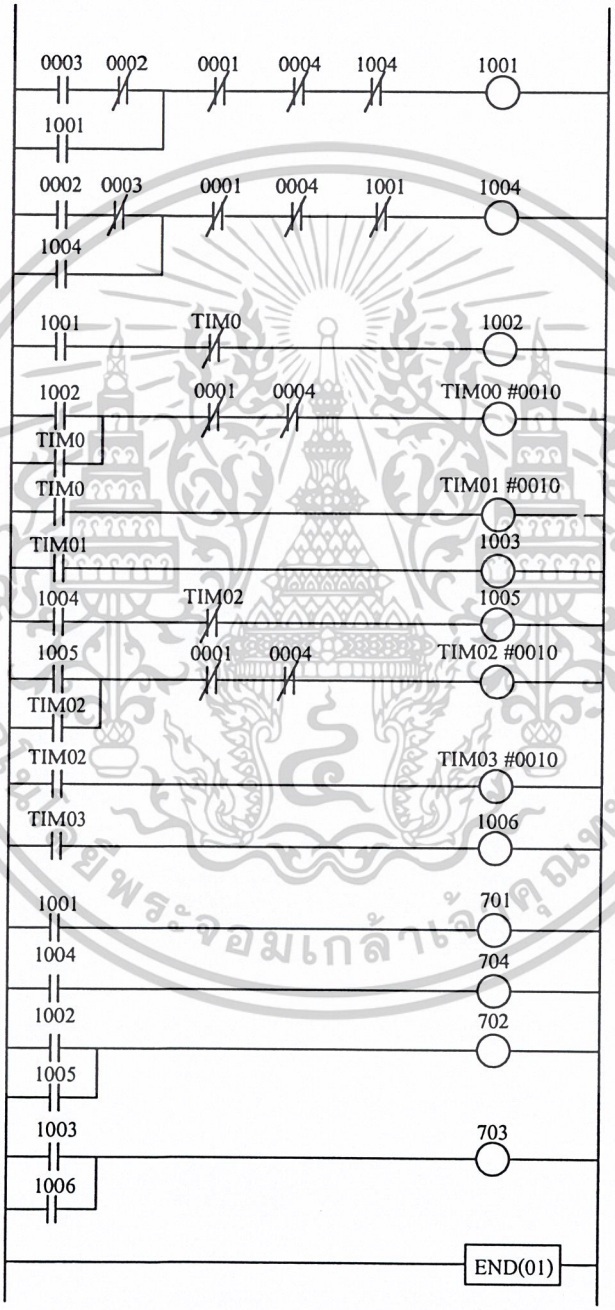


รูปที่ 4.5 วงจรไฟฟ้ามอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ป้อนโปรแกรมนีโมนิคเข้าเครื่องควบคุมพีแอลซี ดังรูปที่ 4.6

แลดเดอร์ไดอะแกรม



รูปที่ 4.6 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นีโมนิค

LD	0003	LD TIM	0001	END (FUN 01) - - -
AND NOT	0002	OUT	1003	
OR	1001	LD	1004	
AND NOT	0001	AND NOT TIM	0002	
AND NOT	0004	OUT	1005	
AND NOT	1004	LD	1005	
OUT	1001	OR TIM	0002	
LD	0002	AND NOT	0001	
AND NOT	0003	AND NOT	0004	
OR	1004	TIM	0002	
AND NOT	0001	DATA	#0010	
AND NOT	0004	LD TIM	0002	
AND NOT	1001	TIM	0003	
OUT	1004	DATA	#0010	
LD	1001	LD TIM	0003	
AND NOT TIM	0000	OUT	1006	
OUT	1002	LD	1001	
LD	1001	OUT	0701	
OR TIM	0000	LD	1004	
AND NOT	0001	OUT	0704	
AND NOT	0004	LD	1002	
TIM	0000	OR	1005	
DATA	#0010	OUT	0702	
LD TIM	0000	LD	1003	
TIM	0001	OR	1006	
DATA	#0010	OUT	0703	

รูปที่ 4.6 (ต่อ) แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ทำการสตาร์ทและสต๊อปมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสที่ควบคุมด้วยพีแอลซี

4.3.2 ผลการทดลอง

1. ผลการทดลอง การทำงานของโปรแกรมนีโมนิค เข้าเครื่องควบคุมพีแอลซีจากวงจรการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบสตาร์-เดลต้า แบบกลับทางหมุนอัตโนมัติ เมื่อเปลี่ยนสถานะของ LD 0003 เป็นปกติปิดทำให้ OUT 1001 ทำงาน หน้าสัมผัสของ LD 1001 จะเปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดซึ่งทำให้ไฟไหลเข้า OUT 1001 ตลอดเวลา เมื่อเปลี่ยนสถานะของ LD 0002 เป็นปกติปิดจะทำให้ OUT 1004 ทำงานและหน้าสัมผัสของ LD 1004 จะเปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิด ทำให้ไฟไหลเข้า OUT 1004 ตลอดเวลา เมื่อหน้าสัมผัสของ LD 1001 เปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดจะทำให้ OUT 1002 ทำงานและจะทำให้หน้าสัมผัสของ LD 1002 เปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดทำให้ TIM 0000 นับเวลา เมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้หน้าสัมผัสของ LD 1002 เปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดทำให้ TIM 0000 นับเวลา เมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้หน้าสัมผัสของ LD TIM 0000 จะเปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดทำให้ TIM 0001 นับเวลาและหน้าสัมผัสของ LD TIM 0000 จะเปลี่ยนสถานะเป็นปกติเปิดทำให้ OUT 1002 หยุดทำงาน

เมื่อถึงเวลาที่กำหนดไว้หน้าสัมผัสของ LD TIM 0001 จะเปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดทำให้ OUT 1002 ทำงาน

เมื่อหน้าสัมผัส LD 1004 เปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดทำให้ OUT 1005 ทำงาน และทำให้หน้าสัมผัสของ LD 1005 เปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิด ทำให้ TIM 0002 เริ่มนับเวลา เมื่อถึงเวลาที่กำหนดหน้าสัมผัสของ LD TIM 02 เปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดทำให้ TIM 0003 นับเวลา เมื่อถึงเวลาที่กำหนด LD TIM 0003 จะเปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิด ทำให้ OUT 1006 ทำงาน

เมื่อ OUT 1001 ทำงาน ทำให้หน้าสัมผัสของ LD 1001 เปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดทำให้ OUT 0701 ทำงาน

เมื่อ OUT 1004 ทำงาน ทำให้หน้าสัมผัสของ LD 1004 เปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดทำให้ OUT 0704 ทำงาน

เมื่อ OUT 1002 ทำงาน ทำให้หน้าสัมผัสของ LD 1002 หรือ 1005 เปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดทำให้ OUT 0702 ทำงาน

เมื่อ OUT 1003 ทำงาน ทำให้หน้าสัมผัสของ LD 1003 หรือ 1006 เปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดทำให้ OUT 0703 ทำงาน

ในขณะวงจรทำงานอยู่ถ้าเปลี่ยนสถานะของ LD NOT 0001 หรือ LD NOT 0004 เป็นปกติเปิดวงจรจะหยุดทำงานและหน้าสัมผัสทุกตัวจะกลับสู่สภาวะปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ผลการทดลองวงจรไฟฟ้าการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบสตาร์-เดลต้า แบบกลับทางหมุนอัตโนมัติ เมื่อกดสวิตช์ตัวที่ 3 คอนแทคเตอร์ตัวที่ 1 และตัวที่ 2 จะทำงานทำให้มอเตอร์จะสตาร์ทด้วยการต่อแบบสตาร์หมุนไปทางขวาและเมื่อถึงเวลาที่กำหนดไว้คอนแทคเตอร์ตัวที่ 1 และตัวที่ 3 จะทำงาน ทำให้มอเตอร์สตาร์ทด้วยการต่อวงจรแบบเดลต้า เมื่อกดสวิตช์ตัวที่ 2 คอนแทคเตอร์ตัวที่ 4 และตัวที่ 2 ทำงานทำให้มอเตอร์สตาร์ทด้วยการต่อแบบสตาร์หมุนไปทางซ้าย และเมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้คอนแทคเตอร์ตัวที่ 4 และตัวที่ 3 จะทำงานและทำให้มอเตอร์ต่อแบบเดลต้า โดยไฟที่แสดงเอาต์พุตออกมาเมื่อมอเตอร์ต่อแบบสตาร์หมุนไปทางขวาหลอดไฟจะเป็นสีเหลือง และสีม่วง เมื่อมอเตอร์ต่อแบบเดลต้าหมุนไปทางขวาหลอดไฟจะเป็น สีเหลืองและสีแดง เมื่อมอเตอร์ต่อแบบสตาร์จะหมุนไปทางซ้ายหลอดไฟจะเป็นสีเขียวและสีม่วง เมื่อมอเตอร์ต่อแบบเดลต้าหมุนไปทางซ้ายหลอดไฟจะเป็นสีเขียวและสีแดง

ในขณะที่วงจรทำงานอยู่เมื่อกดสวิตช์ตัวที่ 1 หรือตัวที่ 4 คอนแทคเตอร์ทุกตัวหยุดการทำงานจะทำให้มอเตอร์หยุดการทำงานตามลำดับ

4.3.3 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบสตาร์-เดลต้า แบบกลับทางหมุนอัตโนมัติ ในการเปลี่ยนแปลงการทำงานโดยการต่อวงจรการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ต่อแบบสตาร์มาเป็นการต่อแบบเดลต้า การเปลี่ยนการทำงานจะขึ้นอยู่กับการตั้งเวลาเปลี่ยนการทำงานที่ได้กำหนดไว้ในโปรแกรมนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป

5.1 บทสรุป

ชุดฝึกมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับควบคุมด้วยพีแอลซีและเครื่องควบคุมแบบตรรกที่โปรแกรมได้เป็นการจำลองการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับและเครื่องควบคุมแบบตรรกที่โปรแกรมได้โดยวิธีการใช้เป็นการฝึกทักษะและประสบการณ์ให้แก่ตัวผู้เรียนซึ่งลักษณะของชุดฝึกนี้ใช้ฝึกตั้งแต่ขั้นพื้นฐานของการควบคุมมอเตอร์จนถึงขั้นการนำออกไปใช้งานในภาคอุตสาหกรรม ซึ่งช่วยให้ตัวผู้ฝึกมีความรู้ความสามารถในการใช้งาน เข้าใจหลักการทำงานของวงจรควบคุมและมีความรู้เพิ่มมากขึ้น ทางคณะผู้จัดทำโครงงานจึงได้ออกแบบใบงานให้ผู้เรียน เรียนรู้ควบคู่กับเนื้อหาแต่ละเรื่องเพราะจะทำให้ผู้เรียนได้นำความรู้ที่ได้จากเนื้อหามาประยุกต์ใช้กับวงจรอื่นๆ อันจะช่วยให้มีความเข้าใจดียิ่งขึ้นและนำไปใช้ในการเรียนการสอนในรายวิชาที่เกี่ยวกับเครื่องกลไฟฟ้าและวิชาการโปรแกรมทางไฟฟ้าและสามารถเป็นเครื่องตัวอย่างในการประยุกต์ใช้งานหรือพัฒนาซึ่งการใช้งานชุดฝึกนี้เป็นการฝึกการเขียนและทำความเข้าใจโปรแกรมภาษาแลดเดอร์ไดอะแกรมเพื่อทำให้ไมโครโปรเซสเซอร์ไปทำงานควบคุมระบบที่ต้องการได้อย่างง่ายและสะดวกในการทำงานเนื่องจากอุปกรณ์สนับสนุนในการอำนวยความความสะดวกและมีความสามารถในการเขียนโปรแกรมพอสมควร ชุดฝึกนี้ได้จัดทำขึ้นเพื่อเสริมสร้างความรู้ ความเข้าใจและความชำนาญในการเขียนโปรแกรมจากการศึกษาภาคทฤษฎีแล้ว ให้มีความเข้าใจดียิ่งขึ้น อีกทั้งยังมีใบงานประกอบการทดลอง เพื่อให้ผู้ที่สนใจฝึกหัดและเป็นแนวทางในการเขียนโปรแกรมการควบคุมในงานอุตสากรรมได้ดียิ่งขึ้น

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

จากการดำเนินงานการสร้างและทดสอบโครงงานพบว่ามีปัญหาเกิดขึ้นหลายประการ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ปัญหา มอเตอร์ 3 เฟสที่นำมาใช้ในการทดลองนั้นขั้วสายไฟไม่ได้กำหนดมาทำให้เกิดความล่าช้าในการทดลอง

แนวทางแก้ไข ทำการวัดค่าความต้านทานแต่ละเส้นและทำการทดลองโดยจ่ายไฟฟ้า 380 V ให้กับมอเตอร์ 3 เฟสพร้อมทั้งอ่านค่ากระแสของมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ปัญหา คู่มือเครื่องควบคุมแบบตรรกที่โปรแกรมได้ไม่ละเอียดพอในการทดลอง

แนวทางแก้ไข ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งข้อมูลอื่นๆ

3. ปัญหา ในการทดลองใบงานผลการทดลองที่ทำการทดลองได้ไม่ตรงตามผลการทดลอง เพราะเกิดการต่อหรือการออกแบบแลดเดอร์ไดอะแกรมและการป้อนโปรแกรมผิดพลาด

แนวทางแก้ไข ทำการทดลองทีละส่วนตรวจสอบแต่ละภาคการทดลองแล้วนำมารวมกันและออกแบบใบงานใหม่

5.3 แนวทางการพัฒนา

1. ชุดฝึกมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับควบคุมด้วยพีแอลซีที่โปรแกรมได้โดยใช้การเขียนคำสั่งโดยผ่านการป้อนจากตัวของเครื่องในการพัฒนาควรออกแบบเพื่อให้สามารถทำการอินเตอร์เฟสกับคอมพิวเตอร์ จึงทำให้มีการใช้งานมีความสะดวกมากยิ่งขึ้นและสามารถที่จะรองรับการเขียนโปรแกรมกับเครื่องรุ่นอื่นๆ ได้ซึ่งทำให้มีความสามารถในการเขียนโปรแกรมได้มากยิ่งขึ้น

2. ชุดฝึกมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับควบคุมด้วยพีแอลซีออกแบบให้สตาร์ทมอเตอร์และหมุนด้วยความเร็วคงที่ ควรพัฒนาให้สามารถควบคุมความเร็วในการหมุนของมอเตอร์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ณรงค์ ชอนตะวัน. **มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ.** กรุงเทพฯ : เอราวัณการพิมพ์.2538

ประพันธ์ พิพัฒนสุขและคณะ. **การโปรแกรมและการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า.** กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมอาชีวะ.2545

ไมตรี วรวุฒิจรรยากุล. **ทฤษฎีวงจรไฟฟ้า.** เล่มที่ 3. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : ศูนย์การพิมพ์พลชัย.2540

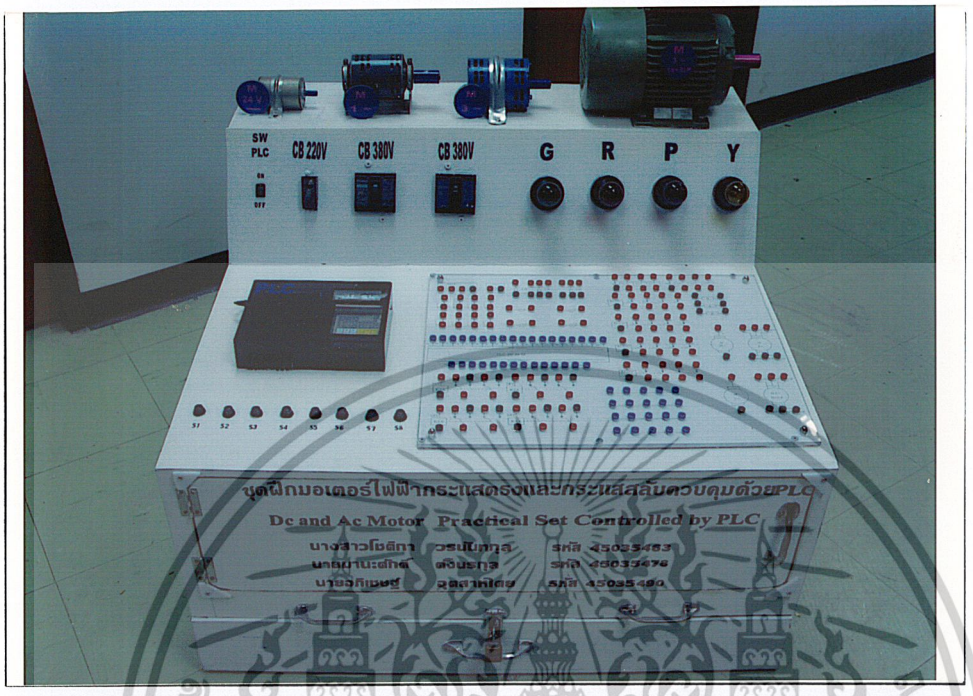
อำนาจ ทองผาสุขและวิทยา ประยงค์พันธุ์. **การควบคุมมอเตอร์.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

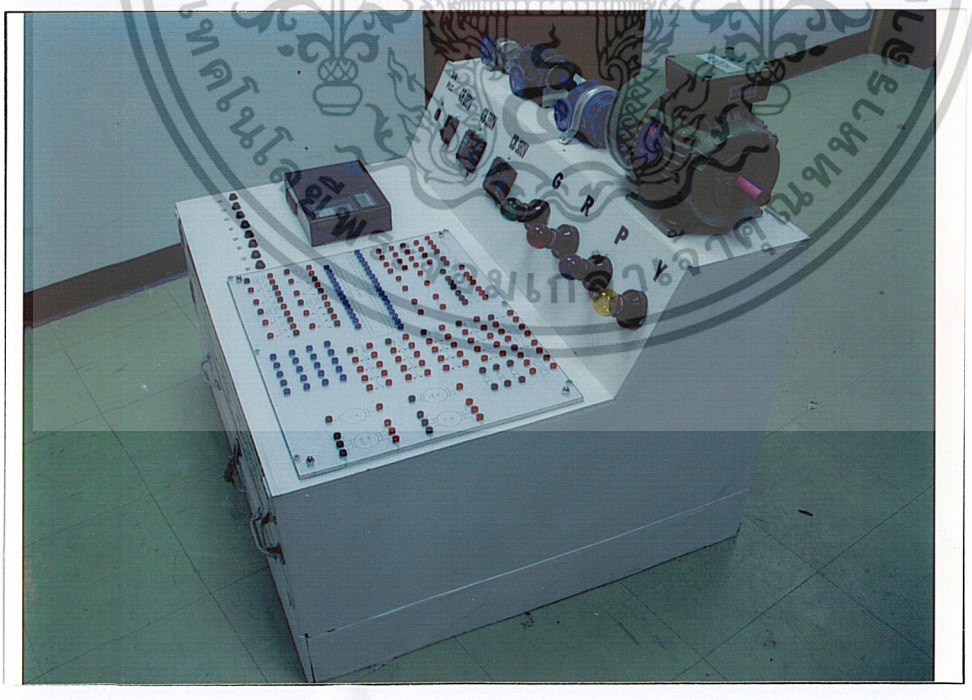


ภาคผนวก ก
เครื่องต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.1 ภาพด้านหน้าชุดฝึกมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับควบคุมด้วยพีแอลซี



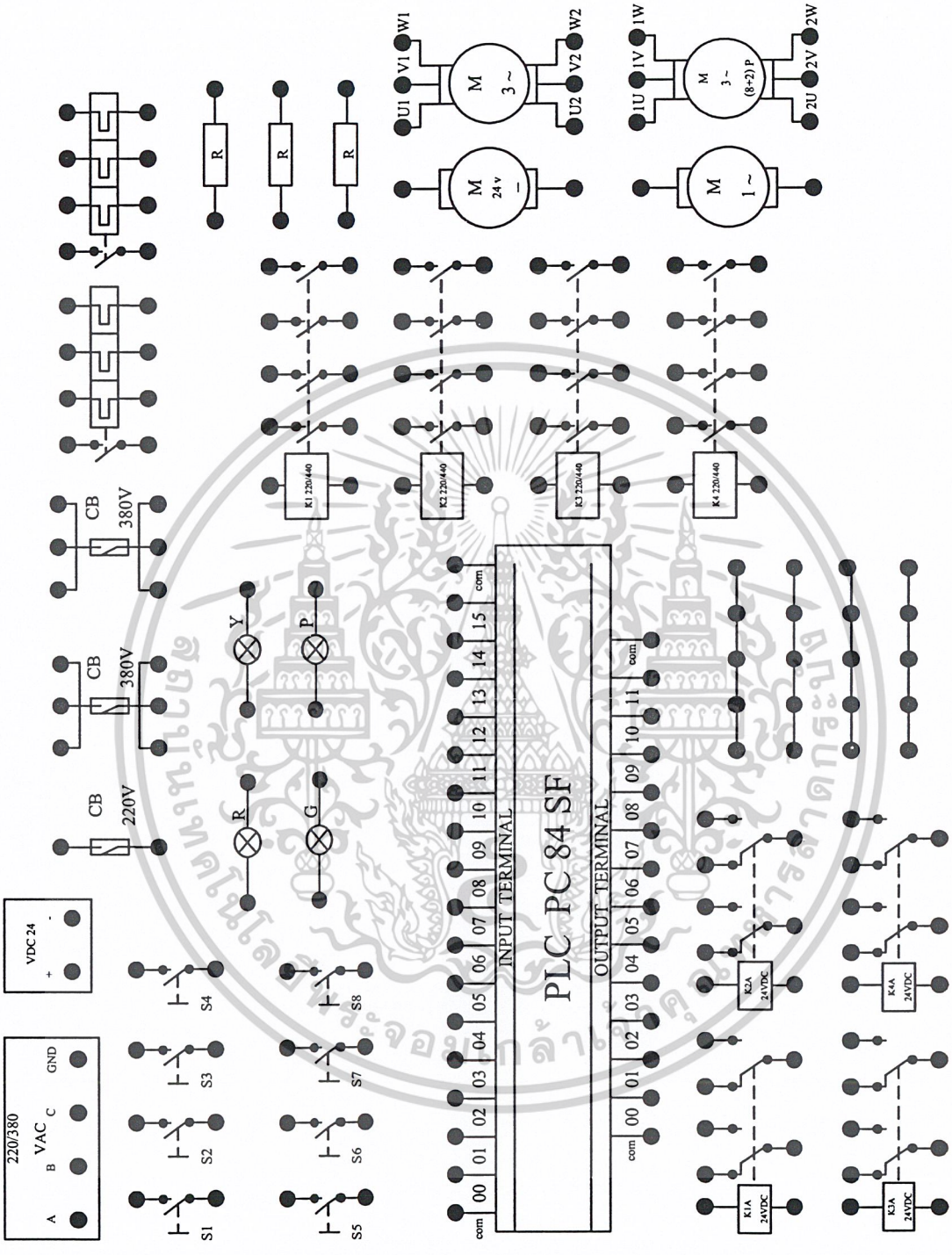
รูปที่ ก.2 ภาพด้านข้างชุดฝึกมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับควบคุมด้วยพีแอลซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.1 แผงต่อวงจรชุดฝึกมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับควบคุมด้วยพีแอลซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ค

รายการอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 รายการอุปกรณ์ของแผงต่อวงจร

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
มอเตอร์		
มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	24 V 1 A	1 ตัว
มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส	220 V 1.1 A 50 Hz 1450 R.P.M 1/35 HP	1 ตัว
มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส	380 V 0.25 A 50 Hz 1450 R.P.M 45 W	1 ตัว
มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส	380 V 50 Hz 4/6 P 1.5 A	1 ตัว
คอนแทคเตอร์		
K1 – K4	220/400 V 10 A	4 ตัว
รีเลย์ช่วย		
K1A – K4A	240 VAC 28 VDC 5 A Coil : 24 VDC	4 ตัว
เซอร์กิตเบรกเกอร์		
เซอร์กิตเบรกเกอร์ 1 เฟส	220 V 3 A	1 ตัว
เซอร์กิตเบรกเกอร์ 3 เฟส	380 V 30 A	2 ตัว
โอเวอร์โหลด	380 V 2.8-4.4 A	2 ตัว
หลอดไส้		
สีแดง	230 V 3-5 W	1 ดวง
สีเหลือง	230 V 3-5 W	1 ดวง
สีเขียว	230 V 3-5 W	1 ดวง
สีม่วง	230 V 3-5 W	1 ดวง
สวิตช์ปุ่มกด		
S1 – S8	24 VDC	8 ตัว
พีแอลซี	รุ่น PC84SF Training	1 เครื่อง
ตัวความต้านทาน		
R1 – R3	50 W 200 โอห์ม	3 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
T1	หม้อแปลง 220 / 12–0–12 1 A	1 ตัว
ปลั๊กบานาน่าสีแดง	SP–1322	120 ตัว
ปลั๊กบานาน่าสีดำ	SP–1322	120 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 (ต่อ) รายการอุปกรณ์ของแผงต่อวงจร

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
แจ๊คอากาศ		
สีแดง	TV เหล็ก	121 ตัว
สีดำ	TV เหล็ก	33 ตัว
สีน้ำเงิน	TV เหล็ก	52 ตัว

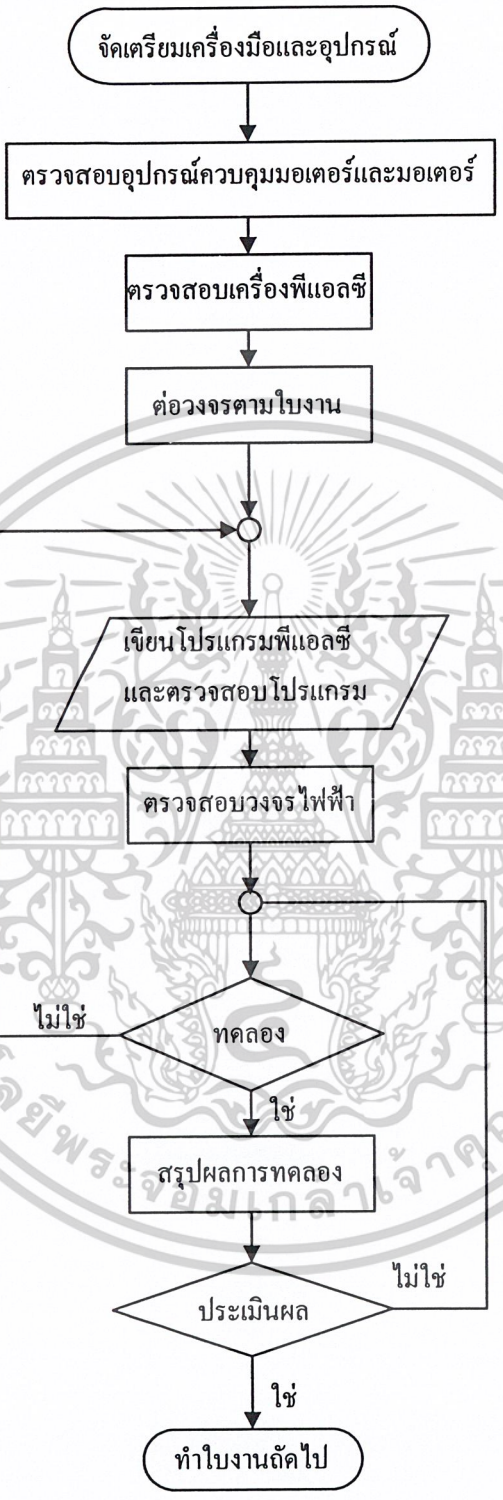
ตารางที่ ค.2 รายการอุปกรณ์สายไฟฟ้า

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
สายไฟฟ้า		
สายไฟฟ้าสีแดง	VSF 1 X 1.5 SQ.MM. 300 V 70 °C	50 เมตร
สายไฟฟ้าสีดำ	VSF 1 X 1.5 SQ.MM. 300 V 70 °C	100 เมตร
สายไฟฟ้าสีแดง	VSF 1 X 2.5 SQ.MM. 300 V 70 °C	50 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

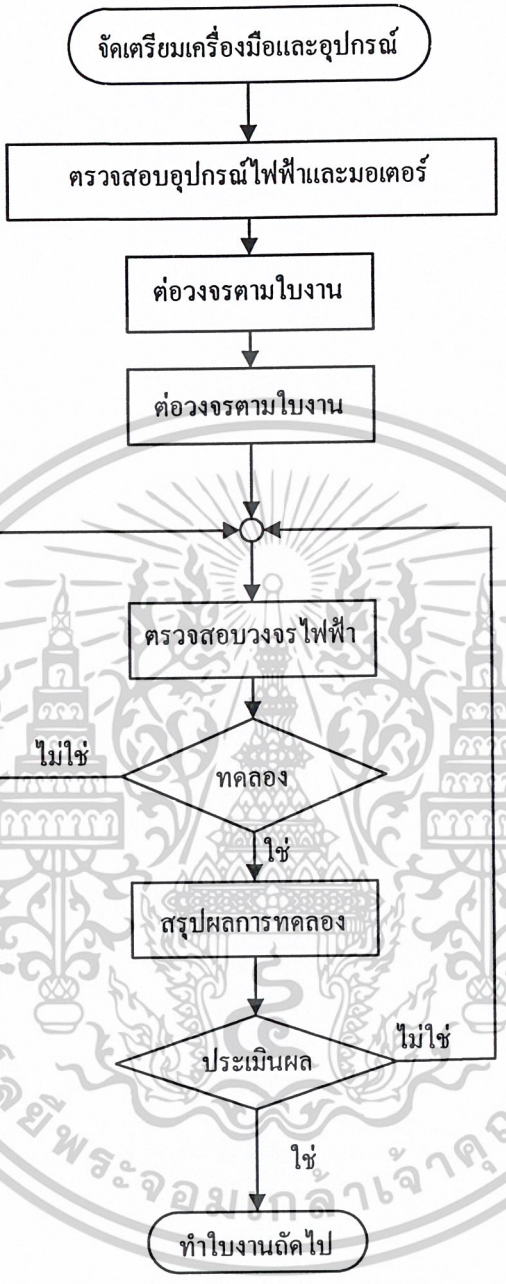
ภาคผนวก ง
แผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



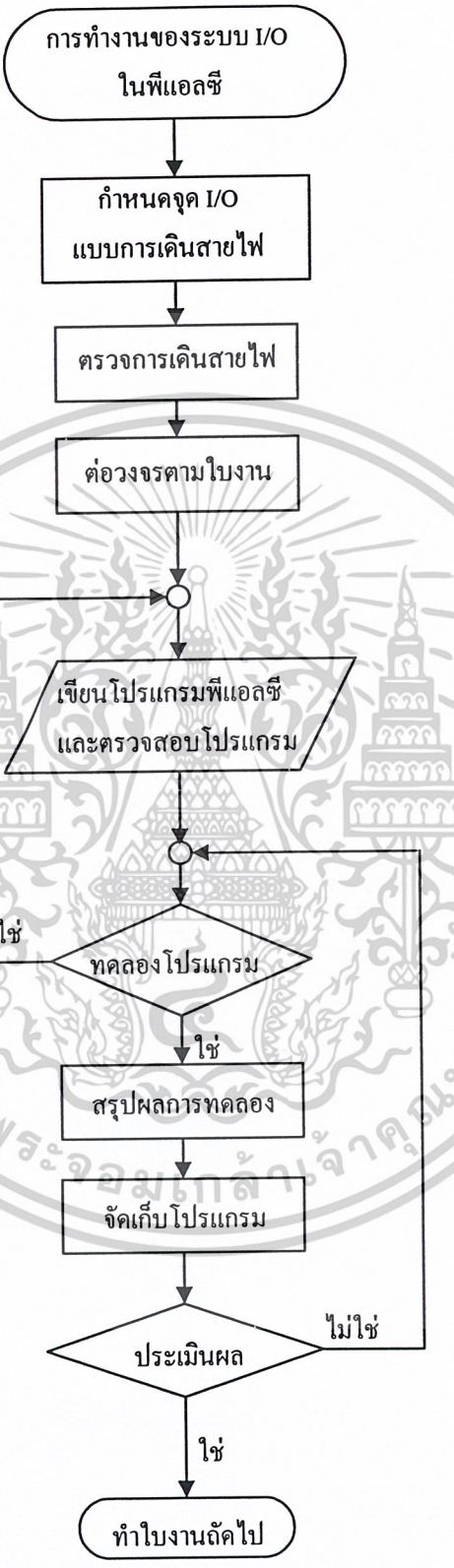
รูปที่ ง.1 แผนผังการทำงานของชุดฝึกมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง
และกระแสสลับควบคุมด้วยพีแอลซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.2 แผนผังใบงานของวงจรไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.3 แผนผังใบงานของเครื่องควบคุมแบบตรรกที่โปรแกรมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก จ

ใบงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 1

การทดลองการทำงานของการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงโดยตรงแบบสตาร์ทด้วยมือและอัตโนมัติ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เพื่อให้นักศึกษาสามารถ

1. อธิบายหลักการทำงานของในการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงโดยตรงแบบสตาร์ทด้วยมือและแบบอัตโนมัติได้
2. ประกอบวงจรสำหรับการทดลองได้
3. สามารถประยุกต์ใช้งานพีแอลซีควบคุมในการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงโดยตรงแบบสตาร์ทด้วยมือและแบบอัตโนมัติได้
4. สามารถป้อนโปรแกรมพีแอลซีได้

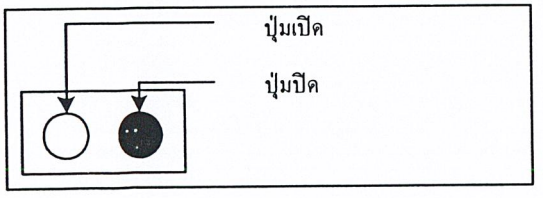
เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ชุดฝึกมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับควบคุมด้วยพีแอลซี 1 ชุด
2. สายเสียบต่อวงจรขนาด 1.5 มม^{2}และ2.5 มม^2 1 ชุด

ทฤษฎีเบื้องต้น

การเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงด้วยมือ

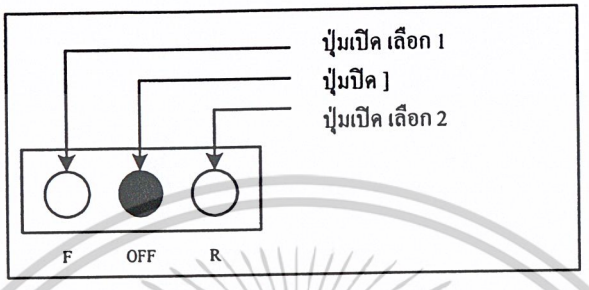
1) การเริ่มเดินมอเตอร์แบบอนุกรมด้วยสวิตช์สตาร์ท 2 ปุ่มเลือก ดังรูปที่ จ.1 การที่มีสวิตช์สตาร์ท 2 ปุ่ม ออกแบบเฉพาะการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรมทั้งนี้เพื่อป้องกันความเร็วรอบสูงเกินพิกัดเมื่อไม่มีโหลด



รูปที่ จ.1 การเริ่มเดินมอเตอร์แบบอนุกรมด้วยสวิตช์สตาร์ท 2 ปุ่ม

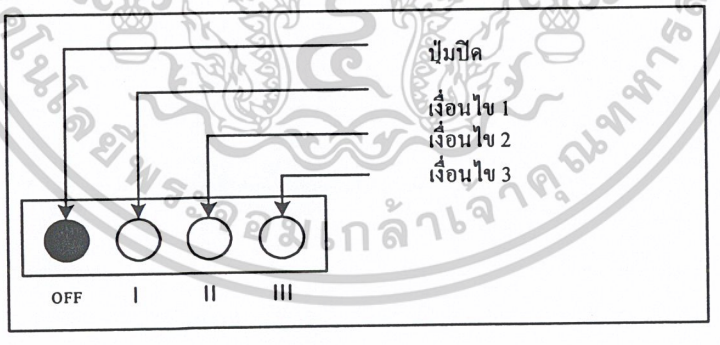
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) การเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงด้วยสวิตช์สตาร์ท 3 ปุ่มเลือก ดังรูปที่ จ.2 การที่สวิตช์ สตาร์ท 3 ปุ่ม เหมาะกับการเริ่มเดินมอเตอร์กระแสตรงแบบขนานและแบบผสม มีขดลวดแม่เหล็กต่ออนุกรมกับขดลวดสนามแม่เหล็กของมอเตอร์



รูปที่ จ.2 การเริ่มเดินมอเตอร์แบบอนุกรมด้วยสวิตช์สตาร์ท 3 ปุ่ม

3) การเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงด้วยสวิตช์สตาร์ท 4 ปุ่มเลือก ดังรูปที่ จ.3 การที่มีสวิตช์สตาร์ท 4 ปุ่มเลือก สามารถนำไปใช้ในการสตาร์ทมอเตอร์แบบขนานและแบบผสมได้ สวิตช์สตาร์ท 4 ปุ่มเลือก แตกต่างจากแบบ 3 ปุ่มเลือก คือ มีขดลวดแม่เหล็กต่อคร่อมสายไฟโดยตรงแต่มีตัวต้านทานต่ออนุกรมกับขดลวดแม่เหล็กเพื่อจำกัดกระแส



รูปที่ จ.3 การเริ่มเดินมอเตอร์แบบอนุกรมด้วยสวิตช์สตาร์ท 4 ปุ่ม

การเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงอัตโนมัติ

การเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาดใหญ่หรือมอเตอร์ที่ติดตั้งไว้ไกลๆ จะต้องใช้วงจรเริ่มเดินอัตโนมัติเข้าช่วยอำนวยความสะดวก เพื่อความรวดเร็วและแม่นยำในการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องเริ่มเดินอัตโนมัติตามเวลาที่กำหนด แบ่งตามลักษณะการทำงานได้หลายแบบแต่จะกล่าวในนี้เพียง 2 แบบคือ

1) เครื่องเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงอัตโนมัติแบบประวิงเวลาตายตัว จะทำการลดค่าความต้านทานที่ต่ออนุกรมกับอาร์เมเจอร์เป็นขั้นๆ

2) เครื่องเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงอัตโนมัติด้วยแรงดันไฟฟ้าต้านกลับการควบคุมการเริ่มเดินมอเตอร์แบบนี้ จะอาศัยการเกิดแรงดันไฟฟ้าต้านกลับที่เกิดขึ้นในลวดอาร์เมเจอร์เป็นตัวควบคุมการทำงาน

ข้อดี คือ ภาระของมอเตอร์จะมีผลต่อการทำงานของวงจรเพราะจะทำให้ช่วงเวลาในการเกิดแรงดันไฟฟ้าต้านกลับเปลี่ยนแปลง

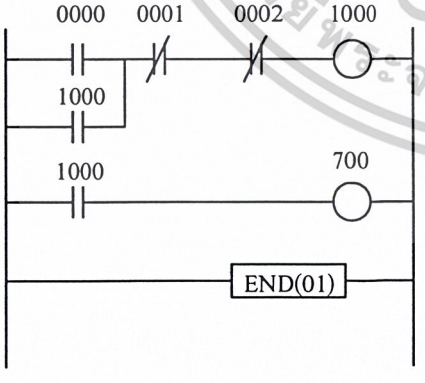
ข้อเสีย คือ ถ้าเปลี่ยนแปลงขนาดแรงดันไฟฟ้าที่แหล่งจ่าย จะมีผลกระทบต่อการทำงานของคอนแทคเตอร์

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อแหล่งจ่ายไฟแรงดัน 220 V_{AC} เข้ากับชุดทดลอง

2. นำแลดเดอร์ไดอะแกรมที่ออกแบบไว้ ดังรูปที่ จ.4 การสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงโดยตรงแบบสตาร์ทด้วยมือทำการป้อนให้พีแอลซี

แลดเดอร์ไดอะแกรม



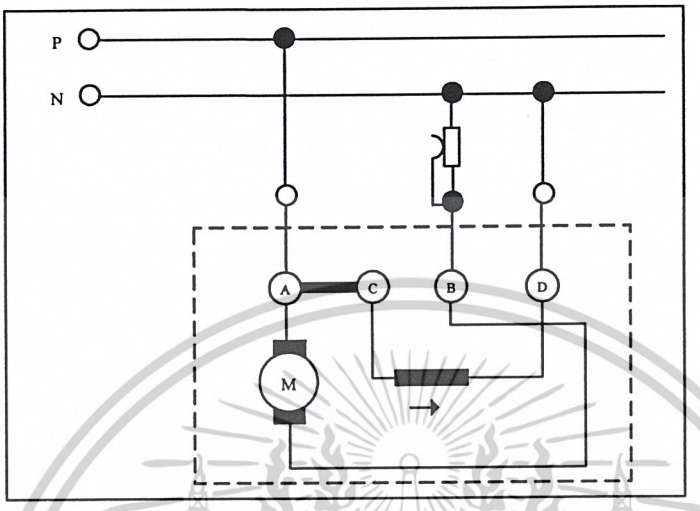
นีโมนิค

LD	0000
OR	1000
AND NOT	0001
AND NOT	0002
OUT	1000
LD	1000
OUT	0700
END (FUN01)	- - -

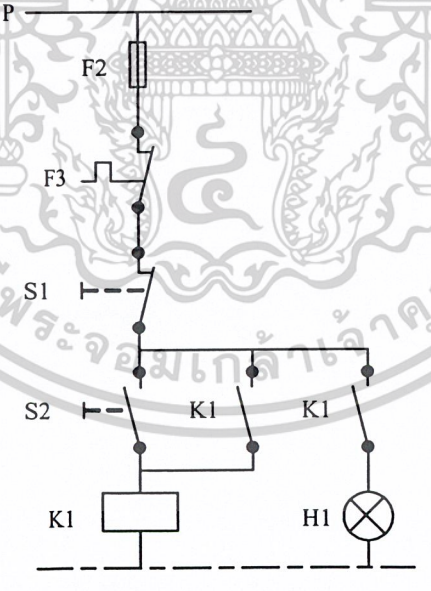
รูปที่ จ.4 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เชื่อมต่อสายต่างๆ ตามรูป ดังรูปที่ จ.7

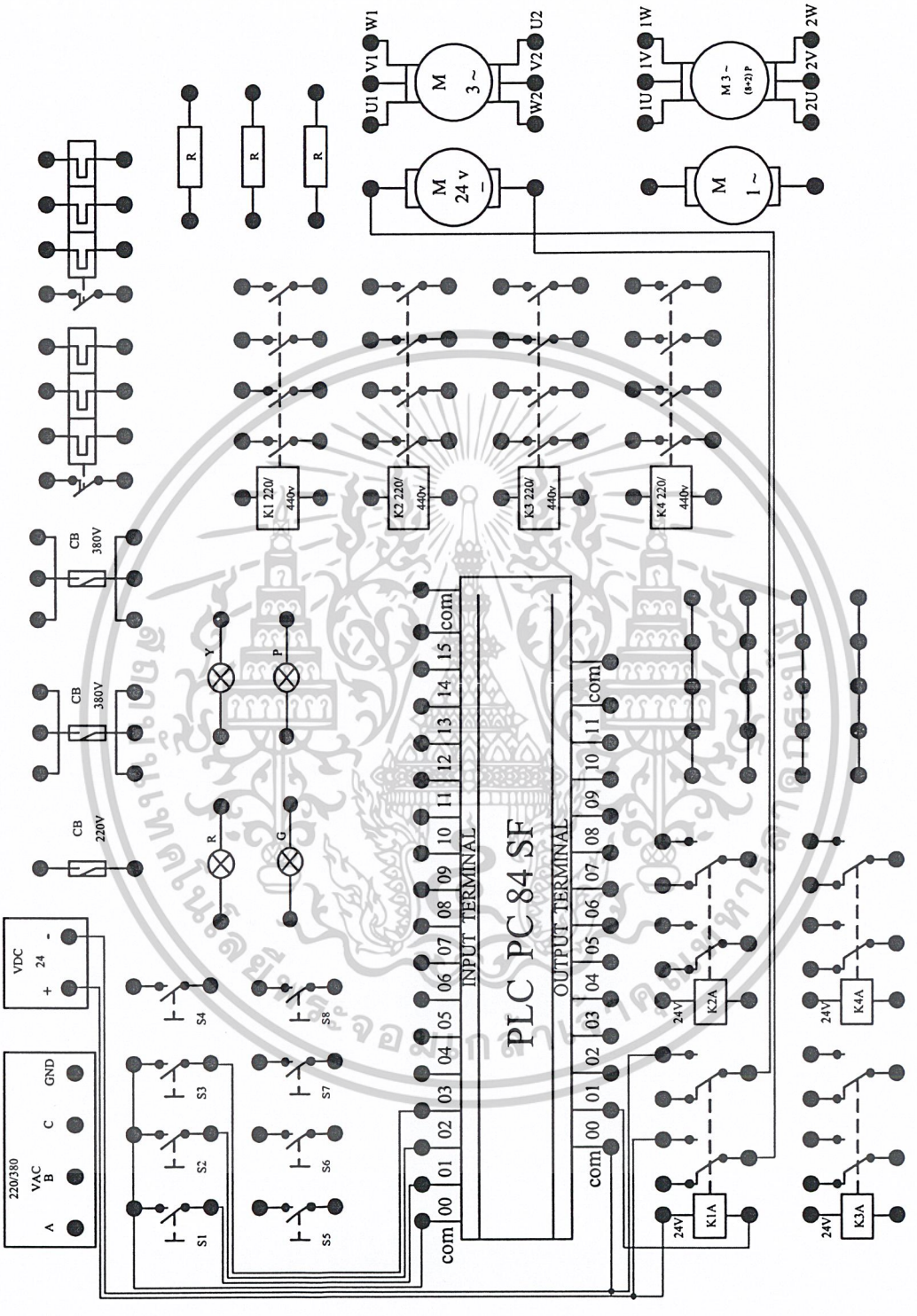


รูปที่ จ.5 วงจรกำลัง



รูปที่ จ.6 วงจรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.7 วงจรไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ทำการกดปุ่มสตาร์ทและสต๊อปมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงควบคุมด้วยพีแอลซี สังเกตการทำงาน

.....

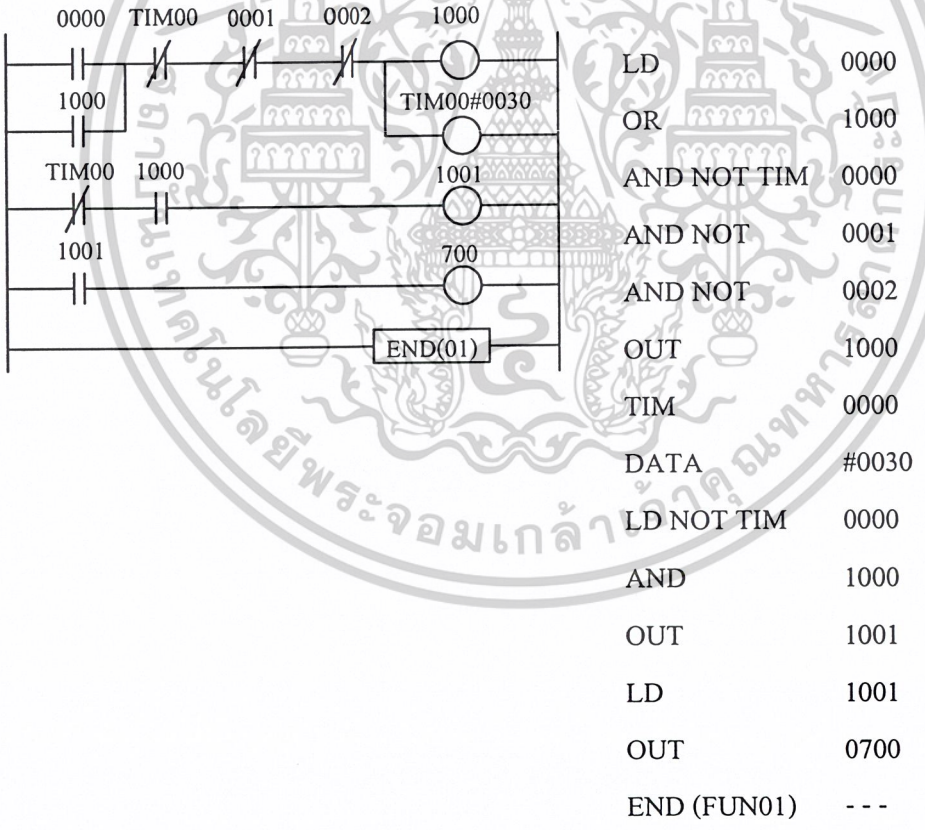
.....

.....

.....

.....

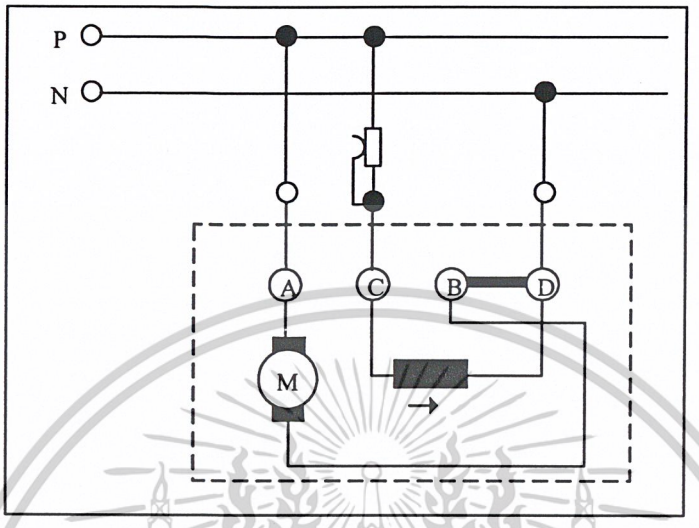
5. นำแลดเดอร์ไดอะแกรมที่ออกแบบไว้ ดังรูปที่ จ.8 การสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงโดยตรงแบบอัตโนมัติทำการป้อนให้พีแอลซี



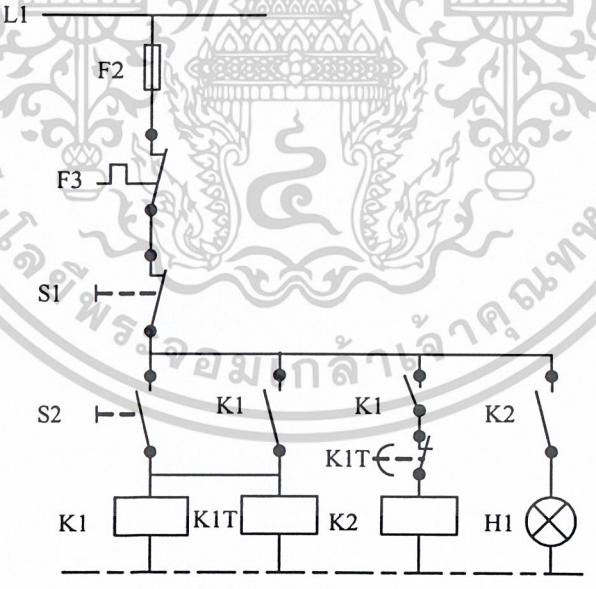
รูปที่ จ.8 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. เชื่อมต่อสายต่างๆ ตามรูป ดังรูปที่ จ.11

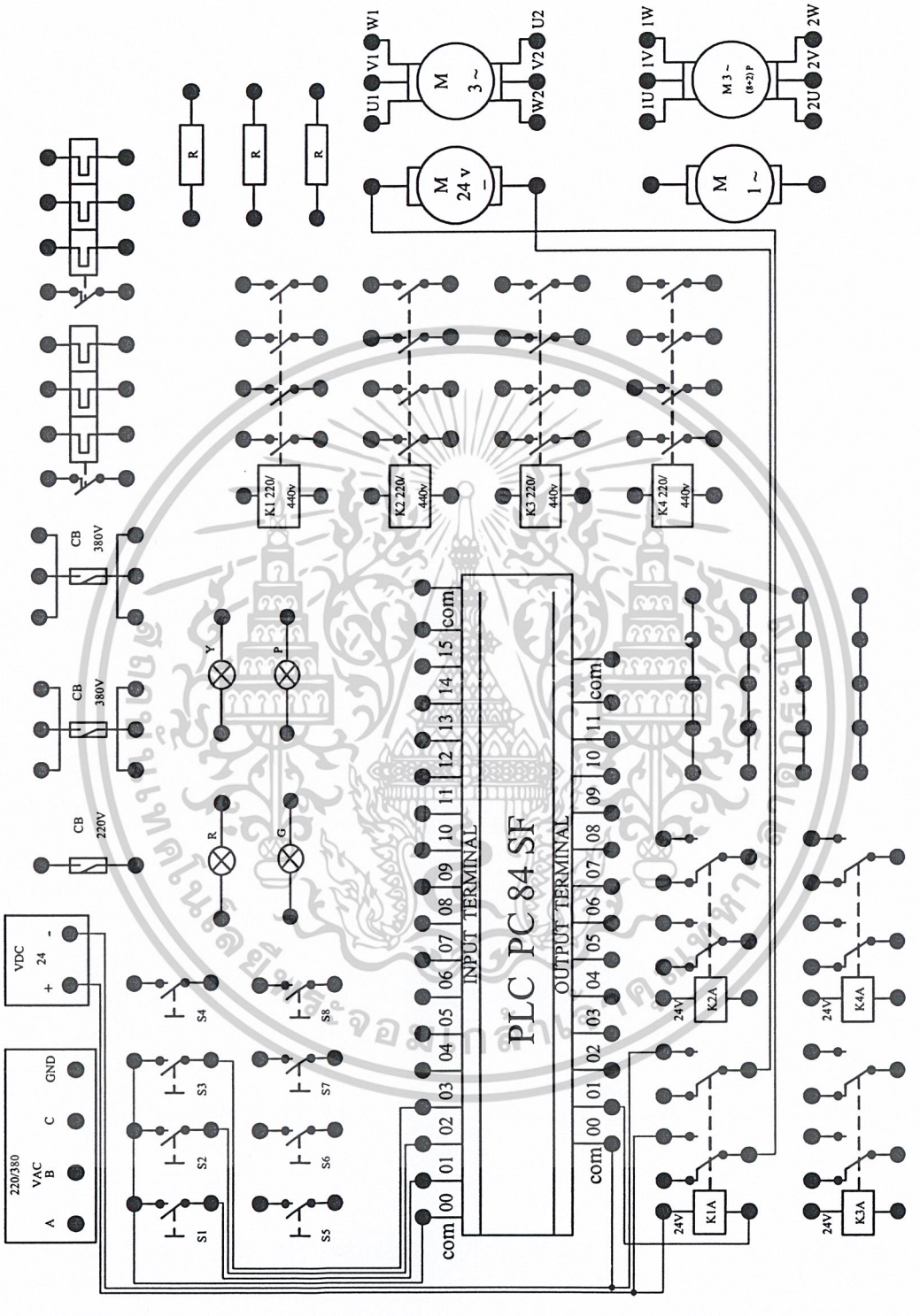


รูปที่ จ.9 วงจรกำลัง



รูปที่ จ.10 วงจรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.11 วงจรไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ทำการสตาร์ทและสต๊อปมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงควบคุมด้วยพีแอลซี สังเกตการทำงาน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. จากการทดลอง จงอธิบายหลักการทำงานของแลดเดอร์ไดอะแกรม

2. จงบอกความแตกต่าง ระหว่างการทำงานของการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบสตาร์ทด้วยมือและการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 2

การทดลองการทำงานของการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟสโดยตรงแบบสตาร์ทด้วยมือและอัตโนมัติ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เพื่อให้นักศึกษาสามารถ

1. อธิบายหลักการทำงานวงจรการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับโดยตรงแบบสตาร์ทด้วยมือและอัตโนมัติได้
2. ประกอบวงจรสำหรับการทดลองได้
3. สามารถประยุกต์ ใช้งานพีแอลซีควบคุมวงจรการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับแบบโดยตรงแบบสตาร์ทด้วยมือและอัตโนมัติได้
4. สามารถป้อนโปรแกรมพีแอลซีได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ชุดฝึกมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับควบคุมด้วยพีแอลซี 1 ชุด
2. สายเสียบต่อวงจรขนาด 1.5 มม^{2}และ2.5 มม^2 1 ชุด

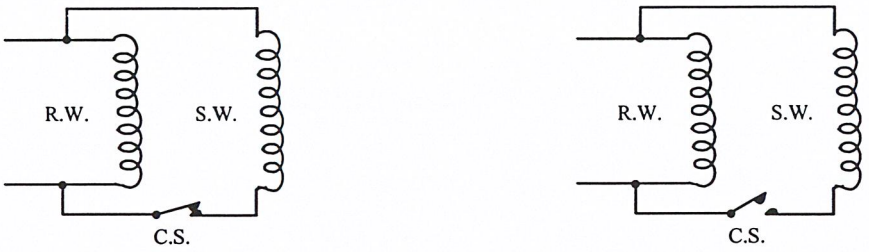
ทฤษฎีเบื้องต้น

มอเตอร์สปลิทเฟส

มอเตอร์สปลิทเฟสเป็นมอเตอร์จำพวกเอาต์พุตต่ำที่มีขนาดต่ำกว่าหนึ่งแรงม้าหรือที่เรียกว่าเศษส่วนของแรงม้า มีใช้งานมากมาย เช่น เครื่องซักผ้า ปั๊มน้ำขนาดเล็กๆ เป็นต้น

หลักการทำงาน ในขณะที่ป้อนแรงดันไฟสลับให้กับมอเตอร์ ขดลวดทั้งสองของมอเตอร์คือ ขดสตาร์ทและขดรันจะต่อขนานกัน ดังรูปที่ จ.12 ตอนเริ่มทำงานให้พิจารณาที่รูปที่ จ.12 ก. ก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

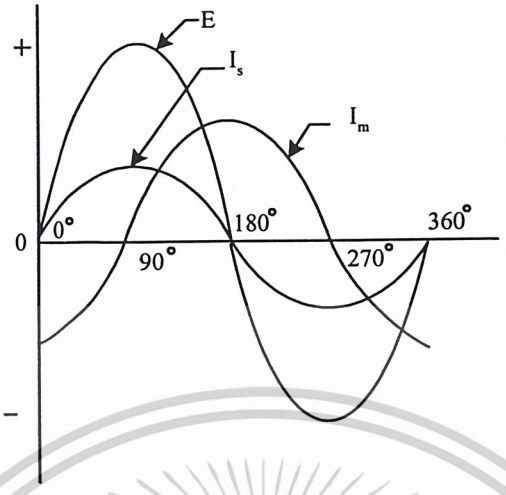


(ก) ขณะมอเตอร์เริ่มหมุน (ข) เมื่อมอเตอร์หมุนด้วยความเร็วปกติ

รูปที่ จ.12 การต่อขดสตาร์ทและขดรันของมอเตอร์สปลิทเฟสและสวิตช์เซนตริฟูกัล

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่าขดรันพันด้วยลวดเส้นใหญ่ ความต้านทานจะต่ำและขดรันนี้จะพันอยู่ด้านล่างของสล๊อท ดังนั้นอินดั๊กแตนซ์จะสูง จึงเป็นเหตุให้กระแสไฟที่ไหลผ่านขดรันนี้ล้าหลังแรงดันที่ป้อนให้เกือบ 90 องศาไฟฟ้า ส่วนกระแสไฟที่ไหลผ่านขดสตาร์ทเกือบจะมีเฟสเดียวกันกับแรงดันที่ป้อนให้ทั้งนี้ก็เพราะว่า ขดสตาร์ทออกแบบให้พันด้วยลวดเส้นเล็กจึงมีความต้านทานสูงและขดสตาร์ทจะพันอยู่ด้านบนของสล๊อทจึงทำให้อินดั๊กแตนซ์มีค่าต่ำ ดังนั้นการที่ขดสตาร์ทมีความต้านทานสูง แต่มีอินดั๊กแตนซ์ต่ำนี้เองจึงทำให้กระแสเกือบจะมีเฟสเดียวกันกับแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนให้กับมอเตอร์ จากรูปที่ จ 13 กระแส I_m และ I_s ซึ่งเป็นกระแสไหลผ่านขดรันและขดสตาร์ทมีมุมต่างเฟสกันเกือบ 90 องศาไฟฟ้า กระแสไฟทั้งสองส่วนจะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กหมุนในลักษณะเดียวกับมอเตอร์ไฟสลับสองเฟสที่ได้กล่าวมาแล้ว สนามแม่เหล็กหมุนจากสเตเตอร์นี้ตัดกับตัวนำในโรเตอร์ ทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นมา กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำนี้จะสร้างสนามแม่เหล็กเกิดขึ้นมาที่โรเตอร์และทำให้เกิดแรงบิดเกิดขึ้นมาที่โรเตอร์ทำให้โรเตอร์หมุนได้ ทิศทางการหมุนของโรเตอร์จะหมุนไปในทิศทางเดียวกันกับสนามแม่เหล็กหมุนของสเตเตอร์ ขณะที่มอเตอร์กำลังเร่งความเร็วขึ้นเรื่อยๆ นี้ สวิตช์อัตโนมัติเซนตริฟูกัลก็ยังต่อวงจรขดสตาร์ทอยู่ จนกระทั่งความเร็วของมอเตอร์สูงขึ้นประมาณ 75% ของความเร็วเต็มพิกัด สวิตช์เซนตริฟูกัลป์จะทำการตัดวงจรขดสตาร์ทออกปล่อยให้ขดรันทำงานต่อไปเพียงชุดเดียวเท่านั้นดังรูปที่ จ 12 (ข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.13 กระแสไฟที่ไหลผ่านขดรัน (I_m) และไหลผ่านขดสตาร์ท (I_s) เมื่อเทียบกับแรงดันไฟฟ้า (E)

หลักการทำงานของมอเตอร์หนึ่งเฟสแบบนี้อาศัยหลักการทำงานแบบมอเตอร์สองเฟส คือ ในตอนเริ่มเดิน จะต้องให้มีขดลวดสองชุด และทำให้กระแสไฟที่ไหลผ่านขดลวดทั้งสองชุดมีมุมต่างเฟสกันมากๆ ประมาณเกือบ 90 องศาไฟฟ้า แต่พอมอเตอร์ทำงานได้แล้วจึงตัดหรือปลดขดลวดชุดสตาร์ทออก ปล่อยให้ขดลวดชุดรันทำงานต่อไปเพียงชุดเดียวหรือเฟสเดียว จึงเรียกมอเตอร์หนึ่งเฟสแบบนี้ว่า มอเตอร์สปลิทเฟส

สมมุติว่าสวิตช์เซนตริฟูกัลเกิดบกพร่อง คือ หน้าสัมผัสไม่ยอมสัมผัสหรือแตะกัน เมื่อป้อนไฟให้กับมอเตอร์ใหม่ภายหลังจากมอเตอร์หยุดหมุนแล้ว มอเตอร์จะไม่หมุนเพราะมีขดรันชุดเดียวเท่านั้นที่ต่อเข้ากับแรงดันไฟฟ้าหรือเมื่อป้อนไฟให้กับมอเตอร์แล้วมอเตอร์ไม่หมุนและมีเสียงฮัม แสดงว่าสวิตช์เซนตริฟูกัลไม่ทำการต่อวงจรขดสตาร์ท ดังนั้นในตอนเริ่มเดินมอเตอร์จะต้องมีขดลวดสองชุดเสมอ

ถ้ามอเตอร์มีขดลวดเพียงชุดเดียว เมื่อป้อนแรงดันไฟฟ้าให้แล้วจะเกิดสนามแม่เหล็กขึ้นที่สเตเตอร์เหมือนกัน เพียงแต่จะเกิดสนามแม่เหล็กสลับกันจากขั้วเหนือเป็นขั้วใต้และจากขั้วใต้เป็นขั้วเหนือ แต่จะไม่เกิดสนามแม่เหล็กหมุน จะไม่เกิดแรงบิดขึ้นมาและมอเตอร์จะไม่หมุน

ถ้ามอเตอร์เริ่มเดินด้วยโหลดหนักมากๆ อาจจะทำให้มอเตอร์ไม่สามารถเร่งความเร็วขึ้นจนถึงขั้นที่สวิตช์เซนตริฟูกัลตัดขดสตาร์ทออกได้หรือถ้าป้อนแรงดันให้กับมอเตอร์ต่ำ มอเตอร์ก็อาจจะไม่สามารถเร่งความเร็วขึ้นจนสวิตช์เซนตริฟูกัลตัดขดสตาร์ทออกได้

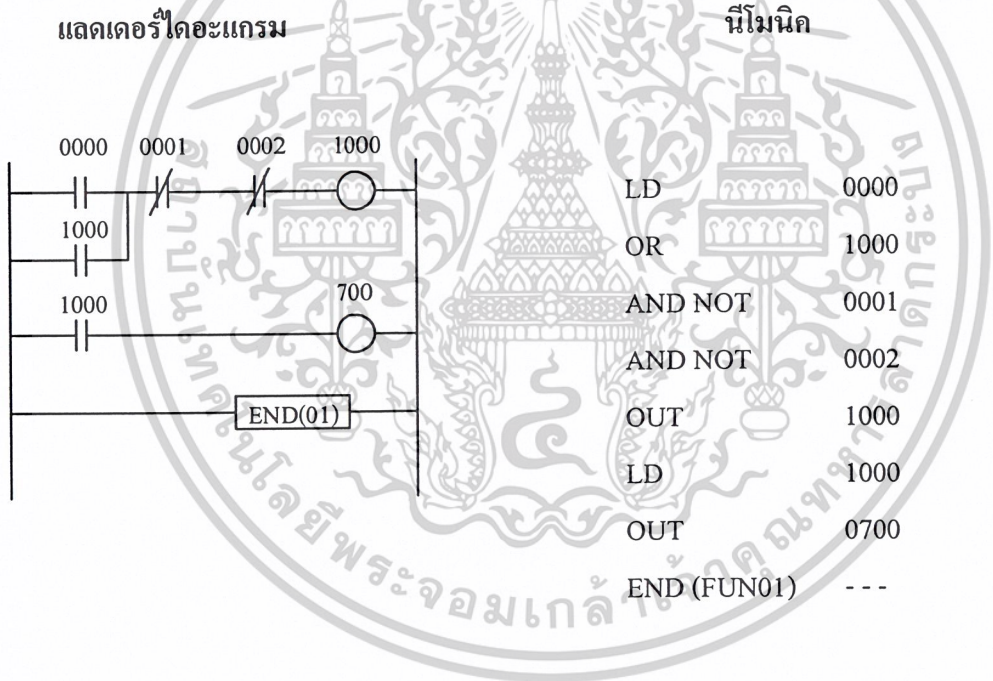
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปกติแล้วเส้นลวดของขดสตาร์ทจะพันด้วยลวดเส้นเล็กทั้งนี้ก็เพื่อให้ขดลวดชุดนี้ทำงานในช่วงเริ่มเดินเท่านั้น คือ ประมาณ 3 ถึง 4 วินาทีเท่านั้น แต่ถ้าขดสตาร์ทต่อยู่ในวงจรไฟฟ้านานกว่านี้ เช่นนานถึง 60 วินาที ขดลวดชุดนี้อาจจะเกรียมหรือไหม้ได้ ดังนั้นในสภาพปกติมอเตอร์สามารถเร่งความเร็วขึ้นถึง 75% ของความเร็วเต็มพิกัดในเวลาประมาณ 3 ถึง 4 วินาที

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อแหล่งจ่ายไฟแรงดัน 220 V_{AC} เข้ากับชุดทดลอง

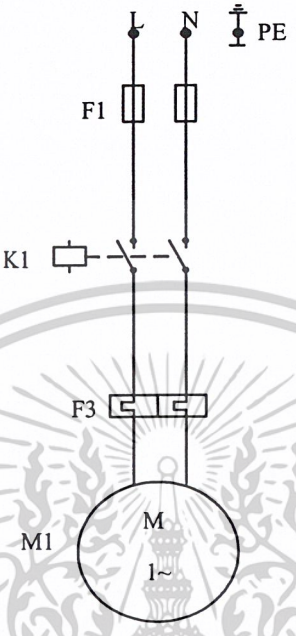
2. นำแลดเดอร์ไดอะแกรมที่ออกแบบไว้ ดังรูปที่ จ.14 ของวงจรการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟสโดยตรงแบบสตาร์ทด้วยมือทำการป้อนให้พีแอลซี



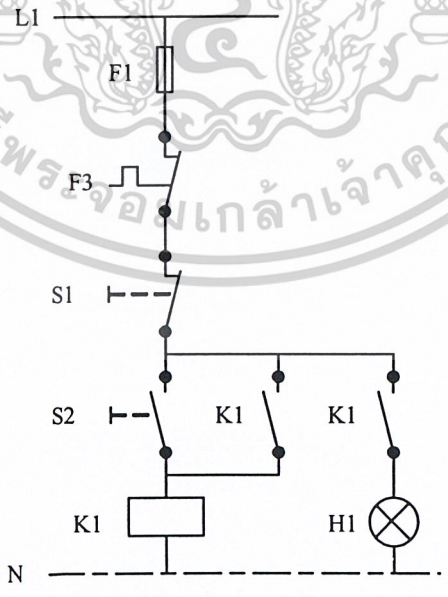
รูปที่ จ.14 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เชื่อมต่อสายต่างๆ ตามรูป ดังรูปที่ จ.17

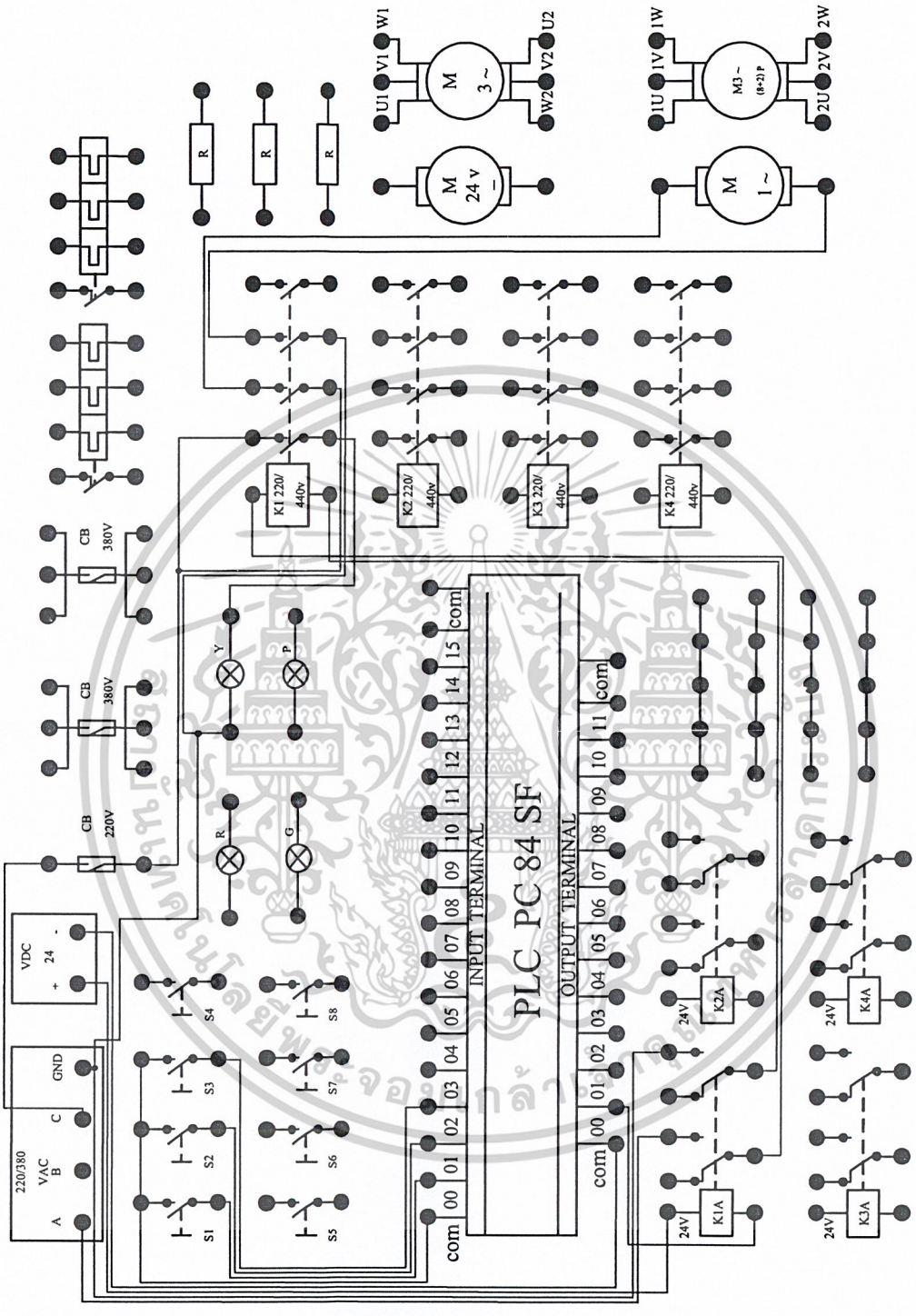


รูปที่ จ.15 วงจรกำลัง



รูปที่ จ 16 วงจรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.17 วงจรไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ทำการสตาร์ทและสต๊อปมอเตอร์มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส ที่ควบคุมด้วยพีแอลซี สังเกตการทำงาน

.....

.....

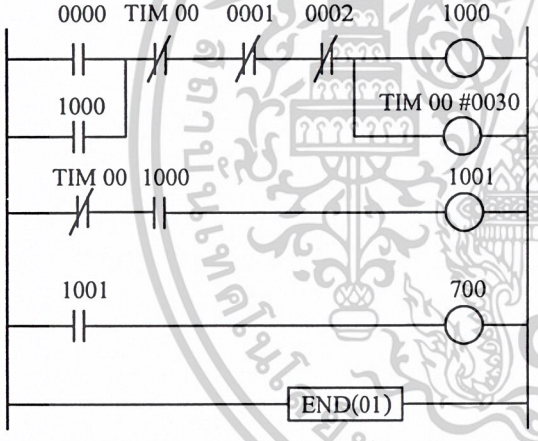
.....

.....

.....

5. นำแลดเดอร์ไดอะแกรมที่ออกแบบไว้ ดังรูปที่ จ.18 ของวงจรการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟสโดยตรงแบบอัตโนมัติทำการป้อนให้พีแอลซี

แลดเดอร์ไดอะแกรม



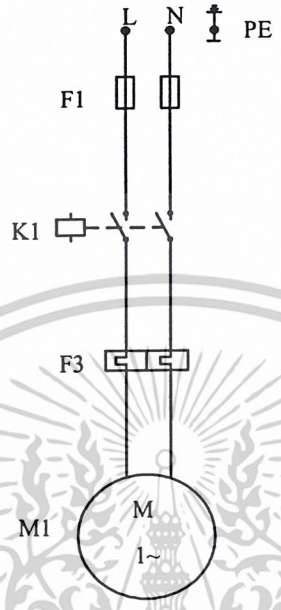
นีโมนิค

LD	0000
OR	1000
AND NOT TIM	0000
AND NOT	0001
AND NOT	0002
OUT	1000
TIM	0000
DATA	#0030
LD NOT TIM	0000
AND	1000
OUT	1001
LD	1001
OUT	0700
END (FUN01)	- - -

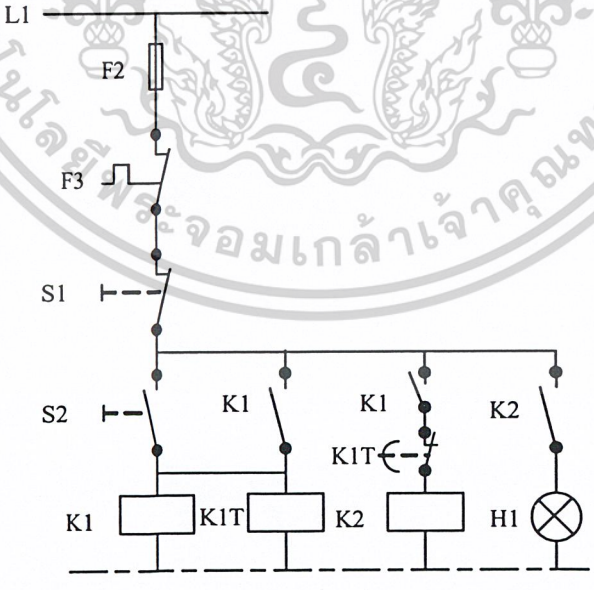
รูปที่ จ.18 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. เชื่อมต่อสายต่างๆ ตามรูป ดังรูปที่ จ.21

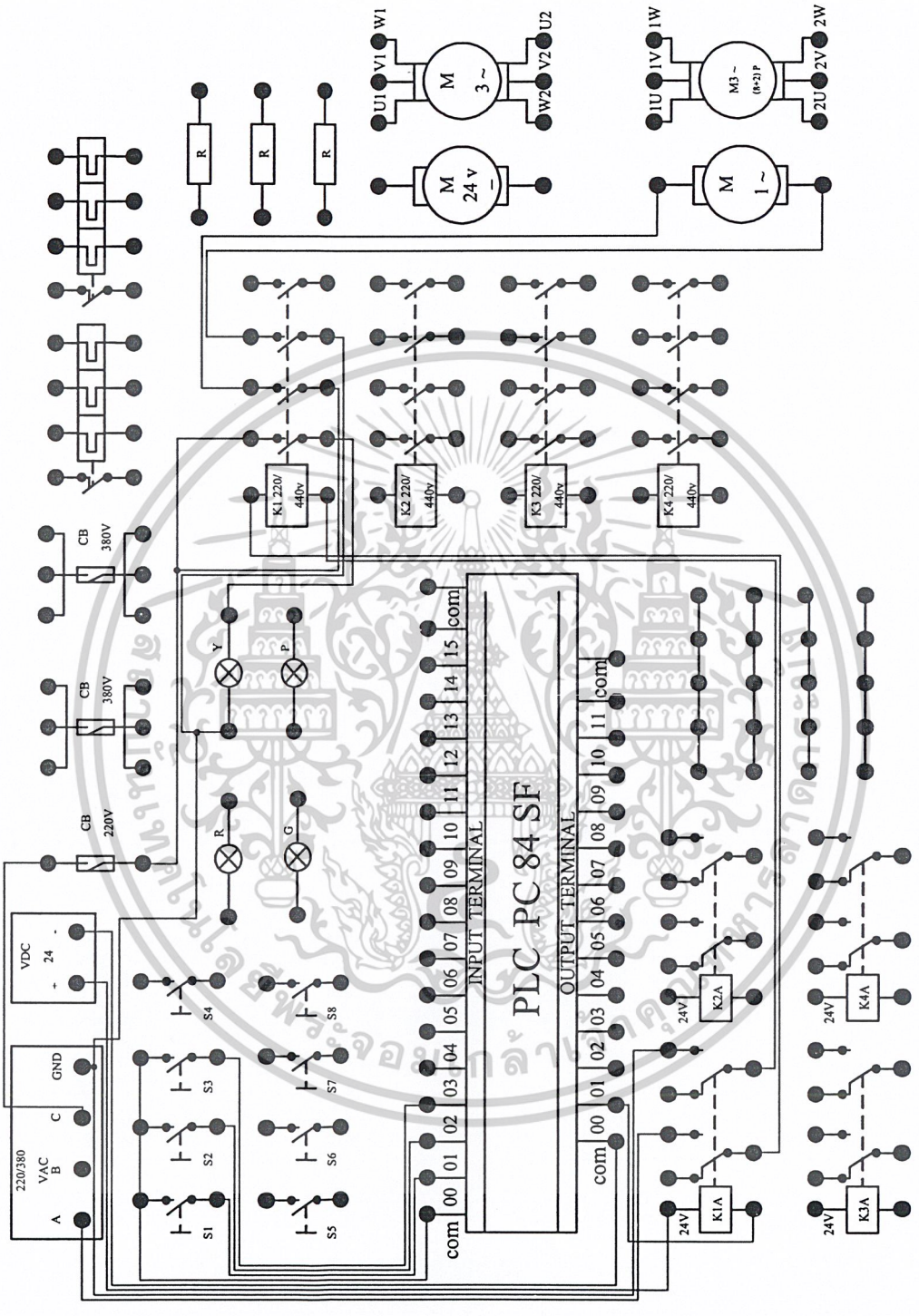


รูปที่ จ.19 วงจรกำลัง



รูปที่ จ.20 วงจรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.21 วงจรไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ทำการสตาร์ทและสต๊อปมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส ที่ควบคุมด้วยพีแอลซี สังเกตการทำงาน

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. จากการทดลอง จงอธิบายหลักการทำงานของแลดเดอร์ไดอะแกรม

2. จงออกแบบแลดเดอร์ไดอะแกรมของการควบคุมการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟสแบบสตาร์ทด้วยมือและอธิบายการทำงานของแลดเดอร์ไดอะแกรม

3. จงบอกความแตกต่างระหว่างการทำงานของวงจรการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส โดยตรงแบบสตาร์ทด้วยมือกับการทำงานของการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส โดยตรงแบบอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 3
การทดลองการทำงานของการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสโดยตรงแบบสตาร์ทด้วยมือและอัตโนมัติ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เพื่อให้นักศึกษาสามารถ

1. อธิบายหลักการทำงานของวงจรที่สตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสโดยตรงแบบสตาร์ทด้วยมือและแบบอัตโนมัติได้
2. ประกอบวงจรสำหรับการทดลองได้
3. สามารถประยุกต์ใช้งานพีแอลซีควบคุมในวงจรสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสโดยตรงแบบสตาร์ทด้วยมือและแบบอัตโนมัติได้
4. สามารถป้อนโปรแกรมพีแอลซีได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ชุดฝึกมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับควบคุมด้วยพีแอลซี 1 ชุด
2. สายเสียบต่อวงจรขนาด 1.5 มม^{2}และ2.5 มม^2 1 ชุด

ทฤษฎีเบื้องต้น

มอเตอร์ไฟสลับที่เรียกว่าอินดั๊กชั่นมอเตอร์ก็เหมือนกับหม้อแปลงไฟฟ้านั่นก็คือโรเตอร์ทำหน้าที่เป็นขดลวดทุติยภูมิ จะต่างกันเพียงนิดเดียวคือโรเตอร์ของมอเตอร์จะเชื่อมต่อครบวงจรแบบวงจรลัดตลอดเวลา ดังนั้นเมื่อป้อนไฟกระแสสลับให้กับขดลวดสเตเตอร์แล้ว กระแสอินพุตของขดลวดสเตเตอร์ (ขดลวดปฐมภูมิ) จะสูงมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงสตาร์ท เนื่องจากในช่วงสตาร์ทนี้จะยังไม่มีแรงเคลื่อนเหนี่ยวนำย้อนกลับเกิดต้านกับแรงดันป้อน กระแสในช่วงสตาร์ทของอินดั๊กชั่นมอเตอร์จะมีค่าประมาณ 5 ถึง 7 เท่าของกระแสเมื่อมอเตอร์ทำงานเต็มพิกัด แต่แรงบิดในช่วงนี้จะมีค่าประมาณ 1.5 ถึง 2.5 เท่าของแรงบิดที่โหลดเต็มพิกัดเท่านั้น กระแสไฟที่มีค่าสูงในชั่วขณะนี้ จะมีผลทำให้เกิดแรงดันไฟลดในสายซึ่งมีผลต่อการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่น ที่ต่อร่วมกันในวงจรเดียวกัน ดังนั้นมอเตอร์ที่มีขนาดตั้งแต่ 30 แรงม้าขึ้นไปจึงไม่ควรที่จะสตาร์ทโดยตรงแรงบิดสตาร์ทของอินดั๊กชั่นมอเตอร์สามารถที่จะแก้ไขให้ดีขึ้นได้ โดยการเพิ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความต้านทานให้กับวงจรโรเตอร์ ซึ่งกรณีนี้สามารถใช้กับมอเตอร์ 3 เฟสแบบสลิปริงได้เป็นอย่างดี แต่ไม่สามารถนำไปใช้กับมอเตอร์แบบสไควเรลเกจได้อย่างไรก็ตามวิธีการลดกระแสสตาร์ทก็สามารถทำได้ โดยการลดแรงดันป้อนของสเตเตอร์ในช่วงสตาร์ท เมื่อมอเตอร์ทำงานแล้วจึงเพิ่มแรงดันให้มีค่าตามพิกัดกำหนดเท่านั้น

วิธีสตาร์ทอินดั๊กชั่นมอเตอร์แบบวาวด์โรเตอร์มอเตอร์หรือสลิปริงมอเตอร์นี้ มักจะสตาร์ทด้วยแรงดันเต็มพิกัด คือ ป้อนแรงดันตามพิกัดให้กับขดลวดสเตเตอร์เลย กระแสไฟตอนเริ่มสตาร์ทจะถูกปรับให้ลดลงโดยวิธีการต่อความต้านทานที่ปรับค่าได้เข้ากับวงจรโรเตอร์ ความต้านทานที่ปรับค่าได้หรือที่เรียกว่ารีโอสตาร์ทจะต่อร่วมกับโรเตอร์ด้วยการต่อแบบสตาร์ขณะสตาร์ทจะปรับค่าความต้านทานให้มีค่าสูงๆ ร่วมในวงจรโรเตอร์ แต่พอความเร็วสูงขึ้นแล้ว จึงค่อยๆ ลดความต้านทานลงจนกระทั่งตัดออกหมดและต่อลัดวงจรโรเตอร์

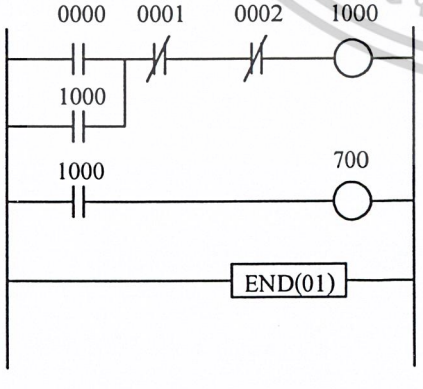
การเพิ่มความต้านทานเข้าไปในโรเตอร์นั้นไม่เพียงแต่ทำให้กระแสสตาร์ทลดลงเท่านั้น ยังทำให้แรงบิดสตาร์ทสูงขึ้นด้วย เนื่องจากเพาเวอร์แฟคเตอร์ดีขึ้น

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อแหล่งจ่ายไฟแรงดัน 220 V_{AC} เข้ากับชุดทดลอง

2. นำแลดเดอร์ไดอะแกรมที่ออกแบบไว้ ดังรูปที่ จ.22 ของวงจรการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสโดยตรงแบบสตาร์ทด้วยมือ ทำการป้อนให้พีแอลซี

แลดเดอร์ไดอะแกรม **นีโมนิค**

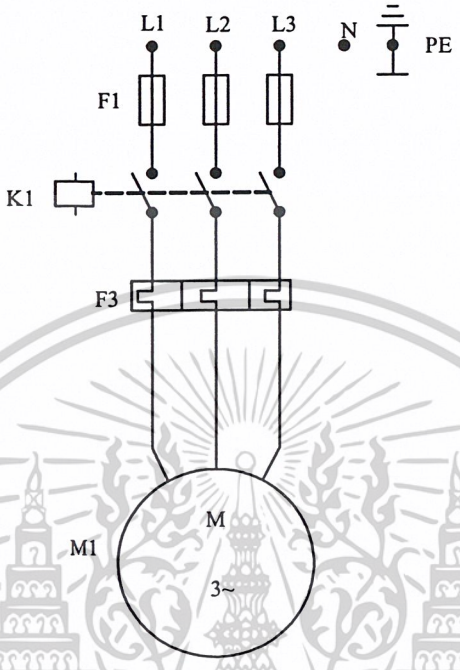


LD	0000
OR	1000
AND NOT	0001
AND NOT	0002
OUT	1000
LD	1000
OUT	0700
END (FUN01)	- - -

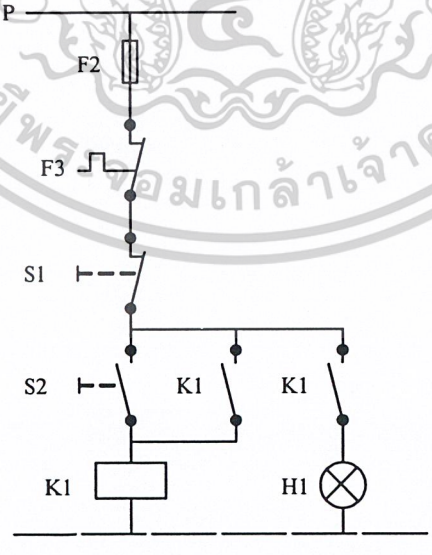
รูปที่ จ.22 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เชื่อมต่อสายต่างๆ ตามรูป ดังรูปที่ จ.25

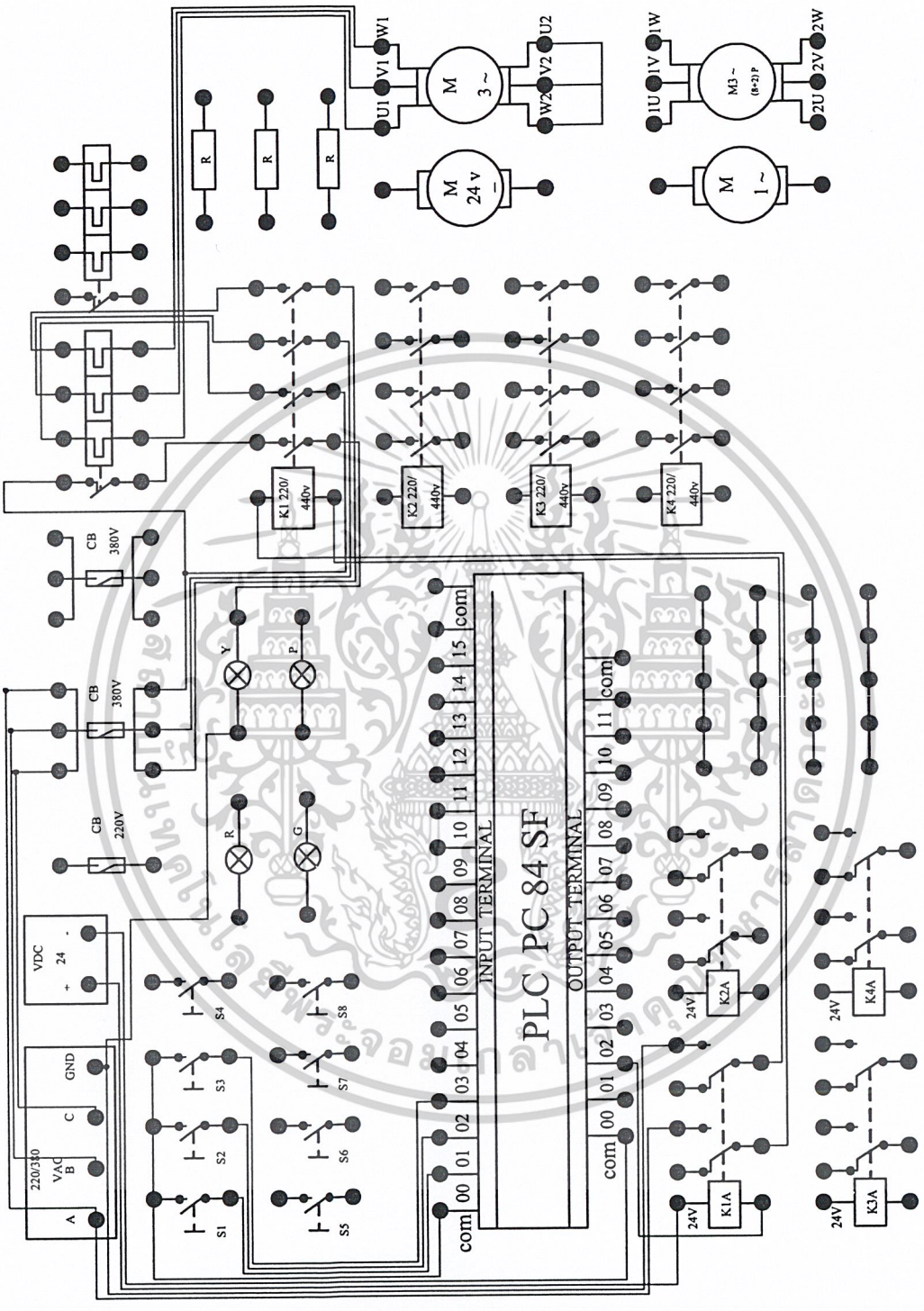


รูปที่ จ.23 วงจรกำลัง



รูปที่ จ.24 วงจรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.25 วงจรไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ทำการสตาร์ทและสต๊อปมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสที่ควบคุมด้วยพีแอลซี สังเกตการทำงาน

.....

.....

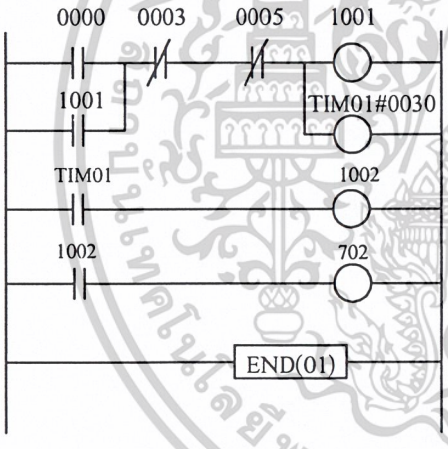
.....

.....

.....

5. นำแลดเดอร์ไดอะแกรมที่ออกแบบไว้ ดังรูปที่ จ.26 ของวงจรการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสโดยตรงแบบอัตโนมัติทำการป้อนให้พีแอลซี

แลดเดอร์ไดอะแกรม **นีโมนิค**



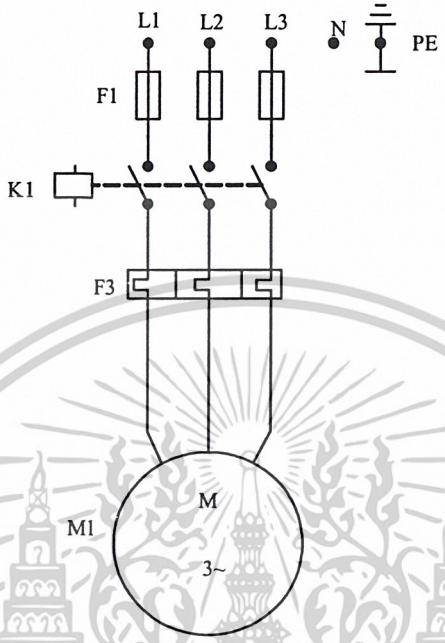
LD	0000
OR	1001
AND NOT	0003
AND NOT	0005
OUT	1001
TIM	0001
DATA	#0030
LD TIM	0001
OUT	1002
LD	1002
OUT	0702
END (FUN01)	- - -

รูปที่ จ.26 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

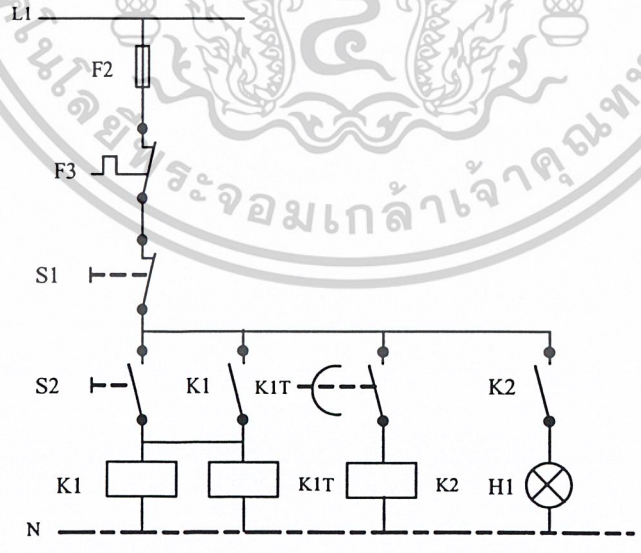
.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. เชื่อมต่อสายต่างๆ ตามรูป ดังรูปที่ จ.29

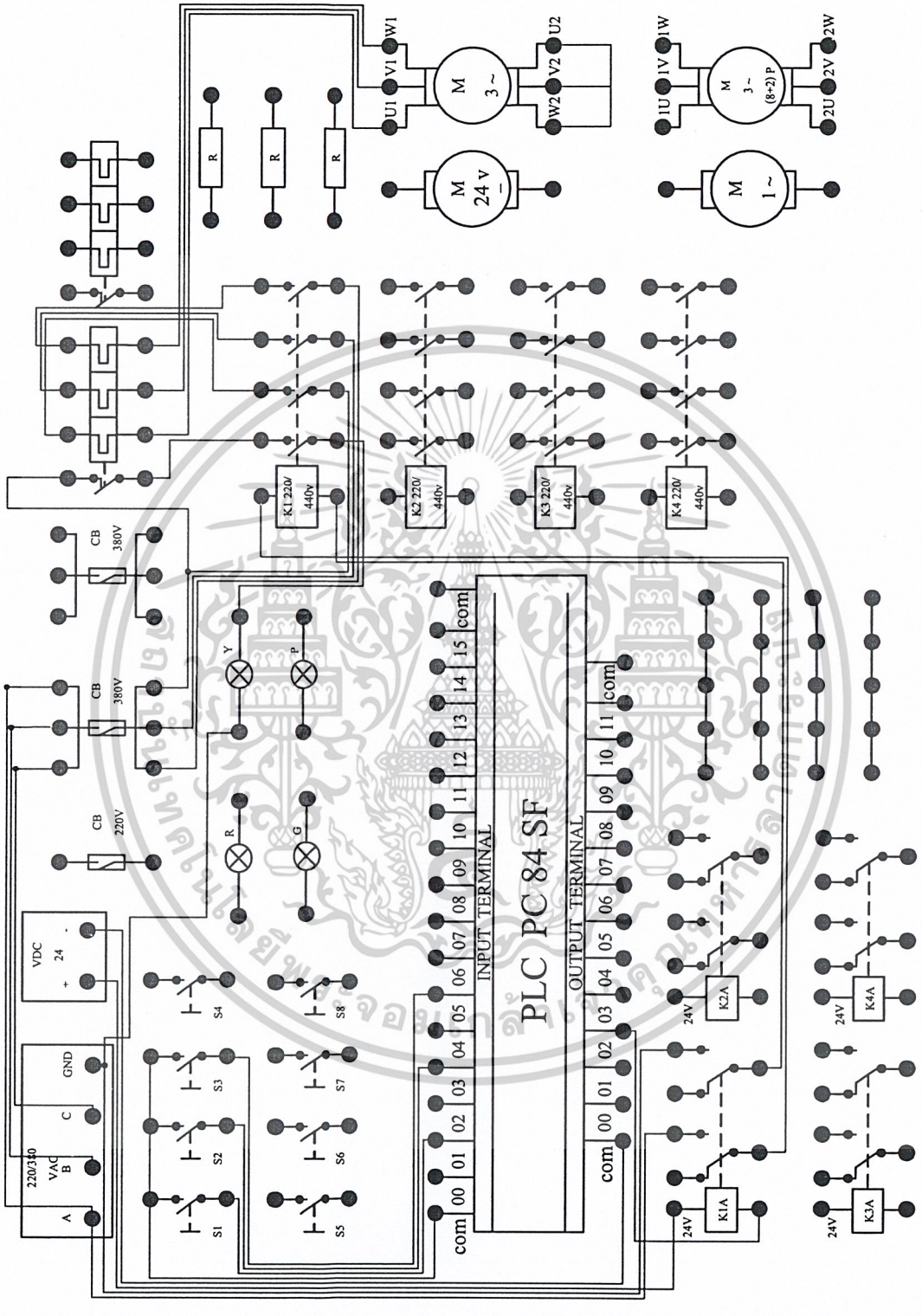


รูปที่ จ.27 วงจรกำลัง



รูปที่ จ.28 วงจรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.29 วงจรไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ทำการสตาร์ทและสต๊อปมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสที่ควบคุมด้วยพีแอลซี สังเกตการทำงาน

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. จากการทดลอง จงอธิบายหลักการทำงานของแลดเดอร์ไดอะแกรม

2. จงออกแบบแลดเดอร์ไดอะแกรมของวงจรควบคุมการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสโดยตรงแบบสตาร์ทด้วยมือและอธิบายการทำงานของแลดเดอร์ไดอะแกรม

3. จงบอกความแตกต่างระหว่างการทำงานของวงจรการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบสตาร์ทด้วยมือและการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับแบบอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 4
การทดลองการทำงานของการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบจ๊อกกิ้ง รีเวอร์ซิ่งอาฟเตอร์สต๊อป และแบบดิเรครีเวอร์ซิ่ง

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เพื่อให้นักศึกษาสามารถ

1. อธิบายหลักการทำงานของวงจรการกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส โดยตรงแบบจ๊อกกิ้ง รีเวอร์ซิ่งอาฟเตอร์สต๊อปและแบบดิเรครีเวอร์ซิ่งได้
2. ประกอบวงจรสำหรับการทดลองได้
3. สามารถประยุกต์ใช้งานพีแอลซีในการควบคุมวงจรการกลับทางหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส โดยตรงแบบจ๊อกกิ้ง รีเวอร์ซิ่งอาฟเตอร์สต๊อปและแบบดิเรครีเวอร์ซิ่ง ได้
4. สามารถป้อนโปรแกรมพีแอลซีได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ชุดฝึกมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับควบคุมด้วยพีแอลซี 1 ชุด
2. สายเสียบต่อวงจรขนาด 1.5 มม^{2}และ2.5 มม^2 1 ชุด

ทฤษฎีเบื้องต้น

สำหรับมอเตอร์ 3 เฟสนั้น สามารถที่จะกลับทิศทางหมุนได้ซึ่งสามารถกระทำได้โดยสลับสายเมนคู่ใดคู่หนึ่งที่ต่อเข้ากับมอเตอร์ โดยอีกเส้นหนึ่งให้ต่อไว้คงเดิม จากวงจรถ้าสมมุติว่าคอนแทคเตอร์ตัวใดตัวหนึ่งทำงานอยู่คอนแทคเตอร์อีกตัวหนึ่งจะต้องไม่ทำงานเพราะถ้าคอนแทคเตอร์สองตัวทำงานพร้อมกันก็จะทำให้เกิดการลัดวงจรขึ้นระหว่างสายไฟกับสายไฟ

จากวงจรควบคุมแบบรีเลย์ วิธีการป้องกันไม่ให้ K1 และ K2 ทำงานพร้อมกันจะทำได้โดยการต่อวงจรควบคุมให้ทำงานแบบล็อกร่วมกัน

ล็อกร่วม หมายถึง การที่คอนแทคเตอร์ส่วนหนึ่งอาจเป็นของสวิตซ์หรือคอนแทคเตอร์ก็ได้ ขณะทำงานแล้วไปทำให้วงจรส่วนอื่นๆไม่สามารถทำงานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

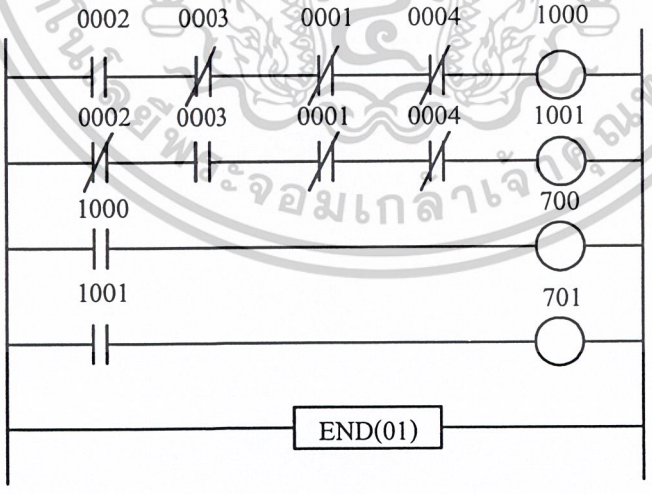
จ๊อกกิ้ง เป็นการกลับทางหมุนโดยอาศัยหลักการกลับกลับทางหมุนโดยทันทีทันใดเมื่อกดสวิตช์แบบกลับทางมอเตอร์ก็จะทำงานทันทีเมื่อปล่อยสวิตช์มอเตอร์ก็จะหยุดทำงานเช่นเดียวกันกับการกดสวิตช์สตาร์ทแบบตามเข็มนาฬิกา มอเตอร์ก็จะทำงานทันทีเมื่อปล่อยสวิตช์มอเตอร์ก็จะหยุดทำงาน การกลับทางหมุนแบบรีเวอร์ซิ่งอาฟเตอร์สต๊อปจะมีจุดเด่นอย่างหนึ่งก็ คือ จะต้องให้มอเตอร์หยุดหมุนก่อนจึงจะกลับทางหมุนได้การกลับทางหมุนแบบรีเวอร์ซิ่งอาฟเตอร์สต๊อปเป็นวงจรกลับทางหมุนของมอเตอร์ที่คล้ายกับการควบคุมแบบรีเวอร์ซิ่งอาฟเตอร์สต๊อปแต่สามารถที่จะกลับทางหมุนได้โดยไม่ต้องกดสวิตช์สต๊อปก่อนและจะต่อคล้ายกับการการควบคุมแบบจ๊อกกิ้งแต่สามารถที่จะล็อคให้คอนแทคเตอร์ทำงานตลอดเวลา (มอเตอร์หมุนตลอดเวลา) โดยที่หยุดกดสวิตช์สตาร์ทแล้วก็ตาม

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อแหล่งจ่ายไฟแรงดัน 380 V_{AC} เข้ากับชุดทดลอง

2. นำแลดเดอร์ไดอะแกรมของวงจรกลับทางหมุนแบบจ๊อกกิ้งที่ทำการออกแบบไว้ ดังรูปที่ จ.30 ทำการป้อนให้พีแอลซี

แลดเดอร์ไดอะแกรม



รูปที่ จ.30 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

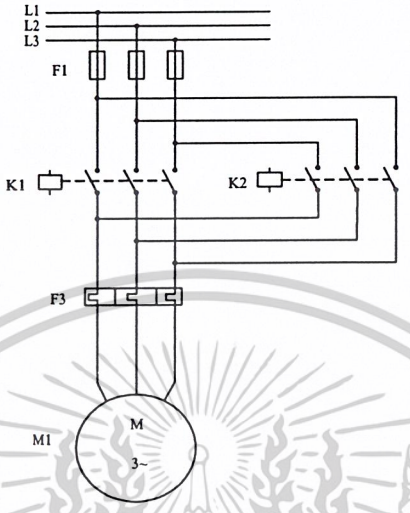
นีโมนิค

LD	0002
AND NOT	0003
AND NOT	0001
AND NOT	0004
OUT	1000
LD NOT	0002
AND	0003
AND NOT	0001
AND NOT	0004
OUT	1001
LD	1000
OUT	0700
LD	1001
OUT	0701
END (FUN01)	- - -

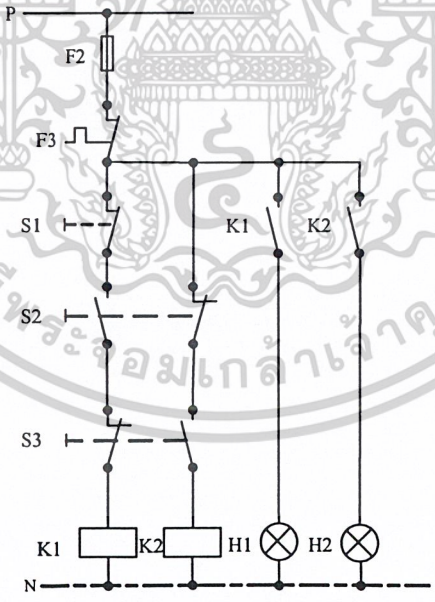
รูปที่ จ.30 (ต่อ) แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เชื่อมต่อสายต่างๆ ตามรูป ดังรูปที่ จ.33

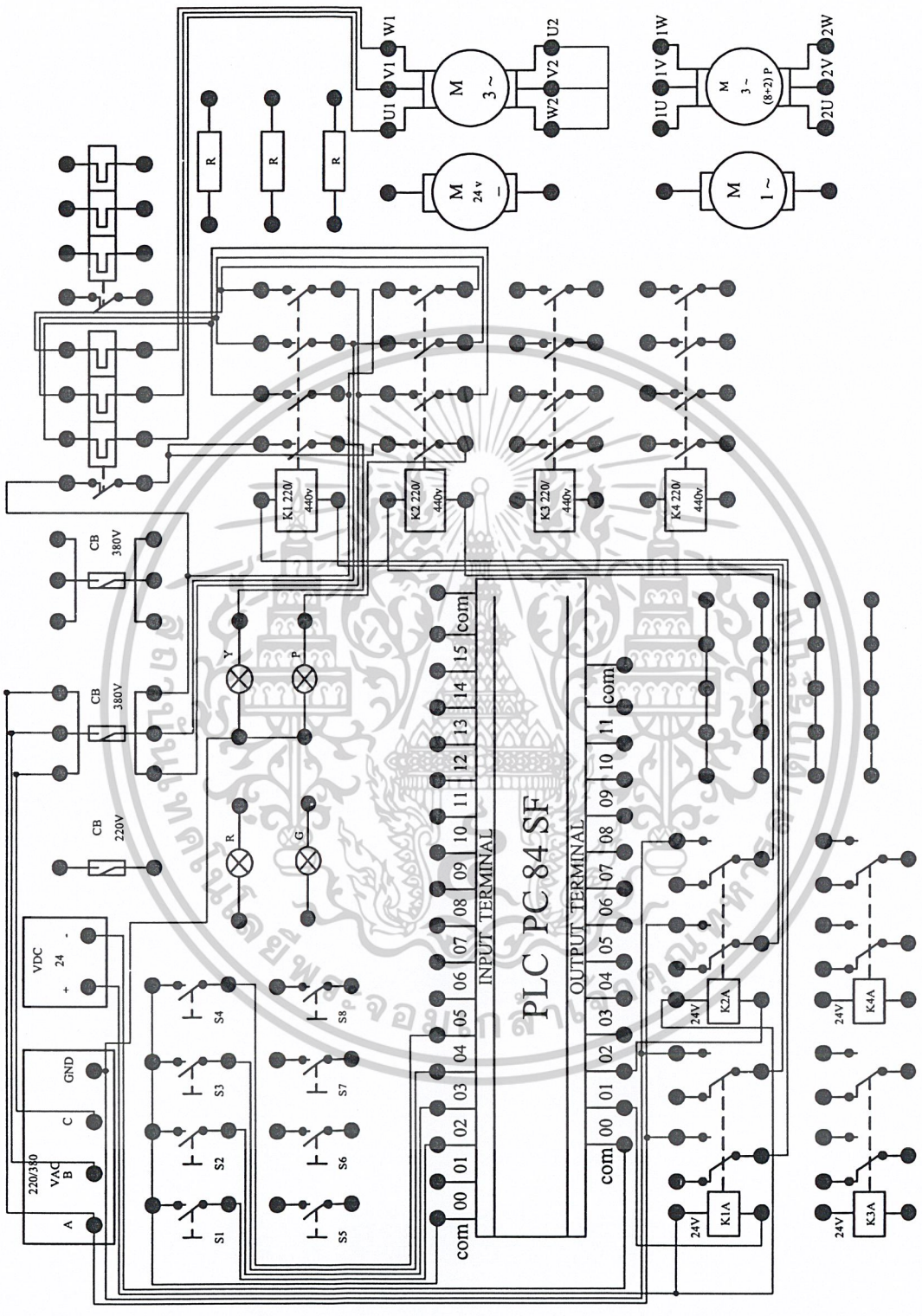


รูปที่ จ.31 วงจรกำลัง



รูปที่ จ.32 วงจรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.33 วงจรไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ทำการสตาร์ทมอเตอร์และทำการกลับทางหมุนของมอเตอร์โดยการกดสวิตช์สังเกตการทำงาน

.....

.....

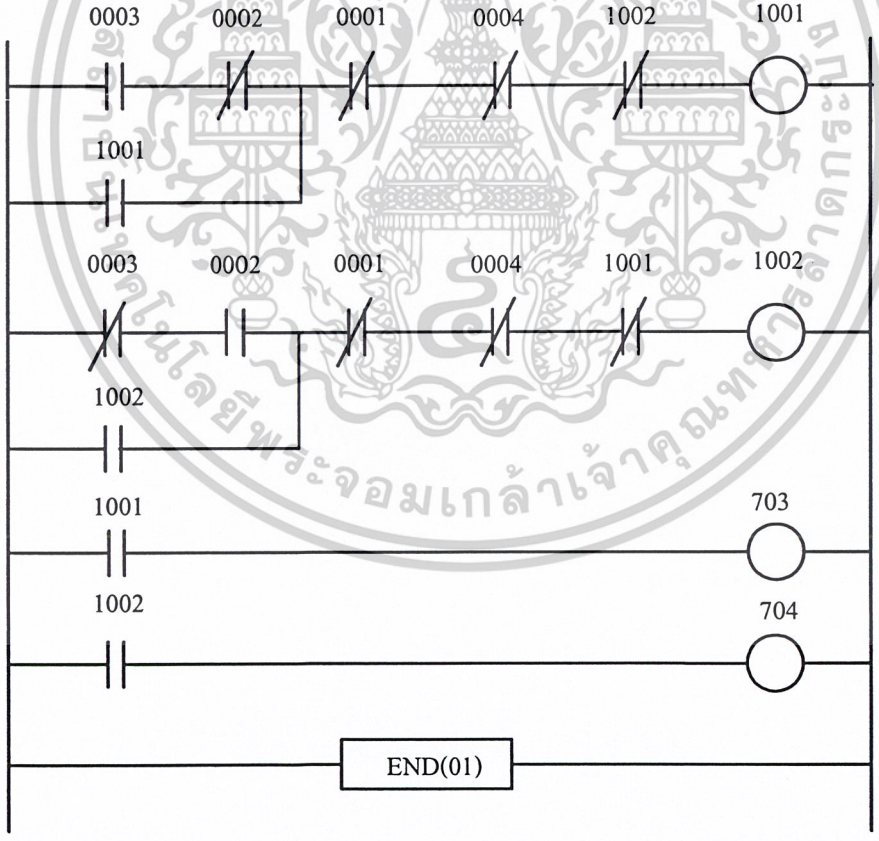
.....

.....

.....

5. นำแลดเดอร์ไดอะแกรมของวงจรกลับทางหมุนแบบรีเวอร์ซิ่งอาฟเตอร์สต๊อปที่ออกแบบไว้ ดังรูปที่ จ.34 ทำการป้อนให้พีแอลซี

แลดเดอร์ไดอะแกรม



รูปที่ จ.34 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

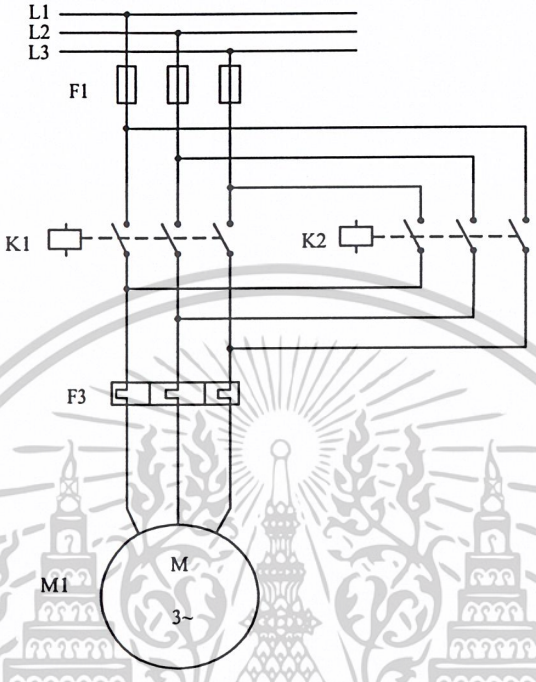
นีโมนิค

LD	0003
AND NOT	0002
OR	1001
AND NOT	0001
AND NOT	0004
AND NOT	1002
OUT	1001
LD NOT	0003
AND	0002
OR	1002
AND NOT	0001
AND NOT	0004
AND NOT	1001
OUT	1002
LD	1001
OUT	0703
LD	1002
OUT	0704
END (FUN01)	- - -

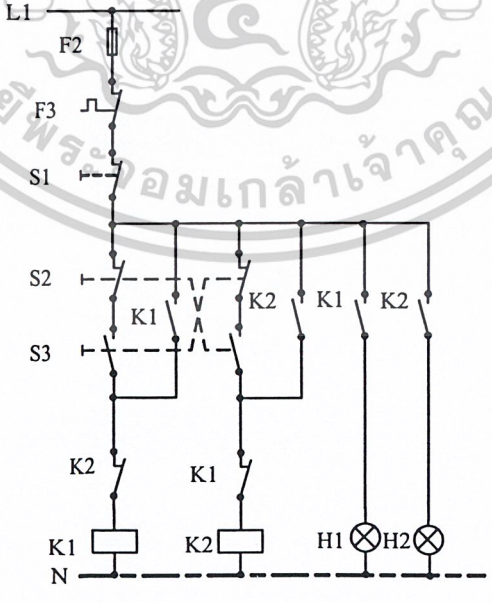
รูปที่ จ.34 (ต่อ) แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. เชื่อมต่อสายต่างๆ ตามรูป ดังรูปที่ จ.37

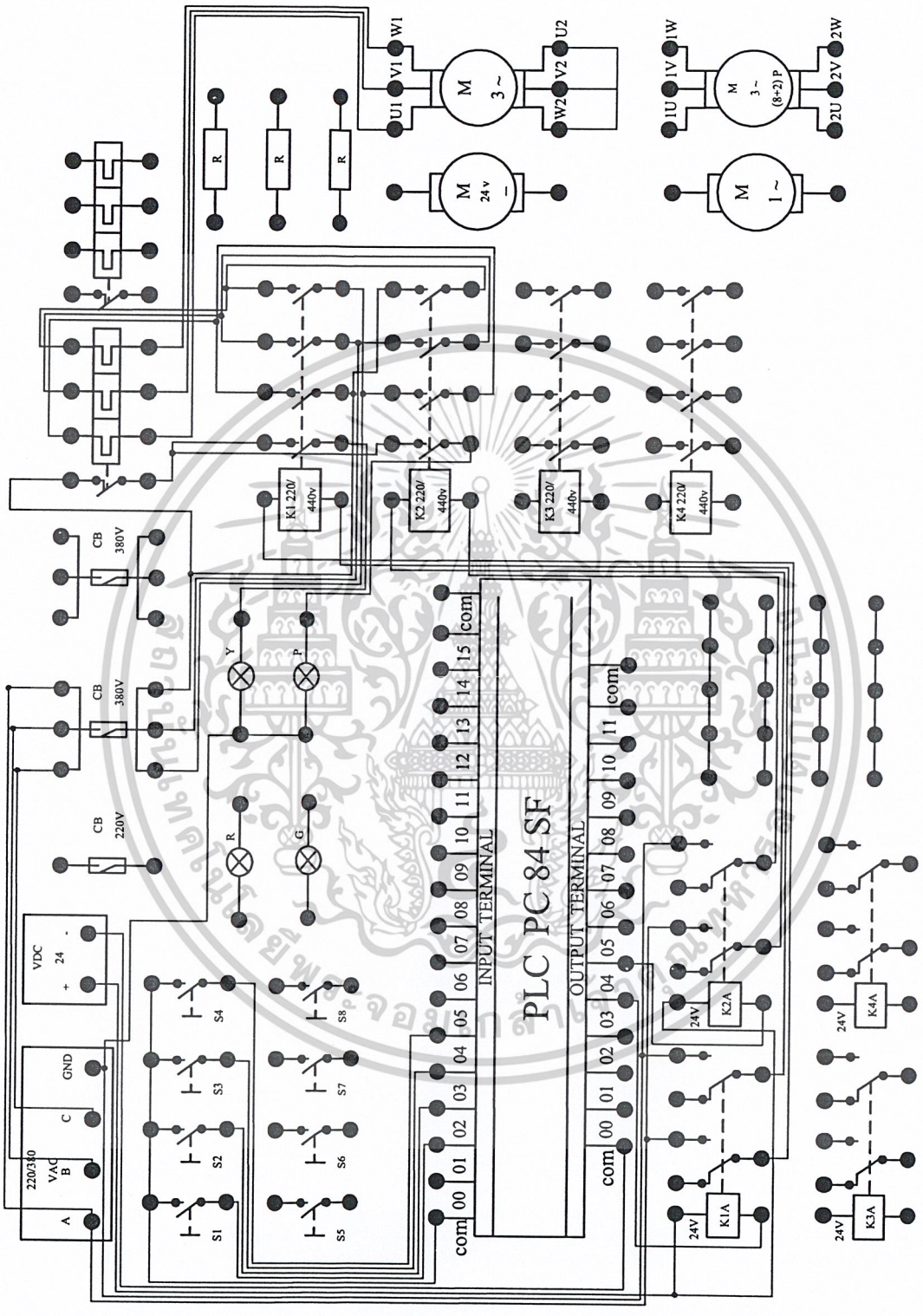


รูปที่ จ.35 วงจรกำลัง



รูปที่ จ.36 วงจรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.37 วงจรไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ทำการสตาร์ทมอเตอร์และกลับทางหมุนมอเตอร์โดยการกดสวิตช์สังเกตการทำงาน

.....

.....

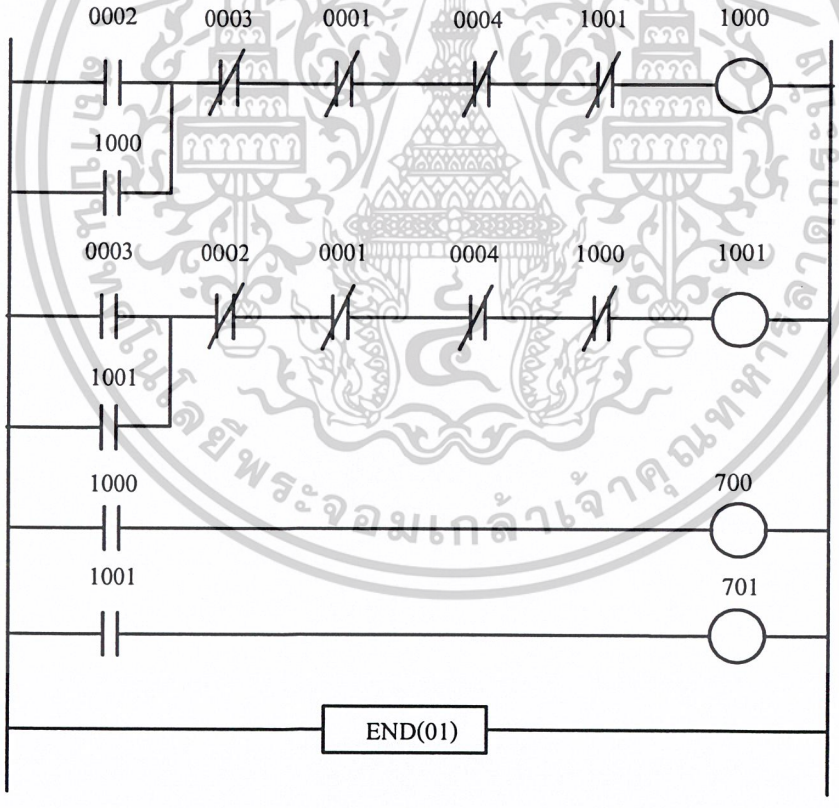
.....

.....

.....

8. นำแลดเดอร์ไดอะแกรมของวงจรกลับทางหมุนแบบรีเวอร์ซิ่งอาฟเตอร์สต๊อปที่ออกแบบไว้ ดังรูปที่ จ.38 ทำการป้อนให้พีแอลซี

แลดเดอร์ไดอะแกรม



รูปที่ จ.38 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

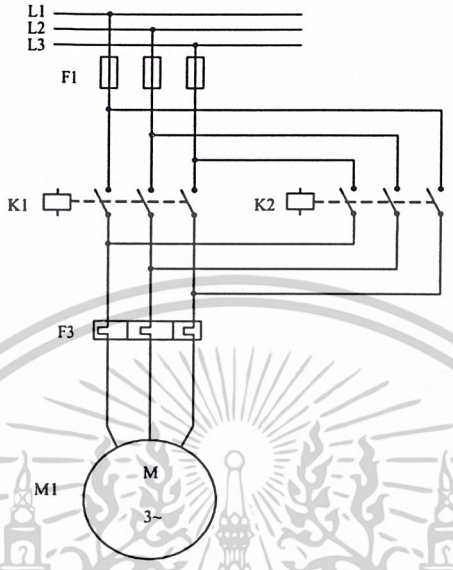
นีโมนิค

LD	0002
OR	1000
AND NOT	0003
AND NOT	0001
AND NOT	0004
AND NOT	1001
OUT	1000
LD	0003
OR	1001
AND NOT	0002
AND NOT	0001
AND NOT	0004
AND NOT	1000
OUT	1001
LD	1000
OUT	0700
LD	1001
OUT	0701
END (FUN01)	- - -

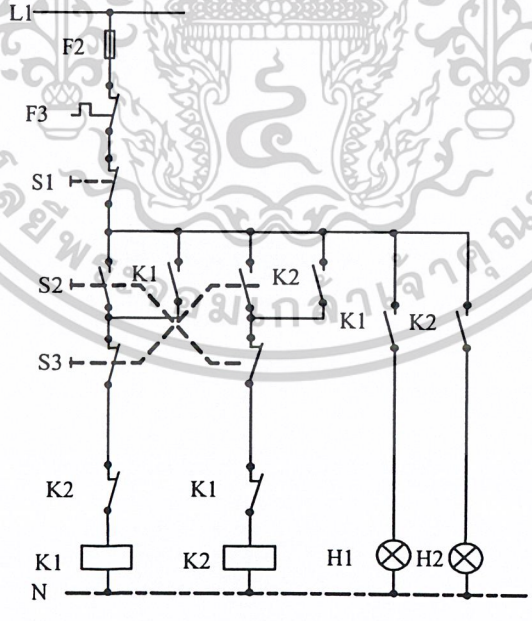
รูปที่ จ.38 (ต่อ) แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. เชื่อมต่อสายต่างๆ ตามรูป ดังรูปที่ จ.41

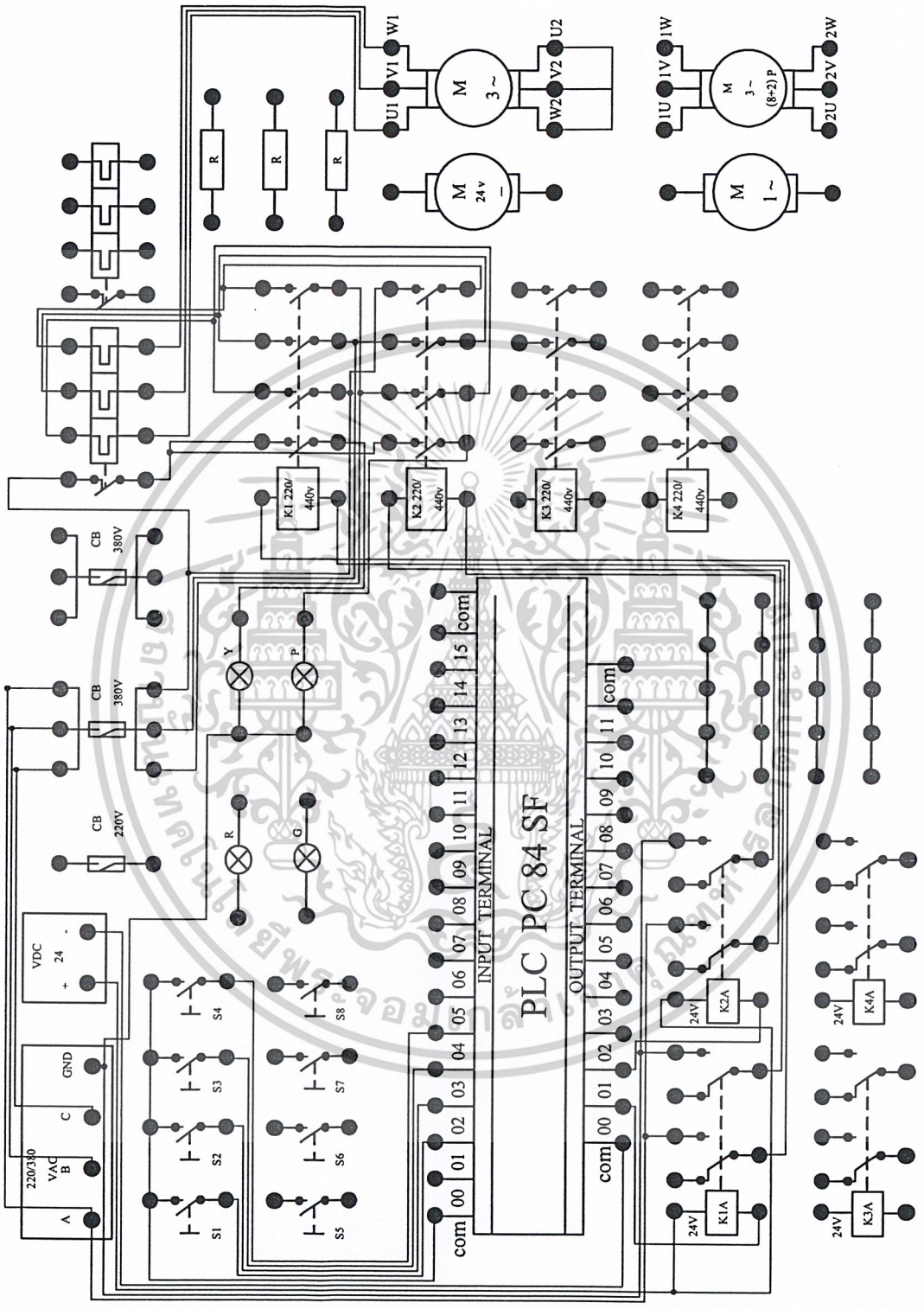


รูปที่ จ.39 วงจรกำลัง



รูปที่ จ.40 วงจรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.41 วงจรไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. ทำการสตาร์ทมอเตอร์และกลับทางหมุนมอเตอร์โดยการกดสวิตช์ สังเกตการทำงาน

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. จากการทดลอง จงอธิบายหลักการทำงานของแลดเดอร์ไดอะแกรม

2. จงออกแบบแลดเดอร์ไดอะแกรมของวงจรการควบคุมการกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบรีเวอร์ซิ่งอาฟเตอร์สต๊อปและอธิบายหลักการทำงานของแลดเดอร์ไดอะแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 5
การทดลองการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบสตาร์-เดลต้าแบบสตาร์ทด้วยมือและแบบอัตโนมัติ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เพื่อให้นักศึกษาสามารถ

1. อธิบายหลักการสตาร์ทของวงจรมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบสตาร์-เดลต้าแบบสตาร์ทด้วยมือและแบบอัตโนมัติได้

2. ประกอบวงจรสำหรับการทดลองได้

3. สามารถประยุกต์ใช้งานพีแอลซีควบคุมการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบ สตาร์-เดลต้าแบบสตาร์ทด้วยมือและแบบอัตโนมัติได้

4. สามารถป้อนโปรแกรมพีแอลซีได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ชุดฝึกมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับควบคุมด้วยพีแอลซี 1 ชุด
2. สายเสียบต่อวงจรขนาด 1.5 มม^{2}และ2.5 มม^2 1 ชุด

ทฤษฎีเบื้องต้น

การต่อมอเตอร์ 3เฟส

การต่อขดลวดของมอเตอร์ 3 เฟสสามารถต่อได้ 2 แบบ คือ แบบสตาร์และเดลต้า ซึ่งการที่จะพิจารณาต่อขดลวดของมอเตอร์แบบใดนั้นต้องคำนึงถึง

1) แหล่งจ่าย

2) พิกัดแรงดันที่ขดลวดของมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.42 การต่อขดลวดมอเตอร์ 3 เฟส 220/380V แบบสตาร์และการต่อขดลวดของมอเตอร์ 3 เฟส 380/660V แบบเดลต้า

การสตาร์ทมอเตอร์ที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้จะเป็นการสตาร์ทมอเตอร์โดยใช้แรงดันปกติขณะใช้งานจะทำให้กระแสขณะสตาร์ทสูงประมาณ 3 ถึง 5 เท่าของกระแสเต็มพิกัด

ดังนั้นการสตาร์ทอินดั๊กชั่นมอเตอร์โดยต่อตรงจึงเหมาะสำหรับใช้ในการสตาร์ทอินดั๊กชั่นมอเตอร์ที่มีขนาดไม่เกิน 7.5 กิโลวัตต์และควรเป็นมอเตอร์ที่มีความเร็วเพียงความเร็วเดียวในการที่จะสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบสตาร์ - เดลต้านี้จะช่วยลดกระแสตอนสตาร์ทซึ่งจะมีการคำนวณกระแสดังนี้

ตารางที่ จ1 การคำนวณหาค่าแรงดันและกระแสไฟฟ้าอินดั๊กชั่นมอเตอร์

การต่อแบบสตาร์	การต่อแบบเดลต้า
EL = 1.732Ep	EL = Ep
IL = Ip	IL = 1.732Ip

ข้อควรระวัง!

สำหรับการสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์–เดลต้าที่มีวงจรควบคุมเป็นแบบรีเลย์นั้น ช่วงการเปลี่ยนแปลงจากวงจรสตาร์เป็นเดลต้าจะสามารถทำได้ทันที แต่ถ้าเป็นการควบคุมโดยใช้พีแอลซีจึงจำเป็นที่จะต้อง มีการหน่วงเวลาช่วงการเปลี่ยนวงจรจากสตาร์มาเป็นเดลต้าเล็กน้อย ทั้งนี้เนื่องจากพีแอลซีจะทำงานด้วยความเร็วสูงมากๆ ช่วงที่ทำการเปลี่ยนวงจรจากสตาร์เป็นเดลต้าจะใช้เวลาไม่ถึง 1 ms ซึ่งจะมีผลทำให้ K2 ยังไม่ทันเปิดวงจรออกอย่างสมบูรณ์ K3 ก็จะถูกปิดวงจรแล้วและอาจทำให้เกิดการลัดวงจรได้ ดังนั้นเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจึงจำเป็นต้องมีการหน่วงเวลาในการสตาร์ทประมาณ 0.5 วินาที

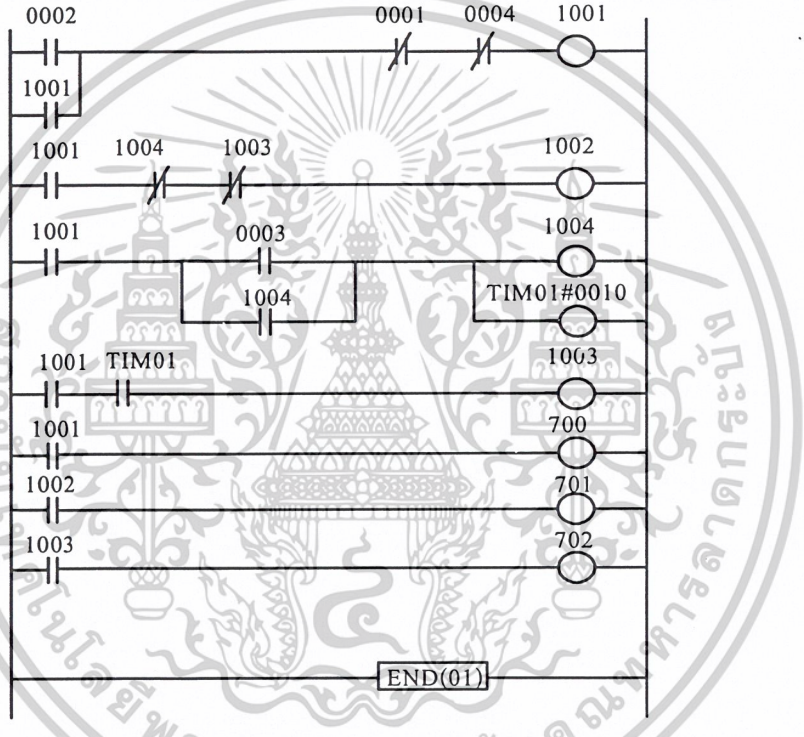
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อแหล่งจ่ายไฟแรงดัน 380 V_{AC} เข้ากับชุดทดลอง

2. นำแลดเดอร์ไดอะแกรมที่ออกแบบไว้ ดังรูปที่ จ.43 ของวงจรการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบสตาร์-เดลต้าแบบสตาร์ทด้วยมือทำการป้อนให้พีแอลซี

แลดเดอร์ไดอะแกรม



รูปที่ จ.43 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

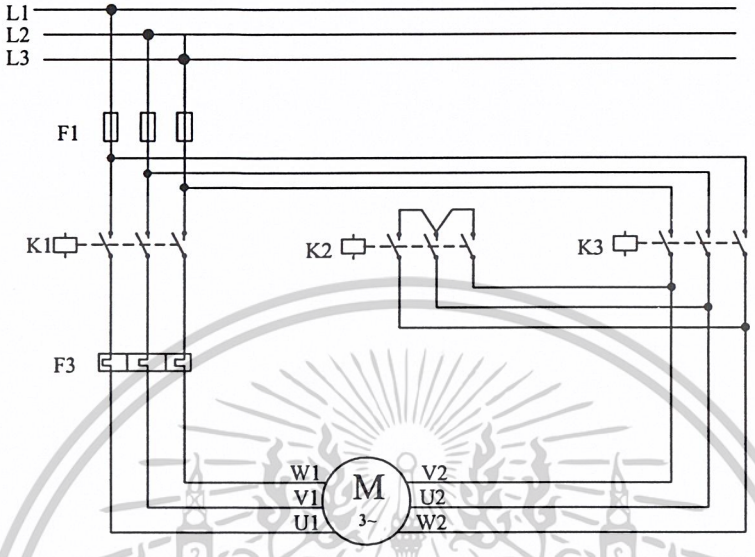
นีโมนิค

LD	0002
OR	1001
AND NOT	0001
AND NOT	0004
OUT	1001
LD	1001
AND NOT	1004
ANDNOT	1003
OUT	1002
LD	1001
LD	0003
OR	1004
AND LD	
OUT	1004
TIM	0001
DATA	#0010
LD	1001
AND TIM	0001
OUT	1003
LD	1001
OUT	0700
LD	1002
OUT	0701
LD	1003
OUT	0702
END (FUN01)	- - -

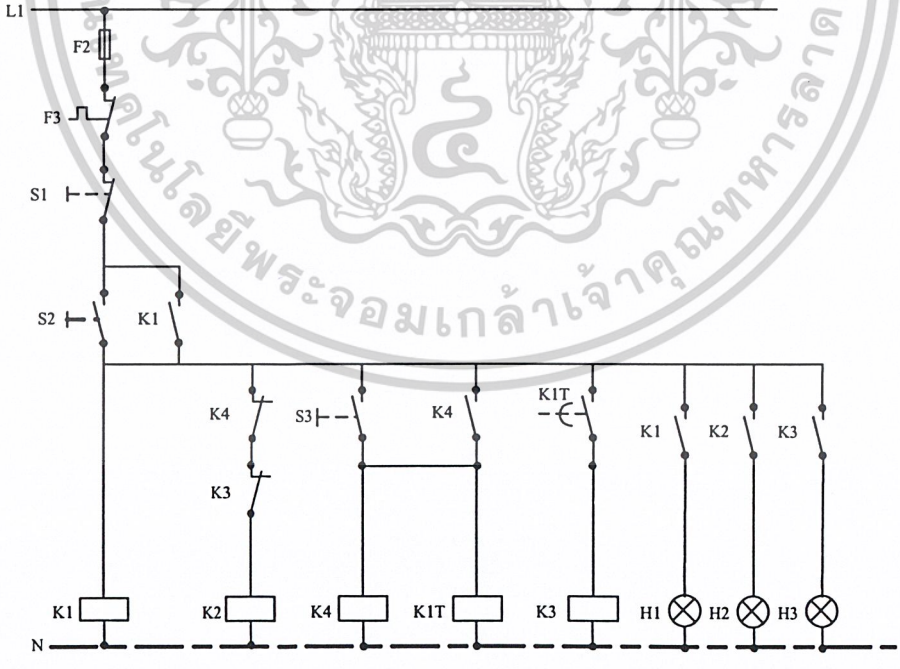
รูปที่ จ.43 (ต่อ) แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เชื่อมต่อสายต่างๆ ตามรูป ดังรูปที่ จ.46

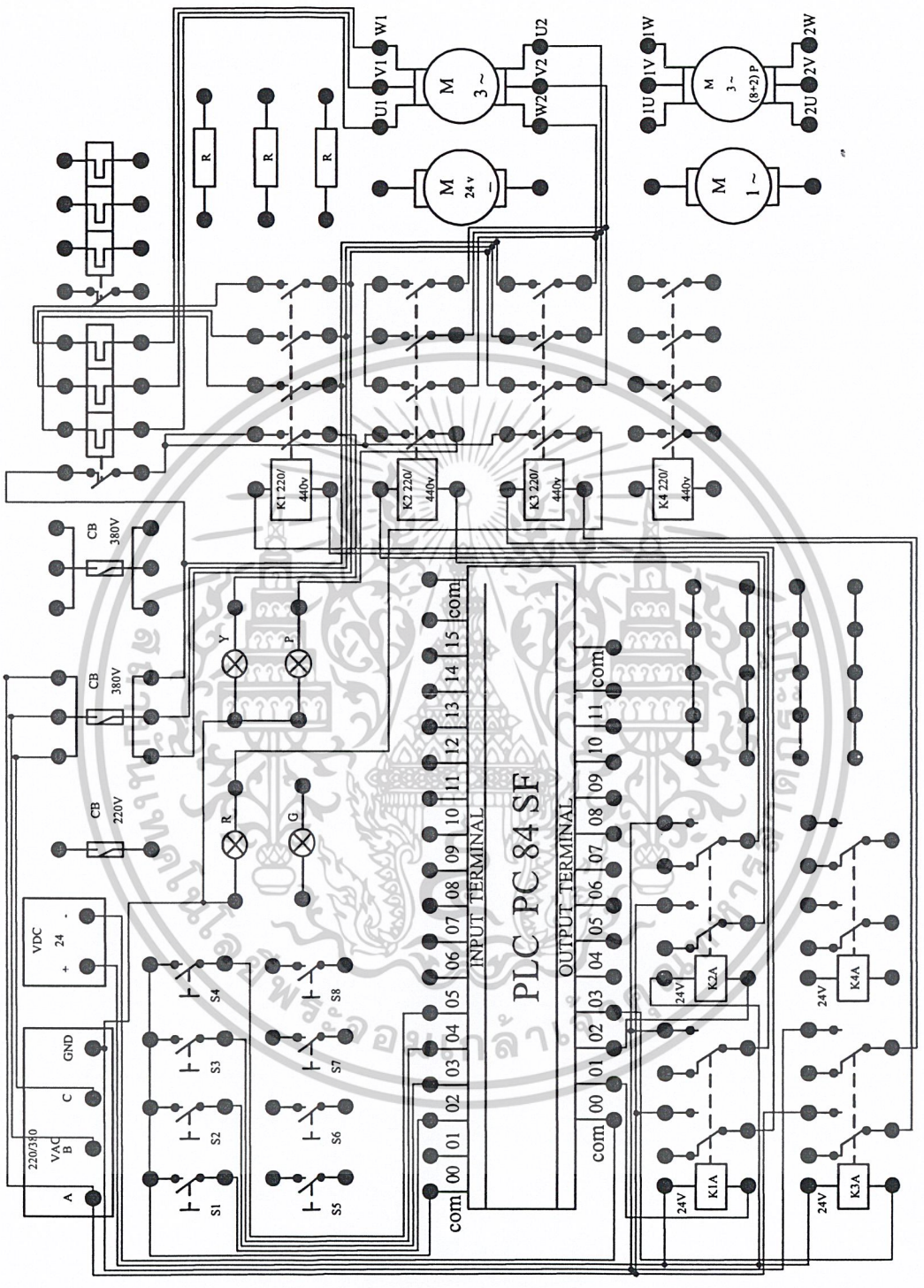


รูปที่ จ.44 วงจรกำลัง



รูปที่ จ.45 วงจรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.46 วงจรไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ทำการสตาร์ทและสต๊อปสังเกตการทำงาน

.....

.....

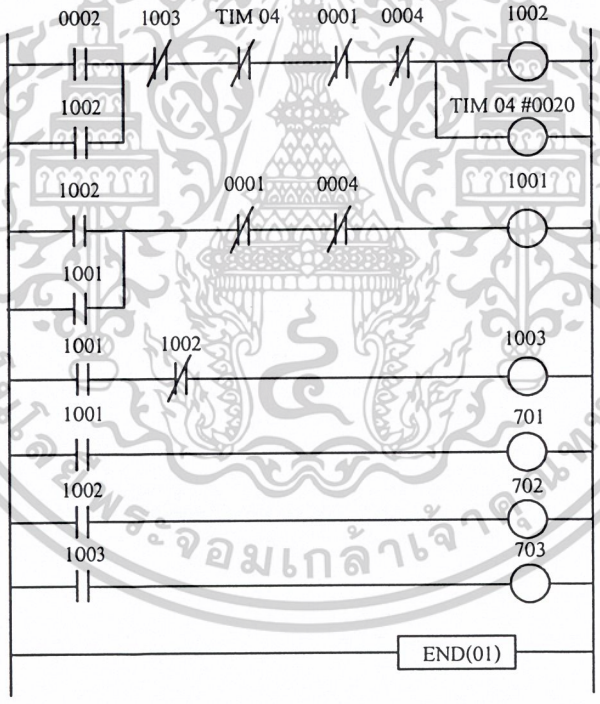
.....

.....

.....

5. นำแลดเดอร์ไดอะแกรม ที่ออกแบบไว้ ดังรูปที่ จ.47 ของวงจรการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบสตาร์-เดลต้าแบบอัตโนมัติทำการป้อนให้พีแอลซี

แลดเดอร์ไดอะแกรม



รูปที่ จ.47 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

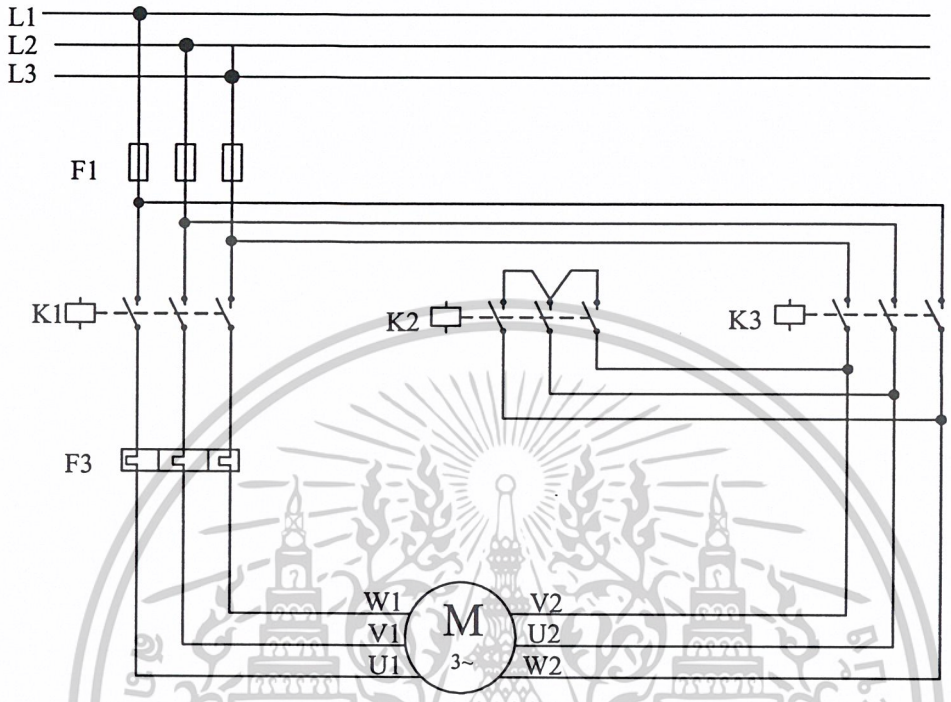
นีโมนิค

LD	0002
OR	1002
AND NOT	1003
AND NOT TIM	0004
AND NOT	0001
AND NOT	0004
OUT	1002
TIM	0004
DATA	#0020
LD	1002
OR	1001
AND NOT	0001
AND NOT	0004
OUT	1001
LD	1001
AND NOT	1002
OUT	1003
LD	1001
OUT	0701
LD	1002
OUT	0702
LD	1003
OUT	0703
END (FUN01)	- - -

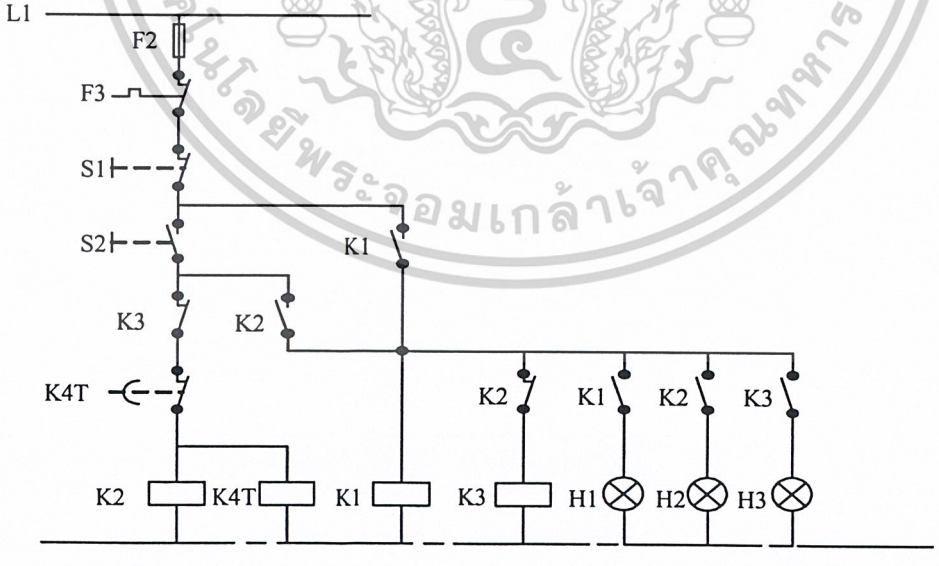
รูปที่ จ.47 (ต่อ) แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. เชื่อมต่อสายต่างๆ ตามรูป ดังรูปที่ จ.50

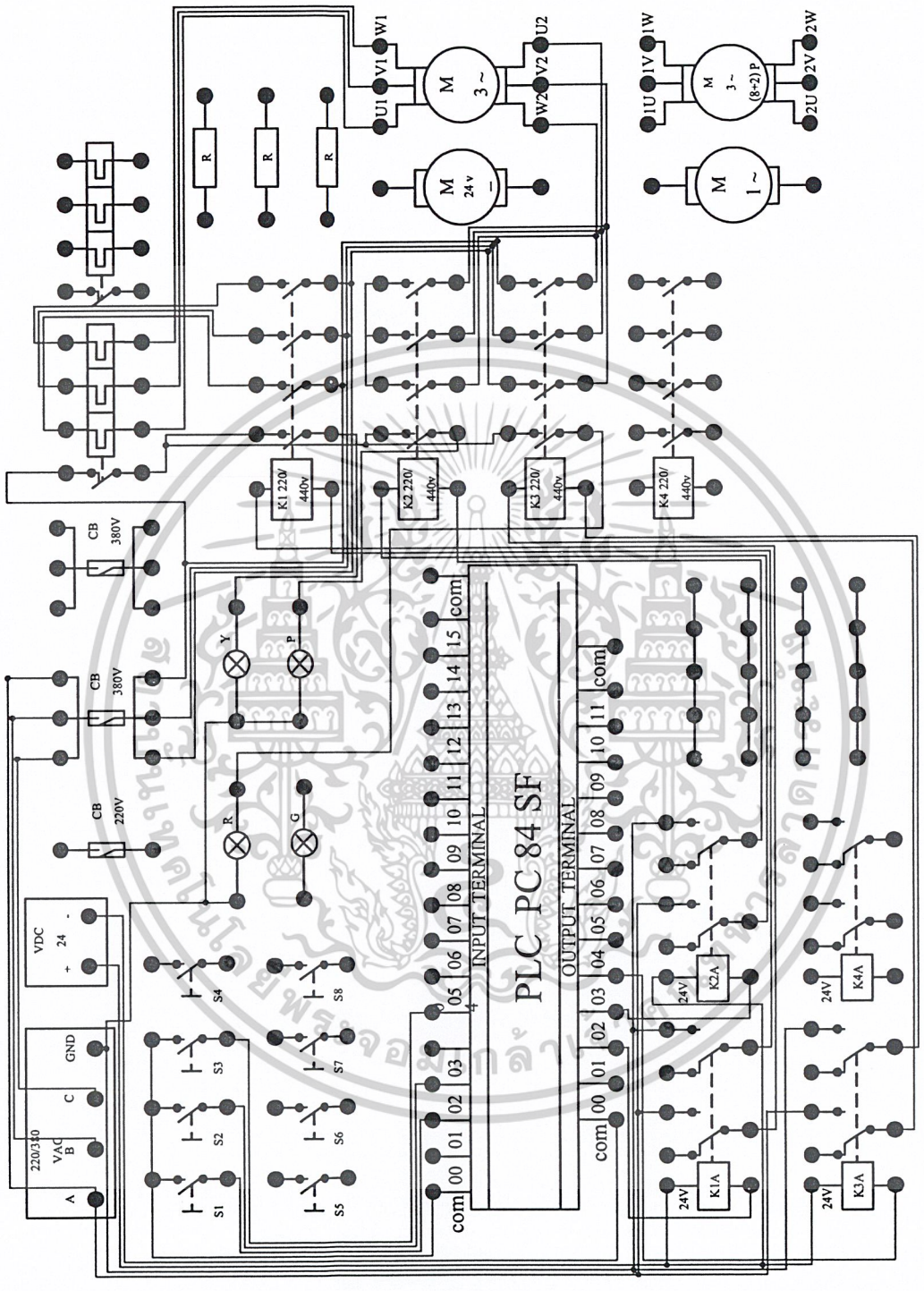


รูปที่ จ.48 วงจรกำลัง



รูปที่ จ.49 วงจรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.50 วงจรไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ทำการสตาร์ทและสต๊อป สังเกตการทำงาน

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. จากการทดลอง จงอธิบายหลักการทำงานของแลดเดอร์ไดอะแกรม

2. จงบอกความแตกต่างระหว่างการทำงานของวงจรการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบสตาร์-เดลต้า แบบสตาร์ทด้วยมือและการทำงานของวงจรการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบสตาร์-เดลต้า แบบอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 6
การทดลองการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบสตาร์-เดลต้า แบบกลับทางหมุน สตาร์ทด้วยมือและอัตโนมัติ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เพื่อให้นักศึกษา

1. อธิบายหลักการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบสตาร์–เดลต้า แบบกลับทางหมุนสตาร์ทด้วยมือและอัตโนมัติได้

2. ประกอบวงจรสำหรับการทดลองได้

3. สามารถประยุกต์ใช้งานพีแอลซีควบคุมการสตาร์ทให้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบสตาร์–เดลต้า แบบกลับทางหมุนสตาร์ทด้วยมือและอัตโนมัติได้

4. สามารถป้อนโปรแกรมพีแอลซีได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ชุดฝึกมอเตอร์กระแสตรงและกระแสสลับควบคุมด้วยพีแอลซี 1 ชุด
2. สายเสียบต่อวงจรขนาด 1.5 มม^{2}และ2.5 มม^2 1 ชุด

ทฤษฎีเบื้องต้น

เนื่องจากการควบคุมมอเตอร์ขนาดใหญ่ บางครั้งอาจจะต้องมีการหมุนเดินหน้าถอยหลังแต่ไม่สามารถควบคุมการกลับทางหมุนของมอเตอร์โดยตรงได้ ทั้งนี้เพราะว่ามอเตอร์ที่มีขนาดใหญ่นั้นตอนเริ่มสตาร์ทจะมีค่ากระแสค่อนข้างสูง ดังนั้นจึงต้องมีวิธีการลดกระแสไฟตอนเริ่มสตาร์ทโดยการควบคุมการสตาร์ทแบบสตาร์-เดลต้า

ในการต่อสายมอเตอร์สามเฟสเพื่อให้มอเตอร์หมุนกลับทางนั้นกระทำได้ง่ายๆ ดังนี้ คือ ถ้าแต่เดิมจะต่อปลายสายของขดลวดเฟส A เฟส B และเฟส C เข้ากับแรงดันไฟฟ้า เฟส A เฟส B และเฟส C ตามลำดับ มอเตอร์สามเฟสตัวนั้นก็จะหมุนไปในทิศทางหนึ่ง เพื่อที่จะกลับทิศทางการหมุนของมอเตอร์ให้สลับที่ปลายสายของขดลวดเฟส A กับเฟส B หรือสลับปลายสายขดลวดเฟส B กับเฟส C หรือสลับที่ปลายสายของขดลวดเฟส A กับเฟส C เพียงคู่หนึ่งคู่ใดคู่เดียว มอเตอร์ก็จะหมุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

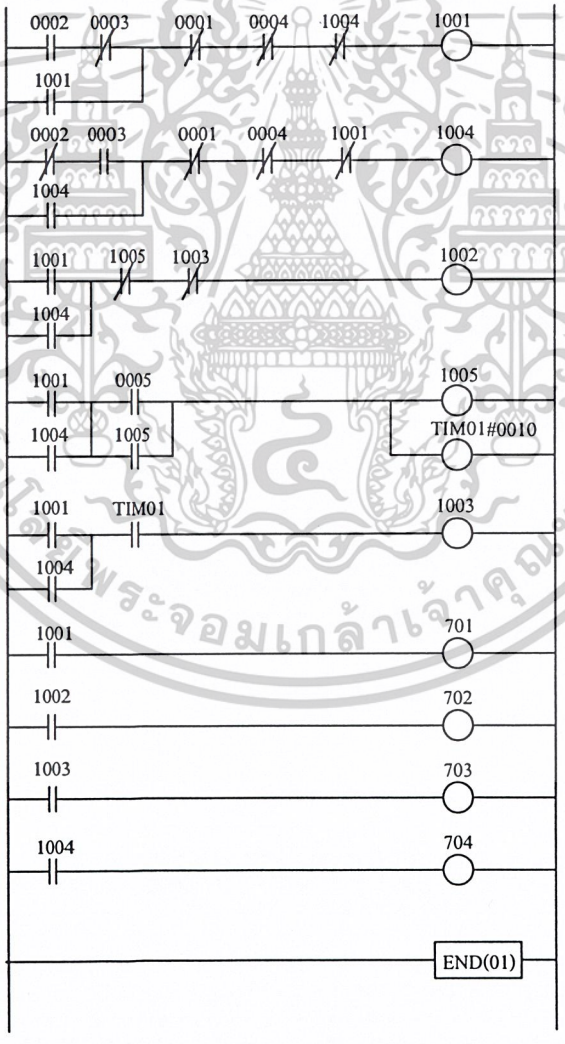
กลับทางอย่าต่อสลับปลายสายพร้อมกันทั้งสามปลายในเวลาเดียวกัน เพราะจะทำให้มอเตอร์หมุนในทิศทางเดิมอีก

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อแหล่งจ่ายไฟแรงดัน 380 V_{AC} เข้ากับชุดทดลอง

2. นำแลดเดอร์ไดอะแกรมที่ออกแบบไว้ ดังรูปที่ จ.51 ของวงจรการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบสตาร์-เดลต้า แบบกลับทางหมุน สตาร์ทด้วยมือ ทำการป้อนให้พีแอลซี

แลดเดอร์ไดอะแกรม



รูปที่ จ.51 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

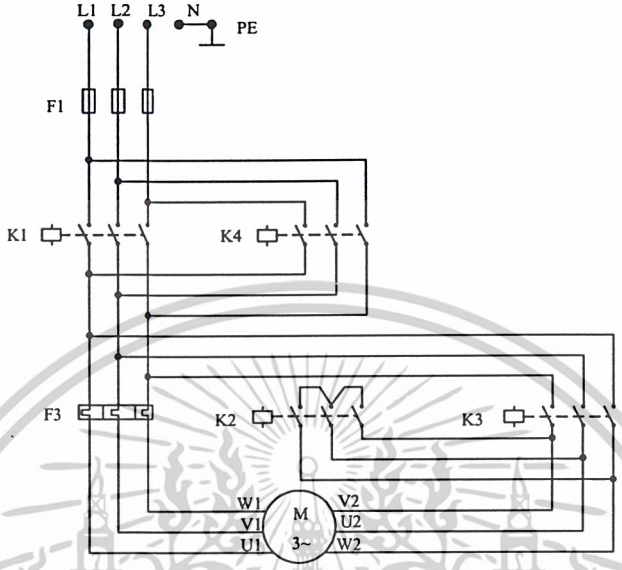
นีโมนิค

LD	0002	TIM	0001
AND NOT	0003	DATA	#0010
OR	1001	LD	1001
AND NOT	0001	OR	1004
AND NOT	0004	AND TIM	0001
AND NOT	1004	OUT	1003
OUT	1001	LD	1001
LD NOT	0002	OUT	0701
AND	0003	LD	1002
OR	1004	OUT	0702
AND NOT	0001	LD	1003
AND NOT	0004	OUT	0703
AND NOT	1001	LD	1004
OUT	1004	OUT	0704
LD	1001	END (FUN 01)	- - -
OR	1004		
AND NOT	1005		
AND NOT	1003		
OUT	1002		
LD	1001		
OR	1004		
LD	0005		
OR	1005		
AND LD			
OUT	1005		

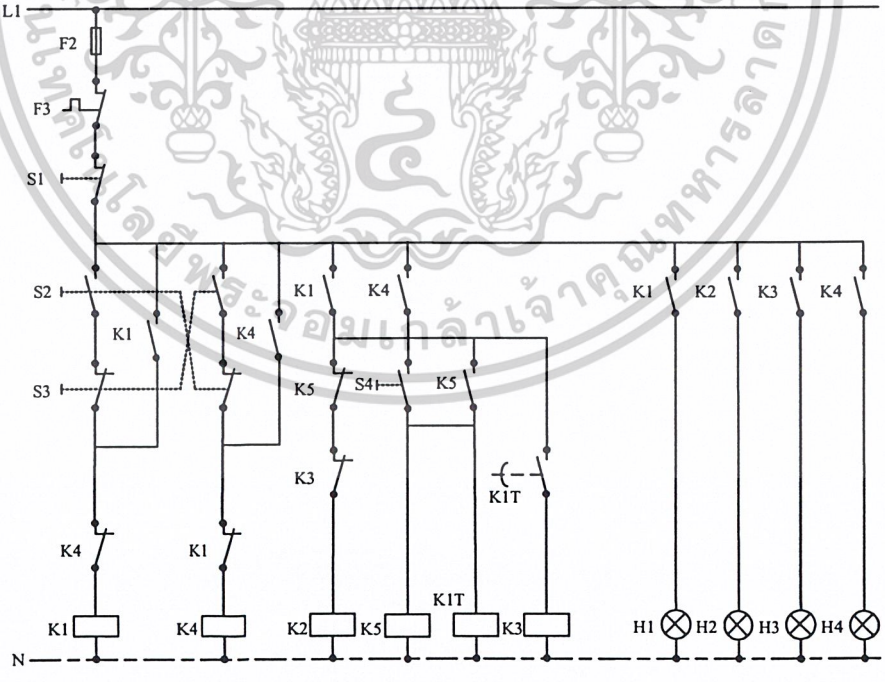
รูปที่ จ.51 (ต่อ) แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เชื่อมต่อสายต่างๆ ดังรูป ดังรูปที่ จ.54

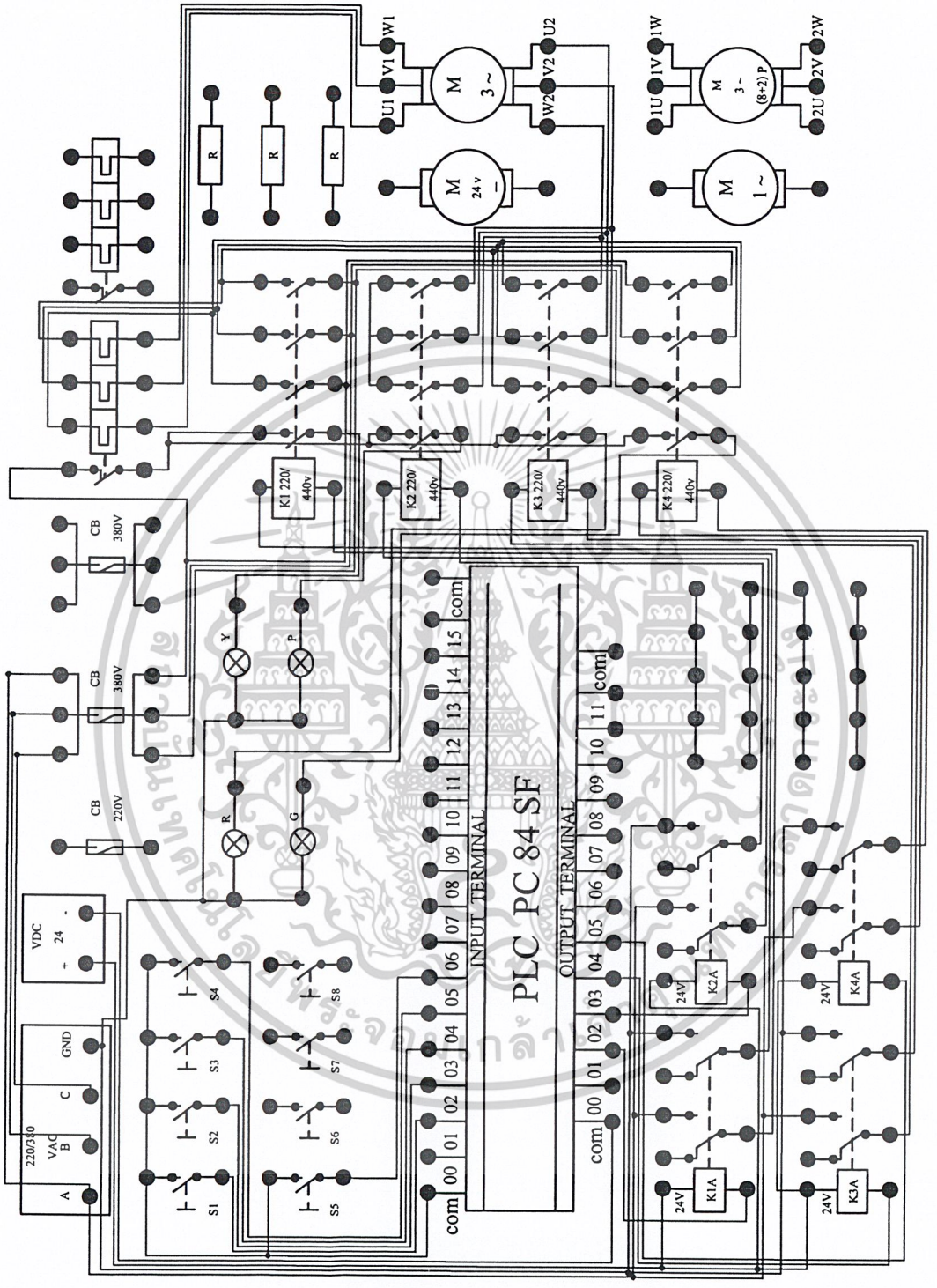


รูปที่ จ.52 วงจรกำลัง



รูปที่ จ.53 วงจรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.54 วงจรไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ทำการสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์-เดลต้าและกลับทางหมุนโดยการกดสวิตช์สังเกตการทำงาน

.....

.....

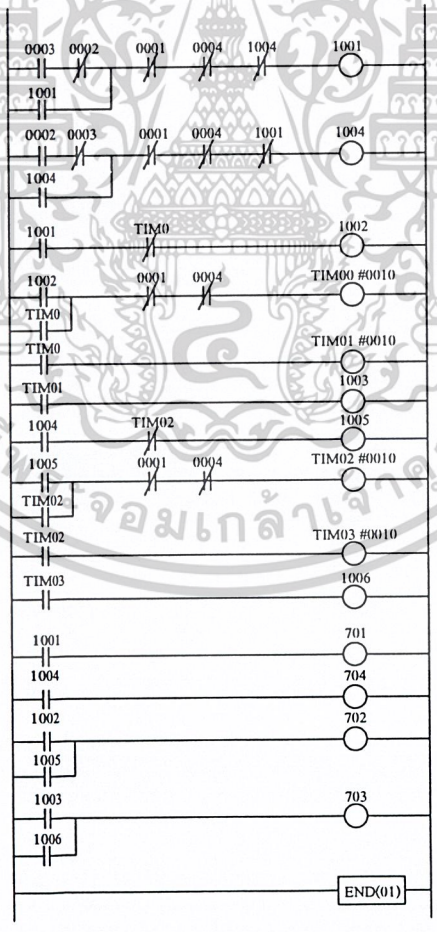
.....

.....

.....

5. นำแลดเดอร์ไดอะแกรมที่ออกแบบไว้ ดังรูปที่ จ.55 ของวงจรการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบสตาร์-เดลต้าแบบกลับทางหมุนอัตโนมัติทำการป้อนให้พีแอลซี

แลดเดอร์ไดอะแกรม



รูปที่ จ.55 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

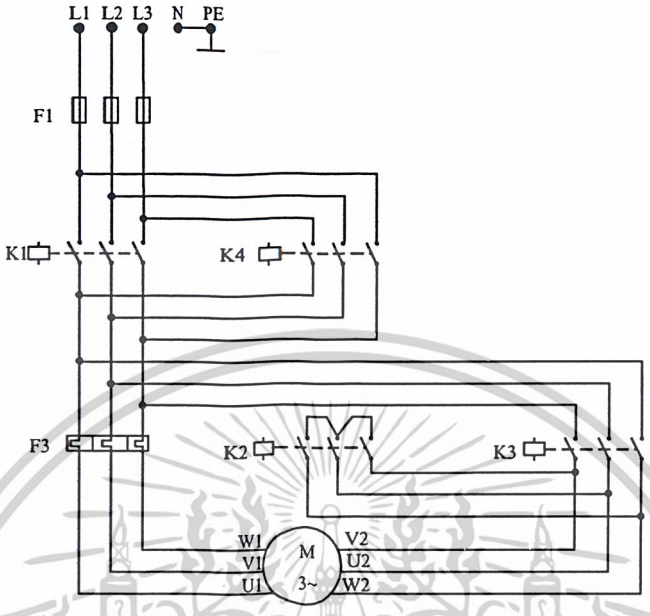
นีโมนิค

LD	0003	LD TIM	0001	END (FUN 01)	- - -
AND NOT	0002	OUT	1003		
OR	1001	LD	1004		
AND NOT	0001	AND NOT TIM	0002		
AND NOT	0004	OUT	1005		
AND NOT	1004	LD	1005		
OUT	1001	OR TIM	0002		
LD	0002	AND NOT	0001		
AND NOT	0003	AND NOT	0004		
OR	1004	TIM	0002		
AND NOT	0001	DATA	#0010		
AND NOT	0004	LD TIM	0002		
AND NOT	1001	TIM	0003		
OUT	1004	DATA	#0010		
LD	1001	LD TIM	0003		
AND NOT TIM	0000	OUT	1006		
OUT	1002	LD	1001		
LD	1001	OUT	0701		
OR TIM	0000	LD	1004		
AND NOT	0001	OUT	0704		
AND NOT	0004	LD	1002		
TIM	0000	OR	1005		
DATA	#0010	OUT	0702		
LD TIM	0000	LD	1003		
TIM	0001	OR	1006		
DATA	#0010	OUT	0703		

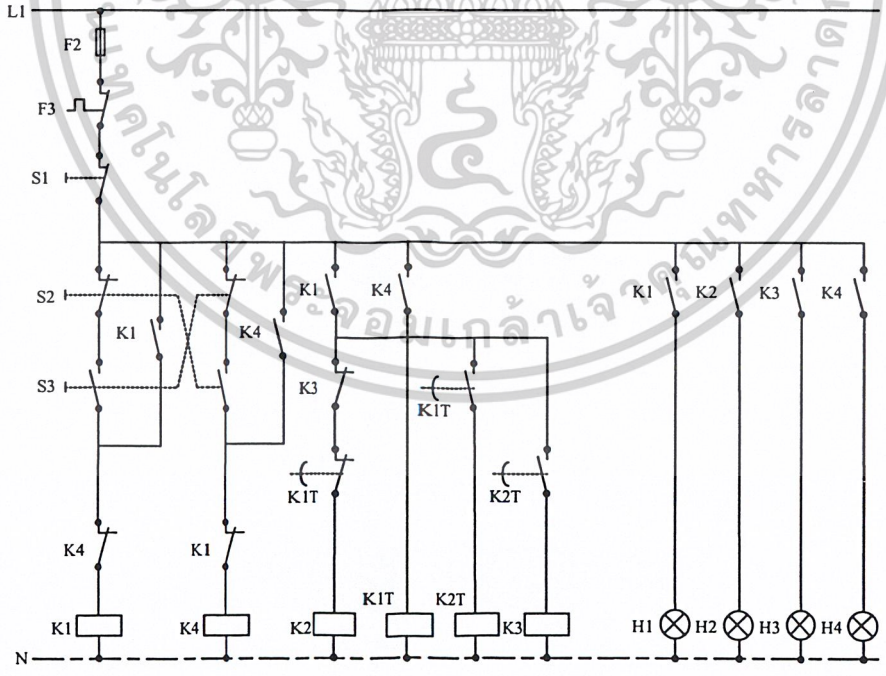
รูปที่ จ.55 (ต่อ) แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. เชื่อมต่อสายต่างๆ ดังรูป ดังรูปที่ จ.58

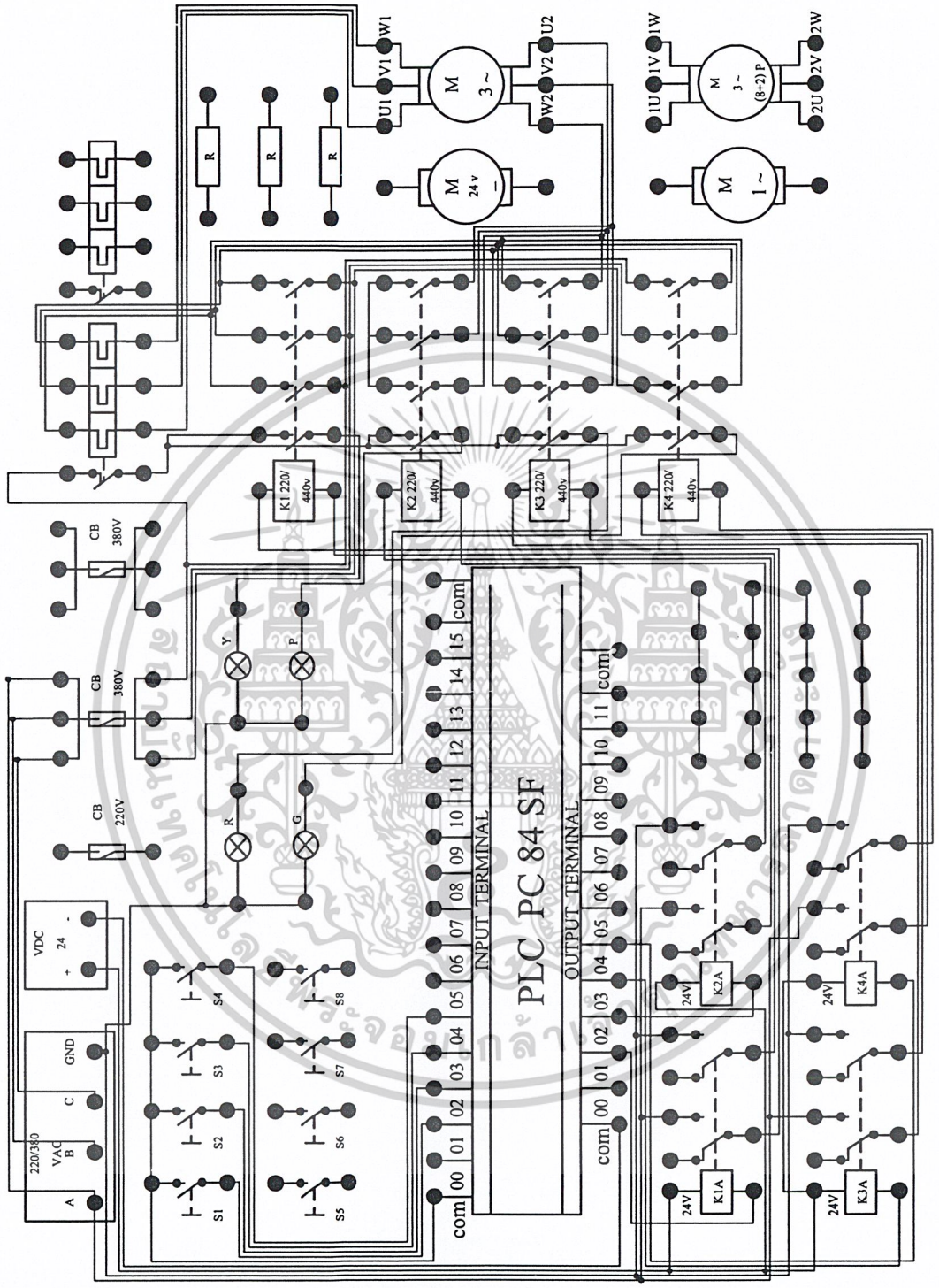


รูปที่ จ.56 วงจรกำลัง



รูปที่ จ.57 วงจรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.58 วงจรไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ทำการสตาร์ทมอเตอร์ สังเกตการทำงาน

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. จากการทดลอง จงอธิบายหลักการทำงานของแลดเดอร์ไดอะแกรม

2. จงบอกความแตกต่าง ระหว่างวงจรการทำงานของการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบสตาร์-เดลต้าแบบกลับทางหมุนสตาร์ทด้วยมือกับการทำงานของการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบสตาร์-เดลต้าแบบกลับทางหมุนอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 7
การทดลองการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบสตาร์-เดลต้า แบบต่อเนื่องสตาร์ทด้วยมือและอัตโนมัติ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เพื่อให้นักศึกษา

1. อธิบายวงจรการทดลองวงจรสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบสตาร์-เดลต้า แบบต่อเนื่องสตาร์ทด้วยมือและอัตโนมัติได้
2. ประกอบวงจรสำหรับการทดลองได้
3. สามารถประยุกต์ใช้งานพีแอลซีควบคุมการสตาร์ทให้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบสตาร์-เดลต้าแบบต่อเนื่องสตาร์ทด้วยมือและอัตโนมัติได้
4. สามารถป้อนโปรแกรมพีแอลซีได้

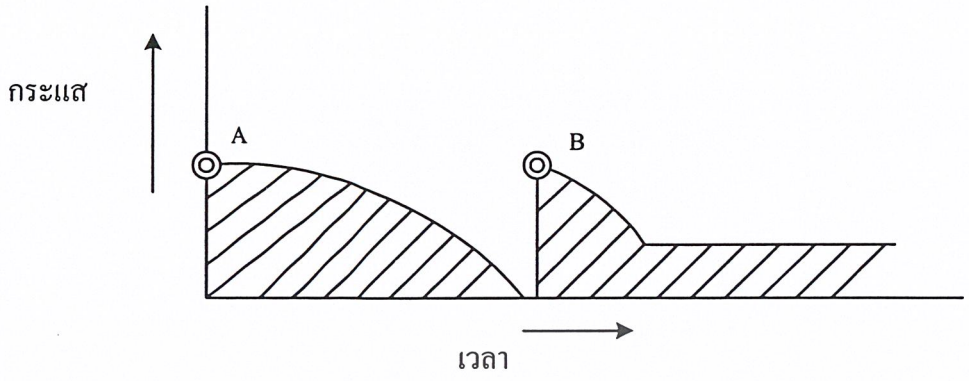
เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ชุดฝึกมอเตอร์กระแสตรงและกระแสสลับควบคุมด้วยพีแอลซี 1 ชุด
2. สายเสียบต่อวงจรขนาด 1.5 มม^{2}และ2.5 มม^2 1 ชุด

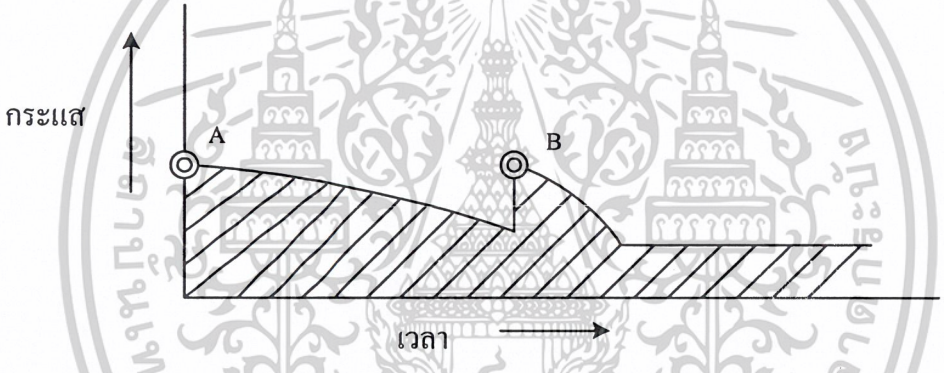
ทฤษฎีเบื้องต้น

การสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์-เดลต้า แบบต่อเนื่องมีจุดประสงค์เพื่อที่จะลดกระแสตอนเริ่มสตาร์ทไม่ให้สูงเกินไปเพื่อป้องกันมอเตอร์เสียหายและลดผลการรบกวนระบบไฟฟ้าเนื่องจากแรงดันไฟฟ้าตกอันเนื่องจากการสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์-เดลต้า โดยทั่วๆ ไปกระแสเริ่มสตาร์ท (ที่จุด A) จะมีค่าประมาณ 1/3 ของกระแสล็อคโรเตอร์เมื่อต่อวงจรเป็นแบบเดลต้า แต่ในขณะที่เปลี่ยนการต่อสตาร์ไปเป็นแบบเดลต้า คอนแทคเตอร์ที่ต่อแบบสตาร์อยู่จะต้องหยุดทำงานก่อน แล้วคอนแทคเตอร์ที่ต่อแบบเดลต้าจึงจะทำงานโดยช่วงการเปลี่ยนแปลงจากสตาร์เป็นเดลต้านี้จะทำให้เกิดการเปิดวงจรเป็นเวลาสั้นๆ ซึ่งเป็นผลทำให้กระแสเมื่อเริ่มต่อเป็นวงจรเดลต้าสูงขึ้นเป็นประมาณ 70% ของกระแสล็อคโรเตอร์ (ที่จุด B) ดังรูปที่ จ.60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.59 กระแสในการสตาร์ทสตาร์-เดลต้าแบบเปิดวงจร



รูปที่ จ.60 กระแสในการสตาร์ทสตาร์-เดลต้าแบบปิดวงจร

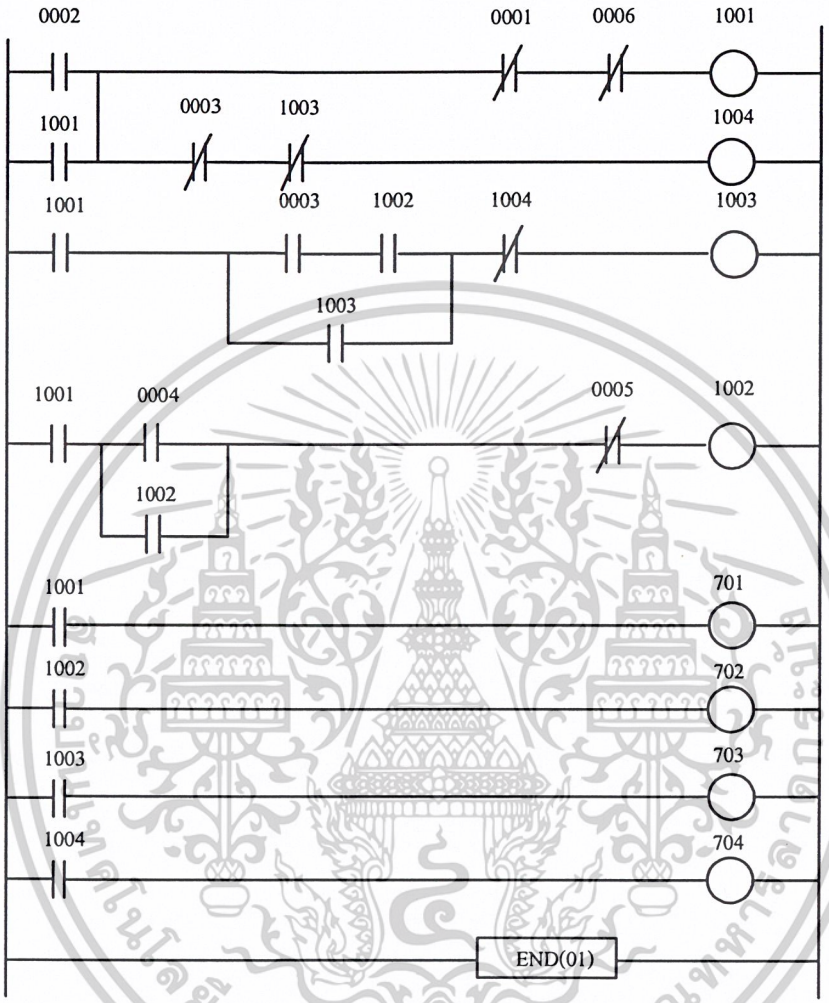
ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อแหล่งจ่ายไฟแรงดัน 380 V_{AC} เข้ากับชุดทดลอง

2. นำแลดเดอร์ไดอะแกรมที่ออกแบบไว้ ดังรูปที่ จ.61 ของวงจรการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบสตาร์-เดลต้าแบบต่อเนื่องสตาร์ทด้วยมือทำการป้อนให้พีแอลซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แลดเดอร์ไดอะแกรม



รูปที่ จ.61 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

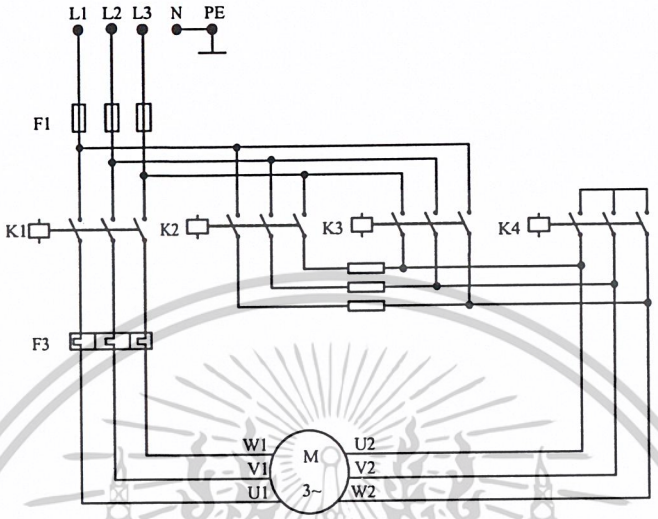
นีโมนิค

LD	0002	OUT	0701
OR	1001	LD	1002
AND NOT	0001	OUT	0702
AND NOT	0006	LD	1003
OUT	1001	OUT	0703
LD	0002	LD	1004
OR	1001	OUT	0704
AND NOT	0003	END (FUN 01)	- - -
AND NOT	1003		
OUT	1004		
LD	1001		
LD	0003		
AND	1002		
OR	1003		
AND LD			
AND NOT	1004		
OUT	1003		
LD	1001		
LD	0004		
OR	1002		
AND LD			
AND NOT	0005		
OUT	1002		
LD	1001		

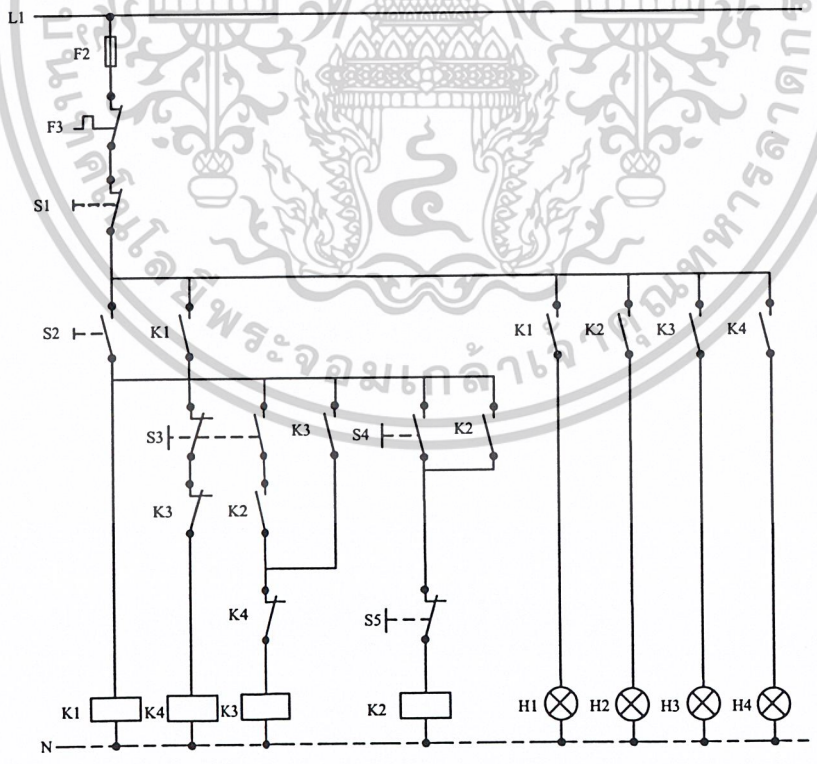
รูปที่ จ.61 (ต่อ) แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เชื่อมต่อสายต่างๆ ดังรูป ดังรูปที่ จ.64

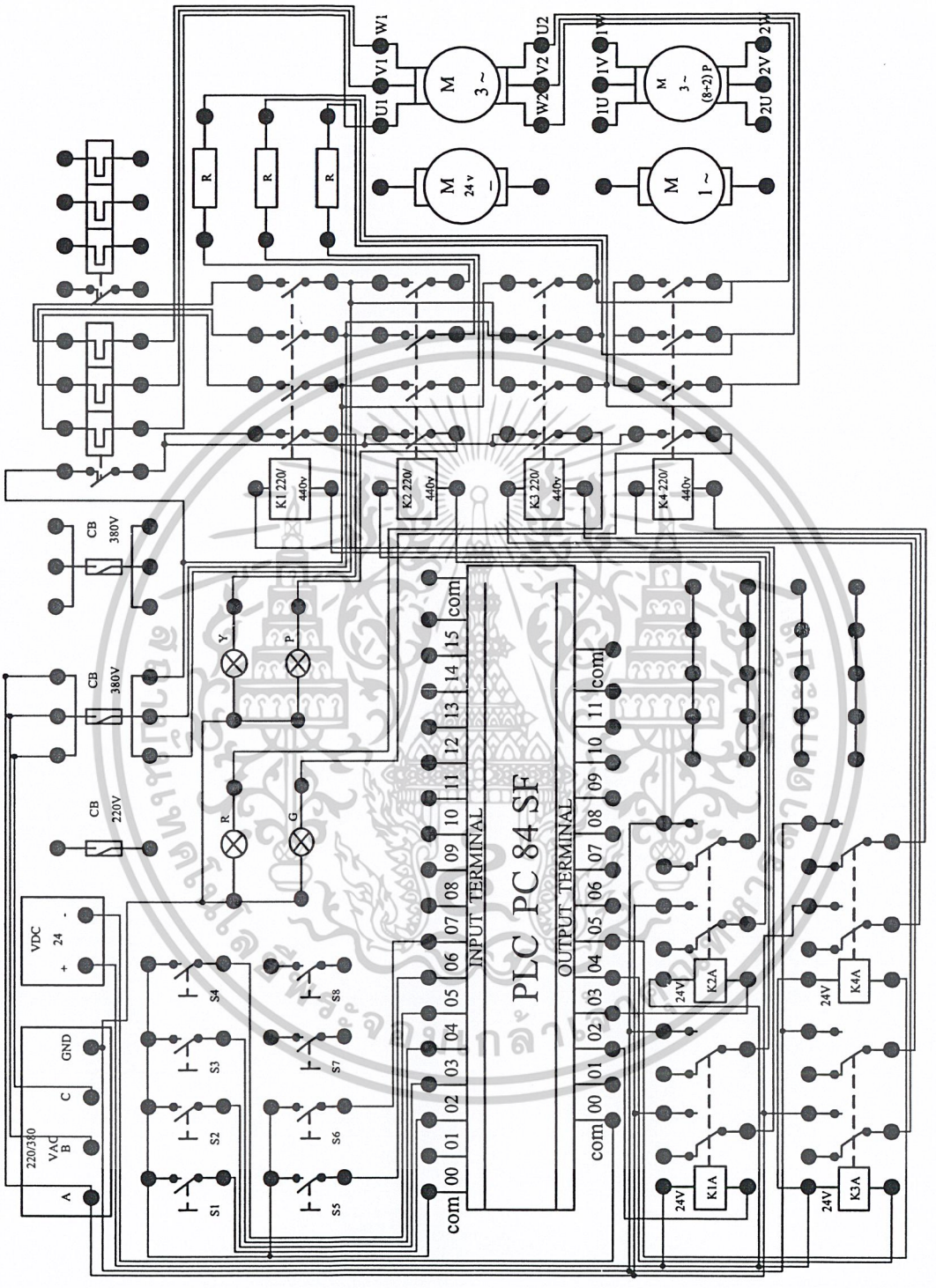


รูปที่ จ62 วงจรกำลัง



รูปที่ จ.63 วงจรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.64 วงจรไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ทำการสตาร์ทมอเตอร์และเปลี่ยนการทำงานจากการต่อสตาร์เป็นแบบเดลต้าโดยการกดสวิตช์สังเกตการทำงาน

.....

.....

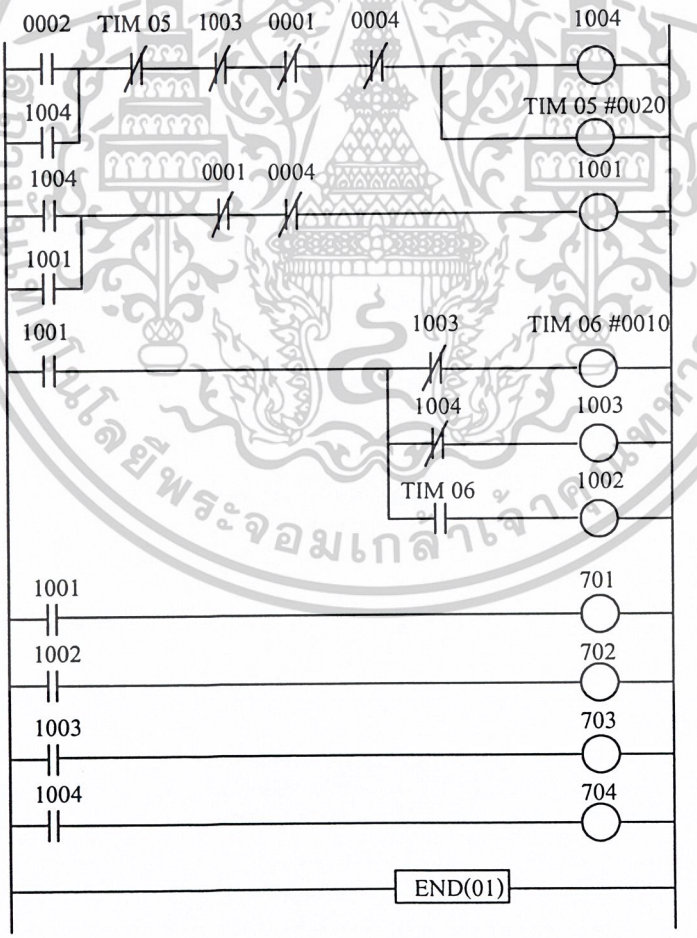
.....

.....

.....

5. นำแลดเดอร์ไดอะแกรมที่ออกแบบไว้ ดังรูปที่ จ.65 ของวงจรการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบสตาร์-เดลต้าแบบต่อเนื่องอัตโนมัติทำการป้อนให้พีแอลซี

แลดเดอร์ไดอะแกรม



รูปที่ จ.65 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

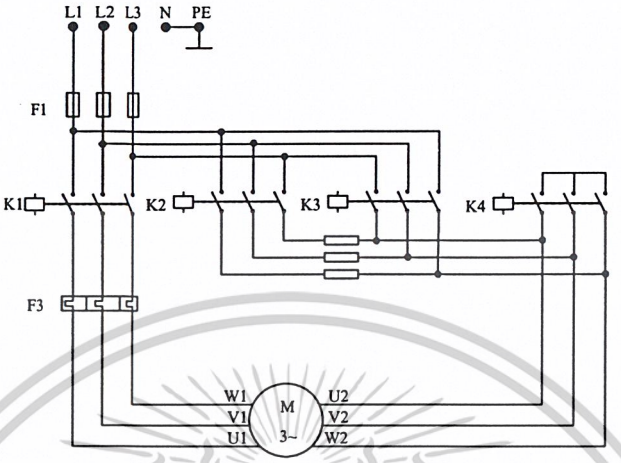
นีโมนิค

LD	0002	OUT	0701
OR	1004	LD	1002
AND NOT TIM	0005	OUT	0702
AND NOT	1003	LD	1003
AND NOT	0001	OUT	0703
AND NOT	0004	LD	1004
OUT	1004	OUT	0704
TIM	0005	END (FUN 01)	- - -
DATA	#0020		
LD	1004		
OR	1001		
AND NOT	0001		
AND NOT	0004		
OUT	1001		
LD	1001		
AND NOT	1003		
TIM	0006		
DATA	#0010		
LD	1001		
AND NOT	1004		
OUT	1003		
LD	1001		
AND TIM	0006		
OUT	1002		
LD	1001		

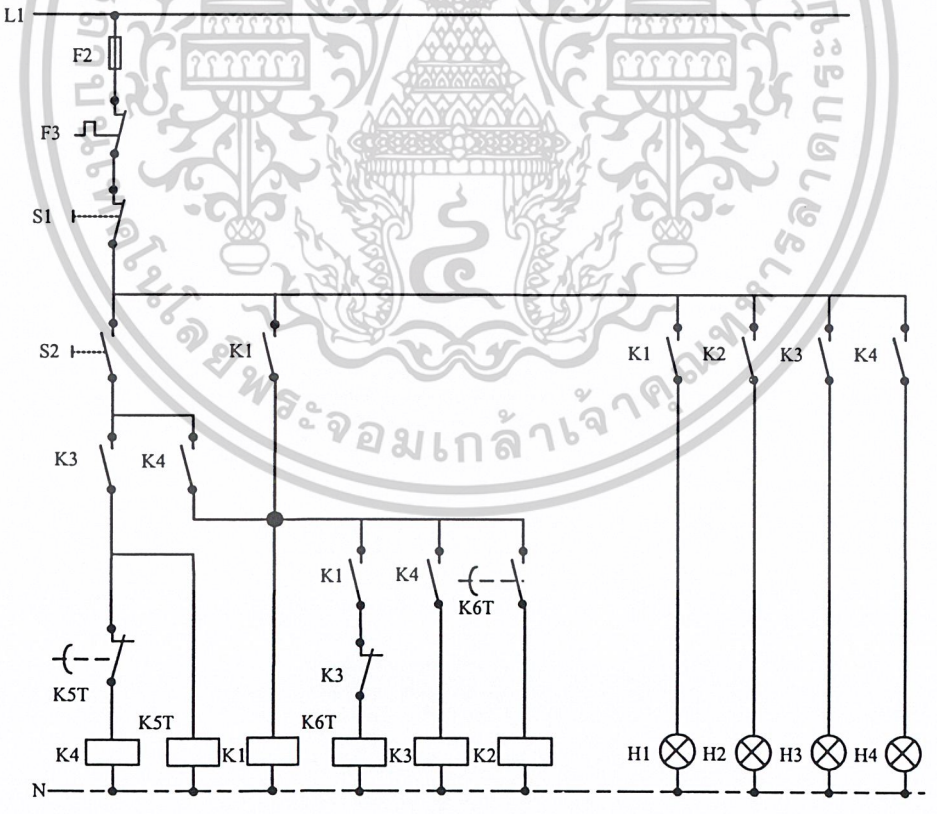
รูปที่ จ.65 (ต่อ) แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. เชื่อมต่อสายต่างๆ ดังรูป ดังรูปที่ จ.68

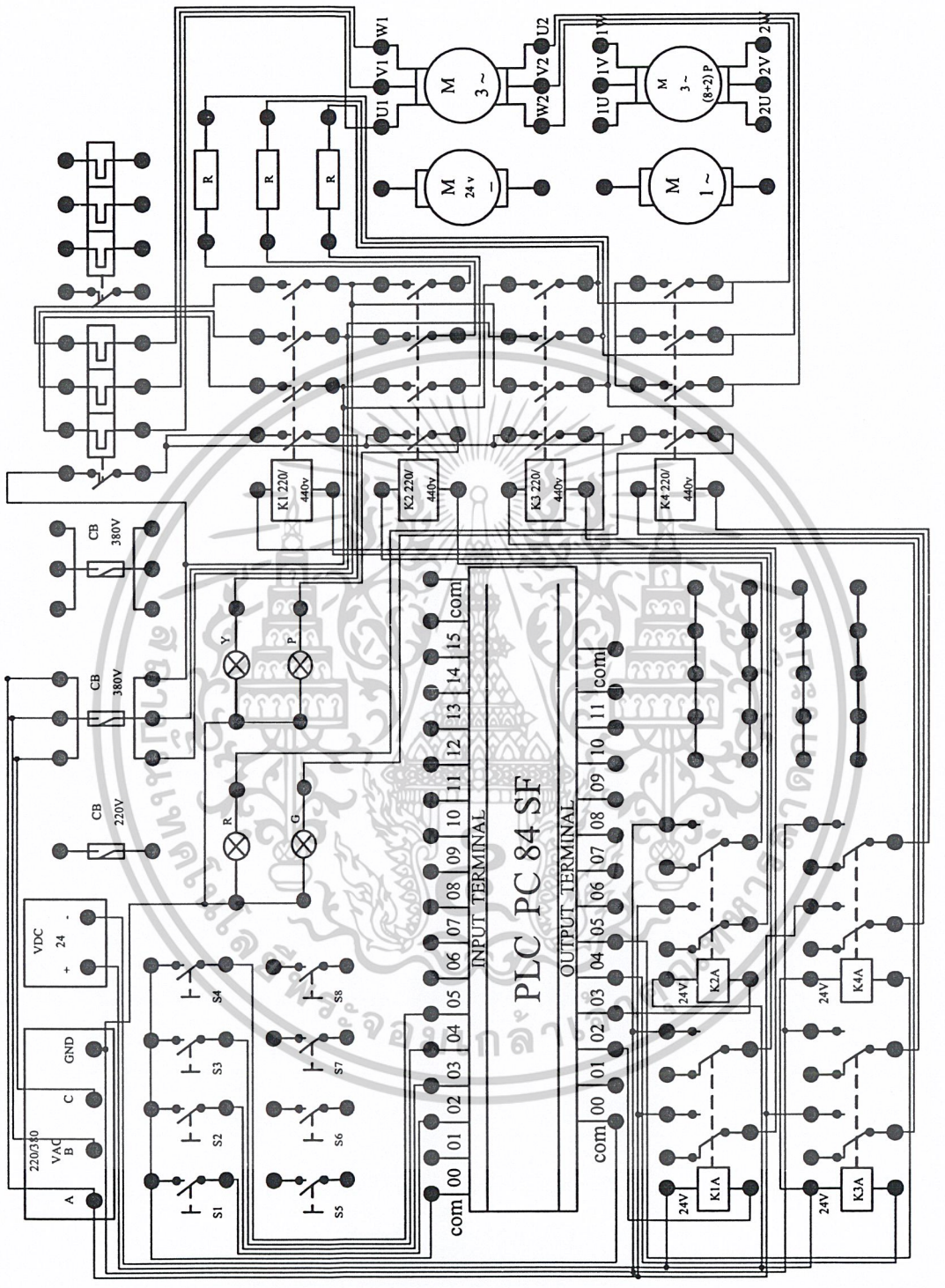


รูปที่ จ.66 วงจรกำลัง



รูปที่ จ.67 วงจรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.68 วงจรไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ทำการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส สังเกตการทำงาน

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. จากการทดลอง จงอธิบายหลักการทำงานของแลคเคอร์ไดอะแกรม

2. จงบอกความแตกต่างระหว่างการทำงานของวงจรการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบสตาร์-เดลต้าแบบต่อเนื่องสตาร์ทด้วยมือและการทำงานของวงจรการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบสตาร์-เดลต้าแบบต่อเนื่องอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 8
การทดลองให้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ทำงานเรียงกันตามลำดับแบบสตาร์ทด้วยมือและอัตโนมัติ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เพื่อให้นักศึกษา

1. อธิบายหลักการทำงานวงจรมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ทำงานเรียงกันตามลำดับแบบสตาร์ทด้วยมือและอัตโนมัติได้
2. ประกอบวงจรสำหรับการทดลองได้
3. สามารถประยุกต์ใช้งานพีแอลซีควบคุมการสตาร์ทให้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ทำงานเรียงกันตามลำดับแบบสตาร์ทด้วยมือและอัตโนมัติได้
4. สามารถป้อนโปรแกรมพีแอลซีได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ชุดฝึกมอเตอร์กระแสตรงและกระแสสลับควบคุมด้วยพีแอลซี 1 ชุด
2. สายเสียบต่อวงจรขนาด 1.5 มม^{2}และ2.5 มม^2 1 ชุด

ทฤษฎีเบื้องต้น

การควบคุมแบบสตาร์ทด้วยมือ ช่วงเวลาห่างของมอเตอร์แต่ละตัวจะขึ้นอยู่กับผู้ควบคุมว่าจะต้องกดสวิตช์ให้มอเตอร์แต่ละตัวทำงานเมื่อไร โดยเงื่อนไขการทำงานนั้นมอเตอร์จะต้องทำงานเรียงลำดับกันตั้งแต่ M1 ไปจนถึง M2 กล่าวคือเมื่อเริ่มต้นทำงานจะต้องกดสวิตช์สตาร์ทให้มอเตอร์ M1 ทำงานก่อนถ้ากดสวิตช์สตาร์ทของมอเตอร์ M2 มอเตอร์จะไม่สามารถทำงานได้และเมื่อมอเตอร์ M1 ทำงานแล้วจะต้องกดสวิตช์สตาร์ทของมอเตอร์ M2 ให้ทำงานต่อไป ในการหยุดการทำงานของมอเตอร์ทั้งสองตัว สวิตช์หยุดของมอเตอร์ M1 จะมีความสำคัญสูงสุด คือ ถ้ากดสวิตช์หยุดของมอเตอร์ M1 เมื่อไร มอเตอร์ทั้งสองตัวก็จะหยุดทำงานทันที แต่ถ้ากดสวิตช์หยุดของมอเตอร์ M2 มอเตอร์ M2 จะหยุดทำงานเพียงตัวเดียว

การควบคุมแบบอัตโนมัติ ช่วงเวลาห่างของการทำงานของมอเตอร์แต่ละตัวจะถูกกำหนดโดยเวลาที่ตั้งให้กับตัวตั้งเวลาแต่ละตัว โดยเงื่อนไขการทำงานนั้นจะต้องให้มอเตอร์ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

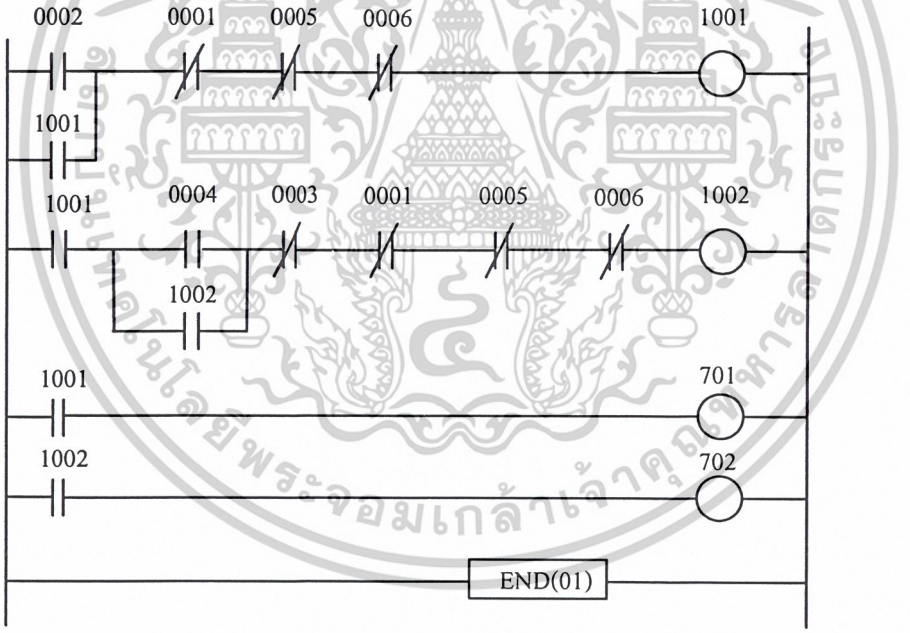
เรียงลำดับกันตั้งแต่มอเตอร์ M1 ไปจนถึง M2 กล่าว คือ เมื่อกดสวิตช์สตาร์ทมอเตอร์ M1 จะทำงานก่อนเป็นตัวแรกพร้อมกับตัวตั้งเวลาตัวที่ 1 (T1) จะเริ่มนับเวลาจนครบเวลาที่ตั้งไว้ M2 จะเริ่มทำงานและทำงานตลอด จนกว่ากดสวิตช์หยุดมอเตอร์ M1 และ M2 จะหยุดทำงานพร้อมกันทันที

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อแหล่งจ่ายไฟแรงดัน 380 V_{AC} เข้ากับชุดทดลอง

2. นำแลดเดอร์ไดอะแกรมที่ออกแบบไว้ดังรูปที่ จ.69 ในวงจรการทดลองให้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ทำงานเรียงกันตามลำดับแบบสตาร์ทด้วยมือ ทำการป้อนให้พีแอลซี

แลดเดอร์ไดอะแกรม



รูปที่ จ.69 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

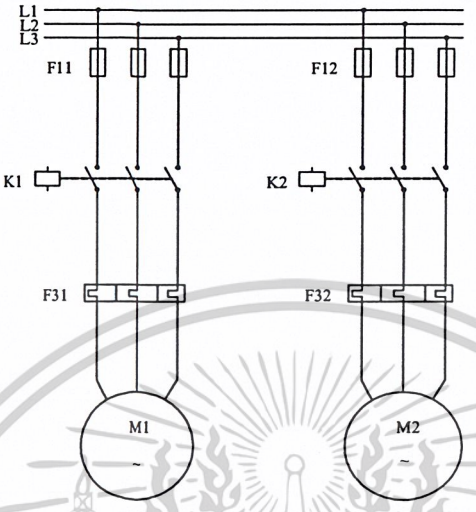
นีโมนิค

LD	0002
OR	1001
AND NOT	0001
AND NOT	0005
AND NOT	0006
OUT	1001
LD	1001
LD	0004
OR	1002
AND LD	
AND NOT	0003
AND NOT	0001
AND NOT	0005
AND NOT	0006
OUT	1002
LD	1001
OUT	0701
LD	1002
OUT	0702
END (FUN 01)	- - -

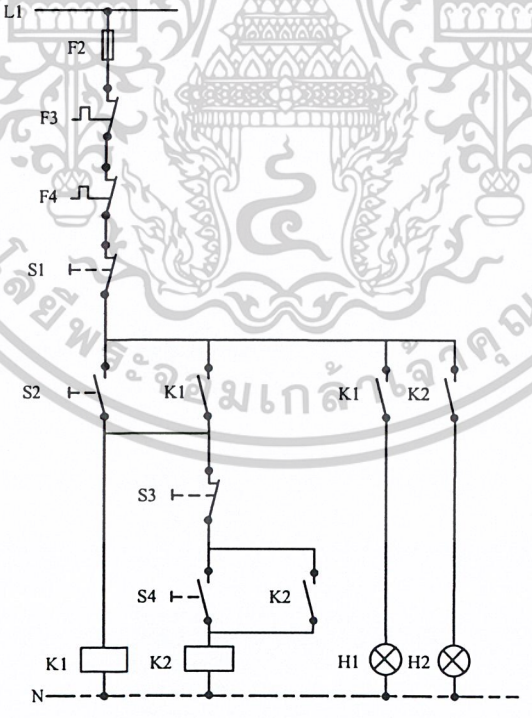
รูปที่ จ.69 (ต่อ) แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เชื่อมต่อสายต่างๆ ดังรูป ดังรูปที่ จ.72

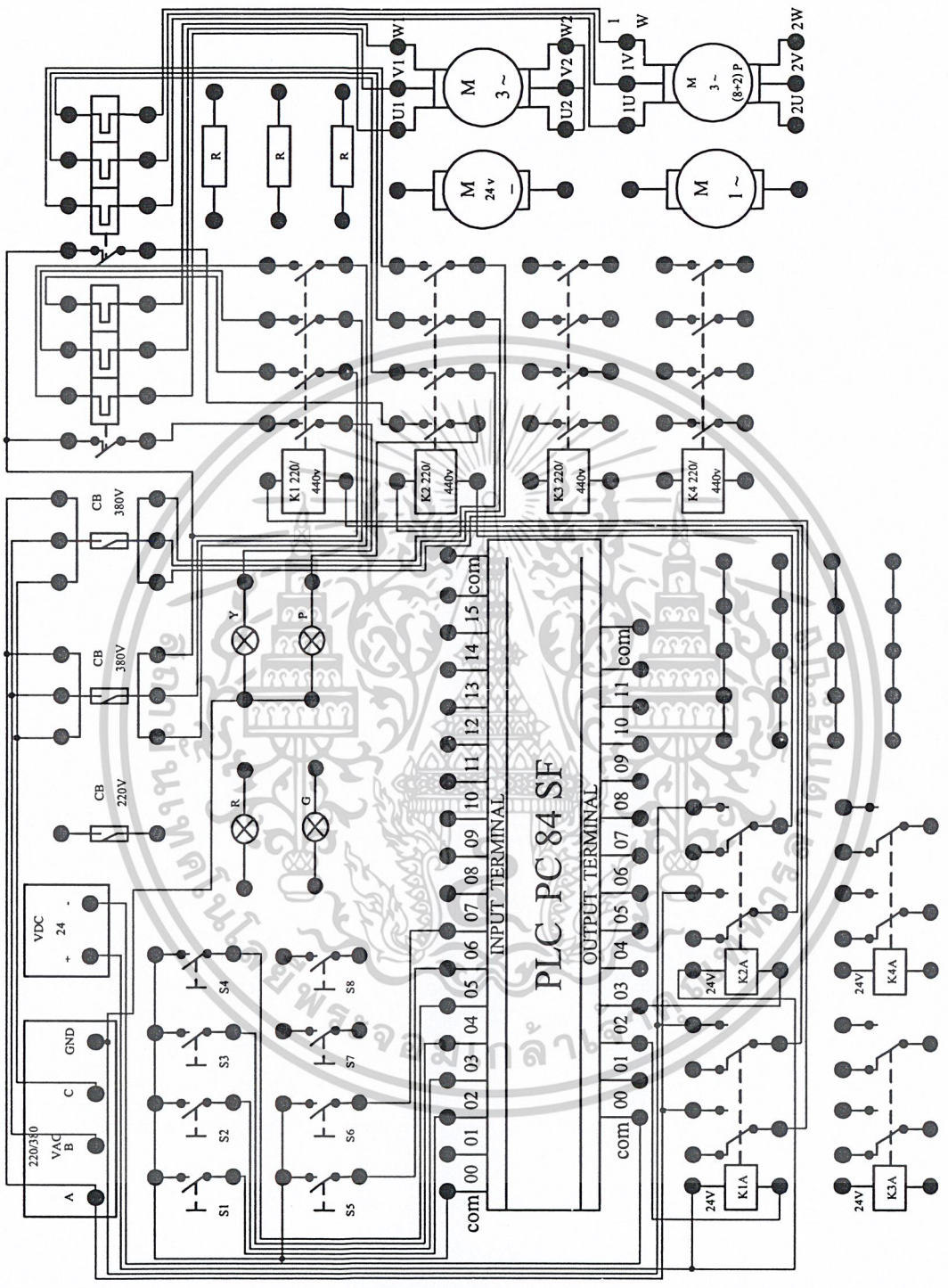


รูปที่ จ.70 วงจรกำลัง



รูปที่ จ.71 วงจรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.72 วงจรไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ทำการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส โดยการกดสวิตช์ สังเกตการทำงาน

.....

.....

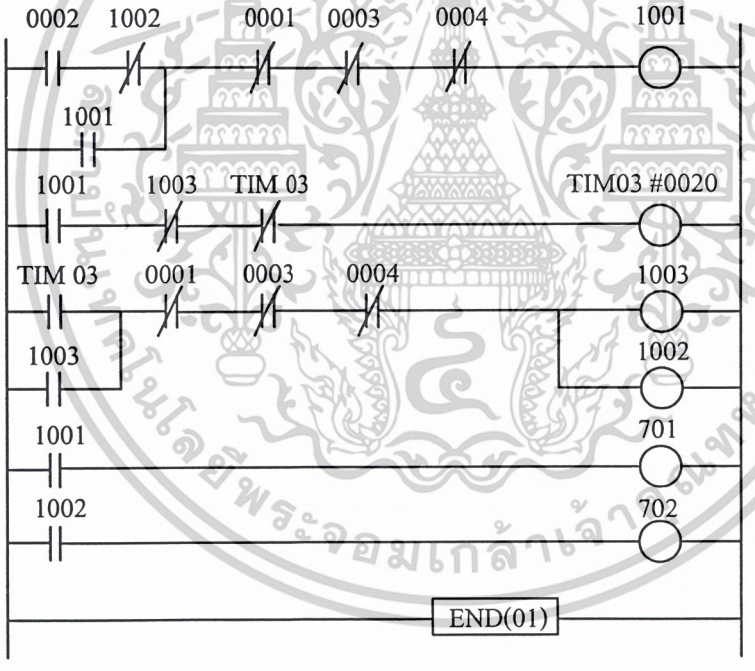
.....

.....

.....

5. นำแลดเดอร์ไดอะแกรมในการทดลอง ดังรูปที่ จ73 ให้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ทำงานเรียงกันตามลำดับแบบอัตโนมัติ ทำการป้อนให้พีแอลซี

แลดเดอร์ไดอะแกรม



รูปที่ จ.73 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

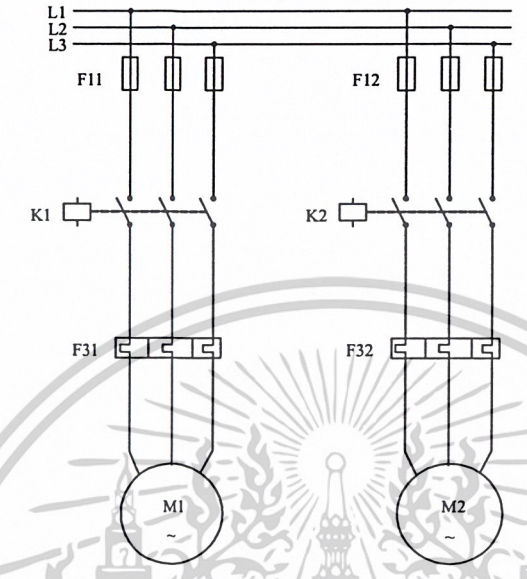
นีโมนิค

LD	0002
AND NOT	1002
OR	1001
AND NOT	0001
AND NOT	0003
AND NOT	0004
OUT	1001
LD	1001
AND NOT	1003
AND NOT TIM	0003
TIM	0003
DATA	#0020
LD TIM	0003
OR	1003
AND NOT	0001
AND NOT	0003
AND NOT	0004
OUT	1003
OUT	1002
LD	1001
OUT	0701
LD	1002
OUT	0702
END (FUN 01)	- - -

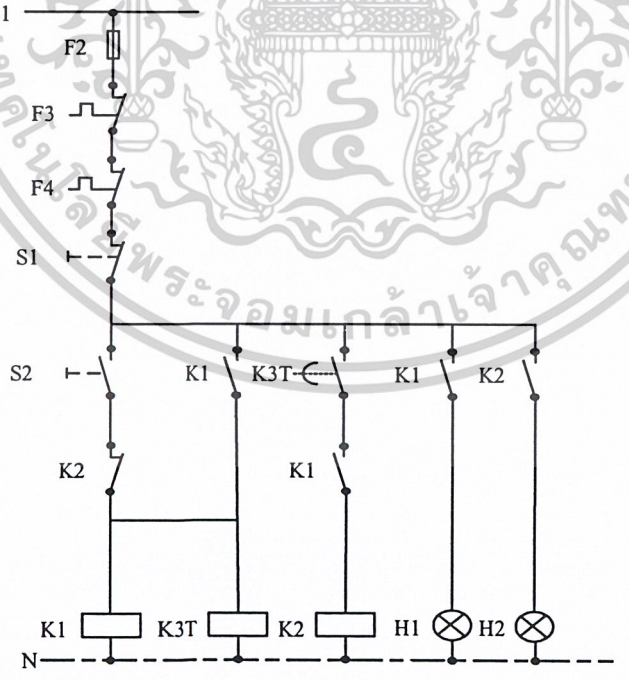
รูปที่ จ.73 (ต่อ) แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. เชื่อมต่อสายต่างๆ ดังรูป ดังรูปที่ จ.76

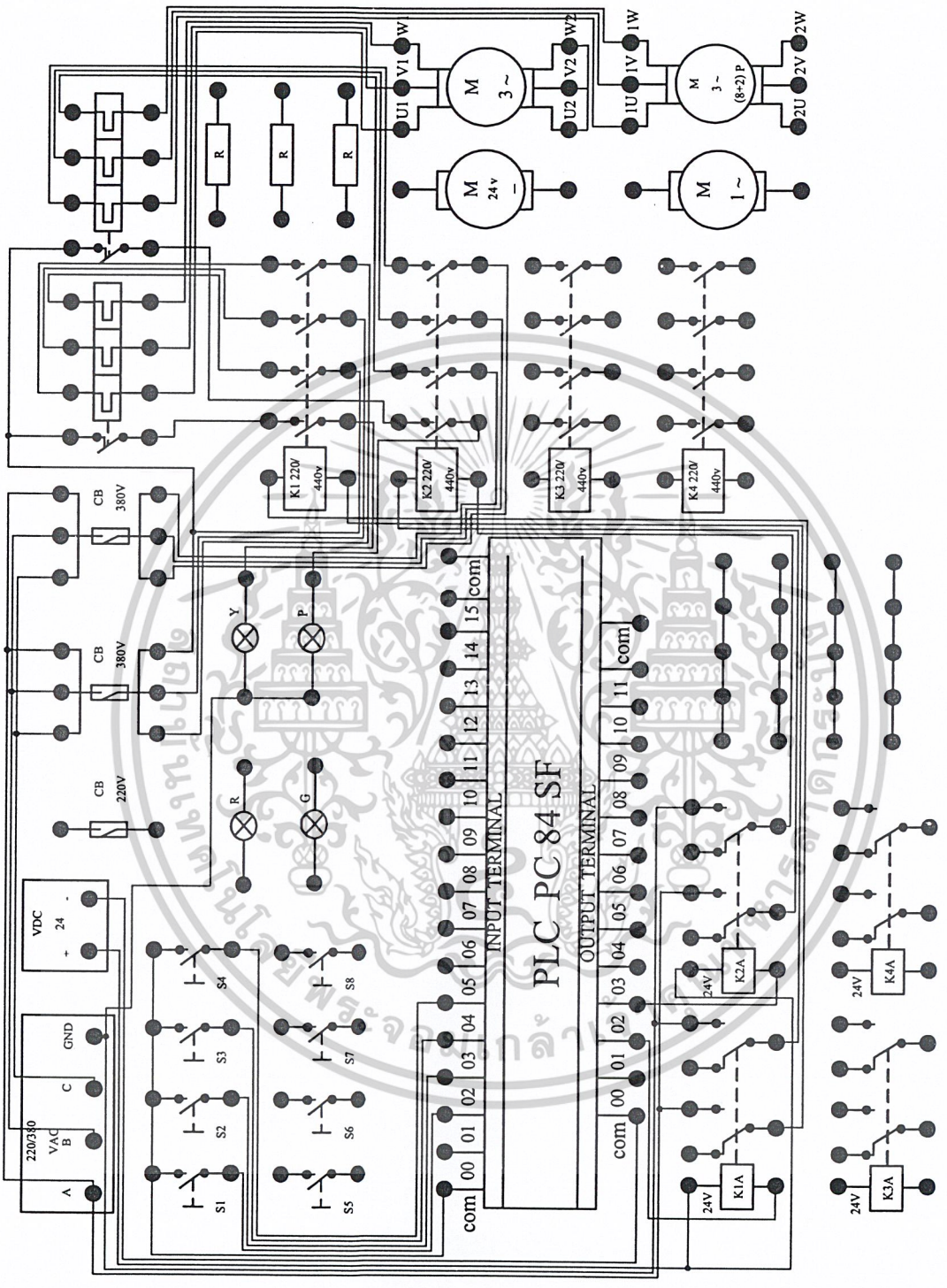


รูปที่ จ.74 วงจรกำลัง



รูปที่ จ.75 วงจรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.76 วงจรไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ทำการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส สังเกตการทำงาน

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. จากการทดลอง จงอธิบายหลักการทำงานของแลดเดอร์ไดอะแกรม

2. จงออกแบบวงจรแลดเดอร์ไดอะแกรม ในการควบคุมการทำงานของวงจรมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ทำงานเรียงกันตามลำดับแบบอัตโนมัติ โดยออกแบบให้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส 3 ตัวแล้วอธิบายการทำงานของแลดเดอร์ไดอะแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 9
การปรับเลือกความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส 2 ความเร็วแบบขดลวดที่สเตเตอร์ 2 ชุดแยกกัน แบบเลือกความเร็วได้ และแบบให้ความเร็วหมุนเรียงกันไปจากช้าไปเร็ว

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เพื่อให้นักศึกษา

1. อธิบายหลักการทำงานของการปรับเลือกความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส 2 ความเร็วแบบขดลวดที่สเตเตอร์ 2 ชุดแยกกัน แบบเลือกความเร็วได้และแบบให้ความเร็วหมุนเรียงกันไปจากช้าไปเร็วได้
2. ประกอบวงจรสำหรับการทดลองได้
3. สามารถประยุกต์ใช้งานพีแอลซีควบคุมการปรับเลือกความความเร็ว ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส 2 ความเร็วแบบขดลวดที่สเตเตอร์ 2 ชุดแยกกันแบบเลือกความเร็วได้และแบบให้ความเร็วหมุนเรียงกันไปจากช้าไปเร็วได้
4. สามารถป้อนโปรแกรมพีแอลซีได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ชุดฝึกมอเตอร์กระแสตรงและกระแสสลับควบคุมด้วยพีแอลซี	1 ชุด
2. สายเสียบต่อวงจรขนาด 1.5 มม^{2}และ2.5 มม^2	1 ชุด

ทฤษฎีเบื้องต้น

อินดั๊กชั่นมอเตอร์สามเฟสจะมีความเร็วค่อนข้างคงที่ความเร็วเปลี่ยนแปลงที่โหลดเต็มพิกัดจะน้อยกว่า 5% การควบคุมความเร็วจะทำได้ยากและมีความยุ่งยากมากกว่าการควบคุมความเร็วของ ดี.ซี. ชั้นมอเตอร์ วิธีการควบคุมความเร็วของอินดั๊กชั่นมอเตอร์แบ่งได้ดังนี้

การควบคุมทางด้านสเตเตอร์ การควบคุมความเร็วด้านสเตเตอร์มีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) เปลี่ยนแปลงแรงดันป้อน เป็นวิธีที่ง่ายและราคาถูก แต่ไม่นิยมนำไปใช้เพราะความเร็วเปลี่ยนแปลงได้น้อยมากและจะมีผลทำให้ความหนาแน่นของเส้นแรงแม่เหล็กของมอเตอร์เปลี่ยนแปลงด้วย

2) เปลี่ยนแปลงความถี่ป้อน วิธีนี้มักไม่ค่อยนำไปใช้ ทั้งนี้จากสมการ N=120f/P ความเร็วซิงโครนัสเปลี่ยนแปลงไปเมื่อความถี่เปลี่ยนไป วิธีนี้มักจะใช้ในกรณีที่อินดั๊กชั่นมอเตอร์เป็นโหลดของเครื่องกำเนิดเท่านั้น

3) เปลี่ยนที่จำนวนโพลของสเตเตอร์วิธีนี้สามารถนำไปใช้กับมอเตอร์แบบสไควเรลเกจได้ เพราะสเตเตอร์จะมีจำนวนโพลเท่าไรก็ตาม โรเตอร์ก็จะมีจำนวนเท่านั้นด้วย จากสมการ N=120f/P เมื่อจำนวนโพลเปลี่ยนแปลงไป ความเร็วซิงโครนัสก็จะเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย วิธีเปลี่ยนจำนวนโพลของสเตอร์สามารถกระทำได้โดยการพันขดลวด 3 เฟสหลายชุดลงในสล็อท เช่น มอเตอร์ขนาด 36 สล็อทอาจจะพันขดลวดสเตเตอร์ไว้ 2 ชุด ซึ่งอาจจะจัดเป็นชนิด 4 โพลและ 6 โพลถ้าความถี่ป้อน 50 ไซเกิลความเร็วจะมีค่า 1500และ1000 รอบ/นาที ถ้าพันขดลวดไว้เป็น 3 ชุด ซึ่งอาจจัดเป็น 4 โพล 6 โพลและ8 โพล ความเร็วจะมีค่า 1500, 1000และ750 รอบ/นาที ขดลวดสเตเตอร์แต่ละชุดจะถูกใช้งานไม่พร้อมกัน ถ้าให้ขดลวดชุดหนึ่งทำงาน ขดลวดชุดอื่นจะถูกปล่อยไว้เฉยๆ เพื่อจะให้มอเตอร์ทำงานที่ความเร็วอื่นก็จะปลดขดลวดชุดเก่าออกและต่อขดลวดชุดใหม่แทน ซึ่งจะมีความยุ่งยากบ้าง แต่ถ้าใช้สวิตช์อัตโนมัติ ก็จะกระทำได้รวดเร็วขึ้น วิธีนี้มักจะใช้กับมอเตอร์ลิฟต์ มอเตอร์รถราง รถไฟและใช้กับมอเตอร์ขนาดเล็กที่ขับเครื่องมือกล

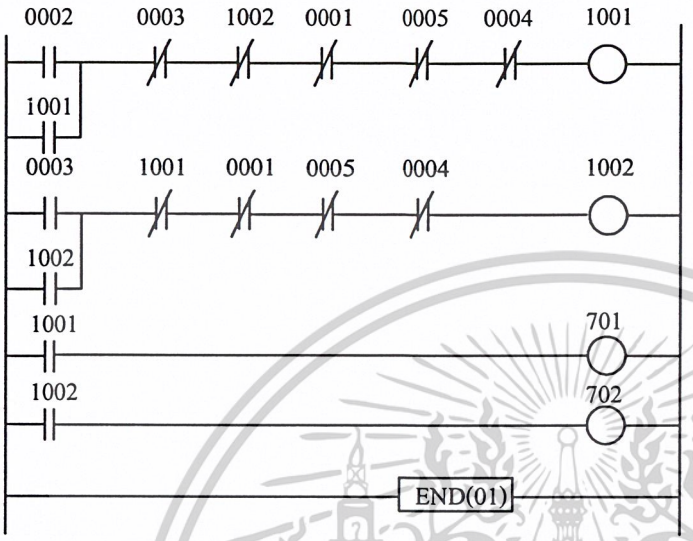
ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อแหล่งจ่ายไฟแรงดัน 380 V_{AC} เข้ากับชุดทดลอง

2. นำแลดเดอร์ไดอะแกรมที่ออกแบบไว้ ดังรูปที่ จ.77 ของวงจรในการปรับเลือกความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส 2 ความเร็วแบบขดลวดที่สเตเตอร์ 2 ชุดแยกกันแบบเลือกความเร็วได้ทำการป้อนให้พีแอลซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แลดเดอร์ไดอะแกรม **นีโมนิค**

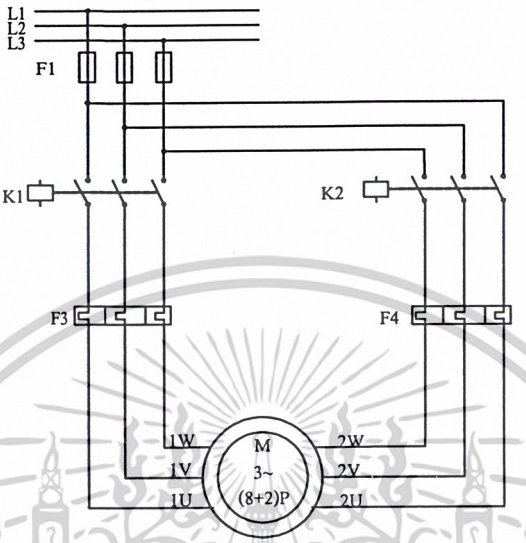


LD	0002
OR	1001
AND NOT	0003
AND NOT	1002
AND NOT	0001
AND NOT	0005
AND NOT	0004
OUT	1001
LD	0003
OR	1002
AND NOT	1001
AND NOT	0001
AND NOT	0005
AND NOT	0004
OUT	1002
LD	1001
OUT	0701
LD	1002
OUT	0702
END (FUN 01)	- - -

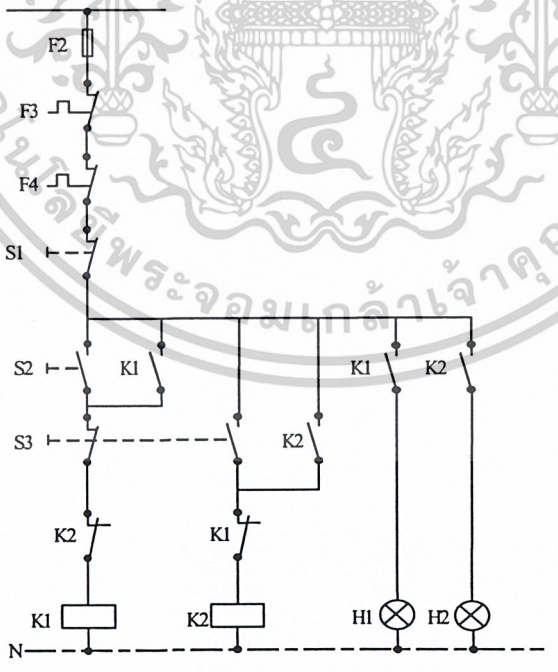
รูปที่ จ.77 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เชื่อมต่อสายต่างๆ ดังรูป ดังรูปที่ จ.80

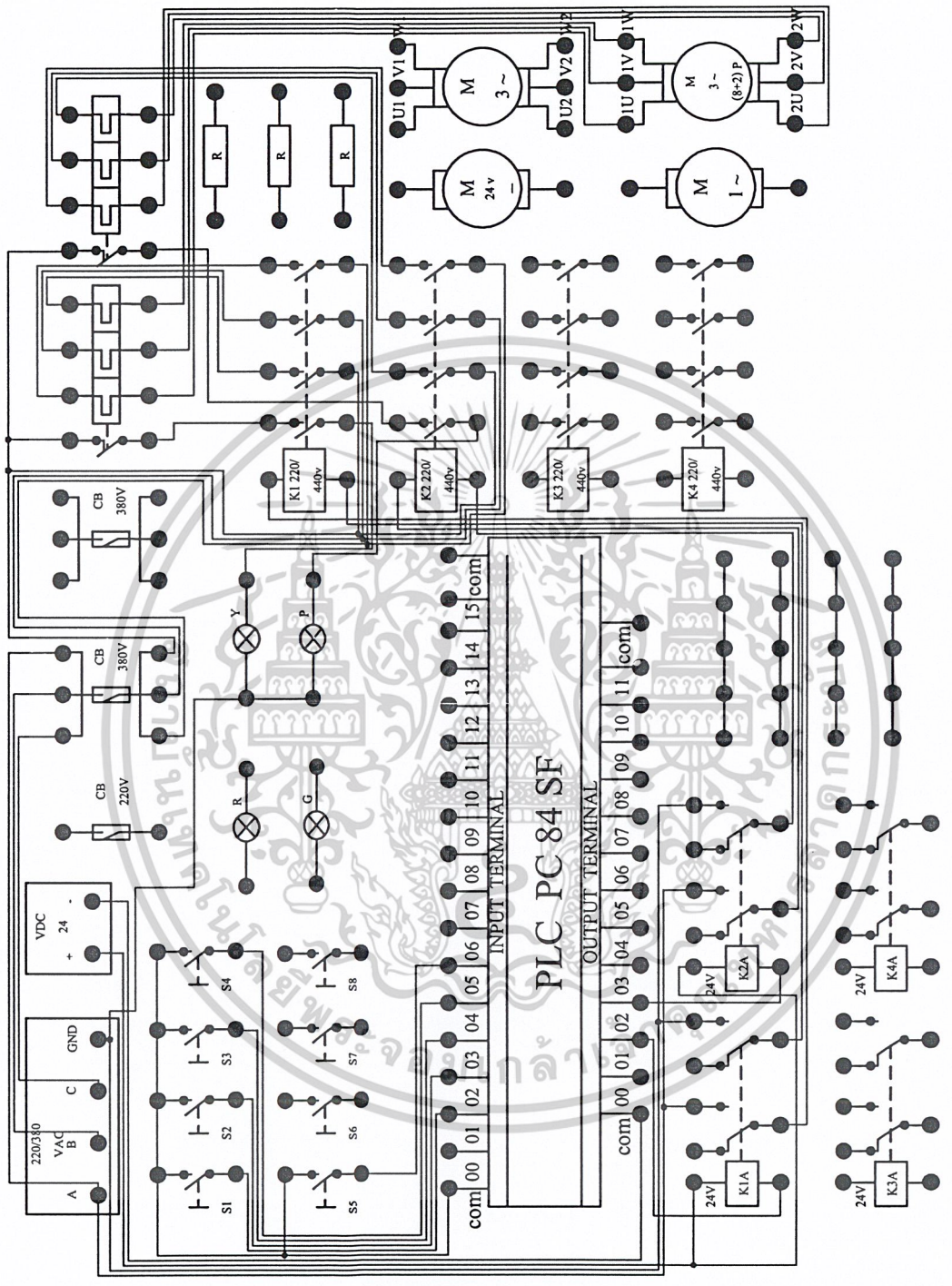


รูปที่ จ.78 วงจรกำลัง



รูปที่ จ.79 วงจรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.80 วงจรไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ทำการสตาร์ทและปรับเลือกความเร็วโดยกดสวิตช์ สังเกตการทำงาน

.....

.....

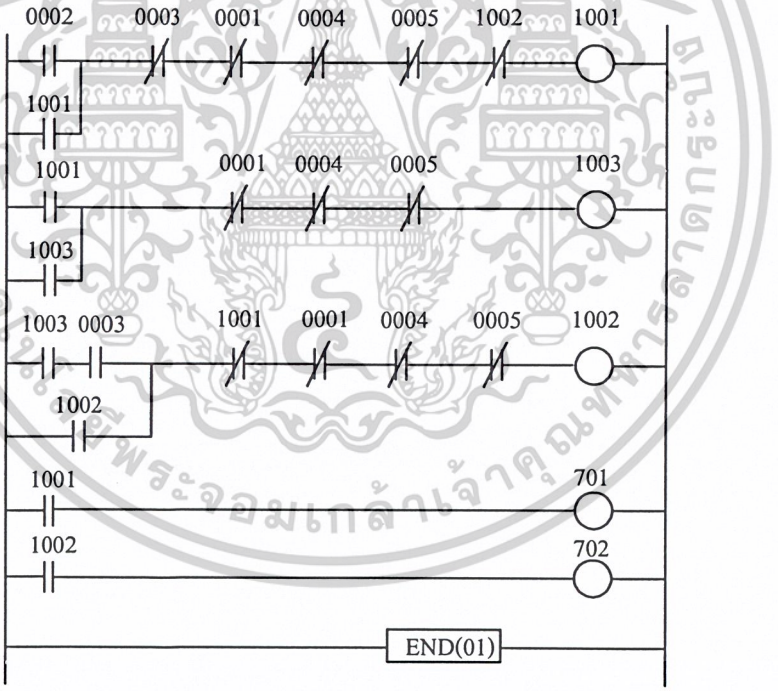
.....

.....

.....

5. นำแลดเดอร์ไดอะแกรมที่ออกแบบไว้ ดังรูปที่ จ.81 ของวงจรการปรับเลือกความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส 2 ความเร็วแบบขดลวดที่สเตเตอร์ 2 ชุดแยกกันแบบให้ความเร็วหมุนเรียงกันไปจากช้าไปเร็วได้ทำการป้อนให้พีแอลซี

แลดเดอร์ไดอะแกรม



รูปที่ จ.81 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

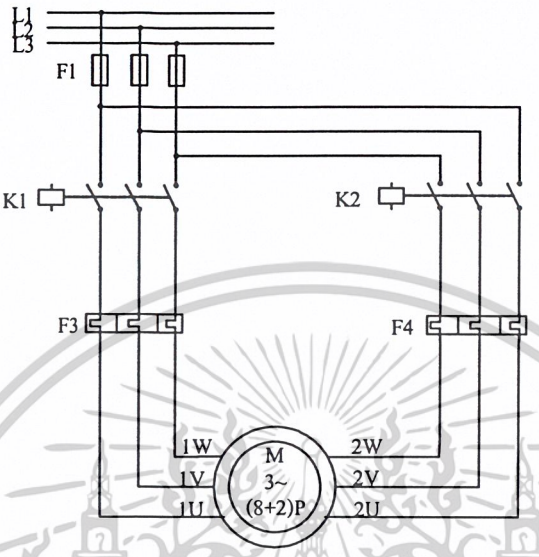
นีโมนิค

LD	0002	OUT	0702
OR	1001	END (FUN 01)	- - -
AND NOT	0003		
AND NOT	0001		
AND NOT	0004		
AND NOT	0005		
AND NOT	1002		
OUT	1001		
LD	1001		
OR	1003		
AND NOT	0001		
AND NOT	0004		
AND NOT	0005		
OUT	1003		
LD	1003		
AND	0003		
OR	1002		
AND NOT	1001		
AND NOT	0001		
AND NOT	0004		
AND NOT	0005		
OUT	1002		
LD	1001		
OUT	0701		
LD	1002		

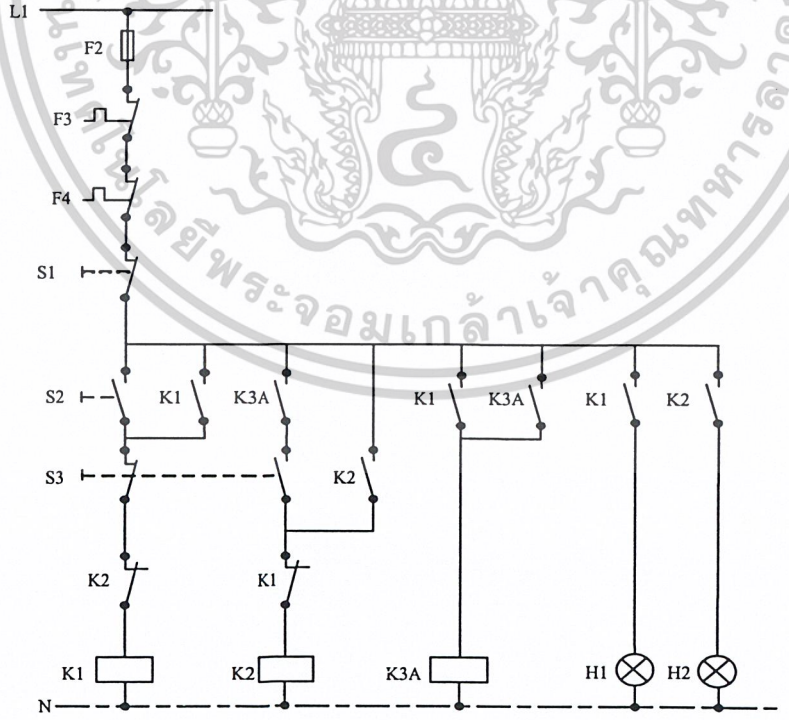
รูปที่ จ.81 (ต่อ) แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. เชื่อมต่อสายต่างๆ ดังรูป ดังรูปที่ จ.84

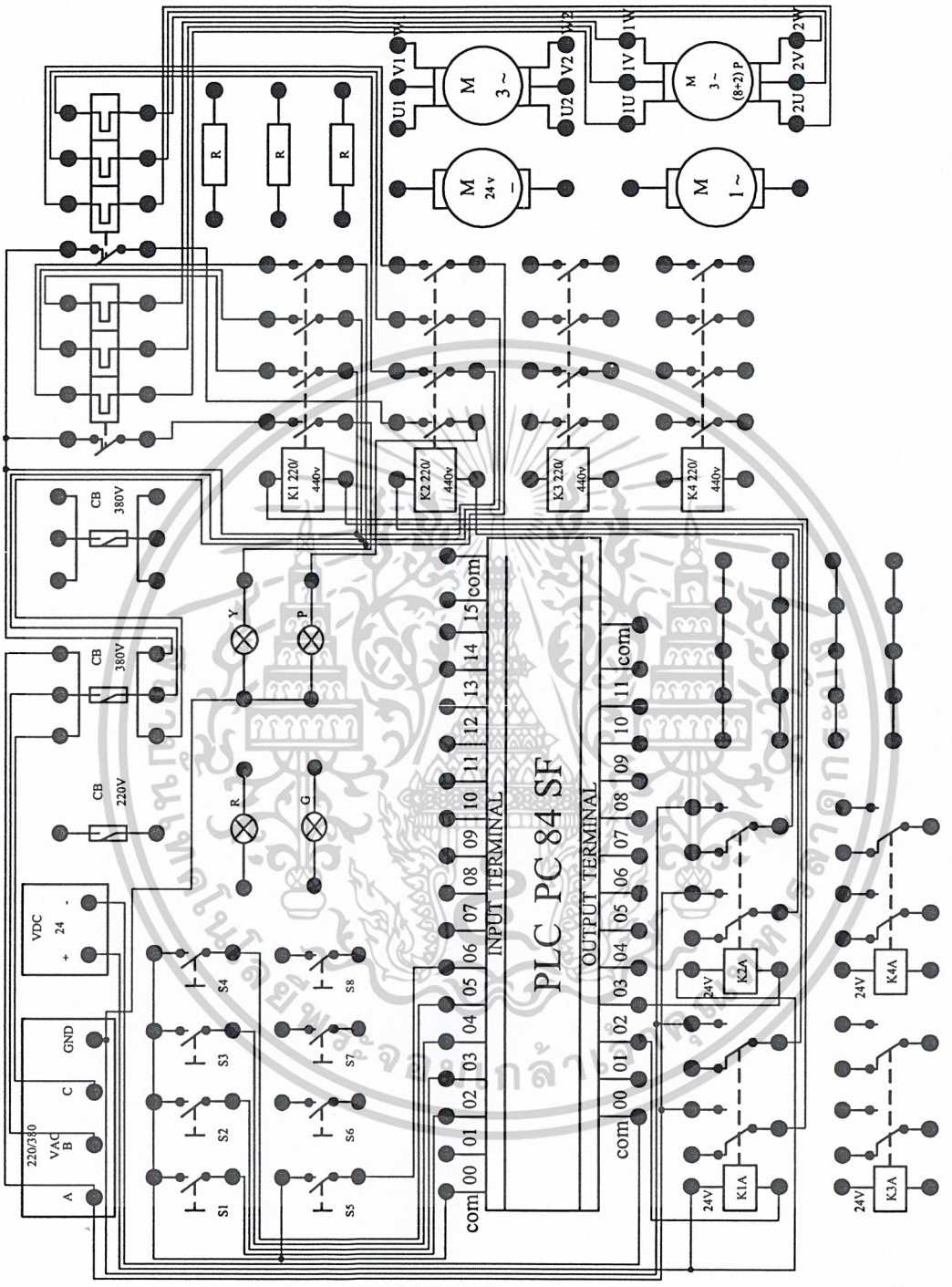


รูปที่ จ.82 วงจรกำลัง



รูปที่ จ.83 วงจรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.84 วงจรไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ทำการสตาร์ทและสต๊อปของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส 2 ความเร็วแบบขดลวดที่สเตเตอร์ 2 ชุดแยกกันสังเกตการทำงาน

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. จากการทดลอง จงอธิบายหลักการทำงานของแลดเดอร์ไดอะแกรม

2. จงบอกความแตกต่างระหว่างการทำงานของวงจรการควบคุมการปรับเลือกความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส 2 ความเร็ว แบบขดลวดที่สเตเตอร์ 2 ชุดแยกกัน แบบเลือกความเร็วได้กับการทำงานของการปรับเลือกความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส 2 ความเร็วแบบขดลวดที่ สเตเตอร์ 2 ชุดแยกกันแบบให้ความเร็วหมุนเรียงกันไปจากช้าไปเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ฉ

เฉลยใบงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 1

การทดลองการทำงานของการสตาร์ททมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงโดยตรงแบบสตาร์ทด้วยมือและอัตโนมัติ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เพื่อให้นักศึกษาสามารถ

1. อธิบายหลักการทำงานของในการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงโดยตรงแบบสตาร์ทด้วยมือและแบบอัตโนมัติได้
2. ประกอบวงจรสำหรับการทดลองได้
3. สามารถประยุกต์ใช้งานพีแอลซีควบคุมในการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงโดยตรงแบบสตาร์ทด้วยมือและแบบอัตโนมัติได้
4. สามารถป้อนโปรแกรมพีแอลซีได้

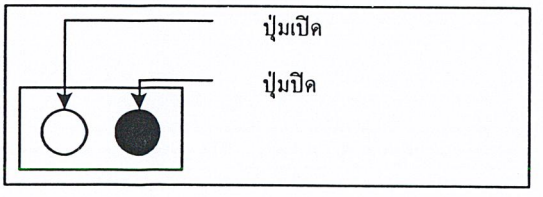
เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ชุดฝึกมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับควบคุมด้วย พีแอลซี 1 ชุด
2. สายเสียบต่อวงจรขนาด 1.5 มม^{2}และ2.5 มม^2 1 ชุด

ทฤษฎีเบื้องต้น

การเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงด้วยมือ

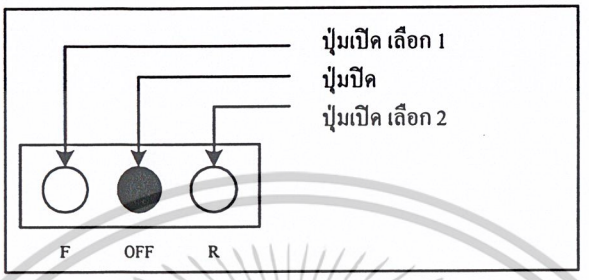
1) การเริ่มเดินมอเตอร์แบบอนุกรมด้วยสวิตช์สตาร์ท 2 ปุ่มเลือก ดังรูปที่ ฉ.1 การที่มีสวิตช์สตาร์ท 2 ปุ่ม ออกแบบเฉพาะการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรมทั้งนี้เพื่อป้องกันความเร็วรอบสูงเกินพิกัดเมื่อไม่มีโหลด



รูปที่ ฉ.1 การเริ่มเดินมอเตอร์แบบอนุกรมด้วยสวิตช์สตาร์ท 2 ปุ่ม

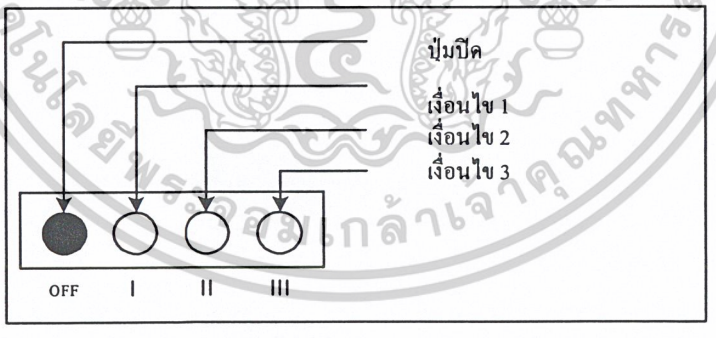
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) การเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงด้วยสวิตช์สตาร์ท 3 ปุ่มเลือก ดังรูปที่ ฉ.2 การที่สวิตช์สตาร์ท 3 ปุ่ม เหมาะกับการเริ่มเดินมอเตอร์กระแสตรงแบบขนานและแบบผสมมีขดลวดแม่เหล็กต่ออนุกรมกับขดลวดสนามแม่เหล็กของมอเตอร์



รูปที่ ฉ.2 การเริ่มเดินมอเตอร์แบบอนุกรมด้วยสวิตช์สตาร์ท 3 ปุ่ม

3) การเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงด้วยสวิตช์สตาร์ท 4 ปุ่มเลือก ดังรูปที่ ฉ.3 การที่มีสวิตช์สตาร์ท 4 ปุ่มเลือก สามารถนำไปใช้ในการสตาร์ทมอเตอร์แบบขนานและแบบผสมได้ สวิตช์สตาร์ท 4 ปุ่มเลือก แตกต่างจากแบบ 3 ปุ่มเลือก คือ มีขดลวดแม่เหล็กต่อคร่อมสายไฟโดยตรงแต่มีตัวต้านทานต่ออนุกรมกับขดลวดแม่เหล็กเพื่อจำกัดกระแส



รูปที่ ฉ.3 การเริ่มเดินมอเตอร์แบบอนุกรมด้วยสวิตช์สตาร์ท 4 ปุ่ม

การเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงอัตโนมัติ

การเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาดใหญ่หรือมอเตอร์ที่ติดตั้งไว้ไกลๆ จะต้องใช้วงจรเริ่มเดินอัตโนมัติเข้าช่วยอำนวยความสะดวก เพื่อความรวดเร็วและแม่นยำในการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องเริ่มเดินอัตโนมัติตามเวลาที่กำหนด แบ่งตามลักษณะการทำงานได้หลายแบบแต่จะกล่าวในนี้เพียง 2 แบบ คือ

1) เครื่องเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงอัตโนมัติแบบประวิงเวลาตายตัวจะทำการลดค่าความต้านทานที่ต่ออนุกรมกับอาร์เมเจอร์เป็นขั้นๆ

2) เครื่องเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงอัตโนมัติด้วยแรงดันไฟฟ้าต้านกลับการควบคุมการเริ่มเดินมอเตอร์แบบนี้ จะอาศัยแรงเกิดแรงดันไฟฟ้าต้านกลับที่เกิดขึ้นในลวดอาร์เมเจอร์เป็นตัวควบคุมการทำงาน

ข้อดี คือ โหลดของมอเตอร์จะมีผลต่อการทำงานของวงจรเพราะจะทำให้ช่วงเวลาในการเกิดแรงดันไฟฟ้าต้านกลับเปลี่ยนแปลง

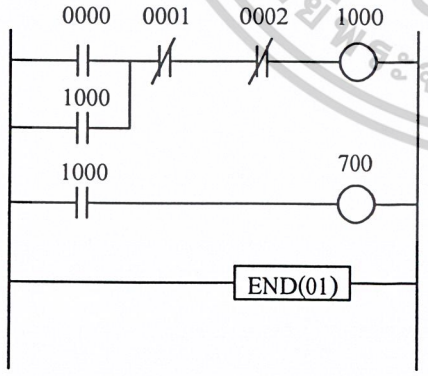
ข้อเสีย คือ ถ้าเปลี่ยนแปลงขนาดแรงดันไฟฟ้าที่แหล่งจ่าย จะมีผลกระทบต่อการทำงานของคอนแทคเตอร์

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อแหล่งจ่ายไฟแรงดัน 220 V_{AC} เข้ากับชุดทดลอง

2. นำแลดเดอร์ไดอะแกรมที่ออกแบบไว้ ดังรูปที่ ฉ.4 การสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงโดยตรงแบบสตาร์ทด้วยมือทำการป้อนให้พีแอลซี

แลดเดอร์ไดอะแกรม



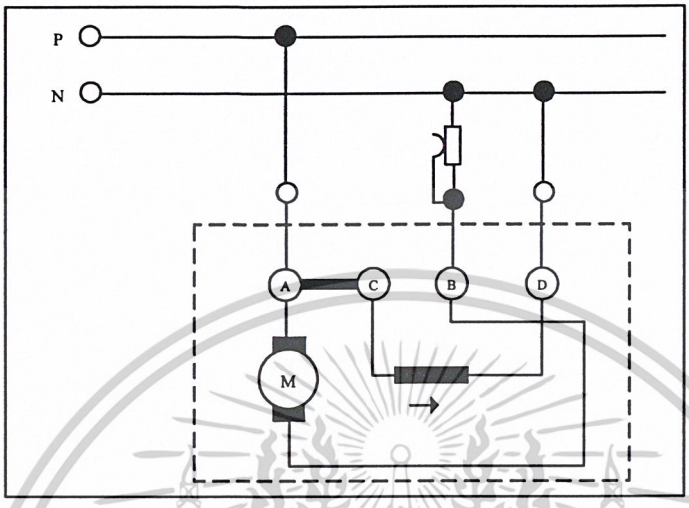
นีโมนิค

LD	0000
OR	1000
AND NOT	0001
AND NOT	0002
OUT	1000
LD	1000
OUT	0700
END (FUN01)	- - -

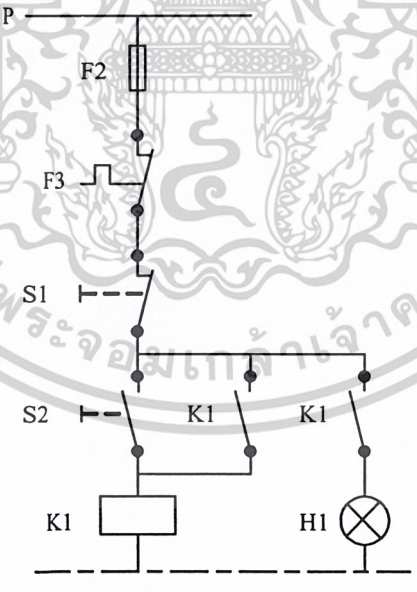
รูปที่ ฉ.4 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เชื่อมต่อสายต่างๆ ตามรูป ดังรูปที่ ฉ.7

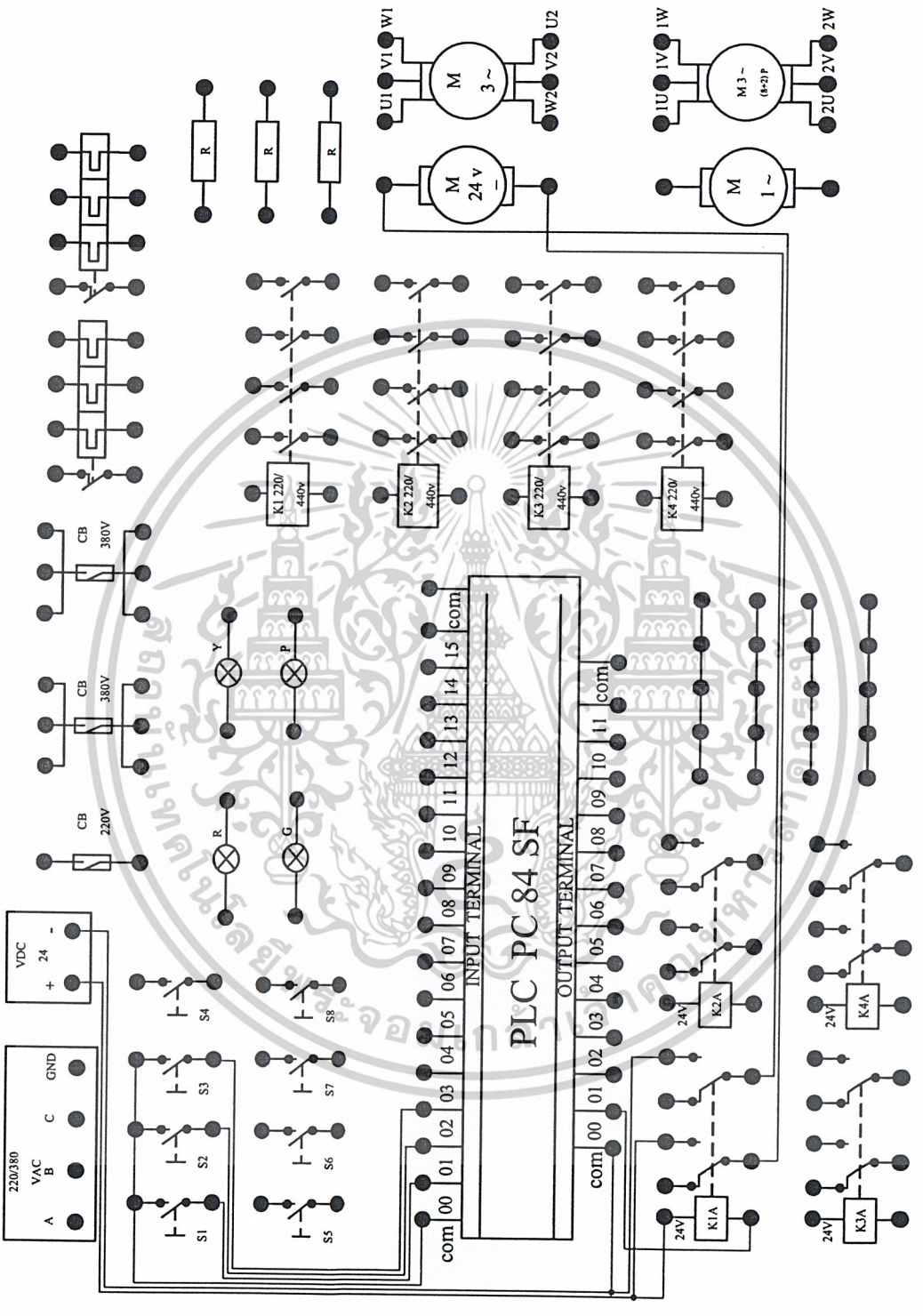


รูปที่ ฉ.5 วงจรกำลัง



รูปที่ ฉ.6 วงจรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ฉ.7 วงจรไฟฟ้า

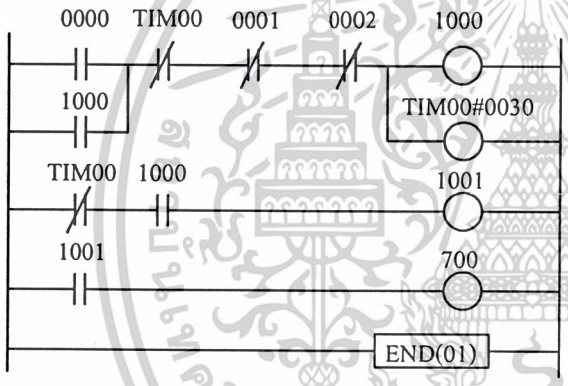
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ทำการกดปุ่มสตาร์ทและสต๊อปมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงควบคุมด้วยพีแอลซี สังเกตการทำงาน

ผลการทดลองการทำงานของการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงโดยตรงแบบสตาร์ทด้วยมือ เมื่อกดสวิตช์ตัวที่ 1 มอเตอร์ทำงานและเมื่อกดสวิตช์ตัวที่ 2 หรือตัวที่ 3 มอเตอร์หยุดการทำงาน

5. นำแลดเดอร์ไดอะแกรมที่ออกแบบไว้ ดังรูปที่ ฉ.8 การสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงโดยตรงแบบอัตโนมัติทำการป้อนให้พีแอลซี

แลดเดอร์ไดอะแกรม **นีโมนิค**

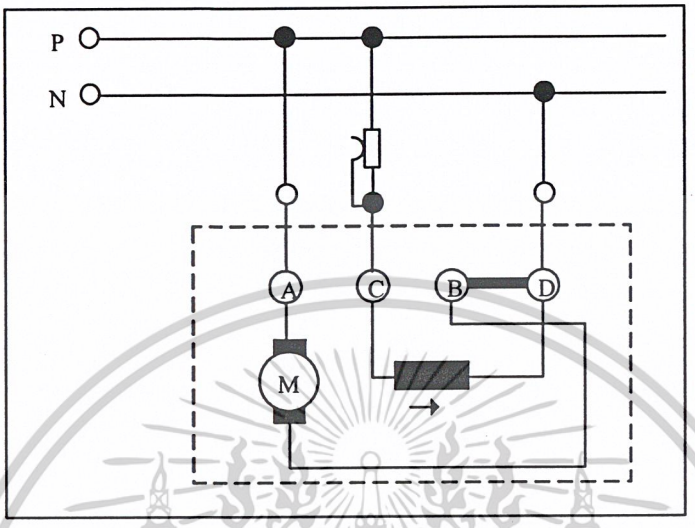


LD	0000
OR	1000
AND NOT TIM	0000
AND NOT	0001
AND NOT	0002
OUT	1000
TIM	0000
DATA	#0030
LD NOT TIM	0000
AND	1000
OUT	1001
LD	1001
OUT	0700
END (FUN01)	- - -

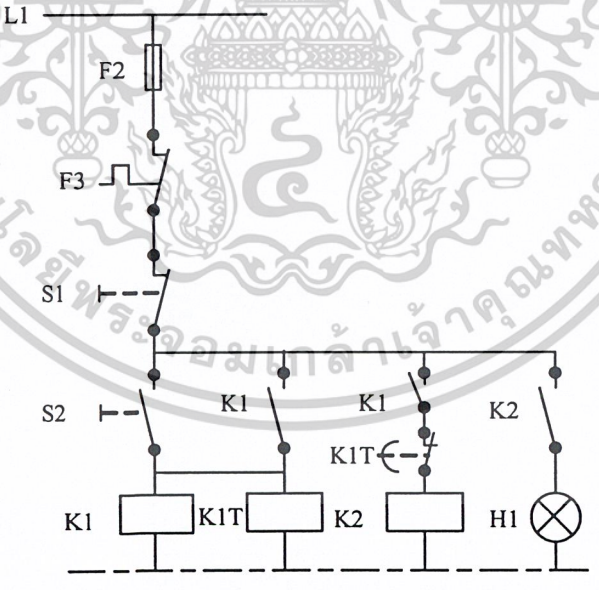
รูปที่ ฉ.8 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. เชื่อมต่อสายต่างๆ ตามรูป ดังรูปที่ ฉ.11

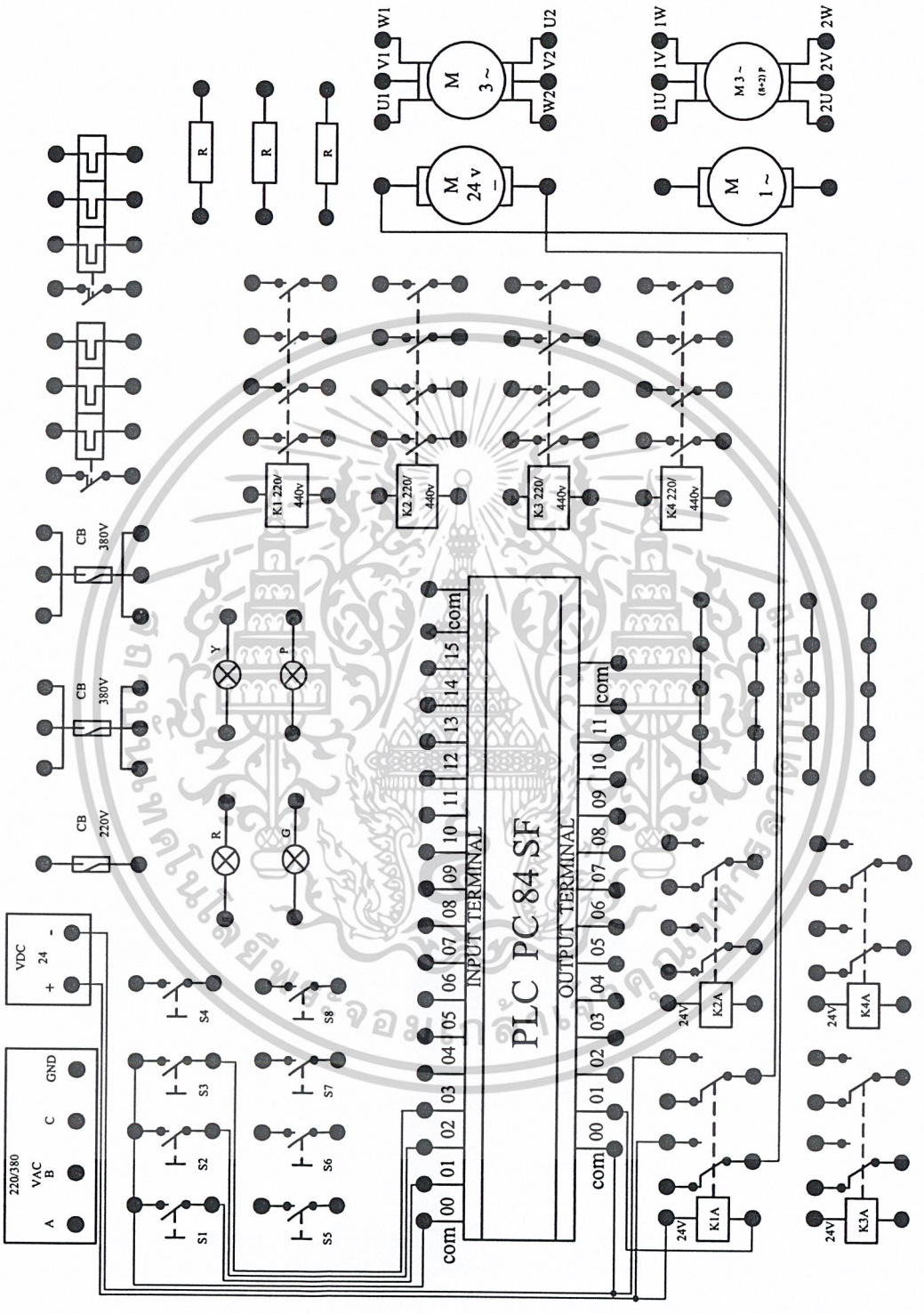


รูปที่ ฉ.9 วงจรกำลัง



รูปที่ ฉ.10 วงจรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ฉ.11 วงจรไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ทำการสตาร์ทและสต๊อปมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่ควบคุมด้วยพีแอลซี สังเกตการทำงาน

ผลการทดลองการทำงานของการสตาร์ททมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงโดยตรงแบบอัตโนมัติ เมื่อกดสวิตช์ตัวที่ 1 มอเตอร์ทำงานและเมื่อถึงเวลาที่กำหนดไว้ในโปรแกรมนีโมนิค มอเตอร์จะหยุดทำงานและเมื่อกดสวิตช์ตัวที่ 2หรือตัวที่ 3 มอเตอร์หยุดทำงาน

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองการทำงานของการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงโดยตรงแบบอัตโนมัติในการเปลี่ยนแปลงการทำงานของมอเตอร์โดยการสตาร์ทและสต๊อป จะขึ้นอยู่กับการตั้งเวลาเปลี่ยนการทำงานที่ได้กำหนดไว้ในโปรแกรมนีโมนิค

คำถามท้ายการทดลอง

1. จากการทดลอง จงอธิบายหลักการทำงานของแลดเดอร์ไดอะแกรม

จากแลดเดอร์ไดอะแกรม ของวงจรสตาร์ททมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงโดยตรงแบบสตาร์ทด้วยมือ จะมีหลักการทำงาน คือ เมื่อเปลี่ยนสถานะ LD 0000 ทำงานเป็นปกติปิด OUT 0700 จะทำงานและหน้าสัมผัสของ OUT 0700 จะกลายเป็นปกติปิด ทำให้มีไฟไหลครบวงจรตลอดเวลา จนกว่าจะเปลี่ยนสถานะของ AND NOT 0001หรือAND NOT 0002 ให้เป็นปกติเปิด OUT 0700 จึงหยุดทำงาน

จากแลดเดอร์ไดอะแกรม ของวงจรการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงโดยตรงแบบอัตโนมัติ จะมีหลักการทำงาน คือ เมื่อทำการเปลี่ยนสถานะ LD 0000 ทำงานเป็นปกติปิด ทำให้ OUT 1000 ทำงาน ทำให้หน้าสัมผัส LD 1001 เปลี่ยนเป็นสถานะเป็นปกติปิด OUT 700 ทำงาน หน้าสัมผัสของ OUT 1000 จะเปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิด ทำให้ไฟไหลครบวงจรตลอดเวลาและ TIM 0000 เริ่มนับเวลาจนถึงเวลาที่กำหนด LD NOT TIM 0000 เปลี่ยนสถานะเป็นปกติเปิด ทำให้ OUT 1001 หยุดทำงาน หน้าสัมผัสทุกตัวกลับสู่สภาวะปกติ

2. จงบอกความแตกต่าง ระหว่างการทำงานของการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบสตาร์ทด้วยมือและการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอัตโนมัติ

การทำงานของการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบสตาร์ทด้วยมือ ต้องใช้สวิตช์ปุ่มกดเป็นตัวเลือกการสตาร์ทและสต๊อปแต่การสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอัตโนมัติการเลือกการทำงานสตาร์ทหรือสต๊อปของมอเตอร์ทำได้โดยการตั้งเวลาในโปรแกรมนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 2

การทดลองการทำงานของการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟสโดยตรงแบบสตาร์ทด้วยมือและอัตโนมัติ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เพื่อให้นักศึกษาสามารถ

1. อธิบายหลักการทำงานวงจรการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับโดยตรงแบบสตาร์ทด้วยมือและอัตโนมัติได้

2. ประกอบวงจรสำหรับการทดลองได้

3. สามารถประยุกต์ ใช้งานพีแอลซีควบคุมวงจรการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบโดยตรงแบบสตาร์ทด้วยมือและอัตโนมัติได้

4. สามารถป้อนโปรแกรมพีแอลซีได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ชุดฝึกมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับควบคุมด้วยพีแอลซี 1 ชุด
2. สายเสียบต่อวงจรขนาด 1.5 มม^{2}และ2.5 มม^2 1 ชุด

ทฤษฎีเบื้องต้น

มอเตอร์สปลิทเฟส (Split phase motor)

มอเตอร์สปลิทเฟสเป็นมอเตอร์จำพวกเอาต์พุตต่ำที่มีขนาดต่ำกว่าหนึ่งแรงม้าหรือที่เรียกว่าเศษส่วนของแรงม้า มีใช้งานมากมาย เช่น เครื่องซักผ้า ปั๊มน้ำขนาดเล็กๆ เป็นต้น

หลักการทำงาน ในขณะที่ป้อนแรงดันไฟสลับให้กับมอเตอร์ ขดลวดทั้งสองของมอเตอร์คือ ขดสตาร์ทและขดรันจะต่อขนานกัน ดังรูปที่ ฉ.12 ตอนเริ่มทำงานให้พิจารณาที่รูปที่ ฉ.12 (ก) ก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

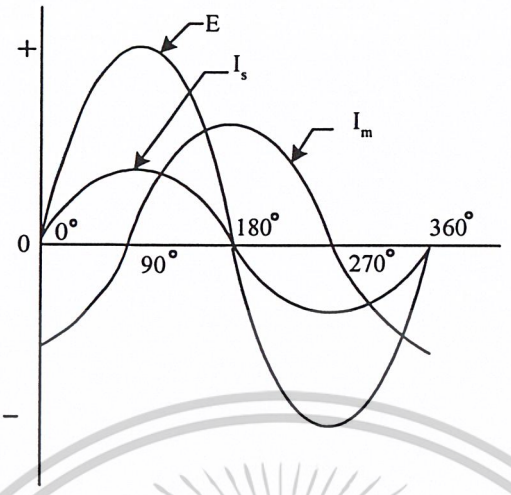


(ก) ขณะมอเตอร์เริ่มหมุน (ข) เมื่อมอเตอร์หมุนด้วยความเร็วปกติ

รูปที่ ฉ.12 การต่อขดสตาร์ทและขดรันของมอเตอร์สปลิทเฟสและสวิตช์เซนตริฟูกัล

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่าขดรันพันด้วยลวดเส้นใหญ่ ความต้านทานจะต่ำและขดรันนี้จะพันอยู่ด้านล่างของสล๊อท ดังนั้นอินดั๊กแตนซ์จะสูง จึงเป็นเหตุให้กระแสไฟที่ไหลผ่านขดรันนี้ล้าหลังแรงดันที่ป้อนให้เกือบ 90 องศาไฟฟ้า ส่วนกระแสไฟที่ไหลผ่านขดสตาร์ทเกือบจะมีเฟสเดียวกันกับแรงดันที่ป้อนให้ทั้งนี้ก็เพราะว่า ขดสตาร์ทออกแบบให้พันด้วยลวดเส้นเล็กจึงมีความต้านทานสูงและขดสตาร์ทจะพันอยู่ด้านบนของสล๊อทจึงทำให้อินดั๊กแตนซ์มีค่าต่ำ ดังนั้นการที่ขดสตาร์ทมีความต้านทานสูง แต่มีอินดั๊กแตนซ์ต่ำนี้เองจึงทำให้กระแสเกือบจะมีเฟสเดียวกัน (In Phase) กับแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนให้กับมอเตอร์ จากรูปที่ ฉ.13 กระแส I_m และ I_s ซึ่งเป็นกระแสไหลผ่านขดรันและขดสตาร์ทมีมุมต่างเฟสกันเกือบ 90 องศาไฟฟ้า กระแสไฟทั้งสองส่วนจะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กหมุนในลักษณะเดียวกับมอเตอร์ไฟสลับสองเฟสที่ได้กล่าวมาแล้ว สนามแม่เหล็กหมุนจากสเตเตอร์นี้ตัดกับตัวนำในโรเตอร์ ทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นมา กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำนี้จะสร้างสนามแม่เหล็กเกิดขึ้นมาที่โรเตอร์และทำให้เกิดแรงบิดเกิดขึ้นมาที่โรเตอร์ทำให้โรเตอร์หมุนได้ ทิศทางการหมุนของโรเตอร์จะหมุนไปในทิศทางเดียวกันกับสนามแม่เหล็กหมุนของสเตเตอร์ ขณะที่มอเตอร์กำลังเร่งความเร็วขึ้นเรื่อยๆ นี้ สวิตช์อัตโนมัติเซนตริฟูกัลก็ยังต่อวงจรขดสตาร์ทอยู่ จนกระทั่งความเร็วของมอเตอร์สูงขึ้นประมาณ 75% ของความเร็วเต็มพิกัด (Rated Speed) สวิตช์เซนตริฟูกัลจะตัดวงจรขดสตาร์ทออก ปล่อยให้ขดรันทำงานต่อไปเพียงชุดเดียวดังรูปที่ ฉ.12 (ข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ฉ.13 กระแสไฟที่ไหลผ่านขดรัน (I_m) และไหลผ่านขดสตาร์ท (I_s) เมื่อเทียบกับแรงดันไฟฟ้า (E)

หลักการทำงานของมอเตอร์หนึ่งเฟสแบบนี้อาศัยหลักการทำงานแบบมอเตอร์สองเฟส คือ ในตอนเริ่มเดิน จะต้องให้มีขดลวดสองชุด และทำให้กระแสไฟที่ไหลผ่านขดลวดทั้งสองชุดมีมุมต่างเฟสกันมากๆ ประมาณเกือบ 90 องศาไฟฟ้า แต่พอมอเตอร์ทำงานได้แล้วจึงตัดหรือปลด (Split) ขดลวดชุดสตาร์ทออก ปล่อยให้ขดลวดชุดรันทำงานต่อไปเพียงชุดเดียวหรือเฟสเดียว จึงเรียกมอเตอร์หนึ่งเฟสแบบนี้ว่า มอเตอร์สปลิทเฟส

สมมุติว่าสวิตช์เซนตริฟูกัลเกิดบกพร่อง คือ หน้าสัมผัสไม่ยอมสัมผัสหรือแตะกัน เมื่อป้อนไฟให้กับมอเตอร์ใหม่ภายหลังจากมอเตอร์หยุดหมุนแล้ว มอเตอร์จะไม่หมุนเพราะมีขดรันชุดเดียวเท่านั้นที่ต่อเข้ากับแรงดันไฟฟ้าหรือเมื่อป้อนไฟให้กับมอเตอร์แล้วมอเตอร์ไม่หมุนและมีเสียงฮัม แสดงว่าสวิตช์เซนตริฟูกัลไม่ทำการต่อวงจรขดสตาร์ท ดังนั้นในตอนเริ่มเดินมอเตอร์จะต้องมีขดลวดสองชุดเสมอ

ถ้ามอเตอร์มีขดลวดเพียงชุดเดียว เมื่อป้อนแรงดันไฟฟ้าให้แล้วจะเกิดสนามแม่เหล็กขึ้นที่สเตเตอร์เหมือนกัน เพียงแต่จะเกิดสนามแม่เหล็กสลับกันจากขั้วเหนือเป็นขั้วใต้และจากขั้วใต้เป็นขั้วเหนือ แต่จะไม่เกิดสนามแม่เหล็กหมุน จะไม่เกิดแรงบิดขึ้นมา และมอเตอร์จะไม่หมุน

ถ้ามอเตอร์เริ่มเดินด้วยโหลดหนักมากๆ อาจจะทำให้มอเตอร์ไม่สามารถเร่งความเร็วขึ้นจนถึงขั้นที่สวิตช์เซนตริฟูกัลตัดขดสตาร์ทออกได้ หรือถ้าป้อนแรงดันให้กับมอเตอร์ต่ำ มอเตอร์ก็อาจจะไม่สามารถเร่งความเร็วขึ้นจนสวิตช์เซนตริฟูกัลตัดขดสตาร์ทออกได้

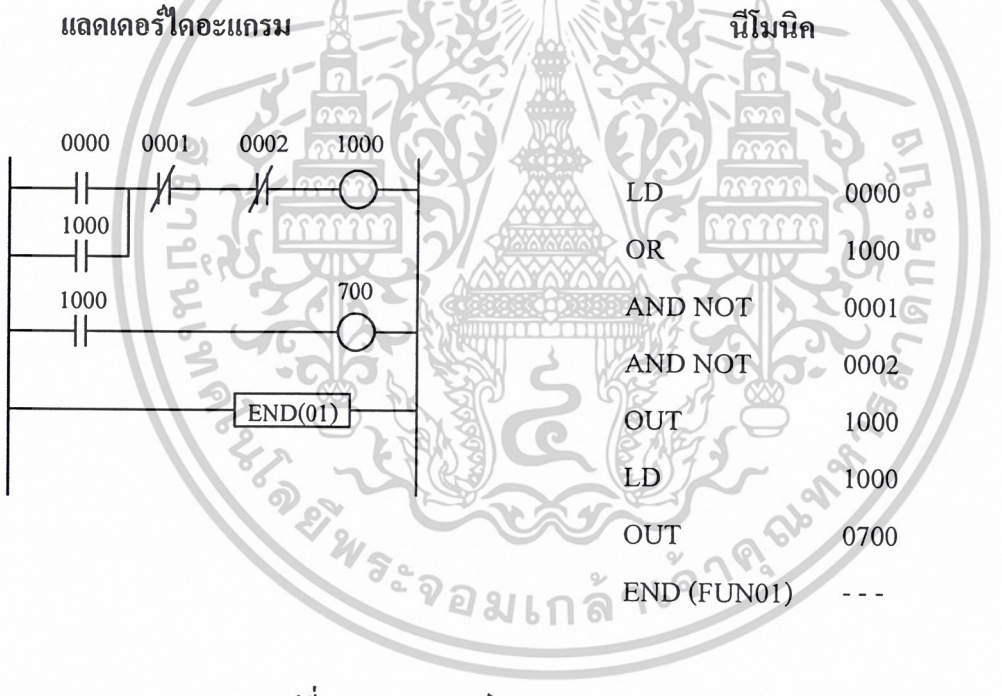
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปกติแล้วเส้นลวดของขดสตาร์ทจะพันด้วยลวดเส้นเล็กทั้งนี้ก็เพื่อให้ขดลวดชุดนี้ทำงานในช่วงเริ่มเดินเท่านั้น คือประมาณ 3 ถึง 4 วินาทีเท่านั้น แต่ถ้าขดสตาร์ทต่อยู่ในวงจรไฟฟ้านานกว่านี้ เช่น นานถึง 60 วินาที ขดลวดชุดนี้อาจจะเกรียมหรือไหม้ได้ ดังนั้นในสภาพปกติมอเตอร์สามารถเร่งความเร็วขึ้นถึง 75% ของความเร็วเต็มพิกัดในเวลาประมาณ 3 ถึง 4 วินาที

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อแหล่งจ่ายไฟแรงดัน 220 V_{AC} เข้ากับชุดทดลอง

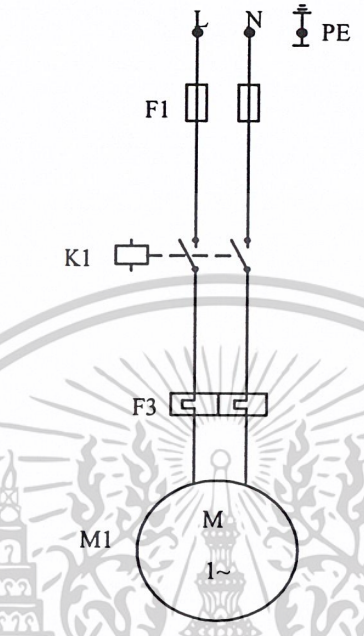
2. นำแลดเดอร์ไดอะแกรมที่ออกแบบไว้ ดังรูปที่ ฉ.14 ของวงจรการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟสโดยตรงแบบสตาร์ทด้วยมือทำการป้อนให้พีแอลซี



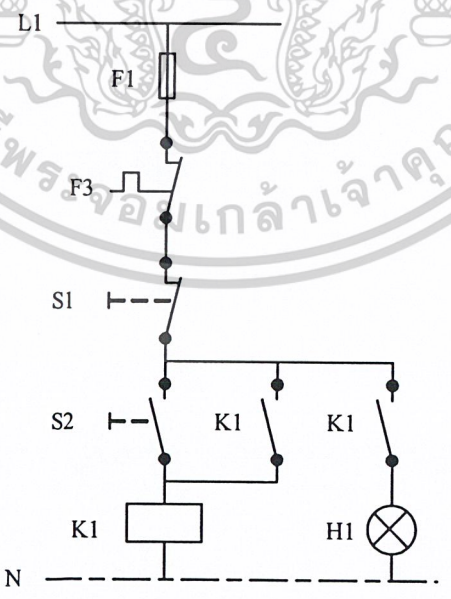
รูปที่ ฉ.14 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เชื่อมต่อสายต่างๆ ตามรูป ดังรูปที่ ฉ.17

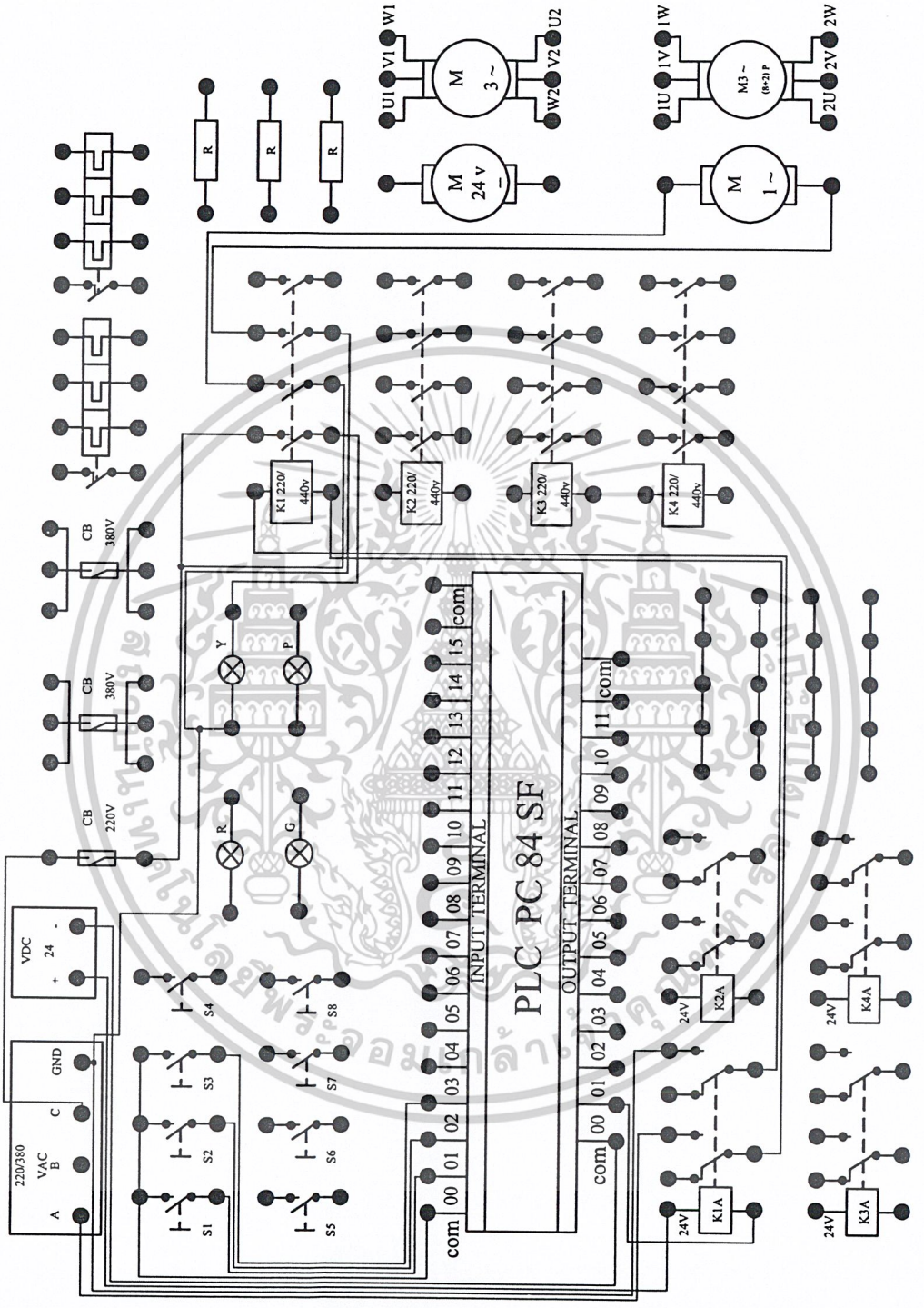


รูปที่ ฉ.15 วงจรกำลัง



รูปที่ ฉ.16 วงจรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



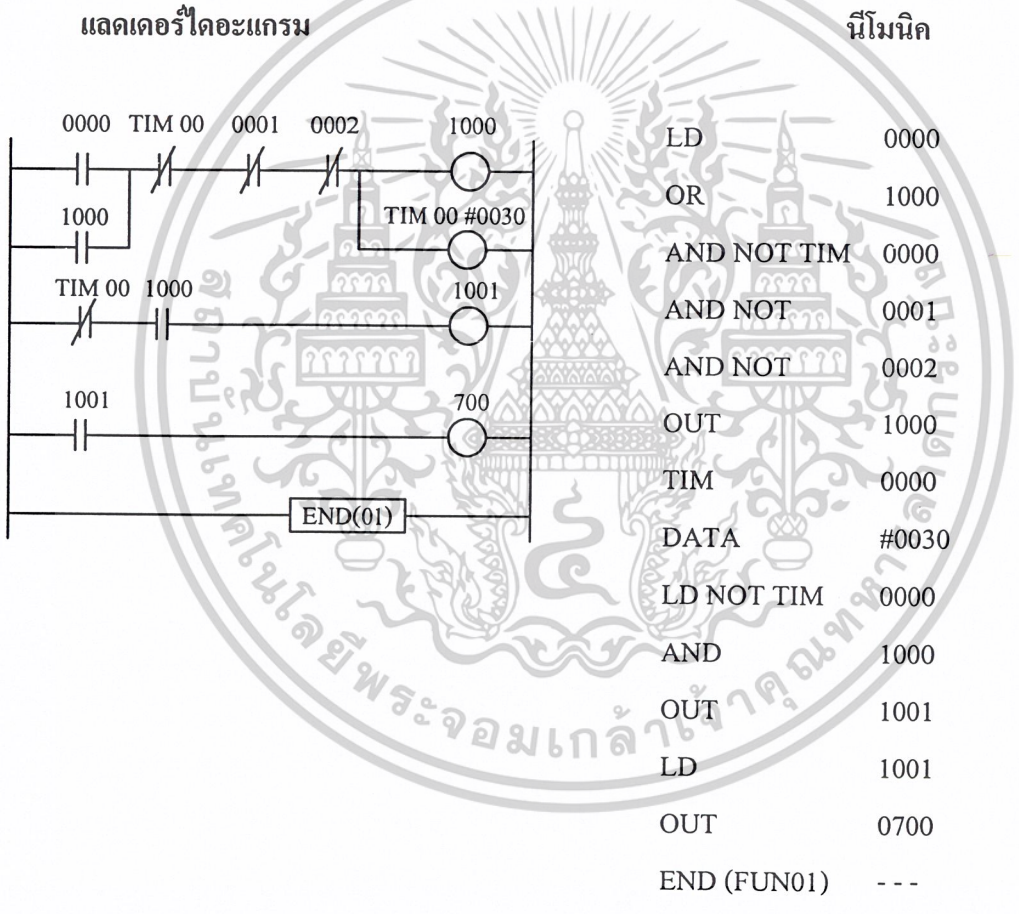
รูปที่ ฉ.17 วงจรไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ทำการสตาร์ทและสต๊อปมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส ที่ควบคุมด้วยพีแอลซี สังเกตการทำงาน

ผลการทดลองการทำงานของการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟสโดยตรงแบบสตาร์ทด้วยมือ เมื่อกดสวิตช์ตัวที่ 1 มอเตอร์ทำงาน โดยไฟที่แสดงเอาต์พุตออกมาจะเป็นสีเหลือง เมื่อกดสวิตช์ตัวที่ 2 หรือตัวที่ 3 มอเตอร์หยุดทำงาน

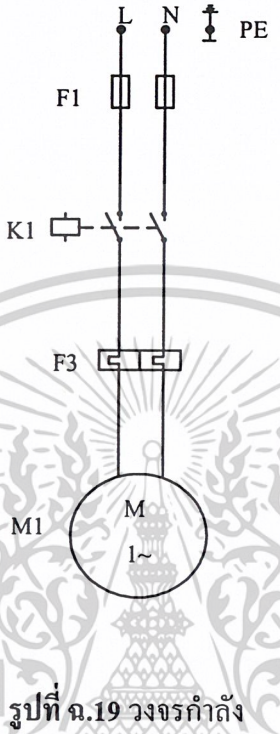
5. นำแลดเดอร์ไดอะแกรมที่ออกแบบไว้ ดังรูปที่ ฉ.18 ของวงจรการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟสโดยตรงแบบอัตโนมัติทำการป้อนให้พีแอลซี



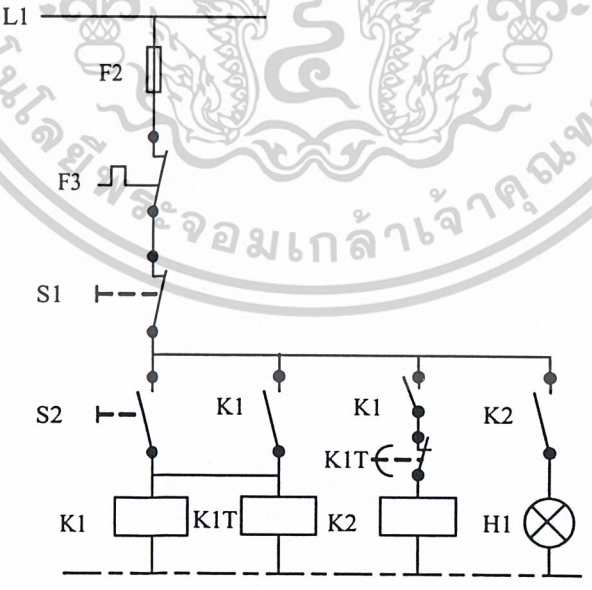
รูปที่ ฉ.18 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. เชื่อมต่อสายต่างๆ ตามรูป ดังรูปที่ ฉ.21

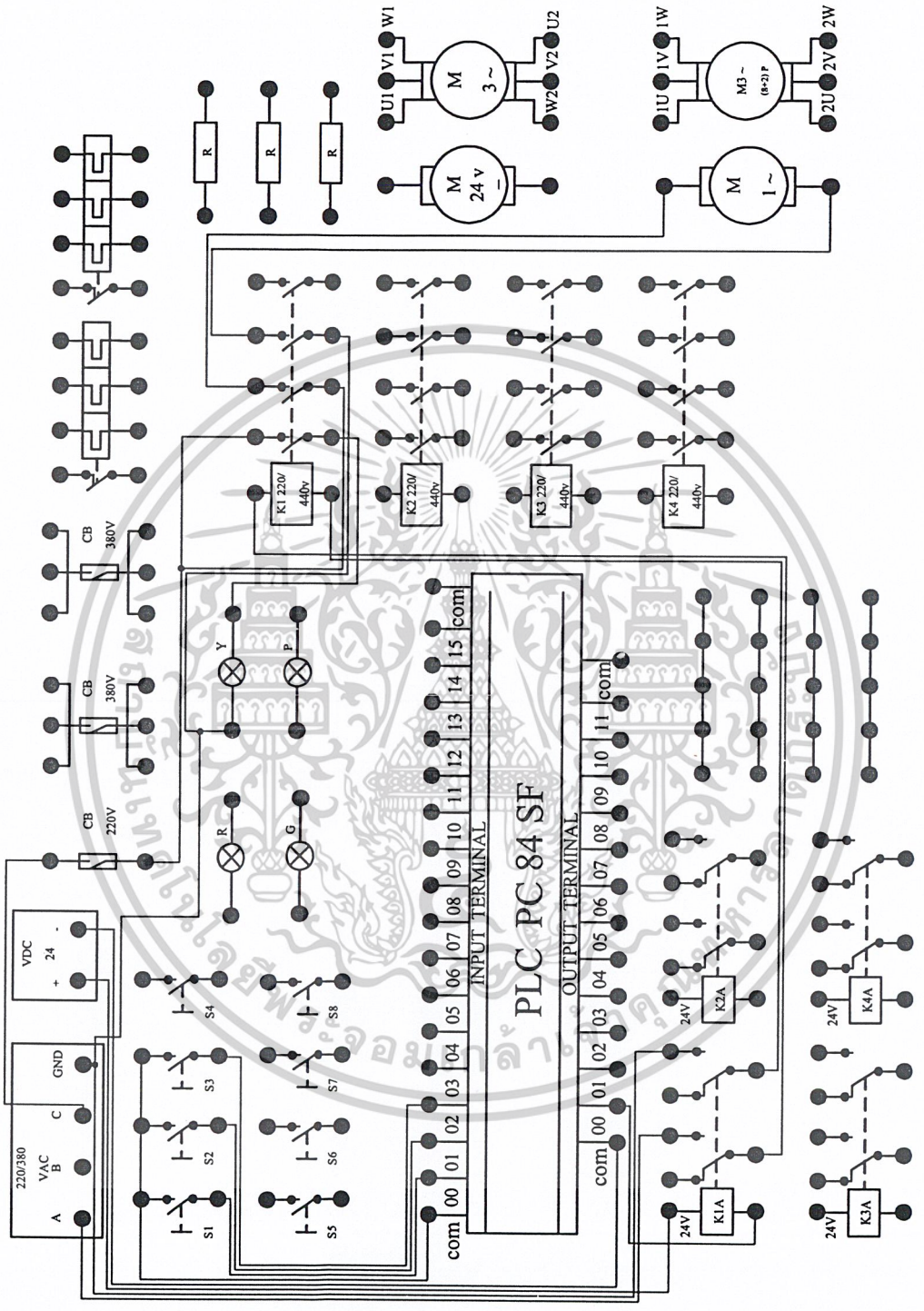


รูปที่ ฉ.19 วงจรกำลัง



รูปที่ ฉ.20 วงจรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ฉ.21 วงจรไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ทำการสตาร์ทและสต๊อปมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส ที่ควบคุมด้วยพีแอลซี สังเกตการทำงาน

ผลการทดลองการทำงานของการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟสโดยตรงแบบอัตโนมัติ เมื่อกดสวิตช์ตัวที่ 1 มอเตอร์ทำงานและเมื่อถึงเวลาที่กำหนดไว้ในโปรแกรมนีโมนิค มอเตอร์จะหยุดทำงาน โดยไฟที่แสดงเอาต์พุตออกมาจะเป็นสีเหลือง เมื่อกดสวิตช์ตัวที่ 2 หรือตัวที่ 3 มอเตอร์จะหยุดการทำงาน

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองการทำงานของการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟสโดยตรงแบบสตาร์ทด้วยมือ ในการเปลี่ยนแปลงการทำงานของมอเตอร์โดยการสตาร์ทและสต๊อปจะขึ้นอยู่กับการกดสวิตช์เลือกการทำงานที่ได้กำหนดไว้ในโปรแกรมนีโมนิค

จากการทดลองการทำงานของการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟสโดยตรงแบบอัตโนมัติในการเปลี่ยนแปลงการทำงานของมอเตอร์โดยการสตาร์ทและสต๊อปจะขึ้นอยู่กับการกำหนดเวลาเปลี่ยนการทำงานที่ได้กำหนดไว้ในโปรแกรมนีโมนิค

คำถามท้ายการทดลอง

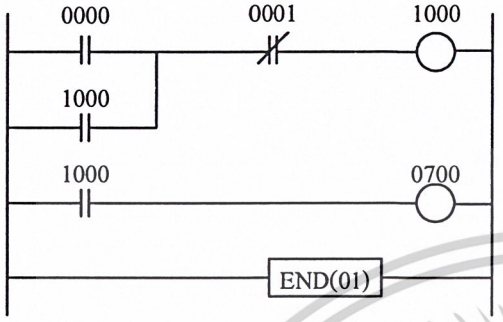
1. จากการทดลอง จงอธิบายหลักการทำงานของ แลดเดอร์ไดอะแกรม

จากแลดเดอร์ไดอะแกรมของวงจรการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟสโดยตรงแบบสตาร์ทด้วยมือจะมีหลักการทำงาน คือ เมื่อเปลี่ยนสถานะของ LD 0000 เป็นปกติปิดจะทำให้ OUT 1000 ทำงานและหน้าสัมผัสของ OUT 1000 จะเปลี่ยนเป็นปกติปิดทำให้ OUT 0700 ทำงาน เมื่อเปลี่ยนสถานะของ AND NOT 0001 หรือ AND NOT 0002 เป็นปกติเปิด OUT 1000 จะหยุดทำงาน ทำให้คอนแทคเตอร์ทุกตัวกลับสู่สภาวะเดิม

จากแลดเดอร์ไดอะแกรมของวงจรการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟสโดยตรงแบบอัตโนมัติจะมีหลักการทำงาน คือ เมื่อเปลี่ยนสถานะของ LD 0000 จะทำให้ OUT 1000 ทำงานและ TIM 0000 เริ่มนับเวลา หน้าสัมผัสของ OUT 1000 จะเปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดทำให้ไฟไหลครบวงจรตลอดเวลาทำให้ OUT 1001 ทำงาน หน้าสัมผัสของ LD 0001 จะเปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดทำให้ OUT 0700 ทำงานและเมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้ TIM 0000 จะทำการเปลี่ยนสถานะหน้าสัมผัส LD NOT TIM 0000 เป็นปกติเปิดทำให้ OUT 1000 หยุดทำงานและหน้าสัมผัสทุกตัวกลับสู่สภาวะปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. จงออกแบบแลดเดอร์ไดอะแกรมของการควบคุมการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส แบบสตาร์ทด้วยมือและอธิบายการทำงานของแลดเดอร์ไดอะแกรม ดังรูปที่ ฉ.22



นีโมนิค	
LD	0000
OR	1000
AND NOT	0001
OUT	1000
LD	1000
OUT	0700
END (FUN01)	- - -

รูปที่ ฉ.22 แลดเดอร์ไดอะแกรม และ นีโมนิค

หลักการทำงานสถานะ LD 0000 ปกติ OUT 1000 จำทำงานและเปลี่ยนหน้าสัมผัส LD 1000 เป็นปกติปิดจะทำให้ OUT 0700 ทำงาน เมื่อเปลี่ยนสถานะ AND NOT 0001 เป็นปกติเปิด OUT 1000 หยุดทำงาน หน้าสัมผัสทุกตัวกลับสู่สภาวะเดิม

3. จงบอกความแตกต่างระหว่างการทำงานในวงจรการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟสโดยตรงแบบ สตาร์ทด้วยมือกับการทำงานของการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส โดยตรงแบบอัตโนมัติ

จากการทดลองการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส โดยตรงแบบสตาร์ทด้วยมือจะใช้สวิตช์ปุ่มกดเป็นตัวเลือกการสตาร์ทและสต๊อปมอเตอร์แต่วงจรการทดลองการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส โดยตรงแบบอัตโนมัติจะใช้ตัวหน่วงเวลาเป็นตัวเลือกการทำงานสตาร์ทและสต๊อปมอเตอร์โดยการตั้งเวลาสตาร์ทหรือสต๊อปมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 3
การทดลองการทำงานของการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสโดยตรงแบบสตาร์ทด้วยมือและอัตโนมัติ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เพื่อให้นักศึกษาสามารถ

1. อธิบายหลักการทำงานของวงจรที่สตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสโดยตรงแบบสตาร์ทด้วยมือและแบบอัตโนมัติได้
2. ประกอบวงจรสำหรับการทดลองได้
3. สามารถประยุกต์ใช้งานพีแอลซีควบคุมการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสโดยตรงแบบสตาร์ทด้วยมือและแบบอัตโนมัติได้
4. สามารถป้อนโปรแกรมพีแอลซีได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ชุดฝึกมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับควบคุมด้วยพีแอลซี 1 ชุด
2. สายเสียบต่อวงจรขนาด 1.5 มม^{2}และ2.5 มม^2 1 ชุด

ทฤษฎีเบื้องต้น

มอเตอร์ไฟสลับที่เรียกว่า อินดั๊กชั่นมอเตอร์ก็เหมือนกับหม้อแปลงไฟฟ้านั่นก็ คือ โรเตอร์ทำหน้าที่เป็นขดลวดทุติยภูมิ จะต่างกันเพียงนิดเดียว คือ โรเตอร์ของมอเตอร์จะเชื่อมต่อครบวงจรแบบวงจรลัดตลอดเวลา ดังนั้นเมื่อป้อนไฟกระแสสลับให้กับขดลวดสเตเตอร์แล้ว กระแสอินพุตของขดลวดสเตเตอร์ (ขดลวดปฐมภูมิ) จะสูงมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงสตาร์ท เนื่องจากในช่วงสตาร์ทนี้จะยังไม่มีแรงเคลื่อนเหนี่ยวนำย้อนกลับเกิดต้านกับแรงดันป้อน กระแสในช่วงสตาร์ทของอินดั๊กชั่นมอเตอร์จะมีค่าประมาณ 5 ถึง 7 เท่าของกระแสเมื่อมอเตอร์ทำงานเต็มพิกัด แต่แรงบิดในช่วงนี้จะมีค่าประมาณ 1.5 ถึง 2.5 เท่าของแรงบิดที่โหลดเต็มพิกัดเท่านั้น กระแสไฟที่มีค่าสูงในชั่วขณะนี้ จะมีผลทำให้เกิดแรงดันไฟลด (Drop) ในสายอันจะมีผลต่อการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นที่ต่อร่วมกันในวงจรเดียวกัน ดังนั้นมอเตอร์ที่มีขนาดตั้งแต่ 30 แรงม้าขึ้นไปจึงไม่ควรที่จะสตาร์ทโดยตรง แรงบิดสตาร์ทของอินดั๊กชั่นมอเตอร์สามารถที่จะแก้ไขให้ดีขึ้นได้โดยการเพิ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความต้านทานให้กับวงจรโรเตอร์ ซึ่งกรณีนี้สามารถใช้กับมอเตอร์ 3 เฟสแบบสลิปริงได้เป็นอย่างดี แต่ไม่สามารถนำไปใช้กับมอเตอร์แบบสไควเรลเกจได้ อย่างไรก็ตามวิธีการลดกระแสสตาร์ทก็สามารถทำได้ โดยการลดแรงดันป้อนของสเตเตอร์ในช่วงสตาร์ท เมื่อมอเตอร์ทำงานแล้วจึงเพิ่มแรงดันให้มีค่าตามพิกัดกำหนดเท่านั้น

วิธีสตาร์ทอินดั๊กชั่นมอเตอร์แบบวาวด์โรเตอร์มอเตอร์หรือสลิปริงมอเตอร์นี้ มักจะสตาร์ทด้วยแรงดันเต็มพิกัด คือป้อนแรงดันตามพิกัดให้กับขดลวดสเตเตอร์เลย กระแสไฟตอนเริ่มสตาร์ทจะถูกปรับให้ลดลงโดยวิธีการต่อความต้านทานที่ปรับค่าได้เข้ากับวงจรโรเตอร์ ความต้านทานที่ปรับค่าได้หรือที่เรียกว่ารีโอสตาร์ทจะต่อร่วมกับโรเตอร์ด้วยการต่อแบบสตาร์ขณะสตาร์ทจะปรับค่าความต้านทานให้มีค่าสูงๆ ร่วมในวงจรโรเตอร์ แต่พอความเร็วสูงขึ้นแล้ว จึงค่อยๆ ลดความต้านทานลง จนกระทั่งตัดออกหมด และต่อลัดวงจรโรเตอร์

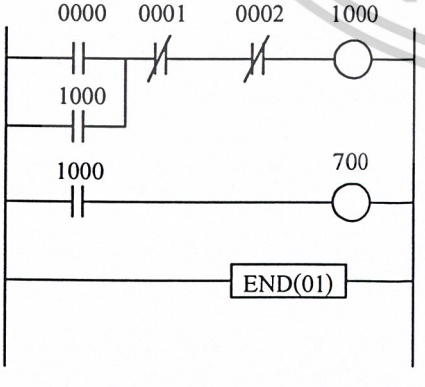
การเพิ่มความต้านทานเข้าไปในโรเตอร์นั้นไม่เพียงแต่ทำให้กระแสสตาร์ทลดลงเท่านั้นยังทำให้แรงบิดสตาร์ทสูงขึ้นด้วย เนื่องจากเพาเวอร์แฟคเตอร์ดีขึ้น

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อแหล่งจ่ายไฟแรงดัน 220 V_{AC} เข้ากับชุดทดลอง

2. นำแลดเดอร์ไดอะแกรมที่ออกแบบไว้ ดังรูปที่ ฉ.23 ของวงจรการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสโดยตรงแบบสตาร์ทด้วยมือทำการป้อนให้พีแอลซี

แลดเดอร์ไดอะแกรม



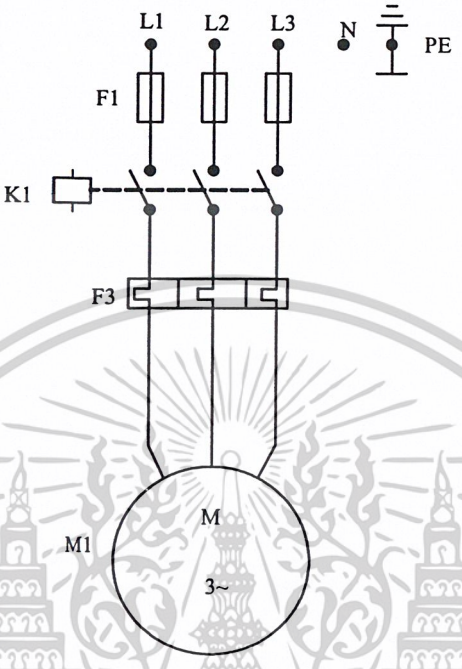
นีโมนิค

LD	0000
OR	1000
AND NOT	0001
AND NOT	0002
OUT	1000
LD	1000
OUT	0700
END (FUN01)	- - -

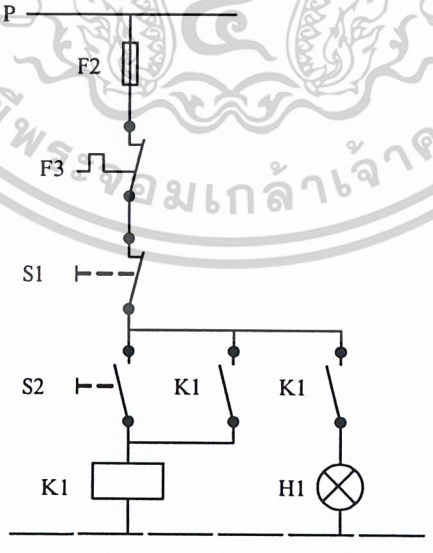
รูปที่ ฉ.23 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เชื่อมต่อสายต่างๆ ตามรูป ดังรูปที่ ฉ.26

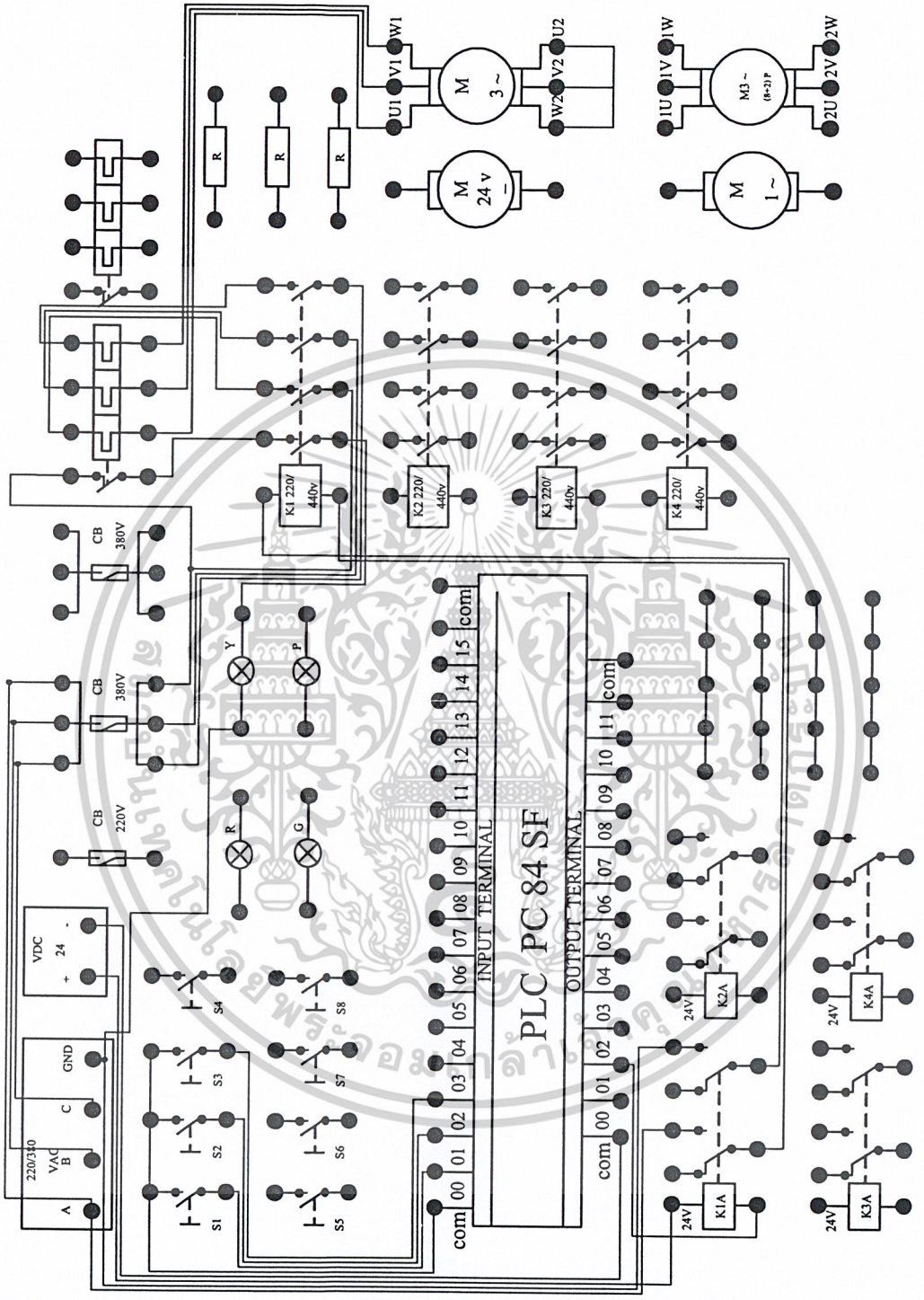


รูปที่ ฉ.24 วงจรกำลัง



รูปที่ ฉ.25 วงจรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



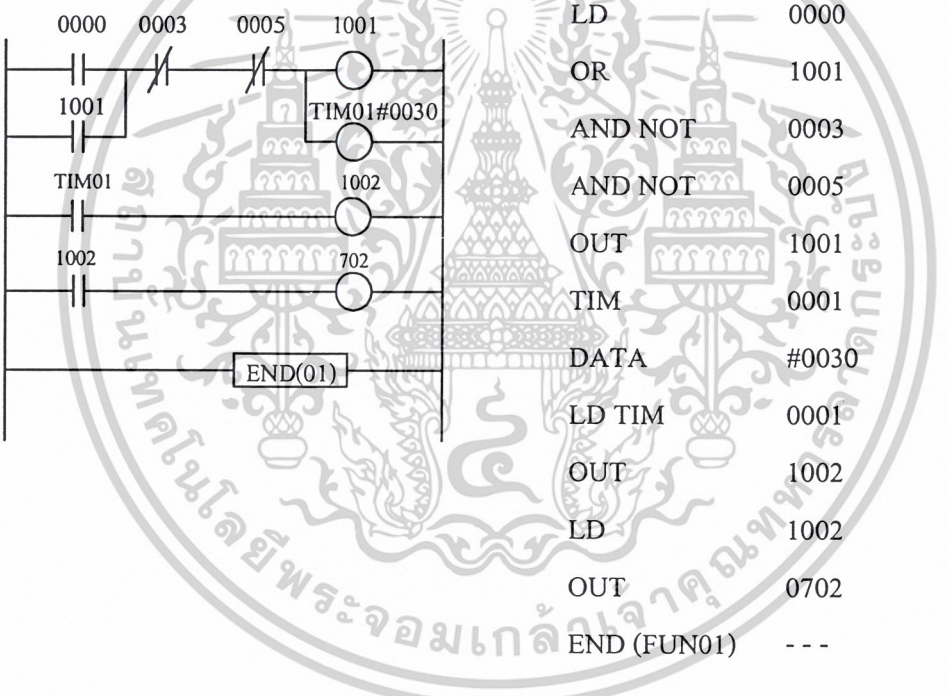
รูปที่ ฉ.26 วงจรไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ทำการสตาร์ทและสต๊อปมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสที่ควบคุมด้วยพีแอลซี สังเกตการทำงาน

ผลการทดลองการทำงานของการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสโดยตรงแบบสตาร์ทด้วยมือ เมื่อกดสวิตช์ตัวที่ 1 มอเตอร์ทำงานโดยไฟที่แสดงเอาต์พุตออกมาจะเป็นสีเหลือง เมื่อกดสวิตช์ตัวที่ 2 หรือตัวที่ 3 มอเตอร์หยุดการทำงาน

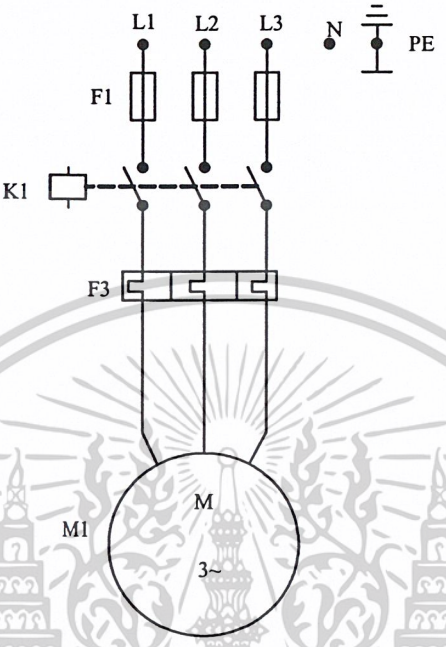
5. นำแลดเดอร์ไดอะแกรมที่ออกแบบไว้ ดังรูปที่ ฉ.27 ของวงจรการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสโดยตรงแบบอัตโนมัติทำการป้อนให้พีแอลซี



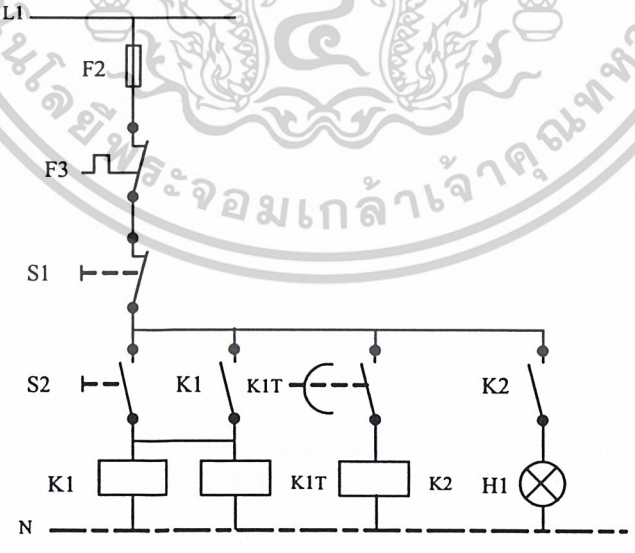
รูปที่ ฉ.27 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. เชื่อมต่อสายต่างๆ ตามรูป ดังรูปที่ ฉ.30

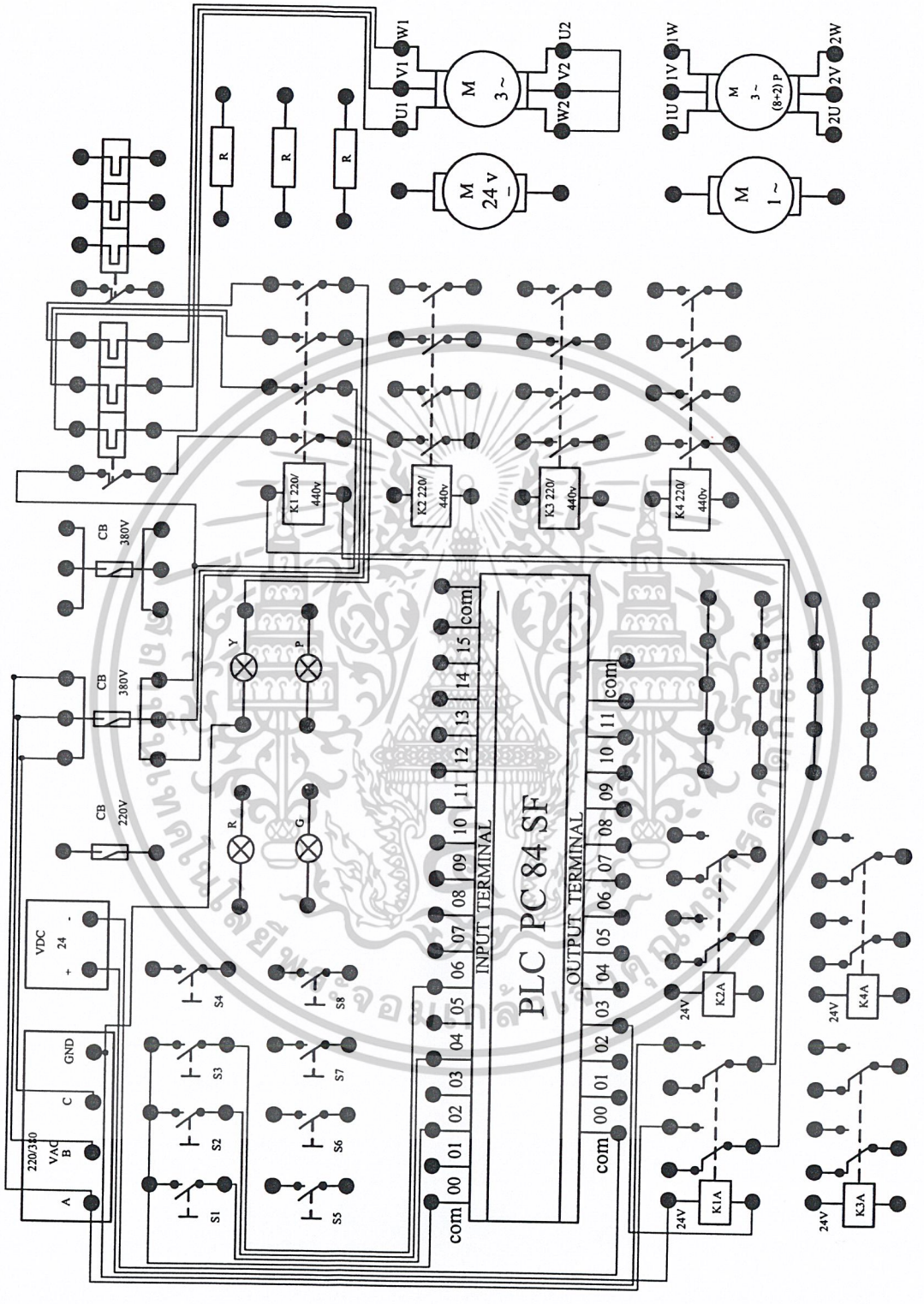


รูปที่ ฉ.28 วงจรกำลัง



รูปที่ ฉ.29 วงจรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ฉ.30 วงจรไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ทำการสตาร์ทและสต๊อปมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสที่ควบคุมด้วยพีแอลซี สังเกตการทำงาน

ผลการทดลองการทำงานของการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสโดยตรงแบบอัตโนมัติ เมื่อกดสวิตช์ตัวที่ 1 มอเตอร์ทำงานและเมื่อถึงเวลาที่กำหนดไว้ในโปรแกรมนีโมนิค มอเตอร์จะหยุดทำงาน โดยไฟที่แสดงเอาต์พุตออกมาจะเป็นสีเหลือง เมื่อกดสวิตช์ตัวที่ 2 หรือตัวที่ 3 มอเตอร์จะหยุดการทำงาน

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองการทำงานของการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสโดยตรงแบบสตาร์ทด้วยมือ ในการเปลี่ยนแปลงการทำงานของมอเตอร์โดยการสตาร์ทและสต๊อปจะขึ้นอยู่กับการกดสวิตช์เลือกการทำงานที่ได้กำหนดไว้ในโปรแกรมนีโมนิค

จากการทดลองการทำงานของการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสโดยตรงแบบอัตโนมัติ ในการเปลี่ยนแปลงการทำงานของมอเตอร์โดยการสตาร์ทและสต๊อปจะขึ้นอยู่กับการตั้งเวลาเปลี่ยนการทำงานที่ได้กำหนดไว้ในโปรแกรมนีโมนิค

คำถามท้ายการทดลอง

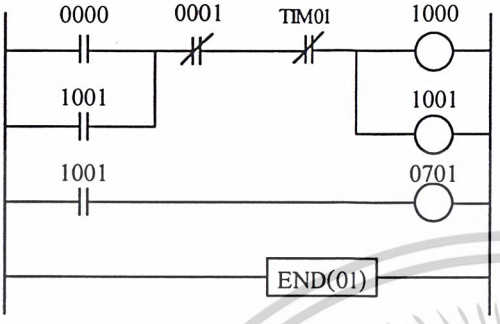
1. จากการทดลอง จงอธิบายหลักการทำงานของแลดเดอร์ไดอะแกรม

จากวงจรสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส โดยตรงแบบสตาร์ทด้วยมือเมื่อเปลี่ยนสถานะ LD 0000 เป็นปกติปิด OUT 1000 จะทำงานเมื่อ OUT 1000 ทำงาน หน้าสัมผัสของของ LD 1000 จะเปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดทำให้ไฟไหลเข้าไปเลี้ยง OUT 1000 ตลอดเวลาและยังทำให้ไฟไหลเข้าไปเลี้ยง OUT 1000 ตลอดเวลาและยังทำให้ OUT 0700 ทำงาน เมื่อเปลี่ยนสถานะ LD NOT 0001 หรือ LD NOT 0002 เป็นปกติเปิดจะทำให้วงจรหยุดการทำงานหน้าสัมผัสทุกตัวกลับสู่สภาวะปกติ

จากวงจรสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส โดยตรงแบบอัตโนมัติเมื่อเปลี่ยนสถานะ LD 0000 เป็นปกติปิด OUT 1001 จะทำงานและ TIM 0001 จะเริ่มนับเวลา เมื่อ OUT 1001 ทำงาน หน้าสัมผัสของ LD 1001 จะเปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิด ทำให้มีไฟไหลเข้า OUT 1001 และ TIM 01 ตลอดเวลา เมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้ใน TIM 0001 หน้าสัมผัสของ LD TIM 0001 จะเปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิด ทำให้ OUT 1002 ทำงานและหน้าสัมผัสของ LD 1002 เปลี่ยนสถานะเป็นปกติทำให้ OUT 0702 ทำงาน เมื่อเปลี่ยนสถานะ LD NOT 0003 หรือ LD NOT 0005 เป็นปกติเปิด จะทำให้วงจรหยุดการทำงานหน้าสัมผัสทุกตัวกลับสู่สภาวะปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. จงออกแบบแลดเดอร์ไดอะแกรมของวงจรควบคุมการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสโดยตรงแบบสตาร์ทด้วยมือและอธิบายการทำงานของแลดเดอร์ไดอะแกรม ดังรูปที่ ฉ.31



นีโมนิค

LD	0000
OR	1001
AND NOT	0001
AND NOT TIM	0001
TIM	0001
DATA	#0030
OUT	1001
LD	1001
OUT	0701
END(FUN01)	- - -

รูปที่ ฉ.31 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

หลักการทำงานของแลดเดอร์ไดอะแกรมเมื่อเปลี่ยนสถานะ LD 0000 เป็นปกติปิด TIM 0001 จะเริ่มนับเวลาและ OUT 1001 ทำงาน เมื่อ OUT 1001 ทำงาน หน้าสัมผัสของ LD 1001 จะเปลี่ยนเป็นปกติปิดทำให้มีไฟไหลเข้า TIM 0001 และ OUT 1001 อยู่ตลอดเวลา ทำให้ OUT 0701 ทำงาน เมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้ที่ TIM 0001 หน้าสัมผัสของ LD TIM 0001 จะเปลี่ยนสถานะเป็นปกติเปิดทำให้ OUT 1001 หยุดทำงาน หน้าสัมผัสทุกตัวกลับสู่สภาวะปกติและเมื่อเปลี่ยนสถานะ LD 0001 ขณะวงจรทำงานอยู่ วงจรจะหยุดทำงานและหน้าสัมผัสทุกตัวกลับสู่สภาวะปกติ

3. จงบอกความแตกต่างระหว่างการทำงาน ของวงจรการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบสตาร์ทด้วยมือและการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับแบบอัตโนมัติ

การทำงานของวงจรการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบ สตาร์ทด้วยมือการเปลี่ยนการทำงานจะขึ้นอยู่กับการกดเลือกการทำงานที่สวิตช์ปุ่มกด แต่การทำงานของวงจรสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบอัตโนมัติจะใช้รีเลย์ตั้งเวลาเป็นตัวเลือกการทำงานสตาร์ทหรือสต๊อปก็ได้ขึ้นอยู่กับการออกแบบโปรแกรมนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 4
การทดลองการทำงานของการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบจ๊อกกิ้ง รีเวอร์ซิ่งอาฟเตอร์สต๊อป และแบบดิเรครีเวอร์ซิ่ง

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เพื่อให้นักศึกษาสามารถ

1. อธิบายหลักการทำงานของวงจรการกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส โดยตรงแบบจ๊อกกิ้ง รีเวอร์ซิ่งอาฟเตอร์สต๊อปและแบบดิเรครีเวอร์ซิ่งได้
2. ประกอบวงจรสำหรับการทดลองได้
3. สามารถประยุกต์ใช้งานพีแอลซีในการควบคุมวงจรการกลับทางหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสโดยตรงแบบจ๊อกกิ้ง รีเวอร์ซิ่งอาฟเตอร์สต๊อปและแบบดิเรครีเวอร์ซิ่ง ได้
4. สามารถป้อนโปรแกรมพีแอลซีได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ชุดฝึกมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับควบคุมด้วยพีแอลซี 1 ชุด
2. สายเสียบต่อวงจรขนาด 1.5 มม^{2}และ2.5 มม^2 1 ชุด

ทฤษฎีเบื้องต้น

สำหรับมอเตอร์ 3เฟสนั้น สามารถที่จะกลับทิศทางหมุนได้ซึ่งสามารถกระทำได้โดยสลับสายเมนคู่ใดคู่หนึ่งที่ต่อเข้ากับมอเตอร์ โดยอีกเส้นหนึ่งให้ต่อไว้คงเดิมจากวงจรเพาเวอร์ไดอะแกรม ถ้าสมมุติว่า คอนแทคเตอร์ตัวใดตัวหนึ่งทำงานอยู่คอนแทคเตอร์อีกตัวหนึ่งจะต้องไม่ทำงานเพราะถ้าคอนแทคเตอร์สองตัวทำงานพร้อมกันก็จะทำให้เกิดการลัดวงจรขึ้นระหว่างสายไฟกับสายไฟ

จากวงจรควบคุมแบบรีเลย์ วิธีการป้องกันไม่ให้ K1 และ K2 ทำงานพร้อมกันจะทำได้โดยการต่อวงจรควบคุมให้ทำงานแบบอินเตอร์ล๊อคกัน

อินเตอร์ล๊อค หมายถึง การที่คอนแทคเตอร์ส่วนหนึ่งอาจเป็นของสวิตซ์หรือคอนแทคเตอร์ก็ได้ขณะทำงานแล้วไปทำให้วงจรส่วนอื่นๆ ไม่สามารถทำงานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จ๊อกกิ้ง เป็นการกลับทางหมุนโดยอาศัยหลักการกลับกลับทางหมุนโดยทันทีทันใดเมื่อกดสวิตช์สตาร์ทมอเตอร์ก็จะทำงานทันทีเมื่อปล่อยสวิตช์มอเตอร์ก็จะหยุดทำงานเช่นเดียวกันกับการกดสวิตช์สตาร์ทกลับทางหมุนมอเตอร์ก็จะทำงานทันทีเมื่อปล่อยสวิตช์มอเตอร์ก็จะหยุดทำงาน

การกลับทางหมุนแบบรีเวอร์ซิ่งอาฟเตอร์สต๊อปจะมีจุดเด่นอย่างหนึ่งก็ คือ จะต้องให้มอเตอร์หยุดหมุนก่อนจึงจะกลับทางหมุนได้

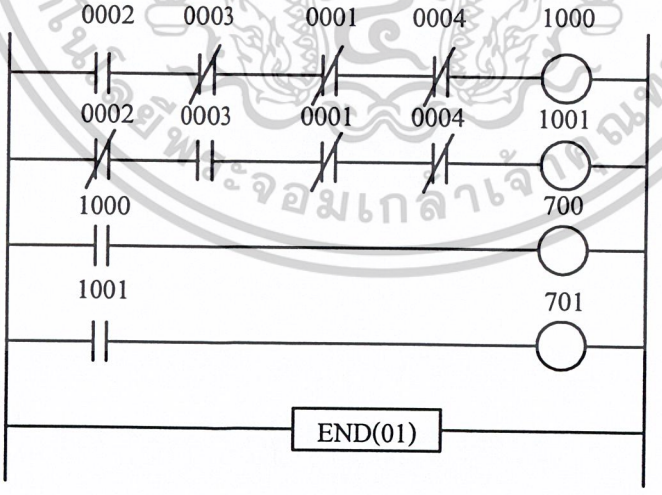
การกลับทางหมุนแบบดิเรครีเวอร์ซิ่งเป็นวงจรกลับทางหมุนของมอเตอร์ที่คล้ายกับการควบคุมแบบรีเวอร์ซิ่งอาฟเตอร์สต๊อปแต่สามารถที่จะกลับทางหมุนได้โดยไม่ต้องกดสวิตช์สต๊อปก่อนและจะต่อคล้ายกับการการควบคุมแบบจ๊อกกิ้งแต่สามารถที่จะล็อคให้คอนแทคเตอร์ทำงานตลอดเวลา (มอเตอร์หมุนตลอดเวลา) โดยที่หยุดกดสวิตช์สตาร์ทแล้วก็ตาม

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อแหล่งจ่ายไฟแรงดัน 380 V_{AC} เข้ากับชุดทดลอง

2. นำแลดเดอร์ไดอะแกรมของวงจรกลับทางหมุนแบบจ๊อกกิ้งที่ออกแบบไว้ ดังรูปที่ ฉ.32 ทำการป้อนให้พีแอลซี

แลดเดอร์ไดอะแกรม



รูปที่ ฉ.32 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

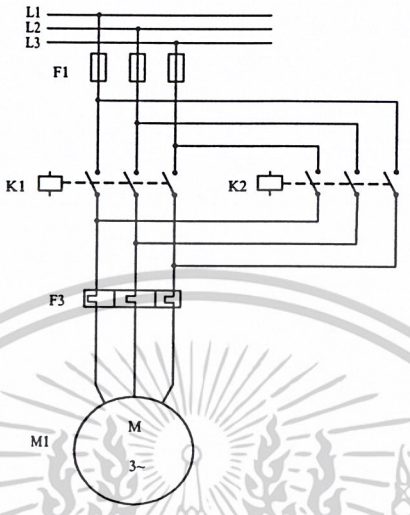
นีโมนิค

LD	0002
AND NOT	0003
AND NOT	0001
AND NOT	0004
OUT	1000
LD NOT	0002
AND	0003
AND NOT	0001
AND NOT	0004
OUT	1001
LD	1000
OUT	0700
LD	1001
OUT	0701
END (FUN01)	- - -

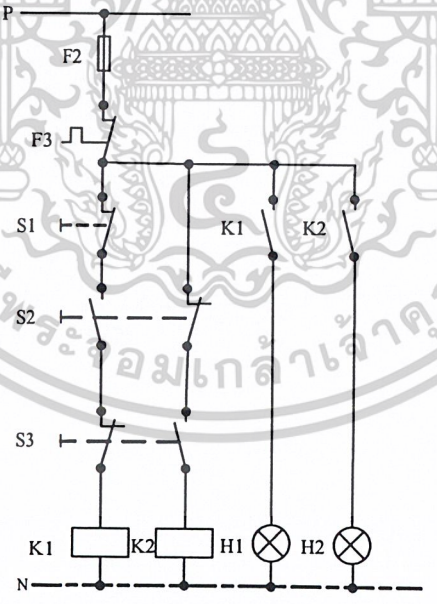
รูปที่ ฉ.32 (ต่อ) แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เชื่อมต่อสายต่างๆ ตามรูป ดังรูปที่ ฉ.35

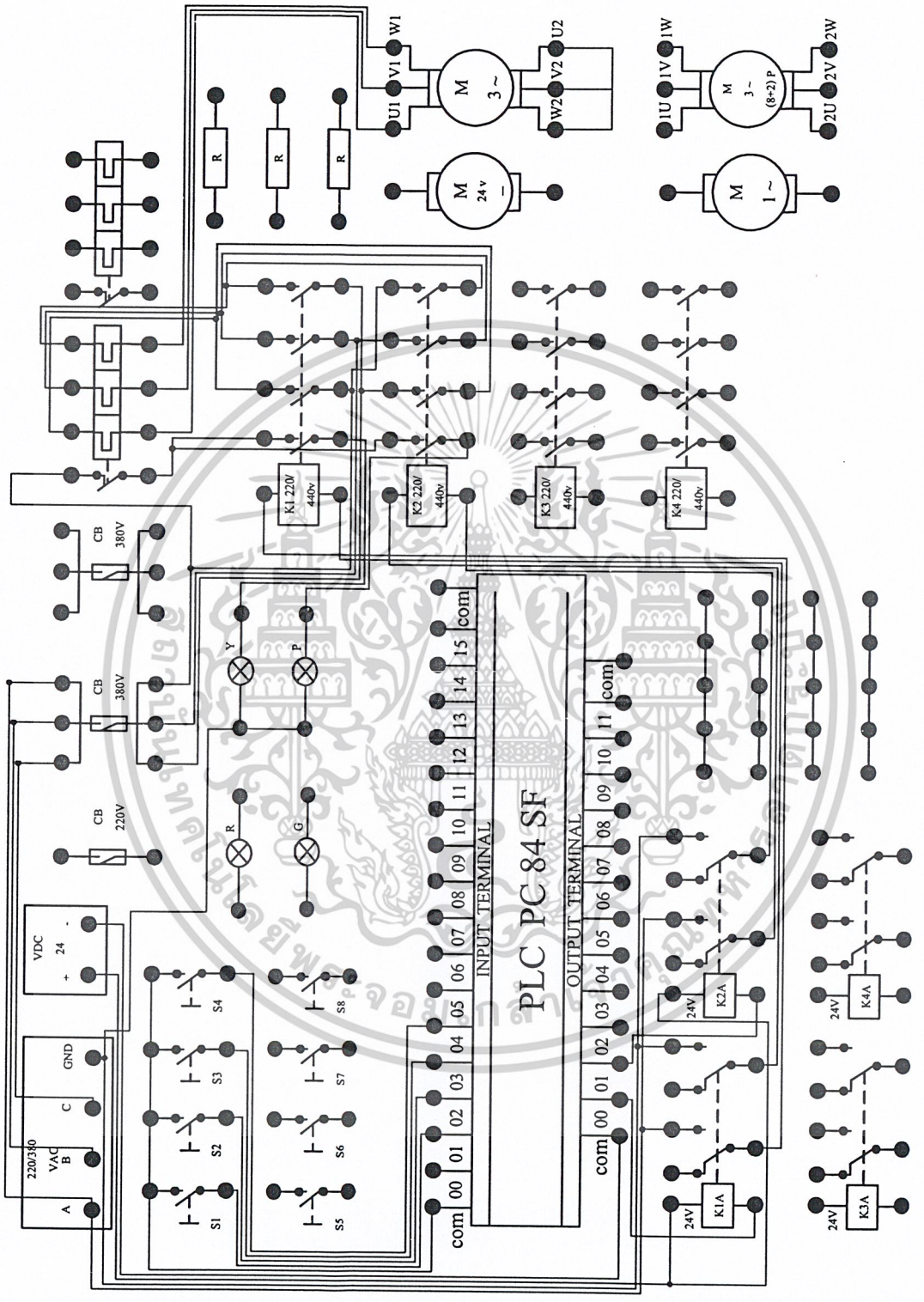


รูปที่ ฉ.33 วงจรกำลัง



รูปที่ ฉ.34 วงจรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ฉ.35 วงจรไฟฟ้า

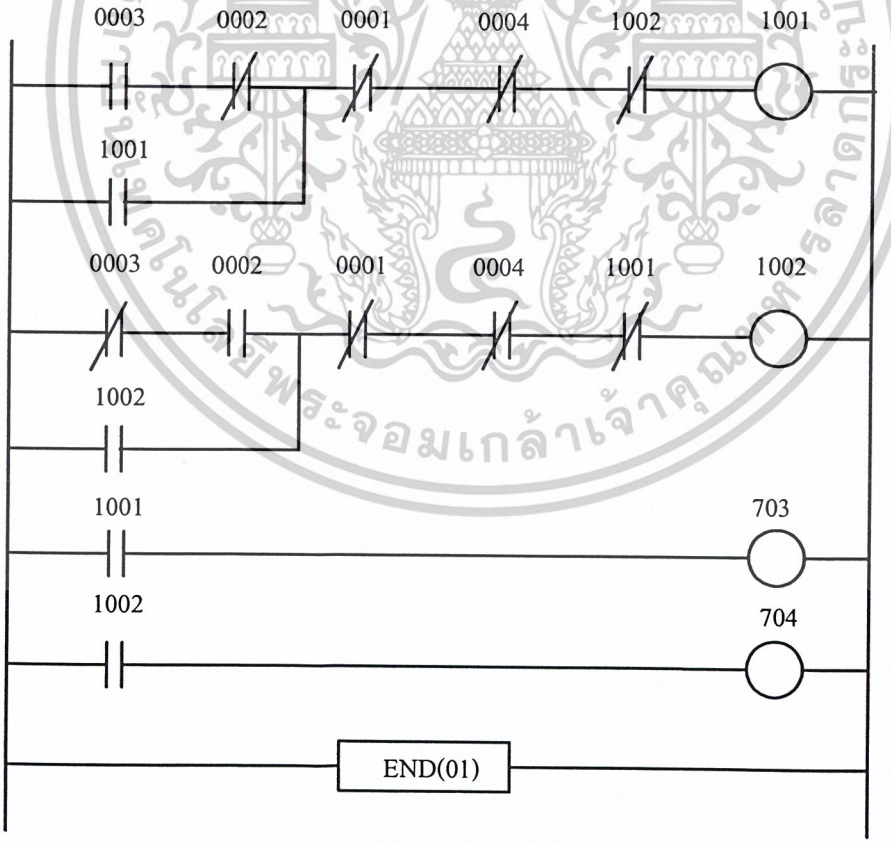
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ทำการสตาร์ทมอเตอร์และทำการกลับทางหมุนมอเตอร์โดยการกดสวิตช์สังเกตการทำงาน

ผลการทดลองการทำงานของการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบจ๊อกกิ้ง เมื่อกดสวิตช์ตัวที่ 2 มอเตอร์ทำงานหมุนไปทางขวาและเมื่อปล่อยสวิตช์มอเตอร์จะหยุดการทำงาน เมื่อกดสวิตช์ตัวที่ 3 มอเตอร์ทำงานโดยหมุนไปทางซ้ายและเมื่อปล่อยสวิตช์มอเตอร์หยุดการทำงาน ในขณะที่มอเตอร์ทำงานอยู่เมื่อกดสวิตช์ตัวที่ 1 หรือตัวที่ 4 มอเตอร์หยุดการทำงานและถ้ากดสวิตช์ตัวที่ 2 และตัวที่ 3 พร้อมกันมอเตอร์ไม่ทำงาน ไฟที่แสดงเอาต์พุตออกมาขณะที่มอเตอร์หมุนไปทางขวาจะเป็นสีเหลืองและขณะมอเตอร์หมุนไปทางซ้ายจะเป็นสีม่วง

5. นำแลดเดอร์ไดอะแกรมของวงจรกลับทางหมุนแบบรีเวอร์ซิ่งอาฟเตอร์สต๊อป ที่ออกแบบไว้ ดังรูปที่ ฉ.36 ทำการป้อนให้พีแอลซี

แลดเดอร์ไดอะแกรม



รูปที่ ฉ.36 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

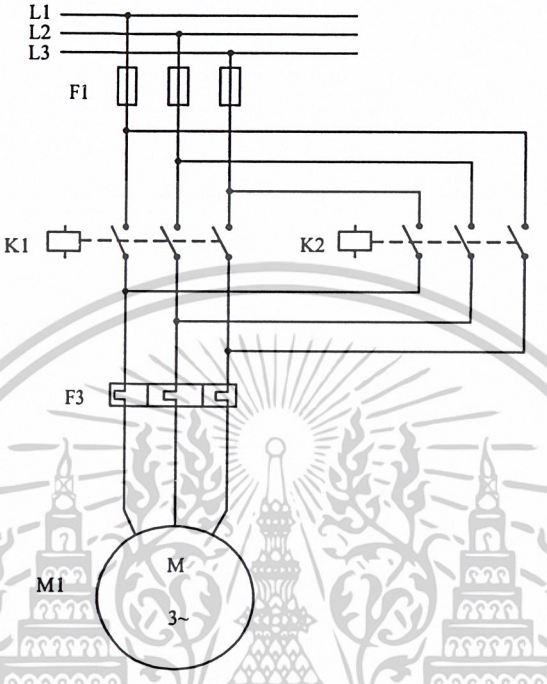
นีโมนิค

LD	0003
AND NOT	0002
OR	1001
AND NOT	0001
AND NOT	0004
AND NOT	1002
OUT	1001
LD NOT	0003
AND	0002
OR	1002
AND NOT	0001
AND NOT	0004
AND NOT	1001
OUT	1002
LD	1001
OUT	0703
LD	1002
OUT	0704
END (FUN01)	- - -

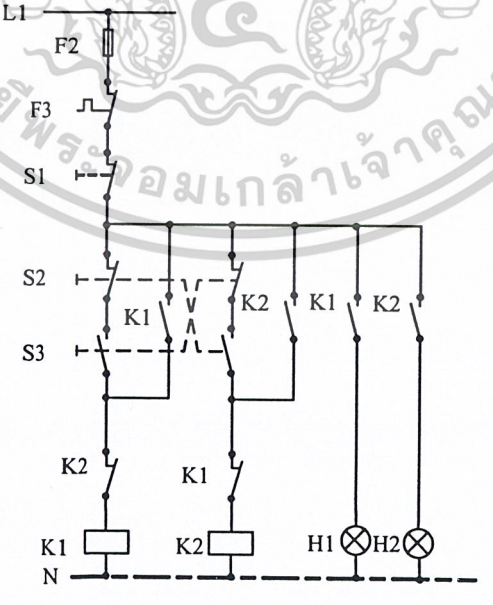
รูปที่ ฉ.36 (ต่อ) แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. เชื่อมต่อสายต่างๆ ตามรูป ดังรูปที่ ฉ.39

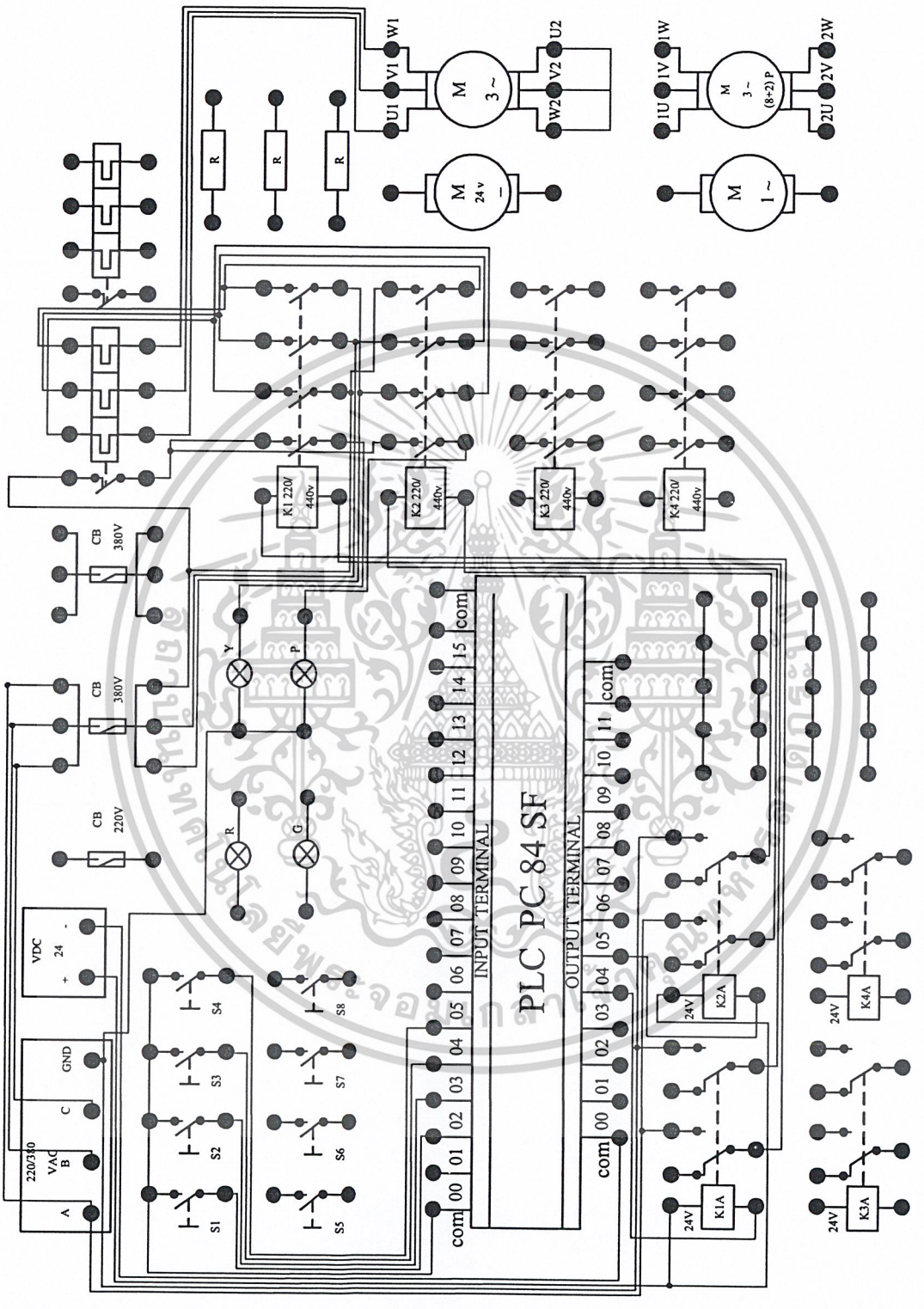


รูปที่ ฉ.37 วงจรกำลัง



รูปที่ ฉ.38 วงจรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ฉ.39 วงจรไฟฟ้า

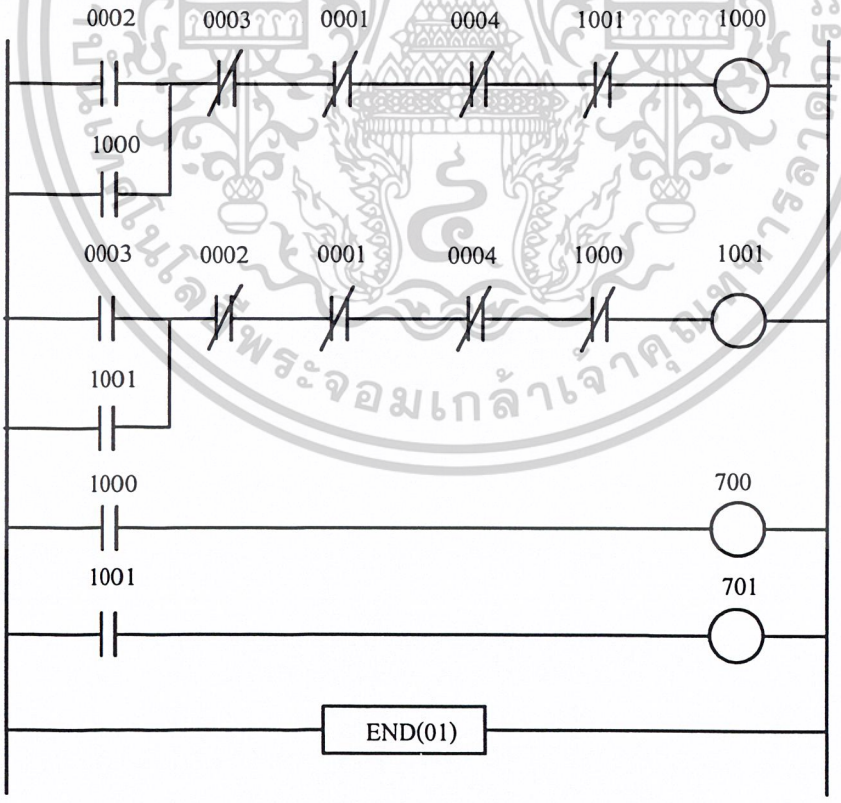
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ทำการสตาร์ทมอเตอร์และกลับทางหมุนมอเตอร์โดยการกดสวิตช์สังเกตการทำงาน

ผลการทดลองการทำงานของการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบรีเวอร์ซิ่งอาฟเตอร์สต๊อป เมื่อกดสวิตช์ตัวที่ 3 มอเตอร์ทำงานโดยหมุนไปทางขวา เมื่อกดสวิตช์ตัวที่ 2 มอเตอร์ทำงานโดยหมุนไปทางซ้าย กดสวิตช์ตัวที่ 2 หรือตัวที่ 3 พร้อมกันมอเตอร์ไม่ทำงาน ถ้ามอเตอร์ทำงานอยู่ก่อนแล้วกดสวิตช์กลับทางหมุนมอเตอร์จะไม่กลับทางหมุนต้องกดสวิตช์ตัวที่ 1 หรือตัวที่ 4 ให้มอเตอร์หยุดการทำงานก่อนแล้วจึงกดสวิตช์ตัวที่ 2 หรือตัวที่ 3 เพื่อกลับทางหมุน ไฟที่แสดงเอาต์พุตออกมาในขณะที่มอเตอร์หมุนไปทางขวาจะเป็นสีเหลืองและขณะที่มอเตอร์หมุนไปทางซ้ายจะเป็นสีม่วง

8. นำแลดเดอร์ไดอะแกรมของวงจรกลับทางหมุนแบบดิเรครีเวอร์ซิ่งที่ออกแบบไว้ ดังรูปที่ ฉ.40 ทำการป้อนให้พีแอลซี

แลดเดอร์ไดอะแกรม



รูปที่ ฉ.40 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

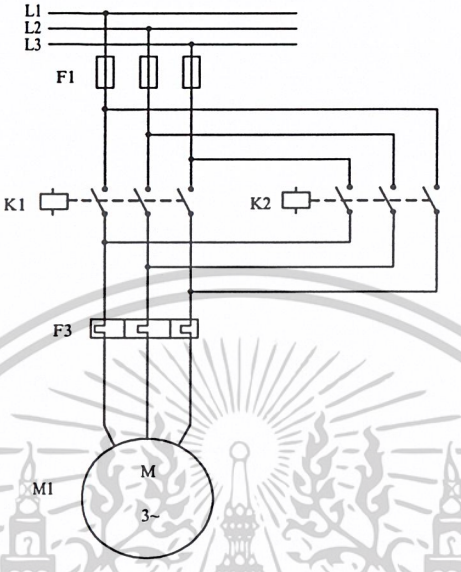
นีโมนิค

LD	0002
OR	1000
AND NOT	0003
AND NOT	0001
AND NOT	0004
AND NOT	1001
OUT	1000
LD	0003
OR	1001
AND NOT	0002
AND NOT	0001
AND NOT	0004
AND NOT	1000
OUT	1001
LD	1000
OUT	0700
LD	1001
OUT	0701
END (FUN01)	- - -

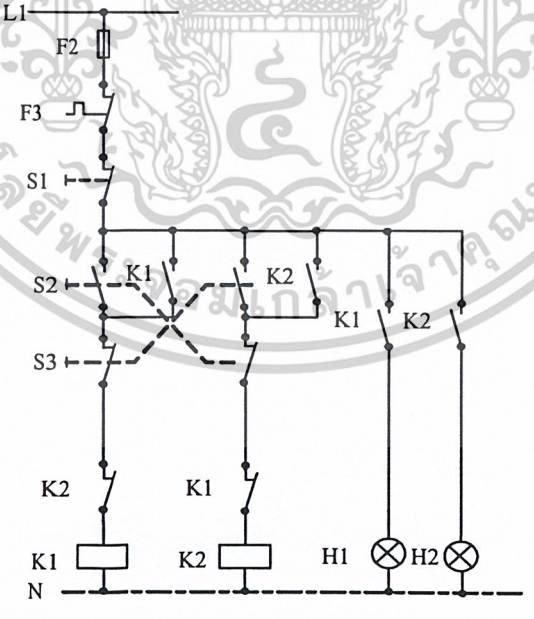
รูปที่ ฉ.40 (ต่อ) แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. เชื่อมต่อสายต่างๆ ตามรูป ดังรูปที่ ฉ.43

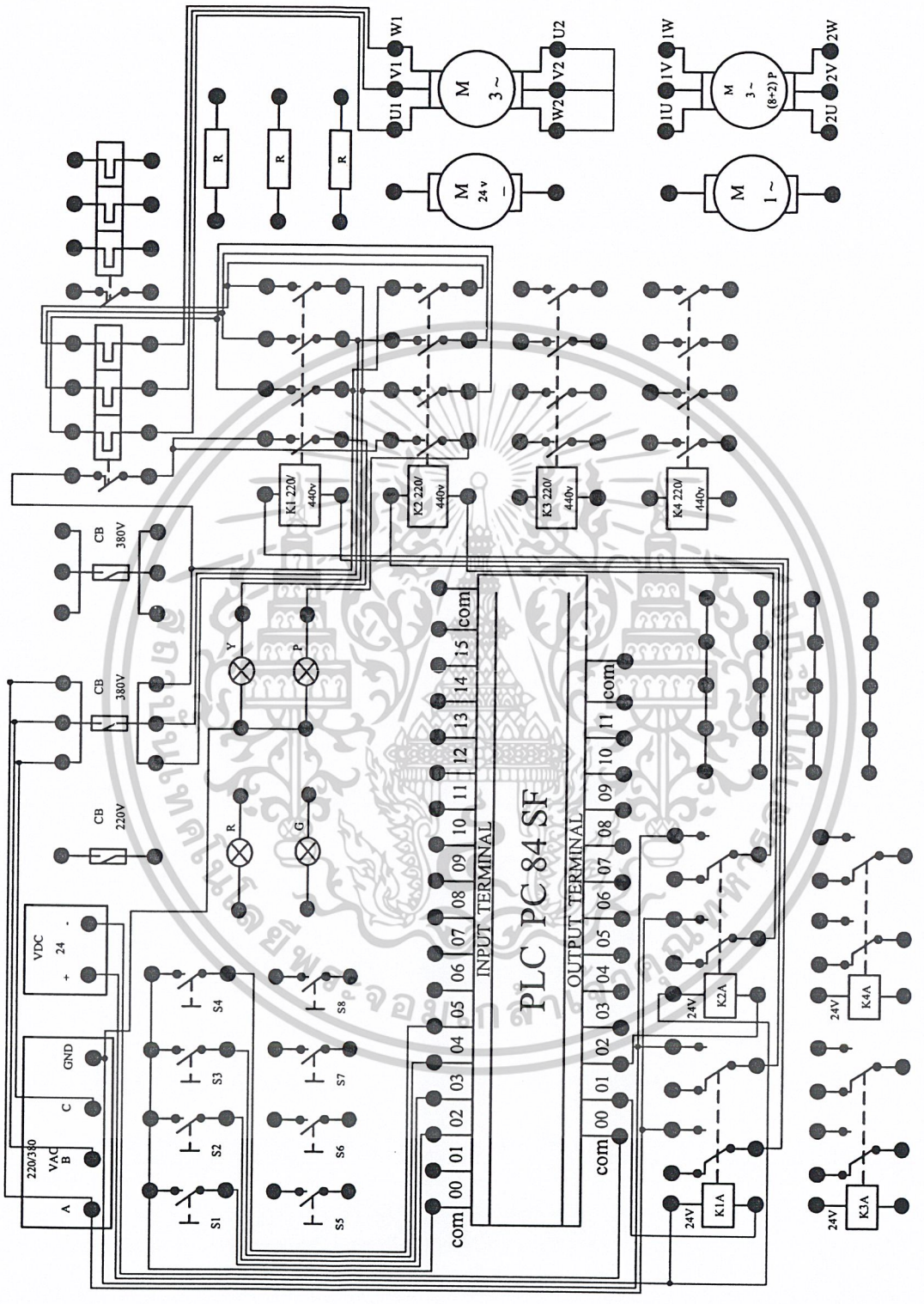


รูปที่ ฉ.41 วงจรกำลัง



รูปที่ ฉ.42 วงจรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ฉ.43 วงจรไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. ทำการสตาร์ทมอเตอร์และกลับทางหมุนมอเตอร์โดยการกดสวิตช์สังเกตการทำงาน

ผลการทดลองการทำงานของการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบดิเรครีเวอร์ซิ่ง เมื่อกดสวิตช์ตัวที่ 2 มอเตอร์ทำงานโดยหมุนไปทางขวา เมื่อกดสวิตช์ตัวที่ 3 มอเตอร์ทำงานโดยหมุนไปทางซ้าย การกลับทางหมุนจะกลับได้โดยทันทีทันใดโดยไม่ต้องกดสวิตช์หยุดการทำงานของมอเตอร์ก่อน ในขณะที่มอเตอร์ทำงานเมื่อกดสวิตช์ตัวที่ 1 หรือตัวที่ 4 มอเตอร์หยุดการทำงาน ไฟที่แสดงเอาต์พุตออกมาในขณะมอเตอร์หมุนไปทางขวาจะเป็นสีเหลืองและมอเตอร์หมุนไปทางซ้ายจะเป็นสีม่วง

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองการทำงานของการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบจ๊อกกิ้ง, รีเวอร์ซิ่งอาฟเตอร์สต๊อปและแบบดิเรครีเวอร์ซิ่ง สามารถนำไปใช้งานกลับทางหมุนของมอเตอร์ชนิดต่างๆ ได้ ทั้งนี้การเลือกวิธีการกลับทางหมุนต้องขึ้นอยู่กับการนำมอเตอร์ไปใช้งาน

คำถามท้ายการทดลอง

1. จากการทดลอง จงอธิบายหลักการทำงานของแลดเดอร์ไดอะแกรม

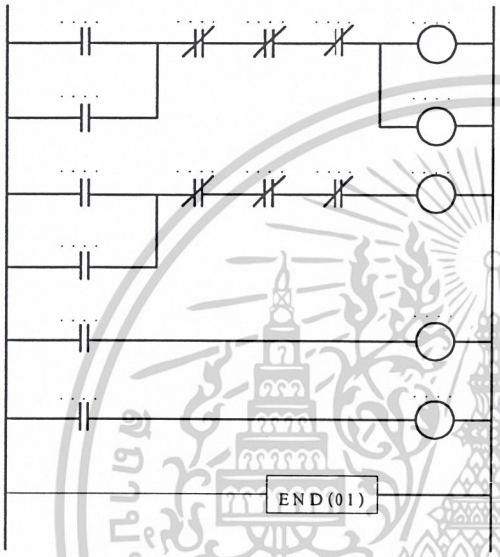
จากวงจรกลับทางหมุนแบบจ๊อกกิ้ง เมื่อเปลี่ยนสถานะ LD 0003 เป็นปกติปิด OUT 1001 ทำงานเมื่อ OUT 1000 ทำงาน หน้าสัมผัสของ LD 1000 จะเปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดทำให้ OUT 0700 ทำงานและเมื่อ OUT 1001 ทำงานหน้าสัมผัสของ LD 1001 เปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดทำให้ OUT 0701 ทำงานและเมื่อเปลี่ยนสถานะของ LD NOT 0001 หรือ LD NOT 0004 วงจรจะหยุดทำงาน หน้าสัมผัสทุกตัวจะกลับสู่สภาวะเดิม ถ้าเปลี่ยนสถานะของ LD 0002 และ LD 0003 พร้อมกัน OUT 1000 และ OUT 1001 จะไม่ทำงาน

จากวงจรกลับทางหมุนแบบรีเวอร์ซิ่งอาฟเตอร์สต๊อป เมื่อเปลี่ยนสถานะของ LD 0003 เป็นปกติปิด OUT 1001 ทำงานทำให้หน้าสัมผัส LD 1001 เปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดและทำให้ไฟไหลเข้า OUT 1001 ตลอดเวลาและ OUT 0703 ทำงาน เมื่อเปลี่ยนสถานะของ LD 0002 เป็นปกติปิด OUT 1002 ทำงานทำให้หน้าสัมผัส LD 1002 เปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดทำให้ไฟไหลเข้า OUT 1002 ตลอดเวลาและ OUT 0704 ทำงาน ถ้า OUT 1001 ทำงานอยู่ OUT 1002 จะไม่ทำงาน เช่นเดียวกันถ้า OUT 1002 ทำงานอยู่ OUT 1001 จะไม่ทำงานและเมื่อเปลี่ยนสถานะ LD NOT 0001 และ LD NOT 0004 เป็นปกติเปิด จะทำให้วงจรหยุดทำงานหน้าสัมผัสทุกตัวกลับสู่สภาวะปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. จงออกแบบแลดเดอร์ไดอะแกรมของวงจรการควบคุมการกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบดิเรครีเวอร์ซิ่งและอธิบายหลักการทำงานของแลดเดอร์ไดอะแกรม ดังรูปที่ ฉ.44

แลดเดอร์ไดอะแกรม **นีโมนิค**



LD	0000
OR	1001
AND NOT	0001
AND NOT	0002
AND NOT	1002
OUT	1001
LD	0001
OR	1002
AND NOT	0000
AND NOT	0002
AND NOT	1001
OUT	1002
LD	1001
OUT	0701
LD	1002
OUT	0702
END (FUN01)	- - -

รูปที่ ฉ.44 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

หลักการทำงานของแลดเดอร์ไดอะแกรม เมื่อเปลี่ยนสถานะ LD 0000 เป็นปกติปิดจะทำให้ OUT 1001 ทำงานและหน้าสัมผัสของ LD 1001 เปลี่ยนสถานะจากเปิดเป็นปิดและจากปิดเป็นเปิด ทำให้ไฟไหลเข้า OUT 1001 ตลอดเวลา แล้วต่อให้ OUT 0701 ทำงานและยังตัดวงจรไม่ให้ OUT 1002 ทำงานและเมื่อเปลี่ยนสถานะ LD 0001 เป็นปกติปิดจะทำให้ OUT 1002 ทำงานและหน้าสัมผัสของ LD 1002 เปลี่ยนสถานะจากเปิดเป็นปิดและจากปิดเป็นเปิดทำให้ไฟไหลเข้า OUT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1002 ตลอดเวลา แล้วต่อให้ OUT 0702 ทำงานและยังตัดวงจรไม้ให้ OUT 1001 ทำงาน เมื่อเปลี่ยนสถานะของ LD 0002 เป็นปกติเปิดจะทำให้วงจรหยุดการทำงาน หน้าสัมผัสทุกตัวกลับสู่สภาวะปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 5
การทดลองการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบสตาร์-เดลต้าแบบสตาร์ทด้วยมือและแบบอัตโนมัติ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เพื่อให้นักศึกษาสามารถ

1. อธิบายหลักการทำงานการสตาร์ทของวงจรมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบสตาร์-เดลต้าแบบสตาร์ทด้วยมือและแบบอัตโนมัติได้
2. ประกอบวงจรสำหรับการทดลองได้
3. สามารถประยุกต์ใช้งานพีแอลซีควบคุมการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบสตาร์-เดลต้าแบบสตาร์ทด้วยมือและแบบอัตโนมัติได้
4. สามารถป้อนโปรแกรมพีแอลซีได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ชุดฝึกมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับควบคุมด้วยพีแอลซี 1 ชุด
2. สายเสียบต่อวงจรขนาด 1.5 มม^{2}และ2.5 มม^2 1 ชุด

ทฤษฎีเบื้องต้น

การต่อมอเตอร์ 3เฟส

การต่อวงจรขดลวดของมอเตอร์ 3 เฟสสามารถต่อได้ 2 แบบ คือ แบบสตาร์และเดลต้า ดังรูปที่ ฉ.45 ซึ่งการที่จะพิจารณาต่อขดลวดของมอเตอร์แบบใดนั้นต้องคำนึงถึง

1) แหล่งจ่าย

2) พิกัดแรงดันที่ขดลวดของมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ฉ.45 การต่อขดลวดมอเตอร์ 3 เฟส 220/380V แบบสตาร์และการต่อขดลวดของมอเตอร์ 3 เฟส 380/660V แบบเดลต้า

การสตาร์ทมอเตอร์ที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้จะเป็นการสตาร์มอเตอร์โดยใช้แรงดันปกติขณะใช้งานจะทำให้กระแสขณะสตาร์ทสูงประมาณ 3 ถึง 5 เท่าของกระแสเต็มพิกัด

ดังนั้นการสตาร์ทอินดั๊กชั่นมอเตอร์โดยต่อตรงจึงเหมาะสำหรับใช้ในการสตาร์ทอินดั๊กชั่นมอเตอร์ที่มีขนาดไม่เกิน 7.5 กิโลวัตต์และควรเป็นมอเตอร์ที่มีความเร็วเพียงความเร็วเดียวในการที่จะสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบสตาร์-เดลต้านี้จะช่วยลดกระแสตอนสตาร์ทซึ่งจะมีการคำนวณกระแสดังนี้

ตารางที่ ฉ.1 การคำนวณหาค่าแรงดันและกระแสไฟฟ้าอินดั๊กชั่นมอเตอร์

การต่อแบบสตาร์	การต่อแบบเดลต้า
EL = 1.732Ep	EL = Ep
IL = Ip	IL = 1.732Ip

ข้อควรระวัง!

สำหรับการสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์–เดลต้าที่มีวงจรควบคุมเป็นแบบรีเลย์นั้น ช่วงการเปลี่ยนแปลงจากวงจรสตาร์เป็นเดลต้าจะสามารถทำได้ทันที แต่ถ้าเป็นการควบคุมโดยใช้พีแอลซีจึงจำเป็นที่จะต้อง มีการหน่วงเวลาช่วงการเปลี่ยนวงจรจากสตาร์มาเป็นเดลต้าเล็กน้อย ทั้งนี้เนื่องจากพีแอลซีจะทำงานด้วยความเร็วสูงมากๆ ช่วงที่ทำการเปลี่ยนวงจรจาก สตาร์เป็นเดลต้าจะใช้เวลาไม่ถึง 1 ms ซึ่งจะมีผลทำให้ K2 ยังไม่ทันเปิดวงจรออกอย่างสมบูรณ์ K3 ก็จะถูกปิดวงจรแล้วและอาจทำให้เกิดการลัดวงจรได้ ดังนั้นเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในวงจรจึงจำเป็นต้องมีการหน่วงเวลาประมาณ 0.5 วินาที

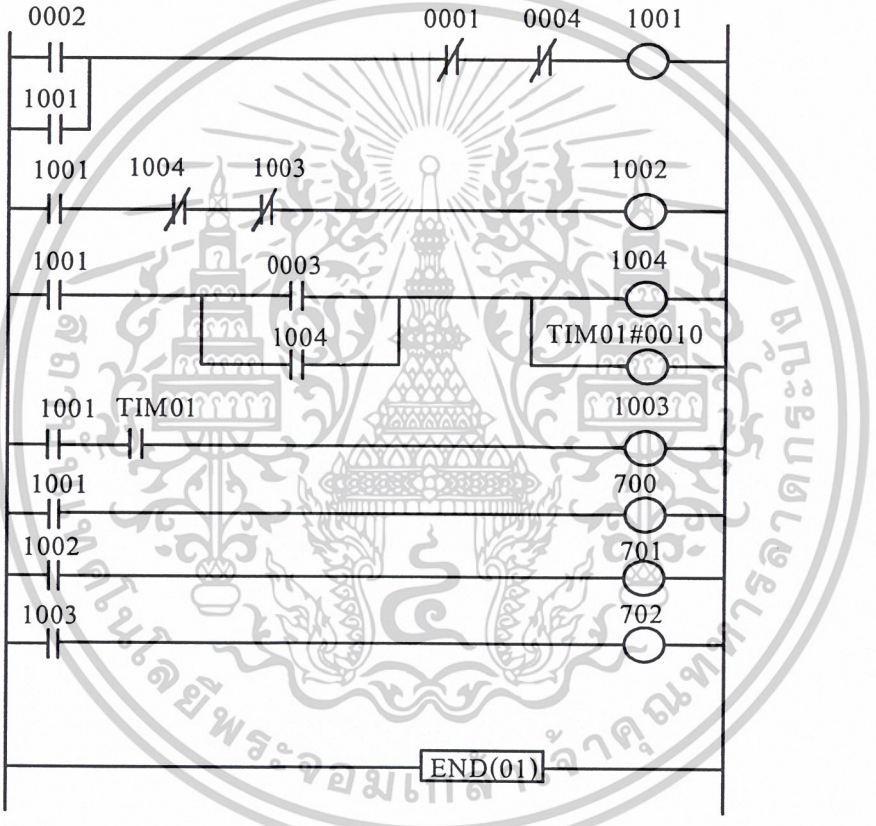
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อแหล่งจ่ายไฟแรงดัน 380 V_{AC} เข้ากับชุดทดลอง

2. นำแลดเดอร์ไดอะแกรมที่ออกแบบไว้ ดังรูปที่ ฉ.46 ของวงจรการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบสตาร์-เดลต้าแบบสตาร์ทด้วยมือทำการป้อนให้พีแอลซี

แลดเดอร์ไดอะแกรม



รูปที่ ฉ.46 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

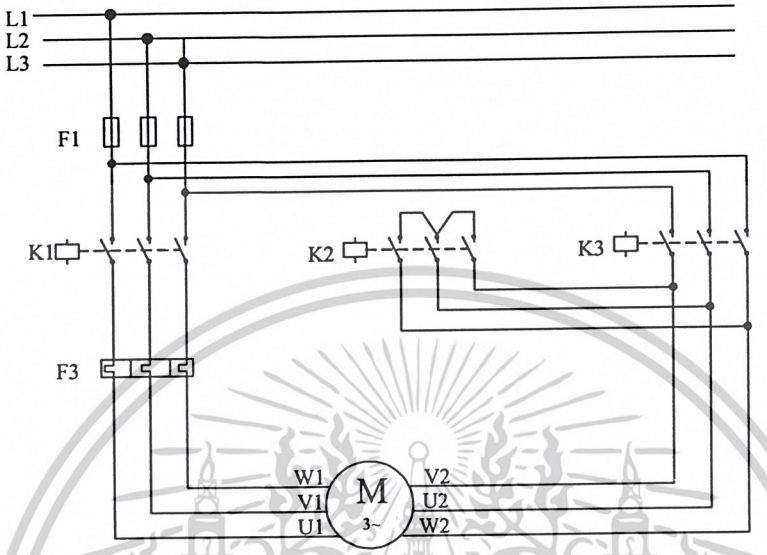
นีโมนิค

LD	0002
OR	1001
AND NOT	0001
AND NOT	0004
OUT	1001
LD	1001
AND NOT	1004
ANDNOT	1003
OUT	1002
LD	1001
LD	0003
OR	1004
AND LD	
OUT	1004
TIM	0001
DATA	#0010
LD	1001
AND TIM	0001
OUT	1003
LD	1001
OUT	0700
LD	1002
OUT	0701
LD	1003
OUT	0702
END (FUN01)	- - -

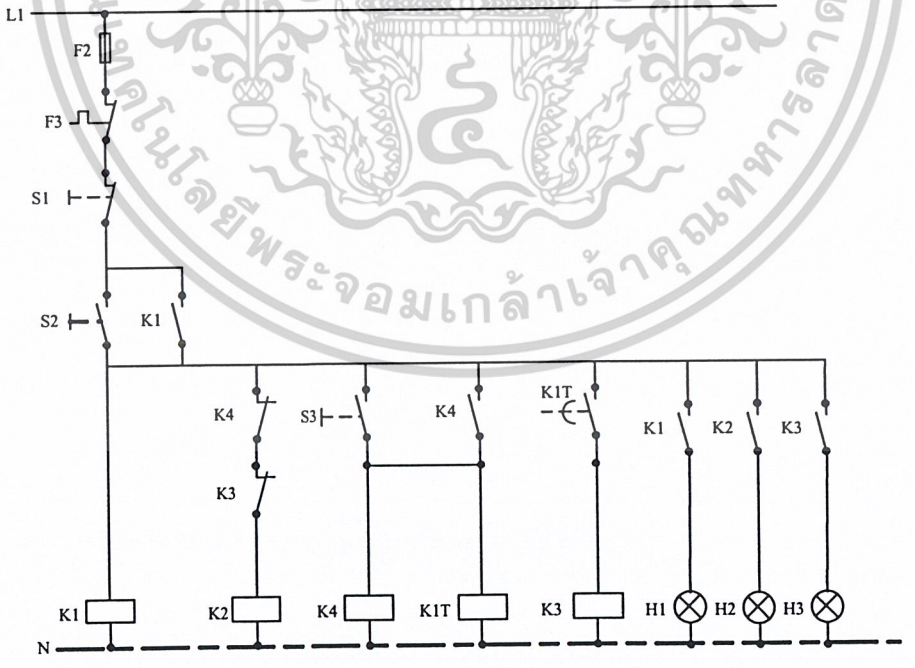
รูปที่ ฉ.46 (ต่อ) แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เชื่อมต่อสายต่างๆ ตามรูป ดังรูปที่ ฉ.49

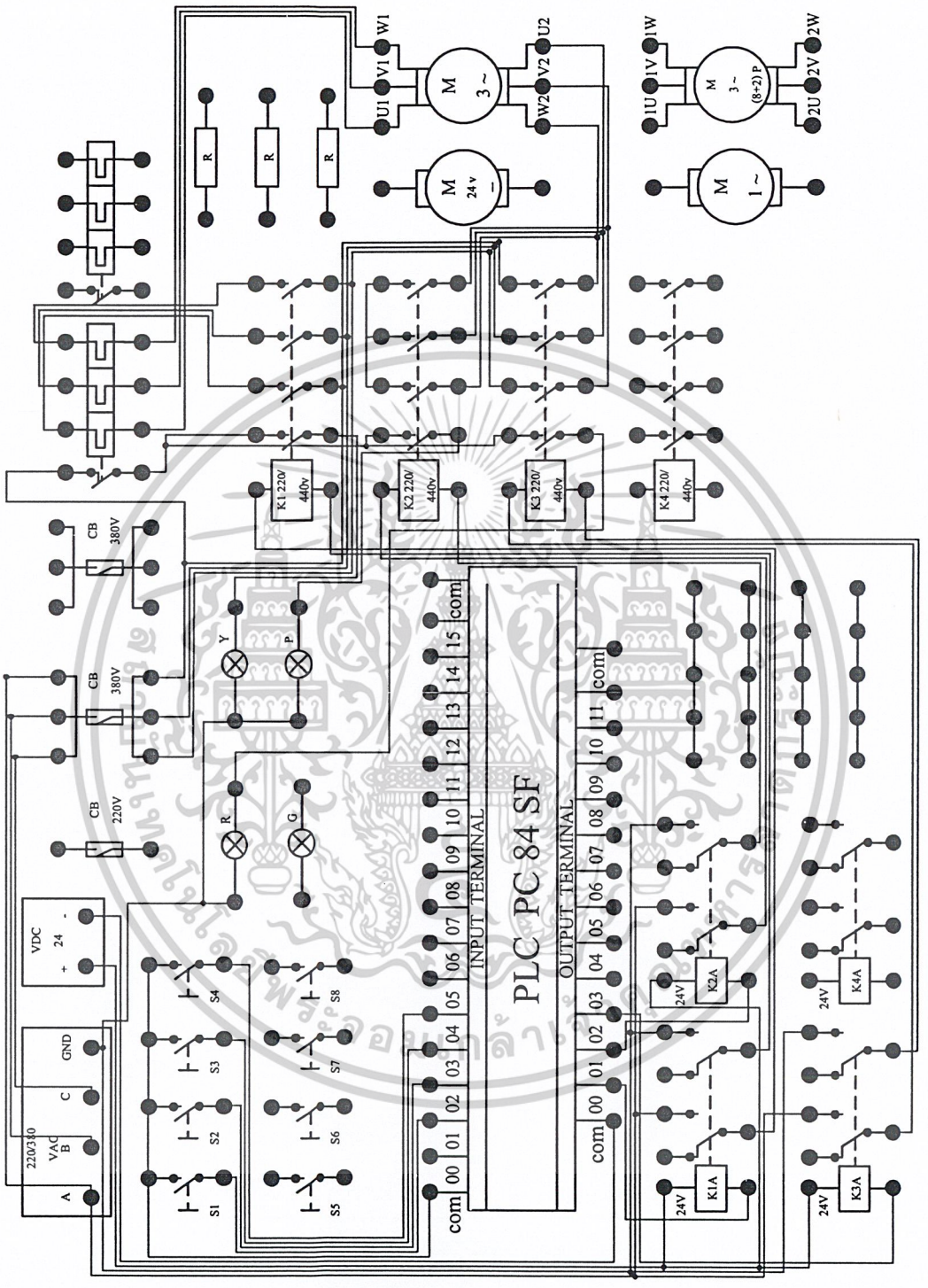


รูปที่ ฉ.47 วงจรกำลัง



รูปที่ ฉ.48 วงจรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ฉ.49 วงจรไฟฟ้า

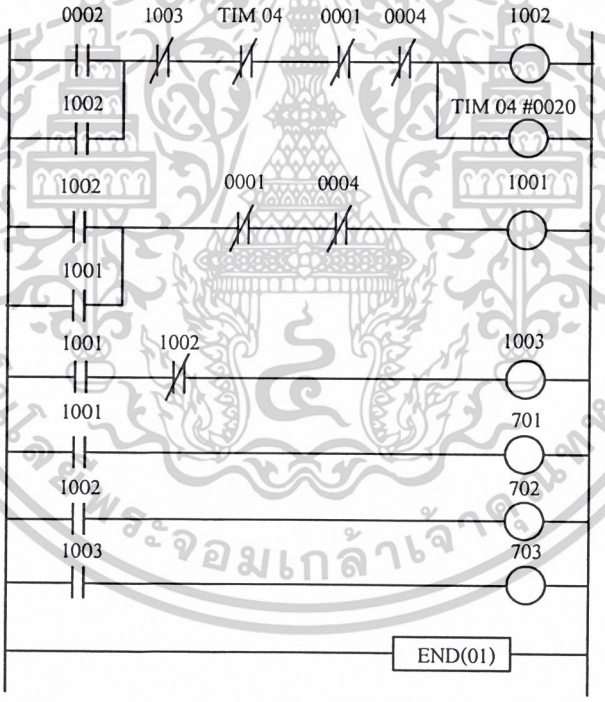
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ทำการสตาร์ทและสต๊อป สังเกตการทำงาน

ผลการทดลองของวงจรการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบสตาร์-เดลต้าแบบสตาร์ทด้วยมือ เมื่อกดสวิตช์ตัวที่ 2 มอเตอร์จะเริ่มทำงานโดยการต่อแบบสตาร์ไฟที่แสดงเอาต์พุตออกมาจะเป็นสีเหลืองและสีม่วง เมื่อกดสวิตช์ตัวที่ 3 มอเตอร์จะเริ่มทำงานโดยการต่อแบบเดลต้าโดยไฟที่แสดงเอาต์พุตออกมาจะเป็นสีเหลืองและสีแดง เมื่อกดสวิตช์ตัวที่ 1 หรือตัวที่ 4 มอเตอร์จะหยุดทำงาน

5. นำแลดเดอร์ไดอะแกรมที่ออกแบบไว้ ดังรูปที่ ฉ.50 ของวงจรการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบ สตาร์-เดลต้าแบบอัตโนมัติทำการป้อนให้พีแอลซี

แลดเดอร์ไดอะแกรม



รูปที่ ฉ.50 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

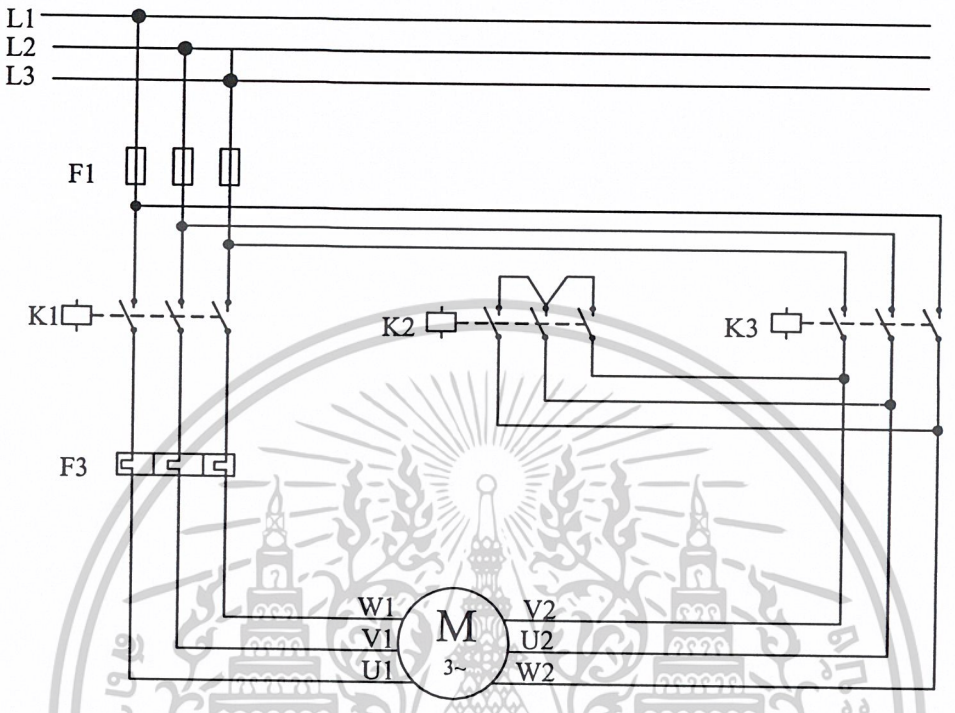
นีโมนิค

LD	0002
OR	1002
AND NOT	1003
AND NOT TIM	0004
AND NOT	0001
AND NOT	0004
OUT	1002
TIM	0004
DATA	#0020
LD	1002
OR	1001
AND NOT	0001
AND NOT	0004
OUT	1001
LD	1001
AND NOT	1002
OUT	1003
LD	1001
OUT	0701
LD	1002
OUT	0702
LD	1003
OUT	0703
END (FUN01)	- - -

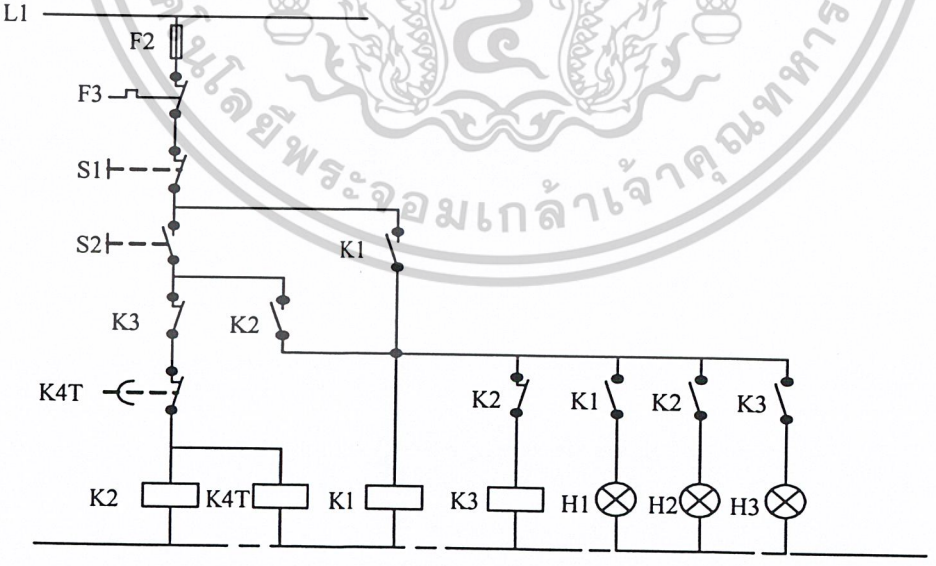
รูปที่ ฉ.50 (ต่อ) แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. เชื่อมต่อสายต่างๆ ตามรูป ดังรูปที่ ฉ.53

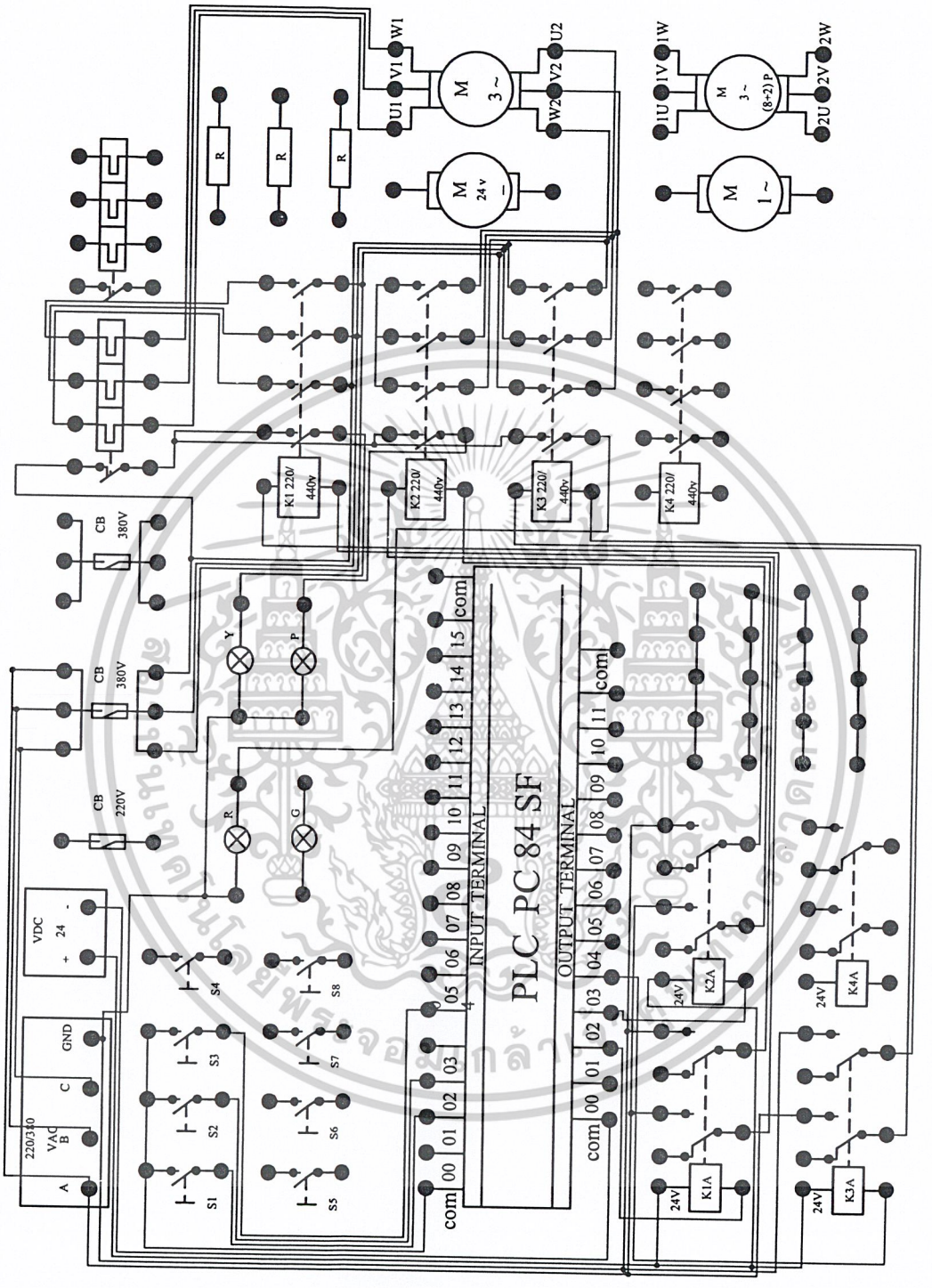


รูปที่ ฉ.51 วงจรกำลัง



รูปที่ ฉ.52 วงจรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ฉ.53 วงจรไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ทำการสตาร์ทและสต๊อป สังเกตการทำงาน

ผลการทดลองการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบสตาร์-เดลต้าแบบอัตโนมัติ เมื่อกดสวิตช์ตัวที่ 2 มอเตอร์เริ่มทำงานโดยการต่อแบบสตาร์ไฟที่แสดงเอาต์พุตออกมาจะเป็นสีเหลืองและสีม่วง เมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้ในโปรแกรมมอเตอร์จะทำงานโดยการต่อแบบเดลต้า ไฟที่แสดงเอาต์พุตออกมาจะเป็นสีเหลืองและสีแดง เมื่อกดสวิตช์ตัวที่ 1 หรือตัวที่ 4 มอเตอร์จะหยุดทำงาน

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลอง ในการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบสตาร์–เดลต้าแบบสตาร์ทด้วยมือ ในการเปลี่ยนการทำงานโดยการต่อวงจรสตาร์ทมอเตอร์กระแสสลับ 3 เฟสต่อแบบสตาร์มาเป็นการต่อแบบเดลต้า การเปลี่ยนการทำงานจะขึ้นอยู่กับการกดสวิตช์เลือกการทำงานที่ได้กำหนดไว้ในโปรแกรมนีโมนิค

จากการทดลอง ในการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบสตาร์-เดลต้าแบบอัตโนมัติ ในการเปลี่ยนการทำงานโดยการต่อวงจรสตาร์ทมอเตอร์กระแสสลับ 3 เฟสต่อแบบ สตาร์มาเป็นการต่อแบบเดลต้า การเปลี่ยนการทำงานจะขึ้นอยู่กับการตั้งเวลาเปลี่ยนการทำงานที่ได้กำหนดไว้ในโปรแกรมนีโมนิค.

คำถามท้ายการทดลอง

1. จากการทดลอง จงอธิบายหลักการทำงานของแลดเดอร์ไดอะแกรม

จากวงจรการทดลองการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบสตาร์-เดลต้าแบบสตาร์ทด้วยมือ เมื่อเปลี่ยนสถานะ LD 0002 จะทำให้ OUT 1001 ทำงานและหน้าสัมผัสของ LD 0001 เปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดทำให้ไฟไหลเข้า OUT 1001 ตลอดเวลาและจะต่อวงจรให้ OUT 1002 ทำงาน ในส่วนของ OUT 1004 ยังไม่ทำงานเพราะสถานะของ LD 0003 ยังไม่เปลี่ยนแต่ถ้าสถานะของ LD 0003 เปลี่ยนเป็นปกติปิดทำให้ OUT 1004 ทำงานจะทำให้หน้าสัมผัสของ LD 0004 เปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดและปกติเปิดซึ่งจะทำให้ OUT 1002 หยุดทำงานทำให้ไฟไหลเข้า OUT 1004 ตลอดเวลา และ TIM 0001 ทำงานด้วยการเริ่มนับเวลาเมื่อถึงเวลาที่กำหนด LD TIM 0001 เปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดทำให้ OUT 1003 ทำงานและหน้าสัมผัสของ LD NOT 0003 จะเปลี่ยนสถานะเป็นปกติเปิด

เมื่อ OUT 1001 ทำงานทำให้หน้าสัมผัสของ LD 0001 เปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดทำให้ OUT 0700 ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ OUT 1002 ทำงานทำให้หน้าสัมผัสของ LD 0002 จะเปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดทำให้ OUT 0701 ทำงาน

เมื่อ OUT 1003 ทำงานทำให้หน้าสัมผัสของ LD 0003 จะเปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดทำให้ OUT 0702 ทำงาน

ในขณะที่วงจรทำงานอยู่ถ้าเปลี่ยนสถานะ LD NOT 0001 หรือ LD NOT 0004 เป็นปกติเปิดจะทำให้วงจรหยุดการทำงานหน้าสัมผัสทุกตัวกลับสู่สภาวะปกติ

จากการทดลองวงจรการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบสตาร์–เดลต้าแบบอัตโนมัติ เมื่อเปลี่ยนสถานะ LD 0002 เป็นปกติปิดจะทำให้ OUT 1002 ทำงานและ TIM 0004 ทำงานนับเวลาทำให้หน้าสัมผัสของ LD 1002 จะเปลี่ยนเป็นปกติเปิดและปกติปิดทำให้ไฟไหลเข้า OUT 1002 และ TIM 0004 ตลอดเวลาและจะทำให้ OUT 1001 ทำงาน ทำให้หน้าสัมผัส LD 1001 เปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดทำให้ไฟไหลเข้า OUT 1001 ตลอดเวลา เมื่อถึงเวลาหน้าสัมผัสของ LD TIM 0004จะเปลี่ยนสถานะเป็นปกติเปิดทำให้ OUT 1002 หยุดทำงานและหน้าสัมผัสของ LD 1002 และ LD NOT 1002 กลับสู่สภาวะปกติ ทำให้ OUT 1003 ทำงาน

เมื่อ OUT 1001 ทำงานทำให้หน้าสัมผัสของ LD 1001 จะเปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิด ทำให้ OUT 0701 ทำงาน

เมื่อ OUT 1002 ทำงานทำให้หน้าสัมผัสของ LD 1002 จะเปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิด ทำให้ OUT 0702 ทำงาน

เมื่อ OUT 1003 ทำงานทำให้หน้าสัมผัสของ LD 1003 จะเปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิด ทำให้ OUT 0703 ทำงาน

ในขณะวงจรทำงานอยู่ถ้าเปลี่ยนสถานะ LD NOT 0001 หรือ LD NOT 0004 เป็นปกติเปิดจะทำให้วงจรหยุดทำงานหน้าสัมผัสทุกตัวกลับสู่สภาวะปกติ

2. จงบอกความแตกต่างระหว่างการทำงานของวงจรการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบ สตาร์-เดลต้า แบบ สตาร์ทด้วยมือและการทำงานการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบ สตาร์-เดลต้า แบบ อัตโนมัติ

จากการทดลองการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบสตาร์-เดลต้าแบบสตาร์ทด้วยมือ การทำงานจะขึ้นอยู่กับการเลือกสวิตช์การทำงาน แต่การสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบสตาร์-เดลต้าแบบอัตโนมัติ การทำงานจะขึ้นอยู่กับการตั้งเวลาเลือกการทำงานที่เขียนโปรแกรมนีโมนิคไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 6
การทดลองการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบสตาร์-เดลต้าแบบกลับทางหมุนสตาร์ทด้วยมือและอัตโนมัติ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เพื่อให้นักศึกษา

1. อธิบายวงจรการทำงานสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบสตาร์–เดลต้าแบบกลับทางหมุนสตาร์ทด้วยมือแล อัตโนมัติได้
2. ประกอบวงจรสำหรับการทดลองได้
3. สามารถประยุกต์ใช้งานพีแอลซีควบคุมการสตาร์ทให้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบสตาร์–เดลต้า แบบกลับทางหมุนสตาร์ทด้วยมือและอัตโนมัติได้
4. สามารถป้อนโปรแกรมพีแอลซีได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ชุดฝึกมอเตอร์กระแสตรงและกระแสสลับควบคุมด้วยพีแอลซี 1 ชุด
2. สายเสียบต่อวงจรขนาด 1.5 มม^{2}และ2.5 มม^2 1 ชุด

ทฤษฎีเบื้องต้น

เนื่องจากการควบคุมมอเตอร์ขนาดใหญ่ บางครั้งอาจจะต้องมีการหมุนเดินหน้าถอยหลังแต่ไม่สามารถควบคุมการกลับทางหมุนของมอเตอร์โดยตรงได้ ทั้งนี้เพราะว่ามอเตอร์ที่มีขนาดใหญ่นั้นตอนเริ่มสตาร์ทจะมีค่ากระแสค่อนข้างสูง ดังนั้นจึงต้องมีวิธีการลดกระแสไฟตอนเริ่มสตาร์ทโดยการควบคุมการสตาร์ทแบบสตาร์-เดลต้า

ในการต่อสายมอเตอร์สามเฟสเพื่อให้มอเตอร์หมุนกลับทางนั้นกระทำได้ง่ายๆ ดังนี้ คือ ถ้าแต่เดิมจะต่อปลายสายของขดลวดเฟส A เฟส B และเฟส C เข้ากับแรงดันไฟฟ้า เฟส A เฟส B และเฟส C ตามลำดับ มอเตอร์สามเฟสตัวนั้นก็จะหมุนไปในทิศทางหนึ่ง เพื่อที่จะกลับทิศทางการหมุนของมอเตอร์ให้สลับที่ปลายสายของขดลวดเฟส A กับเฟส B หรือสลับปลายสายขดลวดเฟส B กับเฟส C หรือสลับที่ปลายสายของขดลวดเฟส A กับเฟส C เพียงคู่หนึ่งคู่ใดคู่เดียว มอเตอร์ก็จะหมุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

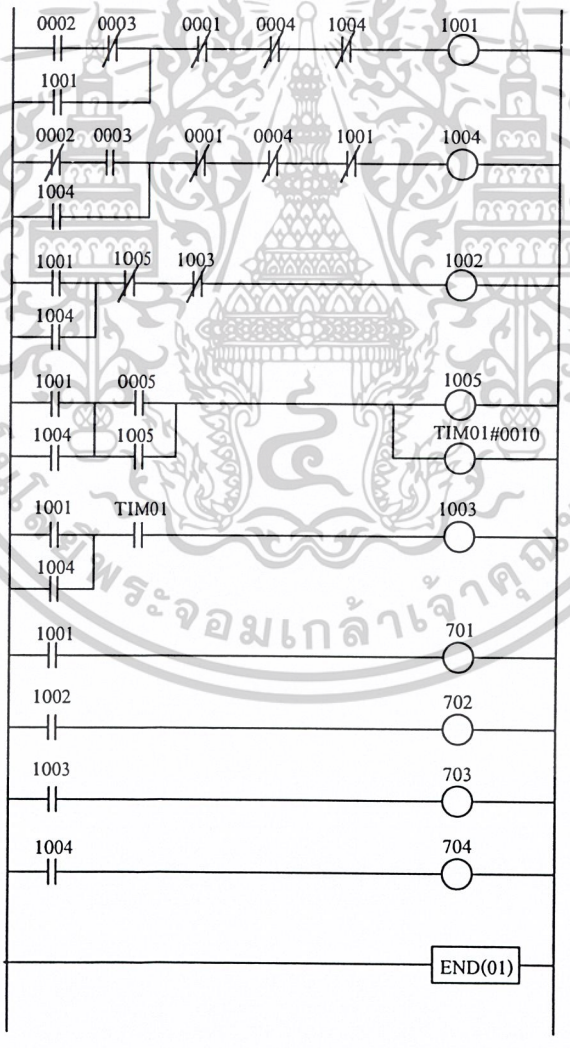
กลับทางอย่าต่อสลับปลายสายพร้อมกันทั้งสามปลายในเวลาเดียวกัน เพราะจะทำให้มอเตอร์หมุนในทิศทางเดิมอีก

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อแหล่งจ่ายไฟแรงดัน 380 V_{AC} เข้ากับชุดทดลอง

2. นำแลดเดอร์ไดอะแกรม ที่ออกแบบไว้ ดังรูปที่ ฉ.54 ของวงจรการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบสตาร์-เดลต้าแบบกลับทางหมุนสตาร์ทด้วยมือทำการป้อนให้พีแอลซี

แลดเดอร์ไดอะแกรม



รูปที่ ฉ.54 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นีโมนิค

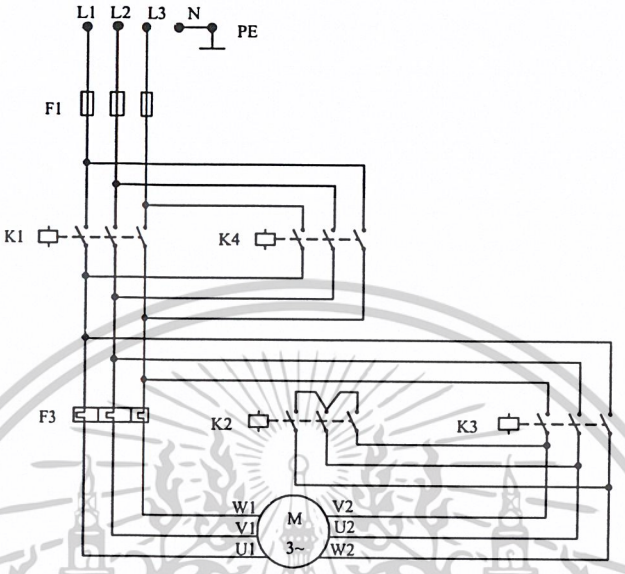
LD	0002
AND NOT	0003
OR	1001
AND NOT	0001
AND NOT	0004
AND NOT	1004
OUT	1001
LD NOT	0002
AND	0003
OR	1004
AND NOT	0001
AND NOT	0004
AND NOT	1001
OUT	1004
LD	1001
OR	1004
AND NOT	1005
AND NOT	1003
OUT	1002
LD	1001
OR	1004
LD	0005
OR	1005
AND LD	
OUT	1005

TIM	0001
DATA	#0010
LD	1001
OR	1004
AND TIM	0001
OUT	1003
LD	1001
OUT	0701
LD	1002
OUT	0702
LD	1003
OUT	0703
LD	1004
OUT	0704
END (FUN 01)	- - -

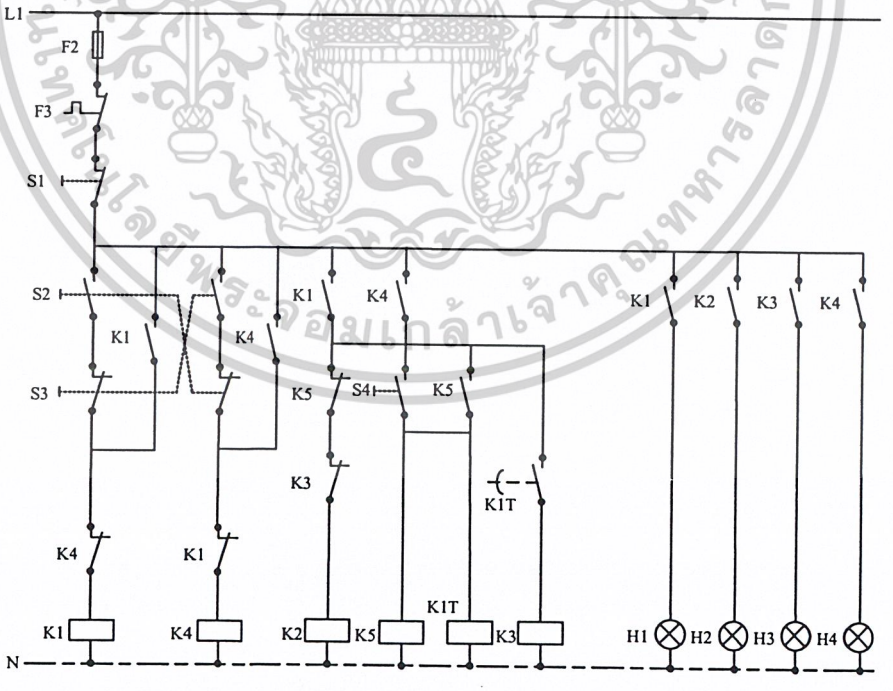
รูปที่ ฉ.54 (ต่อ) แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เชื่อมต่อสายต่างๆ ตามรูป ดังรูปที่ ฉ.57

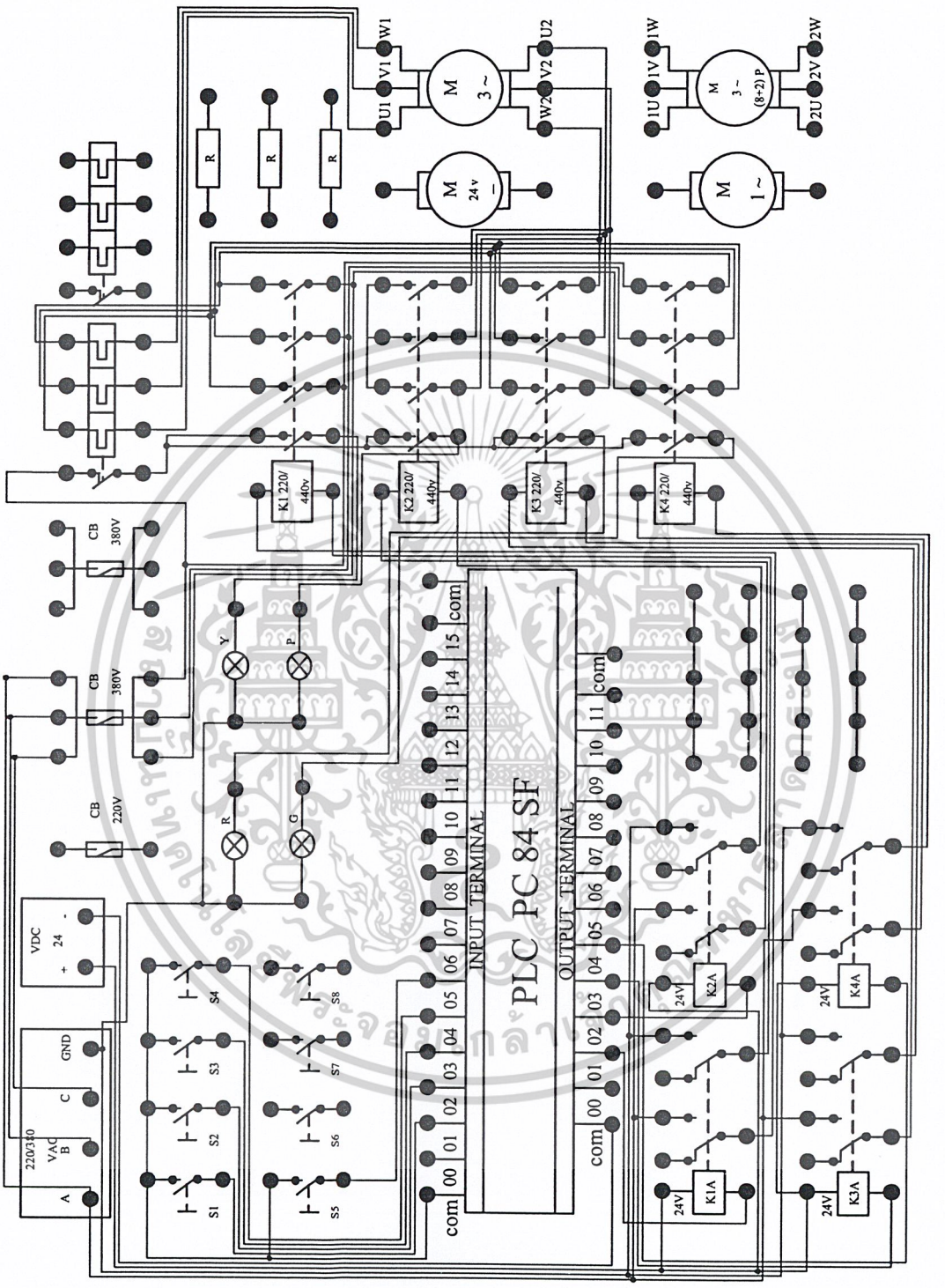


รูปที่ ฉ.55 วงจรกำลัง



รูปที่ ฉ.56 วงจรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ฉ.57 วงจรไฟฟ้า

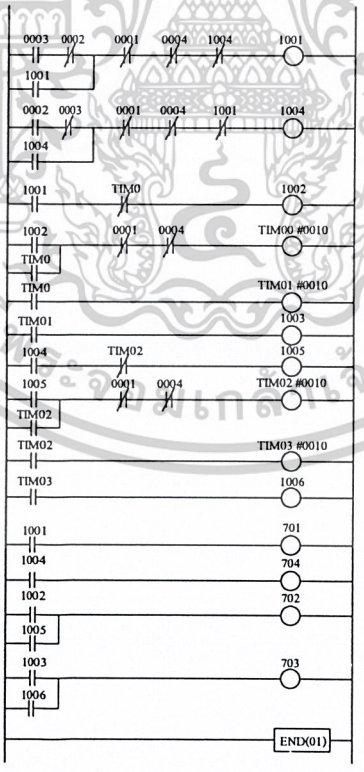
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ทำการสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์-เดลต้าและกลับทางหมุนโดยการกดสวิตช์สังเกตการทำงาน

ผลการทดลองวงจรการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบสตาร์–เดลต้า แบบกลับทางหมุนสตาร์ทด้วยมือ เมื่อกดสวิตช์ตัวที่ 2 มอเตอร์จะสตาร์ทด้วยการต่อแบบสตาร์และหมุนไปทางขวาและเมื่อกดสวิตช์ตัวที่ 5 มอเตอร์จะทำงานด้วยการต่อแบบเดลต้า กดสวิตช์ตัวที่ 1 หรือตัวที่ 4 มอเตอร์จะหยุดการทำงานโดยที่ไฟที่แสดงเอาต์พุตออกมา เมื่อมอเตอร์ต่อแแบบสตาร์หมุนไปทางขวาหลอดไฟจะเป็นสีเหลืองและสีม่วง เมื่อมอเตอร์ต่อแบบเดลต้าหมุนไปทางขวาหลอดไฟจะเป็นสีเหลืองและสีแดง เมื่อมอเตอร์ต่อแบบสตาร์หมุนไปทางซ้ายหลอดไฟจะเป็นสีเขียวและสีม่วงและเมื่อมอเตอร์ต่อแบบเดลต้าหมุนไปทางซ้ายหลอดไฟจะเป็นสีเขียวและสีแดง

5. นำแลดเดอร์ไดอะแกรมที่ออกแบบไว้ ดังรูปที่ ฉ.58 ของวงจรการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบสตาร์-เดลต้าแบบกลับทางหมุนอัตโนมัติทำการป้อนให้พีแอลซี

แลดเดอร์ไดอะแกรม



รูปที่ ฉ.58 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

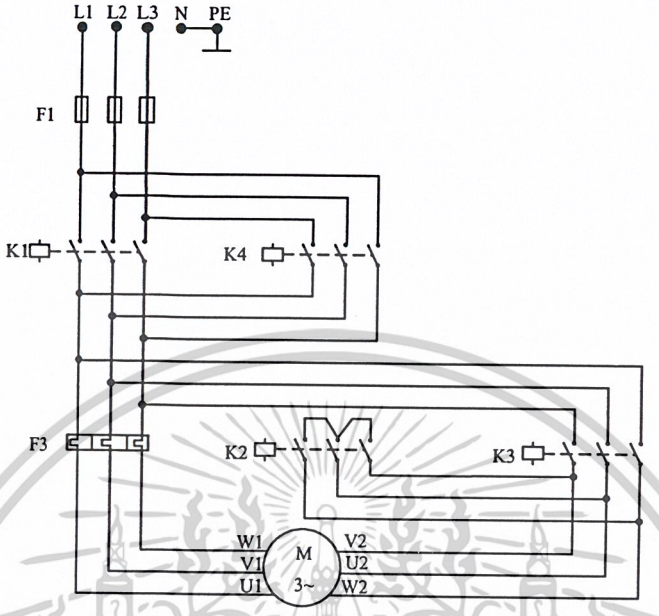
นีโมนิค

LD	0003	LD TIM	0001	END (FUN 01)	- - -
AND NOT	0002	OUT	1003		
OR	1001	LD	1004		
AND NOT	0001	AND NOT TIM	0002		
AND NOT	0004	OUT	1005		
AND NOT	1004	LD	1005		
OUT	1001	OR TIM	0002		
LD	0002	AND NOT	0001		
AND NOT	0003	AND NOT	0004		
OR	1004	TIM	0002		
AND NOT	0001	DATA	#0010		
AND NOT	0004	LD TIM	0002		
AND NOT	1001	TIM	0003		
OUT	1004	DATA	#0010		
LD	1001	LD TIM	0003		
AND NOT TIM	0000	OUT	1006		
OUT	1002	LD	1001		
LD	1001	OUT	0701		
OR TIM	0000	LD	1004		
AND NOT	0001	OUT	0704		
AND NOT	0004	LD	1002		
TIM	0000	OR	1005		
DATA	#0010	OUT	0702		
LD TIM	0000	LD	1003		
TIM	0001	OR	1006		
DATA	#0010	OUT	0703		

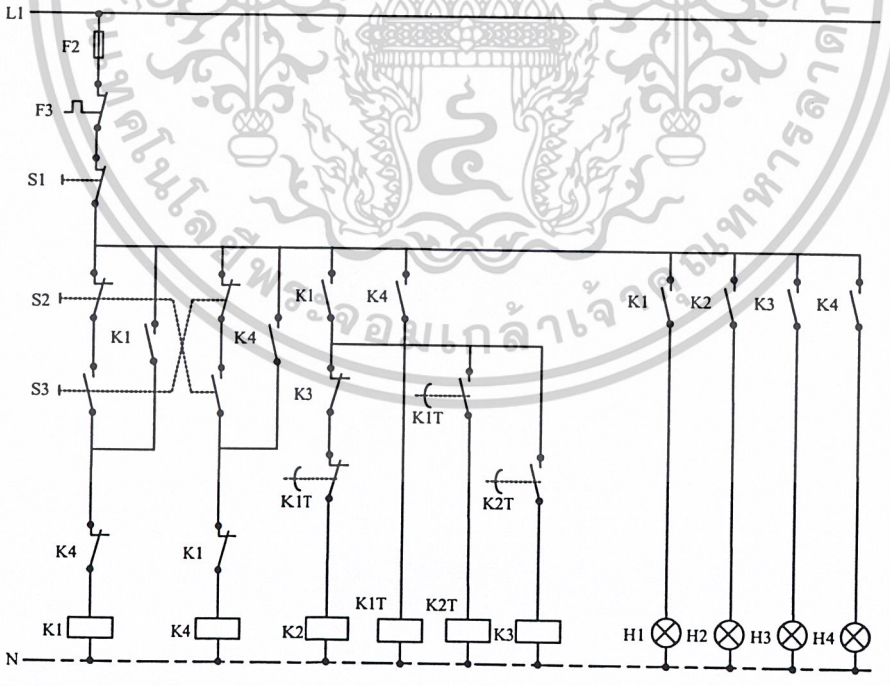
รูปที่ ฉ.58 (ต่อ) แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. เชื่อมต่อสายต่างๆ ตามรูป ดังรูปที่ ฉ.61

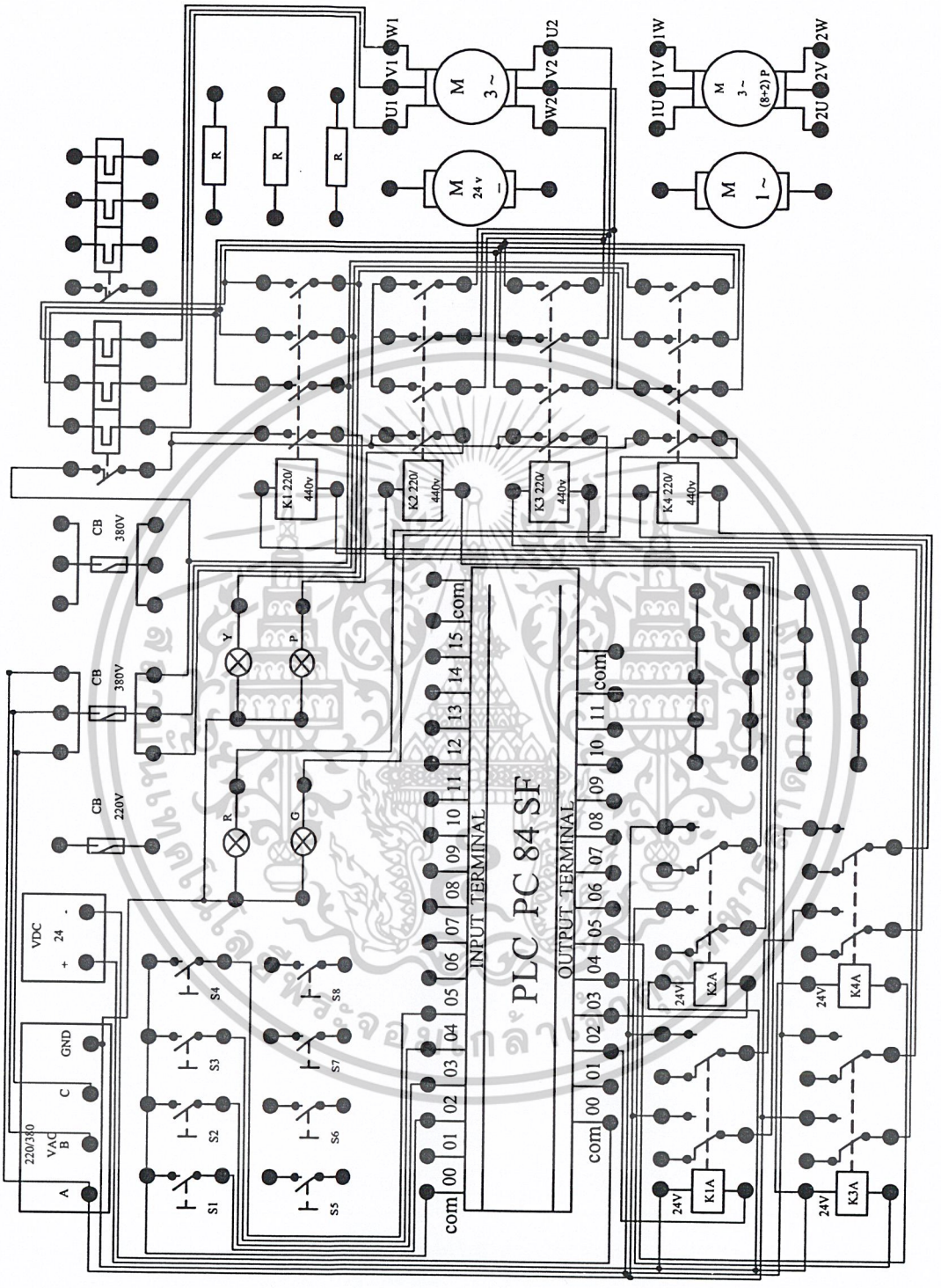


รูปที่ ฉ.59 วงจรกำลัง



รูปที่ ฉ.60 วงจรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ฉ.61 วงจรไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ทำการสตาร์ทมอเตอร์ สังเกตการทำงาน

ผลการทดลองการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบสตาร์–เดลต้าแบบกลับทางหมุนอัตโนมัติ เมื่อกดสวิตช์ตัวที่ 3 มอเตอร์จะสตาร์ทด้วยการต่อแบบสตาร์หมุนไปทางขวาและเมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้มอเตอร์จะต่อแบบเดลต้า เมื่อกดสวิตช์ตัวที่ 2 มอเตอร์จะสตาร์ทด้วยการต่อแบบสตาร์และหมุนไปทางซ้ายและเมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้มอเตอร์จะต่อแบบเดลต้า โดยไฟที่แสดงเอาต์พุตออกมา เมื่อมอเตอร์ต่อแบบสตาร์มอเตอร์หมุนขวาหลอดไฟจะเป็นสีเหลืองและสีม่วง เมื่อมอเตอร์ต่อแบบเดลต้ามอเตอร์หมุนขวาหลอดไฟจะเป็นสีเหลืองและสีแดง เมื่อมอเตอร์ต่อแบบสตาร์มอเตอร์หมุนซ้ายหลอดไฟจะเป็นสีเขียวและสีม่วงและเมื่อมอเตอร์ต่อแบบเดลต้ามอเตอร์หมุนซ้ายหลอดไฟจะเป็นสีเขียวและสีแดง เมื่อกดสวิตช์ตัวที่ 1 หรือตัวที่ 4 มอเตอร์หยุดการทำงาน

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองวงจรการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบสตาร์--เดลต้าแบบกลับทางหมุน สตาร์ทด้วยมือ ในการเปลี่ยนแปลงการทำงานโดยการต่อวงจรสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ต่อแบบสตาร์มาต่อแบบเดลต้าและการกลับทางหมุนการเปลี่ยนการทำงานจะขึ้นอยู่กับการกดสวิตช์เลือกการทำงานที่ได้กำหนดไว้ในโปรแกรมนีโมนิค

จากการทดลองวงจรการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบสตาร์–เดลต้าแบบกลับทางหมุนอัตโนมัติในการเปลี่ยนการทำงานโดยการต่อวงจรสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ต่อแบบสตาร์มาเป็นการต่อแบบเดลต้า การเปลี่ยนการทำงานจะขึ้นอยู่กับการตั้งเวลาเปลี่ยนการทำงานที่ได้กำหนดไว้ในโปรแกรมนีโมนิค

คำถามท้ายการทดลอง

1. จากการทดลอง จงอธิบายหลักการทำงานของแลดเดอร์ไดอะแกรม

จากวงจรการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบสตาร์-เดลต้าแบบกลับทางหมุนสตาร์ทด้วยมือเมื่อเปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดทำให้ OUT 1001 ทำงานและหน้าสัมผัส LD 1001 จะเปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดทำให้ไฟไหลเข้า OUT 1001 ตลอดเวลา เมื่อเปลี่ยนสถานะ LD 0003 เป็นปกติปิดทำให้ OUT 1004 ทำงานและหน้าสัมผัส LD 1004 เปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดทำให้ไฟไหลเข้า OUT 1004 ตลอดเวลา เมื่อ LD 1001 หรือ LD 1004 เปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดจะทำให้ OUT 1002 ทำงานและเมื่อเปลี่ยน LD 1005 เป็นปกติจะทำให้ OUT 1005 ทำงานและ TIM 0001 เริ่มนับเวลา หน้าสัมผัสของ LD 1005 จะเปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดทำให้ไฟไหลเข้า OUT 1005 และ TIM 0001 ตลอดเวลาและหน้าสัมผัส LD 1005 จะเปลี่ยนสถานะเป็นปกติเปิดทำให้ OUT 1002 หยุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำงาน เมื่อถึงเวลาที่กำหนด หน้าสัมผัสของ TIM 0001 จะเปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดทำให้ OUT 1003 ทำงาน

เมื่อ OUT 1001 ทำงานหน้าสัมผัสของ LD 1001 จะเปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิด OUT 0701 ทำงาน

เมื่อ OUT 1002 ทำงานหน้าสัมผัสของ LD 1002 จะเปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดOUT 0702 ทำงาน

เมื่อ OUT 1003 ทำงานหน้าสัมผัสของ LD 1003 จะเปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิด OUT 0703 ทำงาน

เมื่อ OUT 1004 ทำงานหน้าสัมผัสของ LD 1004 จะเปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิด OUT 0704 ทำงาน

ในขณะที่วงจรทำงานอยู่ เมื่อเปลี่ยนสถานะของ LD NOT 0001 หรือ LD NOT 0004 เป็นปกติเปิด จะทำให้วงจรหยุดการทำงานหน้าสัมผัสทุกตัวกลับสู่สภาวะปกติ

จากการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบสตาร์-เดลต้าแบบกลับทางหมุนอัตโนมัติ เมื่อทำการเปลี่ยนสถานะของ LD 0003 เป็นปกติปิดทำให้ OUT 1001 ทำงานและจะทำให้หน้าสัมผัสของ LD 1001 เปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิด ทำให้ไฟไหลเข้า OUT 1001 ตลอดเวลา เมื่อเปลี่ยนสถานะของ LD 0002 เป็นปกติปิดจะทำให้ OUT 1004 ทำงานและจะทำให้หน้าสัมผัสของ LD 1004 เปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิด ทำให้ไฟไหลเข้า OUT 1004 ตลอดเวลา เมื่อหน้าสัมผัสของ LD 1001 เปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดจะทำให้ OUT 1002 ทำงานและจะทำให้หน้าสัมผัสของ LD 1002 เปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดทำให้ TIM 0000 นับเวลา เมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้หน้าสัมผัสของ LD 1002 เปลี่ยนสถานะเป็นปิดทำให้ TIM 0000 นับเวลา เมื่อถึงเวลาที่ตั้งเวลาที่ตั้งไว้หน้าสัมผัสของ LD TIM 0000 เปลี่ยนสถานะเป็นปกติทำให้ TIM 0001 นับเวลาและหน้าสัมผัสของ LD TIM 0000 จะเปลี่ยนสถานะเป็นปกติเปิดทำให้ OUT 1002 หยุดทำงาน

เมื่อถึงเวลาที่กำหนดหน้าสัมผัสของ LD TIM 0001จะเปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดทำให้ OUT 1002 ทำงาน

เมื่อหน้าสัมผัส LD 1004 เปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดทำให้ OUT 1005 ทำงานและทำให้หน้าสัมผัสของ LD 1005 เปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิด ทำให้ TIM 0002 เริ่มนับเวลา เมื่อถึงเวลาที่กำหนดหน้าสัมผัสของ LD TIM 0002 เปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดทำให้ TIM 0003 นับเวลา เมื่อถึงเวลาที่กำหนด LD TIM 0003 จะเปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิด ทำให้ OUT 1006 ทำงาน

เมื่อ OUT 1001 ทำงาน จะทำให้หน้าสัมผัสของ LD 1001 เปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดทำให้ OUT 0701 ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ OUT 1004 ทำงาน จะทำให้หน้าสัมผัสของ LD 1004 เปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดทำให้ OUT 0704 ทำงาน

เมื่อ OUT 1002 ทำงาน จะทำให้หน้าสัมผัสของ LD 1002 หรือ 1005 เปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดทำให้ OUT 0702 ทำงาน

เมื่อ OUT 1003 ทำงาน จะทำให้หน้าสัมผัสของ LD 1003 หรือ 1006 เปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดทำให้ OUT 0703 ทำงาน

ในขณะวงจรทำงานอยู่ถ้าเปลี่ยนสถานะของ LD NOT 0001 หรือ LD NOT 0004 เป็นปกติวงจรจะหยุดทำงาน หน้าสัมผัสทุกตัวจะกลับสู่สภาวะปกติ

2. จงบอกความแตกต่างระหว่างวงจรการทำงานของการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบสตาร์-เดลต้าแบบกลับทางหมุนสตาร์ทด้วยมือกับการทำงานของการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบสตาร์-เดลต้าแบบกลับทางหมุนอัตโนมัติ

จากการทดลองการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟสแบบสตาร์-เดลต้าแบบกลับทางหมุนสตาร์ทด้วยมือการเลือกการทำงานจะขึ้นอยู่กับการเลือกสวิตช์การทำงานแต่การต่อวงจรสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟสแบบสตาร์-เดลต้าแบบกลับทางหมุนอัตโนมัติการเลือกการทำงานจะขึ้นอยู่กับการตั้งเวลาในโปรแกรมนีโมนิคที่ออกแบบไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 7
การทดลองการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบสตาร์-เดลต้าแบบต่อเนื่องสตาร์ทด้วยมือและอัตโนมัติ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เพื่อให้นักศึกษา

1. อธิบายวงจรการทดลองวงจรสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบสตาร์-เดลต้าแบบต่อเนื่องสตาร์ทด้วยมือและอัตโนมัติได้
2. ประกอบวงจรสำหรับการทดลองได้
3. สามารถประยุกต์ใช้งานพีแอลซีควบคุมการสตาร์ทให้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบสตาร์-เดลต้าแบบต่อเนื่องสตาร์ทด้วยมือและอัตโนมัติได้
4. สามารถป้อนโปรแกรมพีแอลซีได้

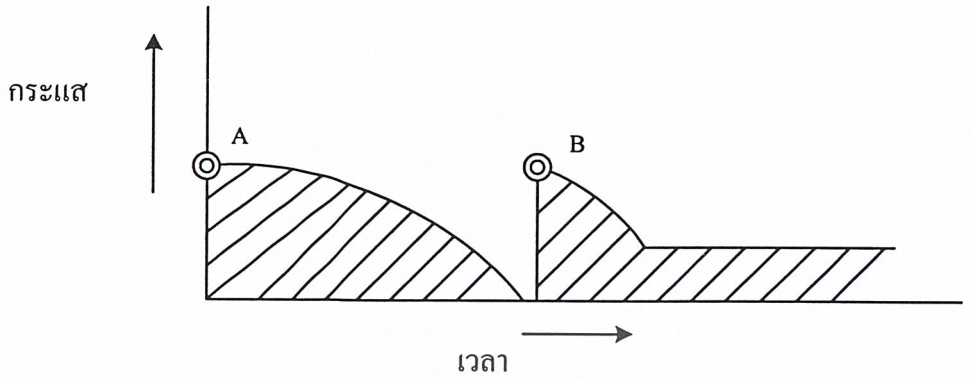
เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ชุดฝึกมอเตอร์กระแสตรงและกระแสสลับควบคุมด้วยพีแอลซี 1 ชุด
2. สายเสียบต่อวงจรขนาด 1.5 มม^{2}และ2.5 มม^2 1 ชุด

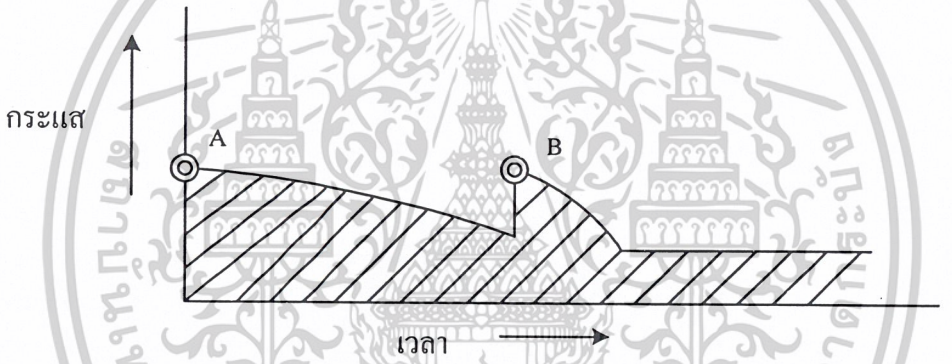
ทฤษฎีเบื้องต้น

การสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์-เดลต้าแบบต่อเนื่องมีจุดประสงค์เพื่อที่จะลดกระแสตอนเริ่มสตาร์ทไม่ให้สูงเกินไปเพื่อป้องกันมอเตอร์เสียหายและลดผลการรบกวนระบบไฟฟ้าเนื่องจากแรงดันไฟฟ้าตกอันเนื่องจากการสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์-เดลต้าโดยทั่วๆ ไปกระแสเริ่มสตาร์ท (ที่จุด A) จะมีค่าประมาณ 1/3 ของกระแสล็อคโรเตอร์เมื่อต่อวงจรเป็นแบบเดลต้า แต่ในขณะที่เปลี่ยนการต่อสตาร์ไปเป็นแบบเดลต้า คอนแทคเตอร์ที่ต่อแบบสตาร์อยู่จะต้องหยุดทำงานก่อน แล้วคอนแทคเตอร์ที่ต่อแบบเดลต้าจึงจะทำงาน โดยช่วงการเปลี่ยนแปลงจากสตาร์เป็นเดลต้านี้จะทำให้เกิดการเปิดวงจรเป็นเวลาสั้นๆ ซึ่งเป็นผลทำให้กระแสเมื่อเริ่มต่อเป็นวงจรเดลต้าสูงขึ้นเป็นประมาณ 70% ของกระแสล็อคโรเตอร์ (ที่จุด B) ดังรูปที่ ฉ.62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ฉ.62 กระแสในการสตาร์ทสตาร์-เดลต้าแบบเปิดวงจร



รูปที่ ฉ.63 กระแสในการสตาร์ทสตาร์-เดลต้าแบบปิดวงจร

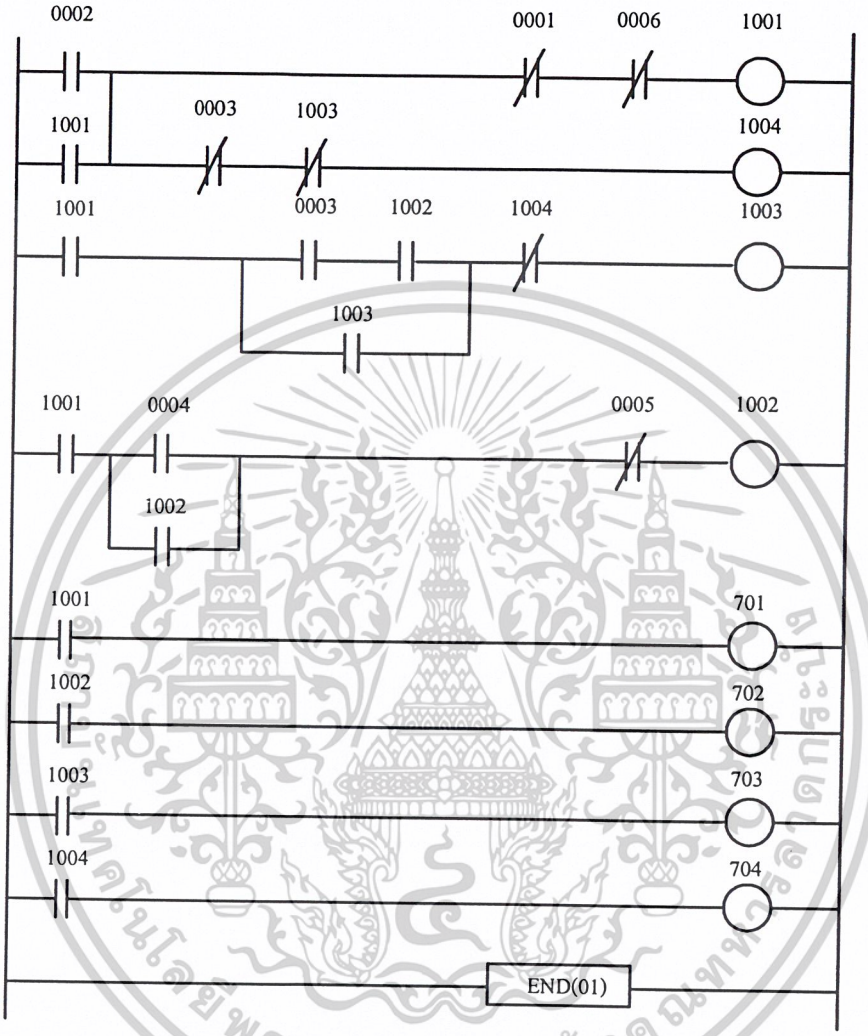
ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อแหล่งจ่ายไฟแรงดัน 380 V_{AC} เข้ากับชุดทดลอง

2. นำแลดเดอร์ไดอะแกรมการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบสตาร์-เดลต้าแบบต่อเนื่องสตาร์ทด้วยมือ ดังรูปที่ ฉ.64 ทำการป้อนให้พีแอลซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แลดเดอร์ไดอะแกรม



รูปที่ ฉ.64 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

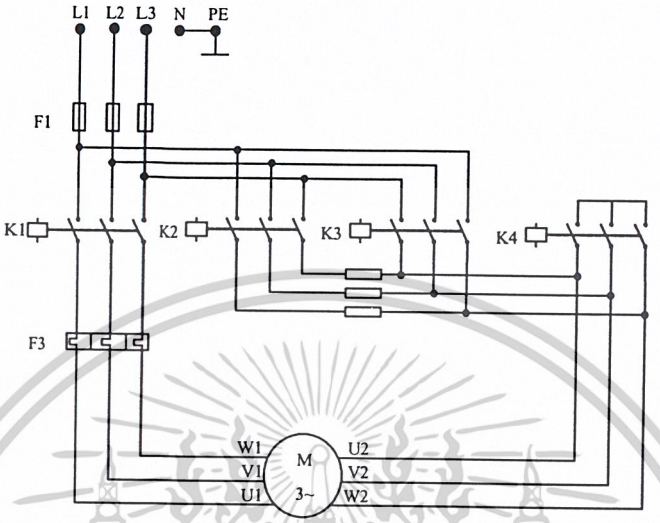
นีโมนิค

LD	0002	OUT	0701
OR	1001	LD	1002
AND NOT	0001	OUT	0702
AND NOT	0006	LD	1003
OUT	1001	OUT	0703
LD	0002	LD	1004
OR	1001	OUT	0704
AND NOT	0003	END (FUN 01)	- - -
AND NOT	1003		
OUT	1004		
LD	1001		
LD	0003		
AND	1002		
OR	1003		
AND LD			
AND NOT	1004		
OUT	1003		
LD	1001		
LD	0004		
OR	1002		
AND LD			
AND NOT	0005		
OUT	1002		
LD	1001		

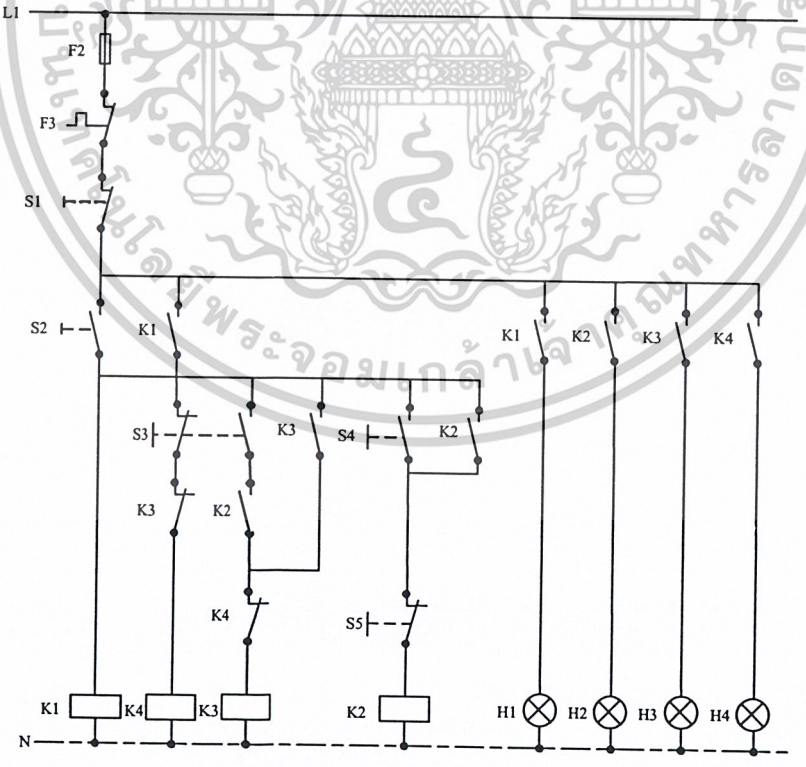
รูปที่ ฉ.64 (ต่อ) แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เชื่อมต่อสายต่างๆ ตามรูป ดังรูปที่ ฉ.67

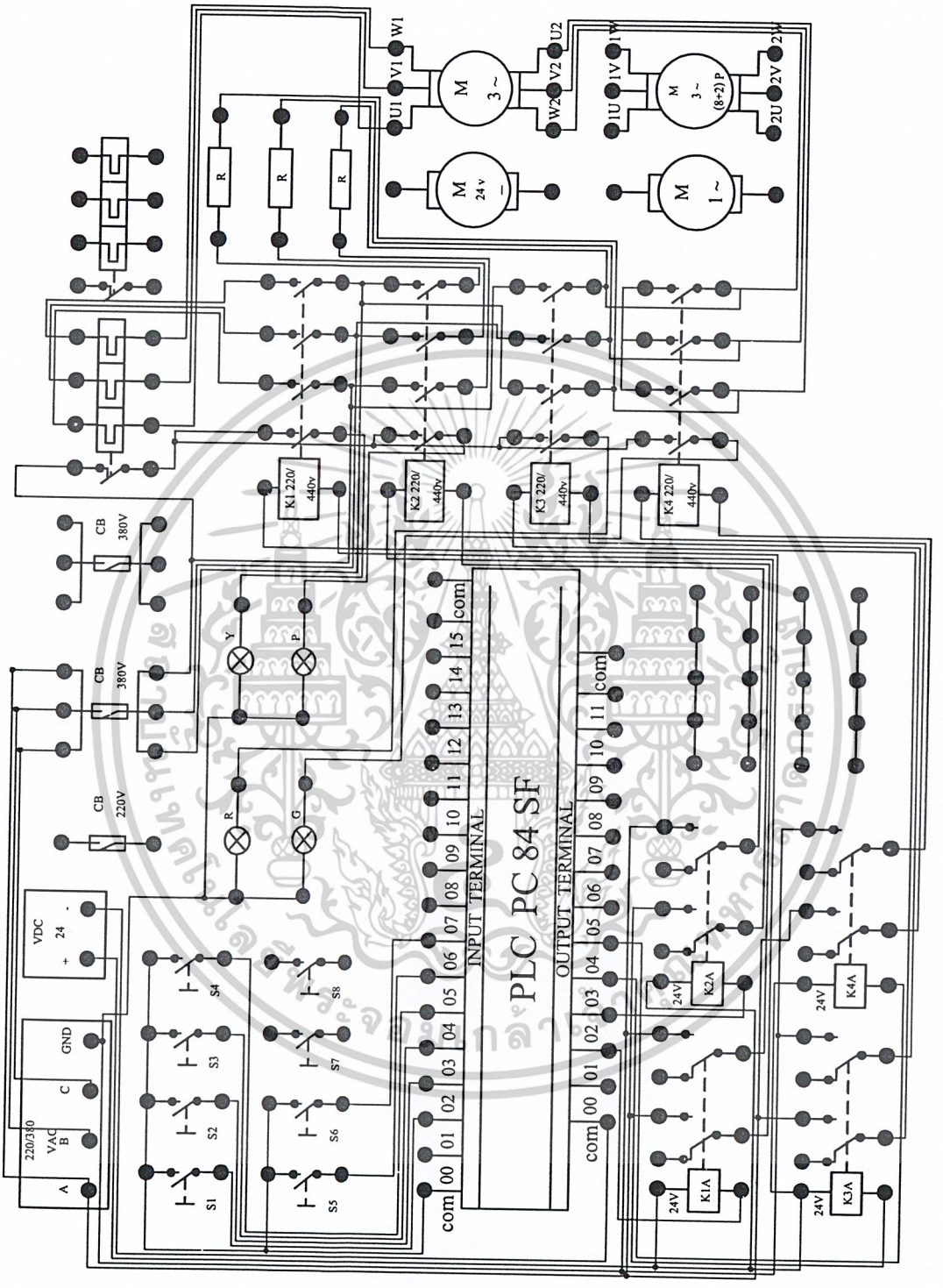


รูปที่ ฉ.65 วงจรกำลัง



รูปที่ ฉ.66 วงจรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ฉ.67 วงจรไฟฟ้า

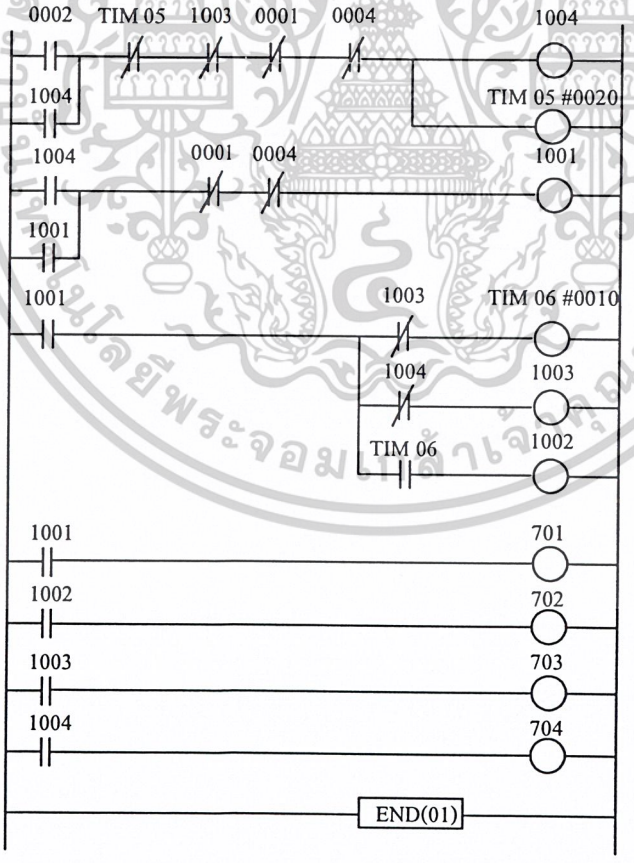
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ทำการสตาร์ทมอเตอร์และเปลี่ยนการทำงานจากการต่อสตาร์เป็นแบบเดลต้าโดยการกดสวิตช์ สังเกตการทำงาน

ผลการทดลองการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบสตาร์–เดลต้าแบบต่อเนื่องสตาร์ทด้วยมือ เมื่อกดสวิตช์ตัวที่ 2 มอเตอร์จะทำงานโดยต่อแบบสตาร์ เมื่อกดสวิตช์ตัวที่ 4 ชุดความต้านทานจะถูกต่อเข้าไปในวงจรและเมื่อกดสวิตช์ตัวที่ 3 มอเตอร์จะทำงานโดยต่อแบบเดลต้า หลังจากนั้นชุดค่าความต้านทานจะต้องถูกปลดออกโดยการกดสวิตช์ตัวที่ 5 ไฟที่แสดงเอาต์พุตออกมาขณะมอเตอร์ทำงานต่อแบบสตาร์จะเป็นสีเหลืองและสีเขียว ขณะที่มอเตอร์ทำงานต่อแบบเดลต้าจะเป็นสีเหลืองและสีแดง ไฟที่แสดงชุดความต้านทานเป็นสีม่วง

5. นำแลดเดอร์ไดอะแกรมที่ออกแบบไว้ ดังรูปที่ ฉ.68 ของวงจรการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบสตาร์-เดลต้าแบบต่อเนื่องอัตโนมัติทำการป้อนให้พีแอลซี

แลดเดอร์ไดอะแกรม



รูปที่ ฉ.68 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

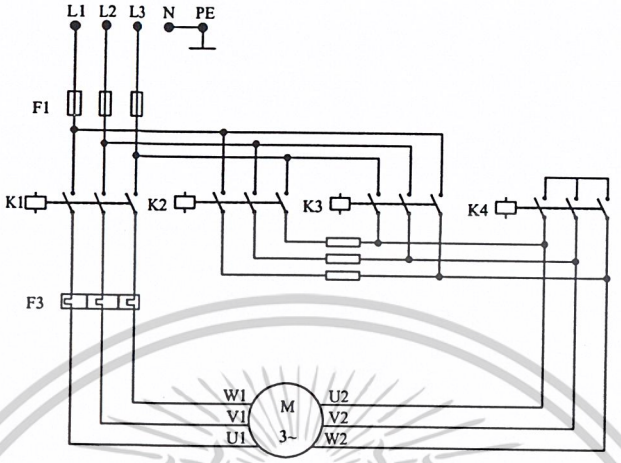
นีโมนิค

LD	0002	OUT	0701
OR	1004	LD	1002
AND NOT TIM	0005	OUT	0702
AND NOT	1003	LD	1003
AND NOT	0001	OUT	0703
AND NOT	0004	LD	1004
OUT	1004	OUT	0704
TIM	0005	END (FUN 01)	- - -
DATA	#0020		
LD	1004		
OR	1001		
AND NOT	0001		
AND NOT	0004		
OUT	1001		
LD	1001		
AND NOT	1003		
TIM	0006		
DATA	#0010		
LD	1001		
AND NOT	1004		
OUT	1003		
LD	1001		
AND TIM	0006		
OUT	1002		
LD	1001		

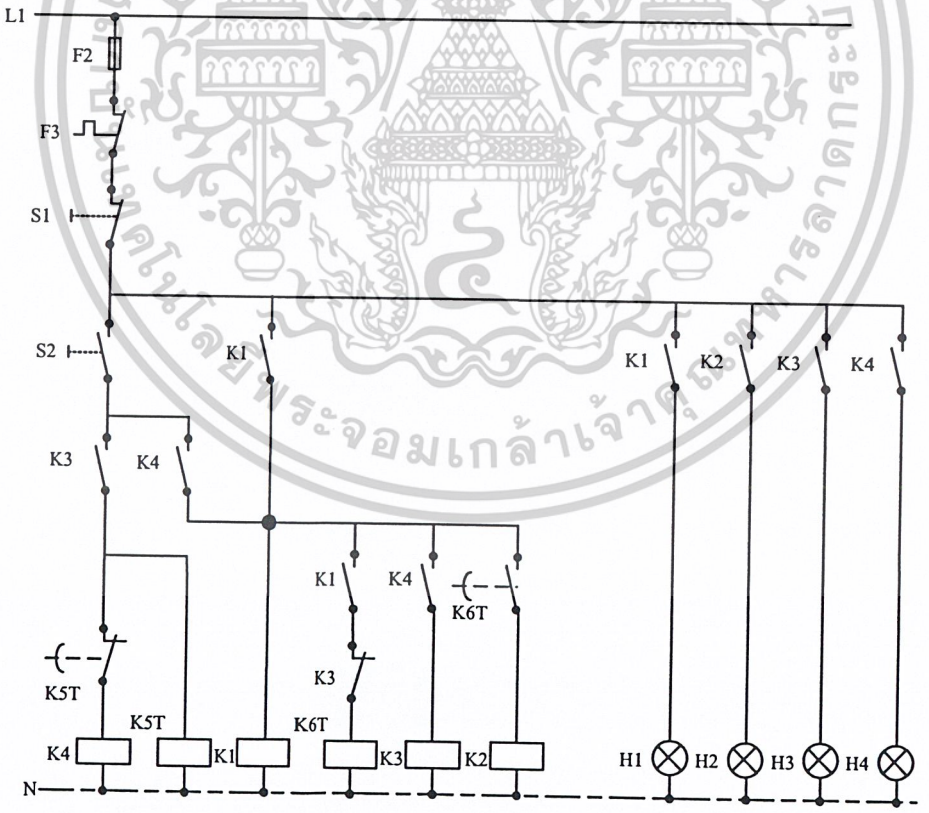
รูปที่ ฉ.68 (ต่อ) แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. เชื่อมต่อสายต่างๆ ตามรูป ดังรูปที่ ฉ.71

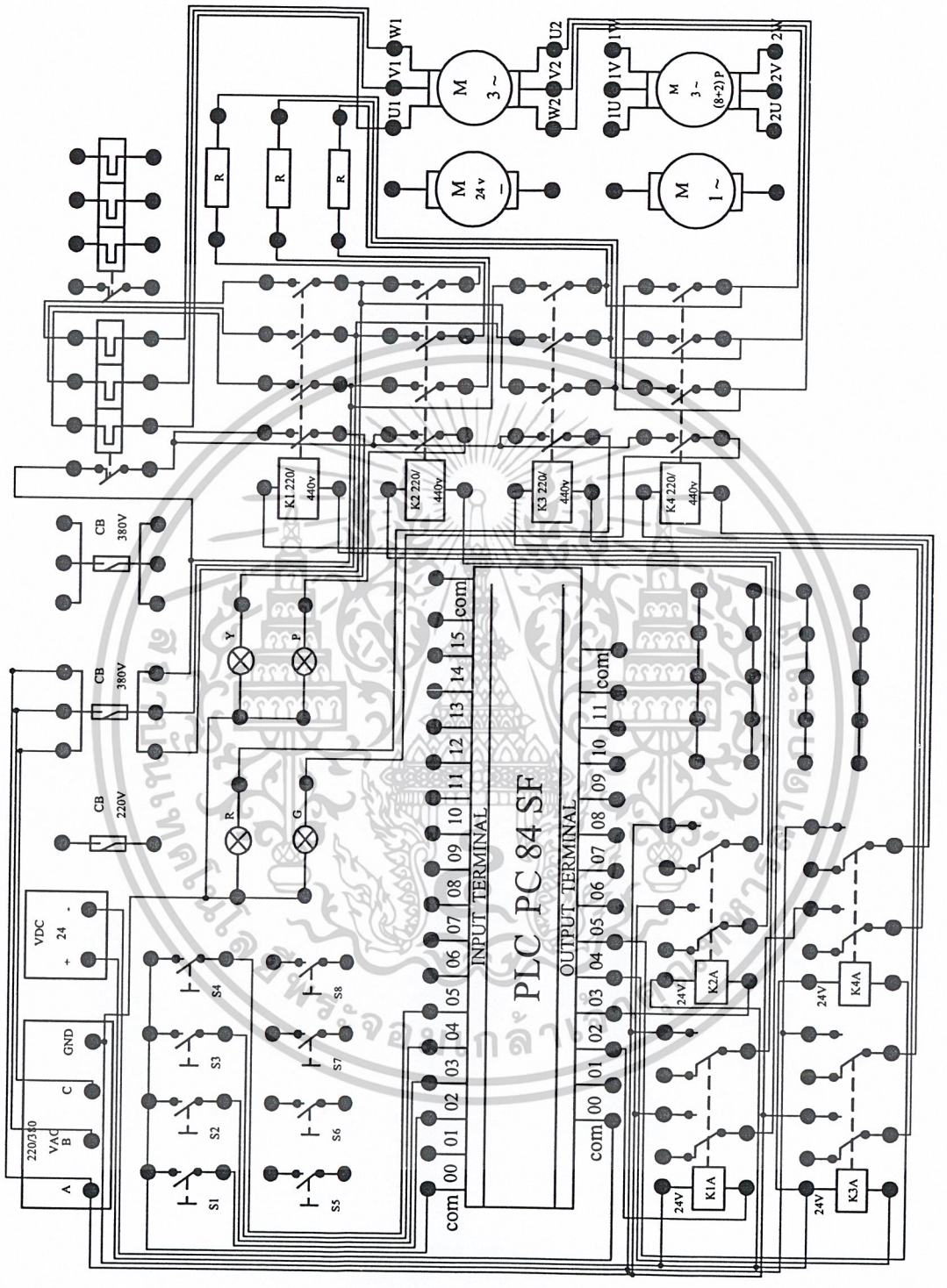


รูปที่ ฉ.69 วงจรกำลัง



รูปที่ ฉ.70 วงจรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ฉ.71 วงจรไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ทำการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสสังเกตการทำงาน

ผลการทดลองการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบสตาร์–เดลต้าแบบต่อเนื่องอัตโนมัติ เมื่อกดสวิตช์ตัวที่ 2 มอเตอร์จะทำงานแบบสตาร์ เมื่อถึงเวลาที่กำหนดไว้ในโปรแกรมนีโมนิคชุดความต้านทานจะต่อเข้าไปในวงจรและมอเตอร์จะถูกเปลี่ยนการต่อเป็นแบบเดลต้า เมื่อมอเตอร์เปลี่ยนการต่อการทำงานแล้วชุดความต้านทานที่ต่อร่วมจะถูกตัดออกอัตโนมัติ เนื่องจากการกำหนดค่าเวลาตัดค่าความต้านทานออกโดยกำหนดจากโปรแกรมนีโมนิคไฟที่แสดงเอาต์พุตออกมาขณะมอเตอร์ทำงานต่อแบบสตาร์จะเป็นสีเหลืองและสีเขียว ขณะมอเตอร์ทำงานต่อแบบเดลต้าจะเป็นสีเหลืองและสีแดงและไฟที่แสดงชุดความต้านทานจะเป็นสีม่วง เมื่อกดสวิตช์ตัวที่ 1 หรือตัวที่ 4 มอเตอร์หยุดการทำงาน

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบสตาร์–เดลต้าแบบต่อเนื่องสตาร์ทด้วยมือ การเปลี่ยนการทำงานโดยการต่อวงจรสตาร์ทมอเตอร์กระแสสลับ 3 เฟสต่อแบบสตาร์มาต่อแบบเดลต้า การเปลี่ยนการทำงานจะขึ้นอยู่กับการกดสวิตช์เลือกการทำงานที่ได้กำหนดไว้ในโปรแกรม ดังนั้นโอกาสการเปลี่ยนการทำงานจะผิดพลาดมาก

จากการทดลองการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบสตาร์–เดลต้าแบบต่อเนื่องอัตโนมัติ การเปลี่ยนการทำงาน โดยต่อวงจรการสตาร์ทมอเตอร์กระแสสลับ 3 เฟสต่อแบบสตาร์มาเป็นการต่อแบบเดลต้า การเปลี่ยนการทำงานจะขึ้นอยู่กับการตั้งเวลาเปลี่ยนการทำงานที่ได้กำหนดไว้ในโปรแกรมนีโมนิคดังนั้น โอกาสการทำงานจะไม่มีและเวลาในการเปลี่ยนการทำงานจะไม่ผิดพลาด

คำถามท้ายการทดลอง

1. จากการทดลอง จงอธิบายหลักการทำงานของแลดเดอร์ไดอะแกรม

จากวงจรการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบสตาร์-เดลต้าแบบต่อเนื่องสตาร์ทด้วยมือ เมื่อเปลี่ยนสถานะของ LD 0002 เป็นปกติปิดทำให้ OUT 1001 และ OUT 1004 ทำงานและจะทำให้หน้าสัมผัสของ LD 1001 เปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดทำให้ไฟไหลเข้า OUT 1001 และ OUT 1004 ตลอดเวลา เมื่อเปลี่ยนสถานะของ LD 0004 ทำให้ OUT 1002 ทำงานและหน้าสัมผัสของ LD 1002 จะเปลี่ยนเป็นปกติปิดทำให้ไฟไหลเข้า OUT 1002 ตลอดเวลา เมื่อ OUT 1002 ทำงานแล้วสามารถที่จะทำให้ OUT 1002 ทำงานได้โดยการเปลี่ยนสถานะ LD 1003 เป็นปกติปิดทำให้ OUT 1003 ทำงานและหน้าสัมผัสของ LD 1003 จะเปลี่ยนเป็นปกติทำให้ไฟไหลเข้า OUT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1003 ตลอดเวลาและหน้าสัมผัสของ LD 1003 เปลี่ยนสถานะเป็นปกติเปิดทำให้ OUT 1004 หยุดทำงาน

เมื่อ OUT 1001 ทำงานทำให้หน้าสัมผัสของ LD 1001 เปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดทำให้ OUT 0701 ทำงาน

เมื่อ OUT 1002 ทำงานทำให้หน้าสัมผัสของ LD 1002 จะเปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดทำให้ OUT 0702 ทำงาน

เมื่อ OUT 1003 ทำงานทำให้หน้าสัมผัสของ LD 1003 จะเปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดทำให้ OUT 0703 ทำงาน

เมื่อ OUT 1004 ทำงานทำให้หน้าสัมผัสของ LD 1004 จะเปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดทำให้ OUT 0704 ทำงาน

ในขณะวงจรทำงานอยู่ถ้าเปลี่ยนสถานะ LD NOT 0001 หรือ LD NOT 0006 เป็นปกติเปิดจะทำให้วงจรหยุดทำงานหน้าสัมผัสทุกตัวกลับสู่สภาวะปกติ

2.จงบอกความแตกต่างระหว่างการทำงานของวงจรการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบสตาร์-เดลต้าแบบต่อเนื่องสตาร์ทด้วยมือและการทำงานของวงจรการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบสตาร์-เดลต้าแบบต่อเนื่องอัตโนมัติ

จากการทดลองการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบสตาร์–เดลต้าแบบต่อเนื่องสตาร์ทด้วยมือการทำงานจะขึ้นอยู่กับการเลือกสวิตช์การทำงานแต่การสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบสตาร์–เดลต้าแบบต่อเนื่องอัตโนมัติการทำงานจะขึ้นอยู่กับการตั้งเวลาเลือกการทำงานที่เขียนโปรแกรมนีโมนิคไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 8
การทดลองให้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ทำงานเรียงกันตามลำดับแบบสตาร์ทด้วยมือและอัตโนมัติ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เพื่อให้นักศึกษา

1. อธิบายหลักการทำงานวงจรมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ทำงานเรียงกันตามลำดับแบบสตาร์ทด้วยมือและอัตโนมัติได้

2. ประกอบวงจรสำหรับการทดลองได้

3. สามารถประยุกต์ใช้งานพีแอลซีควบคุมการสตาร์ทให้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ทำงานเรียงกันตามลำดับแบบสตาร์ทด้วยมือและอัตโนมัติได้

4. สามารถป้อนโปรแกรมพีแอลซีได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ชุดฝึกมอเตอร์กระแสตรงและกระแสสลับควบคุมด้วยพีแอลซี 1 ชุด
2. สายเสียบต่อวงจรขนาด 1.5 มม^{2}และ2.5 มม^2 1 ชุด

ทฤษฎีเบื้องต้น

การควบคุมแบบ สตาร์ทด้วยมือ ช่วงเวลาห่างของมอเตอร์แต่ละตัวจะขึ้นอยู่กับผู้ควบคุมว่าจะต้องกดสวิตช์ให้มอเตอร์แต่ละตัวทำงานเมื่อไร โดยเงื่อนไขการทำงานนั้นมอเตอร์จะต้องทำงานเรียงลำดับกันตั้งแต่ M1 ไปจนถึง M2 กล่าวคือเมื่อเริ่มต้นทำงานจะต้องกดสวิตช์สตาร์ทให้มอเตอร์ M1 ทำงานก่อนถ้ากดสวิตช์สตาร์ทของมอเตอร์ M2 มอเตอร์จะไม่สามารถทำงานได้และเมื่อมอเตอร์ M1 ทำงานแล้วจะต้องกดสวิตช์สตาร์ทของมอเตอร์ M2 ให้ทำงานต่อไป ในการหยุดการทำงานของมอเตอร์ทั้งสองตัว สวิตช์หยุดของมอเตอร์ M1 จะมีความสำคัญสูงสุด คือ ถ้ากดสวิตช์หยุดของมอเตอร์ M1 เมื่อไร มอเตอร์ทั้งสองตัวก็จะหยุดทำงานทันที แต่ถ้ากดสวิตช์หยุดของมอเตอร์ M2 มอเตอร์ M2 จะหยุดทำงานเพียงตัวเดียว

การควบคุมแบบอัตโนมัติช่วงเวลาห่างของการทำงานของมอเตอร์แต่ละตัวจะถูกกำหนดโดยเวลาที่ตั้งให้กับตัวตั้งเวลาแต่ละตัว โดยเงื่อนไขการทำงานนั้นจะต้องให้มอเตอร์ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

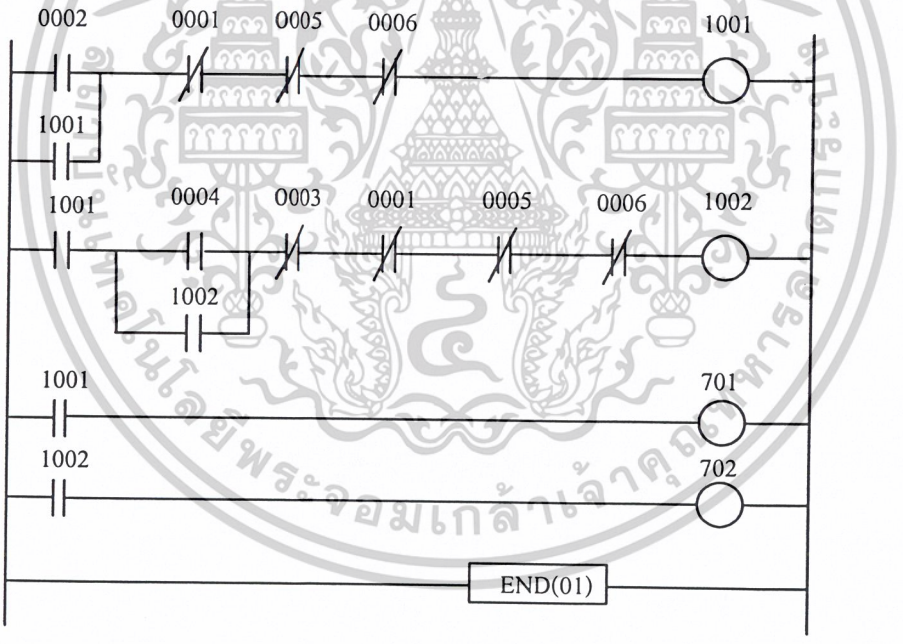
เรียงลำดับกันตั้งแต่มอเตอร์ M1 ไปจนถึง M2 กล่าวคือเมื่อกดสวิตช์สตาร์ทมอเตอร์ M1 จะทำงานก่อนเป็นตัวแรกพร้อมกับตัวตั้งเวลาตัวที่ 1 (T1) จะเริ่มนับเวลาจนครบเวลาที่ตั้งไว้ M2 จะเริ่มทำงาน และทำงานตลอด จนกว่ากดสวิตช์หยุดมอเตอร์ M1 และ M2 จะหยุดทำงานพร้อมกันทันที

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อแหล่งจ่ายไฟแรงดัน 380 V_{AC} เข้ากับชุดทดลอง

2. นำแลดเดอร์ไดอะแกรมที่ออกแบบไว้ดังรูปที่ ฉ.72 ในวงจรการทดลองให้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ทำงานเรียงกันตามลำดับแบบสตาร์ทด้วยมือทำการป้อนให้พีแอลซี

แลดเดอร์ไดอะแกรม



รูปที่ ฉ.72 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

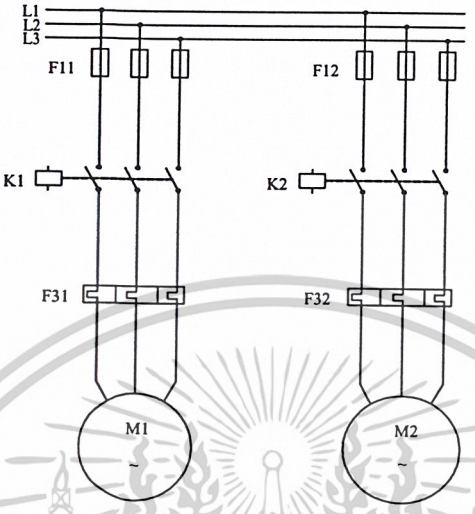
นีโมนิค

LD	0002
OR	1001
AND NOT	0001
AND NOT	0005
AND NOT	0006
OUT	1001
LD	1001
LD	0004
OR	1002
AND LD	
AND NOT	0003
AND NOT	0001
AND NOT	0005
AND NOT	0006
OUT	1002
LD	1001
OUT	0701
LD	1002
OUT	0702
END (FUN 01)	- - -

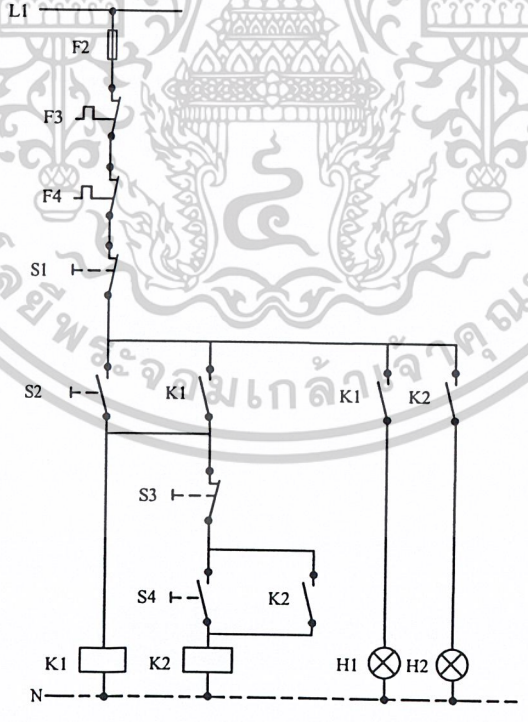
รูปที่ ฉ.72 (ต่อ) แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เชื่อมต่อสายต่างๆ ดังรูป ดังรูปที่ ฉ.75

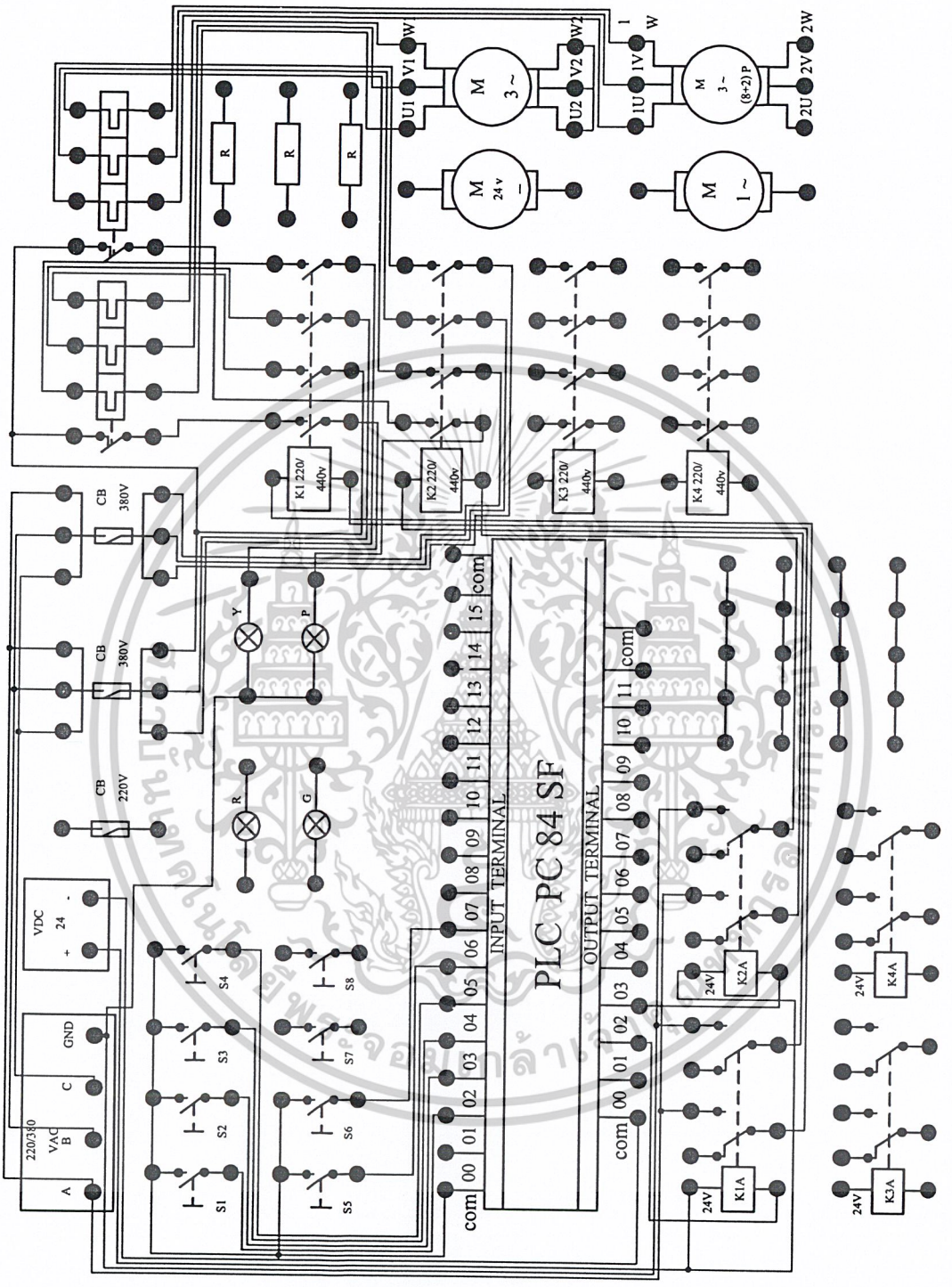


รูปที่ ฉ.73 วงจรกำลัง



รูปที่ ฉ.74 วงจรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ฉ.75 วงจรไฟฟ้า

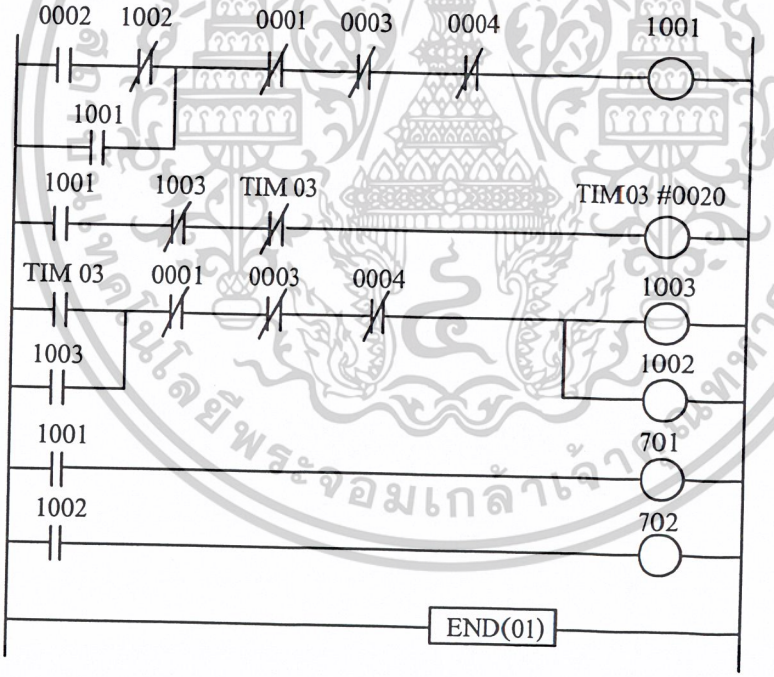
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ทำการสตาร์ท มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส โดยการกดสวิตช์ สังเกตการทำงาน

ผลการทดลองให้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสทำงานเรียงกันตามลำดับแบบสตาร์ทด้วยมือ เมื่อกดสวิตช์ตัวที่ 2 มอเตอร์ตัวที่ 1 ทำงาน เมื่อกดกสวิตช์ตัวที่ 4 เพื่อให้มอเตอร์ตัวที่ 2 ทำงานมอเตอร์ตัวที่ 2 ไม่สามารถทำงานก่อนได้หากมอเตอร์ตัวที่ 1 ยังไม่ทำงาน เมื่อกดสวิตช์ตัวที่ 3 มอเตอร์ตัวที่ 2 หยุดการทำงานและเมื่อกดสวิตช์ตัวที่ 1, 5 หรือตัวที่ 6 มอเตอร์หยุดการทำงาน ไฟที่แสดงเอาต์พุตออกมาช่วงที่มอเตอร์ตัวที่ 1 ทำงานจะเป็นสีเหลืองและช่วงมอเตอร์ตัวที่ 2 ทำงานจะเป็นสีม่วง

5. นำแลดเดอร์ไดอะแกรมจากการทดลองให้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ทำงานเรียงกันตามลำดับแบบอัตโนมัติ ดังรูปที่ ฉ.76 ทำการป้อนให้พีแอลซี

แลดเดอร์ไดอะแกรม



รูปที่ ฉ.76 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

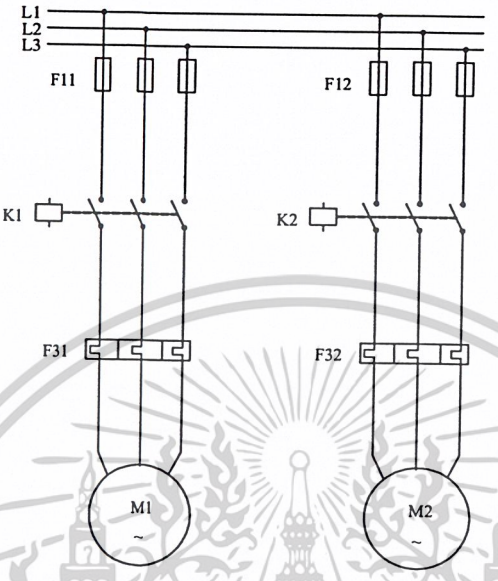
นีโมนิค

LD	0002
AND NOT	1002
OR	1001
AND NOT	0001
AND NOT	0003
AND NOT	0004
OUT	1001
LD	1001
AND NOT	1003
AND NOT TIM	0003
TIM	0003
DATA	#0020
LD TIM	0003
OR	1003
AND NOT	0001
AND NOT	0003
AND NOT	0004
OUT	1003
OUT	1002
LD	1001
OUT	0701
LD	1002
OUT	0702
END (FUN 01)	- - -

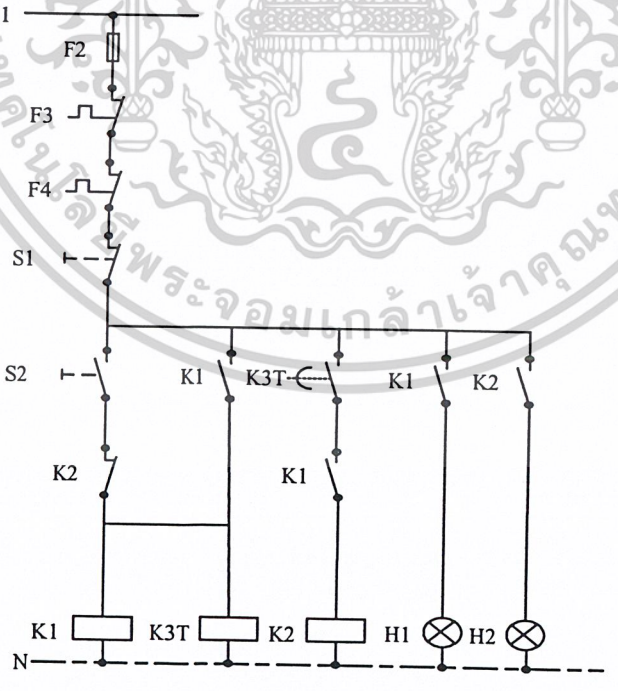
รูปที่ ฉ.76 (ต่อ) แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. เชื่อมต่อสายต่างๆ ดังรูป ดังรูปที่ ฉ.79

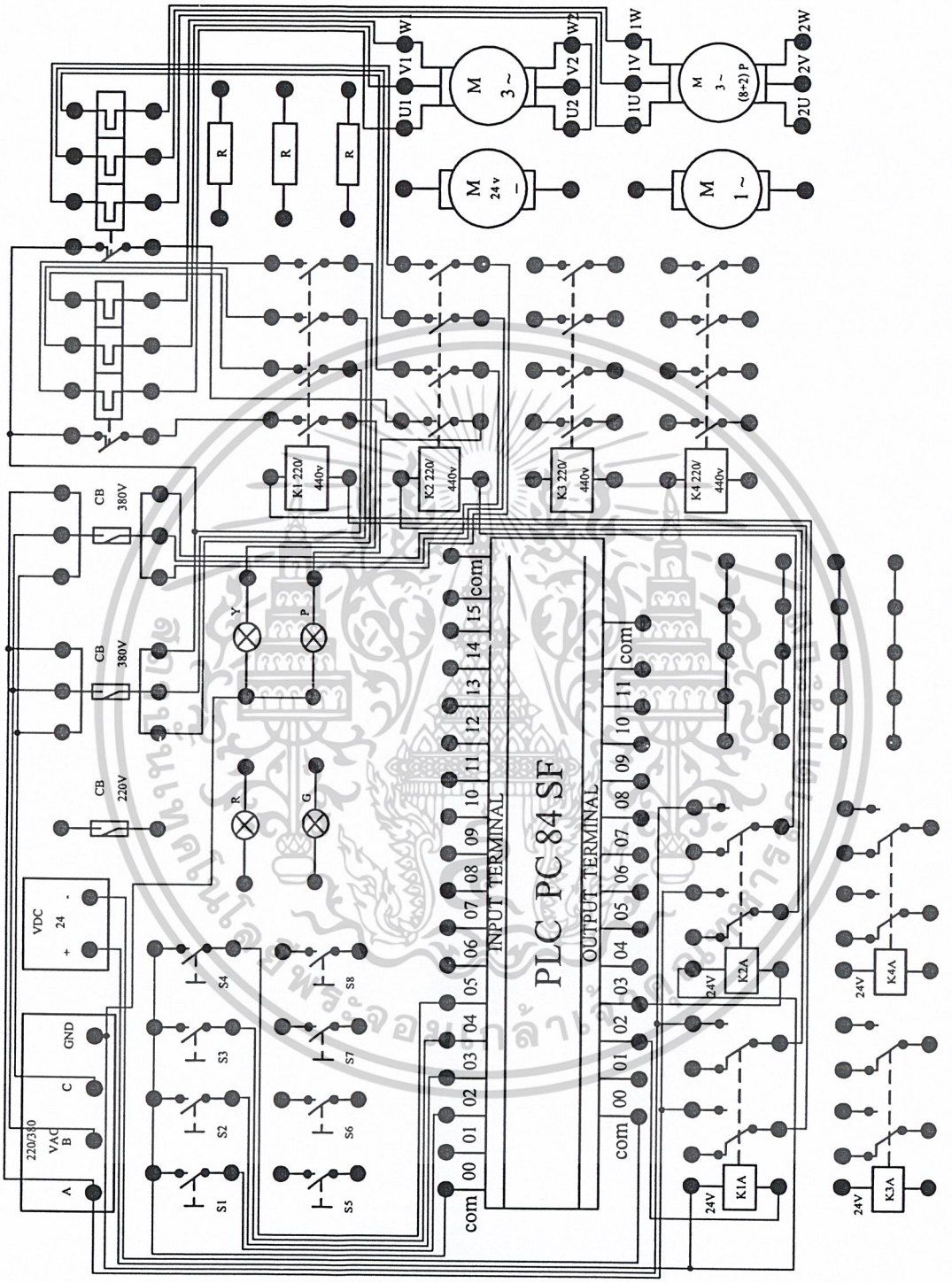


รูปที่ ฉ.77 วงจรกำลัง



รูปที่ ฉ.78 วงจรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ฉ.79 วงจรไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ทำการสตาร์ท มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส สังเกตการทำงาน

ผลการทดลองให้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสทำงานเรียงกันตามลำดับแบบอัตโนมัติ เมื่อกดสวิตช์ตัวที่ 2 มอเตอร์ตัวที่ 1 ทำงานและเมื่อถึงเวลาที่กำหนดไว้ในโปรแกรมนีโมนิค มอเตอร์ตัวที่ 2 ทำงาน เมื่อกดสวิตช์ 1, 3 หรือตัวที่ 4 มอเตอร์จะหยุดทำงาน ไฟที่แสดงเอาต์พุตออกมาช่วงที่มอเตอร์ตัวที่ 1 ทำงานจะเป็นสีเหลือง ช่วงมอเตอร์ตัวที่ 2 ทำงานจะเป็นสีม่วง

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองให้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสทำงานเรียงกันตามลำดับแบบสตาร์ทด้วยมือ ในการเลือกการทำงานของมอเตอร์แต่ละตัวจะขึ้นอยู่กับการกดสวิตช์เลือกการทำงานที่กำหนดไว้ในโปรแกรมนีโมนิค

จากการทดลองให้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสทำงานเรียงกันตามลำดับแบบอัตโนมัติการทำให้มอเตอร์ทำงานเรียงกันตามลำดับการทำงานจะขึ้นอยู่กับการตั้งเวลาให้มอเตอร์ทำงานเรียงกันตามลำดับที่ได้กำหนดไว้ในโปรแกรมนีโมนิค

คำถามท้ายการทดลอง

1. จากการทดลอง จงอธิบายหลักการทำงานของ แลดเดอร์ไดอะแกรม

จากวงจรการทดลองให้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ทำงานเรียงกันตามลำดับแบบสตาร์ทด้วยมือ เมื่อเปลี่ยนสถานะของ LD 0002 ให้เป็นปกติปิดจะทำให้ OUT 1001 ทำงานและ LD 1001 จะเปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดทำให้ไฟไหลเข้า OUT 1001 ตลอดเวลา เมื่อทำการเปลี่ยนสถานะของ LD 0004 เป็นปกติปิดจะทำให้ OUT 1002 ทำงาน และหน้าสัมผัสของ LD 1002 เปลี่ยนสถานะเป็นปกติทำให้ไฟไหลเข้า OUT 1002 ตลอดเวลา เมื่อเปลี่ยนสถานะ LD NOT 0003 เป็นปกติเปิดทำให้ OUT 1002 หยุดทำงานและหน้าสัมผัสของ LD 1002 กลับสู่สภาวะปกติ เมื่อทำการเปลี่ยนสถานะของ LD NOT 0001 หรือ LD NOT 0005 หรือ LD NOT 0006 จะทำให้ OUT 1001 และ OUT 1002 หยุดทำงาน หน้าสัมผัสทุกตัวจะกลับเข้าสู่สภาวะปกติ

เมื่อ OUT 1001 ทำงานหน้าสัมผัสของ LD 1001 จะเปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดจะทำให้ OUT 0701 ทำงาน เมื่อ OUT 1002 ทำงานหน้าสัมผัสของ LD 1002 จะเปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดจะทำให้ OUT 0702 ทำงาน

จากวงจรการทดลองให้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ทำงานเรียงกันตามลำดับแบบอัตโนมัติ เมื่อเปลี่ยนสถานะของ LD 0002 ให้เป็นปกติจะทำให้ OUT 1001 ทำงานและหน้าสัมผัสของ LD 1001 จะเปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดทำให้ไฟไหลเข้า OUT 1001 ตลอดเวลา และ TIM 0003

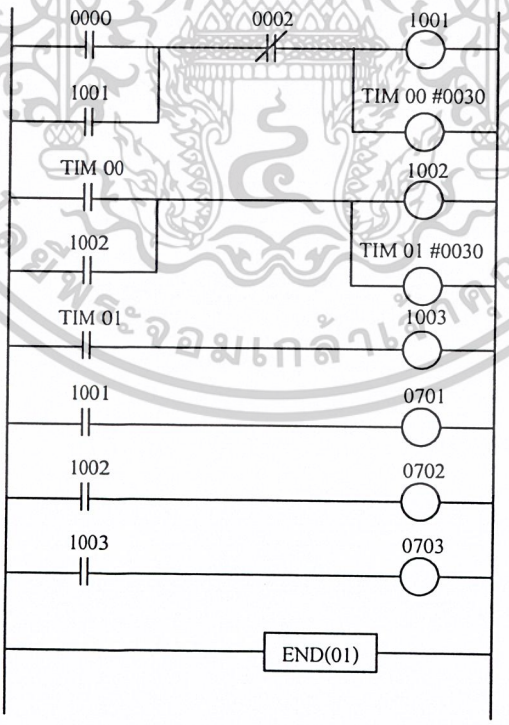
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เริ่มนับเวลา เมื่อถึงเวลาที่กำหนด LD TIM 0003 จะเปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิด ทำให้ OUT 1003 และ OUT 1002 ทำงานทำให้หน้าสัมผัสของ LD NOT 0003 เกิดการเปลี่ยนสถานะเป็นปกติเปิด TIM 0003 หยุดทำงานและหน้าสัมผัสของ LD NOT 0003 กลับสู่สภาวะปกติทำให้หน้าสัมผัสของ LD 1003 เปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดทำให้ไฟไหลเข้า OUT 1003 และ OUT 1002 ตลอดเวลา

ในขณะวงจรทำงานอยู่ ถ้าทำการเปลี่ยนสถานะของ LD NOT 0001 หรือ LD NOT 0003 หรือ LD NOT 0004 เป็นปกติเปิดจะทำให้วงจรหยุดทำงาน หน้าสัมผัสทุกตัวกลับสู่สภาวะปกติ เมื่อ OUT 1001 ทำงานจะทำให้หน้าสัมผัสของ LD 1001 เปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดทำให้ OUT 0701 ทำงาน เมื่อ OUT 1002 ทำงานจะทำให้หน้าสัมผัสของ LD 1002 เปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดทำให้ OUT 0702 ทำงาน

2. จงออกแบบวงจรแลดเดอร์ไดอะแกรมในการควบคุมการทำงานของวงจรมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ทำงานเรียงกันตามลำดับแบบ อัตโนมัติ โดยให้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส 3 ตัวแล้วอธิบายการทำงานของแลดเดอร์ไดอะแกรม ดังรูปที่ ฉ.80

แลดเดอร์ไดอะแกรม



รูปที่ ฉ.80 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นีโมนิค

นีโมนิค	
LD	0001
OR	1001
AND NOT	0002
OUT	1001
TIM	0000
DATA	#0030
LD TIM	0000
OUT	1002
TIM	0001
DATA	#0030
LD TIM	0001
OUT	1003
LD	1001
OUT	0701
LD	1002
OUT	0702
LD	1003
OUT	0703
END (FUN01)	- - -

รูปที่ ฉ.80 (ต่อ) แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

หลักการทำงาน เมื่อเปลี่ยนสถานะของ LD 0001 เป็นปกติปิดจะทำให้ OUT 1001 ทำงาน และ TIM 0000 เริ่มนับเวลาหน้าสัมผัสของ LD 1001 จะเปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดทำให้ไฟไหลเข้า OUT 1001 และ TIM 0000 ตลอดเวลา เมื่อถึงเวลาที่กำหนด LD TIM 0000 จะเปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดทำให้ OUT 1002 ทำงานและ TIM 0001 เริ่มนับเวลา เมื่อถึงเวลาที่กำหนด LD TIM 0001 จะเปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดทำให้ OUT 1003 ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ OUT 1001 ทำงานหน้าสัมผัสของ LD 1001 จะเปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดทำให้ OUT 0701 ทำงาน เมื่อ OUT 1002 ทำงานหน้าสัมผัสของ LD 1002 จะเปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดทำให้ OUT 0702 ทำงาน เมื่อ OUT 1003 ทำงานหน้าสัมผัสของ LD 1003 จะเปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดทำให้ OUT 0703 ทำงาน

ในขณะที่วงจรทำงานอยู่ เมื่อเปลี่ยนสถานะของ LD NOT 0002 เป็นปกติเปิด วงจรจะหยุดทำงานและสัมผัสทุกตัวกลับสู่สภาวะปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงานที่ 9
การปรับเลือกความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส 2 ความเร็วแบบขดลวดที่สเตเตอร์ 2 ชุดแยกกัน แบบเลือกความเร็วได้ และแบบให้ความเร็วหมุนเรียงกันไปจากช้าไปเร็ว

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เพื่อให้นักศึกษา

1. อธิบายหลักการทำงานของการปรับเลือกความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส 2 ความเร็วแบบขดลวดที่สเตเตอร์ 2 ชุดแยกกัน แบบเลือกความเร็วได้และแบบให้ความเร็วหมุนเรียงกันไปจากช้าไปเร็วได้
2. ประกอบวงจรสำหรับการทดลองได้
3. สามารถประยุกต์ใช้งานพีแอลซีควบคุมการปรับเลือกความความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส 2 ความเร็วแบบขดลวดที่สเตเตอร์ 2 ชุดแยกกันแบบเลือกความเร็วได้ และแบบให้ความเร็วหมุนเรียงกันไปจากช้าไปเร็วได้
4. สามารถป้อนโปรแกรมพีแอลซีได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ชุดฝึกมอเตอร์กระแสตรงและกระแสสลับควบคุมด้วยพีแอลซี	1 ชุด
2. สายเสียบต่อวงจรขนาด 1.5 มม^{2}และ2.5 มม^2	1 ชุด

ทฤษฎีเบื้องต้น

อินดั๊กชั่นมอเตอร์สามเฟสจะมีความเร็วค่อนข้างคงที่ความเร็วเปลี่ยนแปลงที่โหลดเต็มพิกัด (Speed Regulation) จะน้อยกว่า 5% การควบคุมความเร็วจะทำได้ยากและมีความยุ่งยากมากกว่าการควบคุมความเร็วของ ดี.ซี. ชั้นมอเตอร์ วิธีการควบคุมความเร็วของอินดั๊กชั่นมอเตอร์แบ่งได้ดังนี้

การควบคุมทางด้านสเตเตอร์ การควบคุมความเร็วด้านสเตเตอร์มีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) เปลี่ยนแปลงแรงดันป้อน เป็นวิธีที่ง่ายและราคาถูก แต่ไม่นิยมนำไปใช้เพราะความเร็วเปลี่ยนแปลงได้น้อยมาก และจะมีผลทำให้ความหนาแน่นเส้นแรงแม่เหล็กของมอเตอร์เปลี่ยนแปลงด้วย

2) เปลี่ยนแปลงความถี่ป้อน วิธีนี้มักไม่ค่อยนำไปใช้ ทั้งนี้จากสมการ N=120f/P ความเร็วซิงโครนัสเปลี่ยนแปลงไปเมื่อความถี่เปลี่ยนไป วิธีนี้มักจะใช้ในกรณีที่อินดั๊กชั่นมอเตอร์เป็นโหลดของเครื่องกำเนิดเท่านั้น

3) เปลี่ยนที่จำนวนโพลของสเตเตอร์วิธีนี้สามารถนำไปใช้กับมอเตอร์แบบสไควเรลเกจได้ เพราะสเตเตอร์จะมีจำนวนโพลเท่าไรก็ตาม โรเตอร์ก็จะมีจำนวนเท่านั้นด้วย จากสมการ N=120f/P เมื่อจำนวนโพลเปลี่ยนแปลงไป ความเร็วซิงโครนัสก็จะเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย วิธีเปลี่ยนจำนวนโพลของสเตอร์สามารถกระทำได้โดยการพันขดลวด 3 เฟสหลายชุดลงในสล็อท เช่น มอเตอร์ขนาด 36 สล็อทอาจจะพันขดลวดสเตเตอร์ไว้ 2 ชุด ซึ่งอาจจะจัดเป็นชนิด 4 โพล และ 6 โพลถ้าความถี่ป้อน 50 ไซเกิลความเร็วจะมีค่า 1500 และ 1000 รอบ/นาที ถ้าพันขดลวดไว้เป็น 3 ชุด ซึ่งอาจจัดเป็น 4 โพล 6 โพล และ 8 โพล ความเร็วจะมีค่า 1500, 1000 และ 750 รอบ/นาที ขดลวดสเตเตอร์แต่ละชุดจะถูกใช้งานไม่พร้อมกัน ถ้าให้ขดลวดชุดหนึ่งทำงาน ขดลวดชุดอื่นจะถูกปล่อยไว้เฉยๆ เพื่อจะให้มอเตอร์ทำงานที่ความเร็วอื่นก็จะปลดขดลวดชุดเก่าออกและต่อขดลวดชุดใหม่แทน ซึ่งจะมีความยุ่งยากบ้าง แต่ถ้าใช้สวิตช์อัตโนมัติ ก็จะกระทำได้รวดเร็วขึ้น วิธีนี้มักจะใช้กับมอเตอร์ลิฟต์ มอเตอร์รถราง รถไฟ และใช้กับมอเตอร์ขนาดเล็กที่ขับเครื่องมือกล

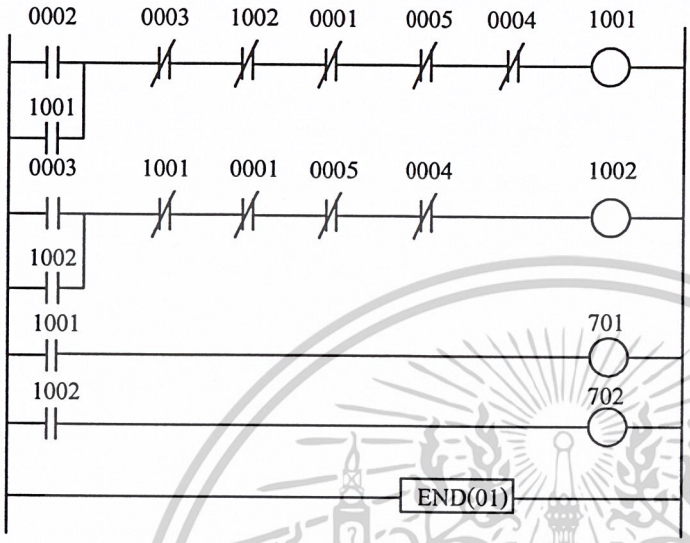
ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อแหล่งจ่ายไฟแรงดัน 380 V_{AC} เข้ากับชุดทดลอง

2. นำแลดเดอร์ไดอะแกรมที่ออกแบบไว้ ดังรูปที่ ฉ.81 ของวงจรในการปรับเลือกความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส 2 ความเร็วแบบขดลวดที่สเตเตอร์ 2 ชุดแยกกันแบบเลือกความเร็วได้ทำการป้อนให้พีแอลซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แลดเดอร์ไดอะแกรม **นีโมนิค**

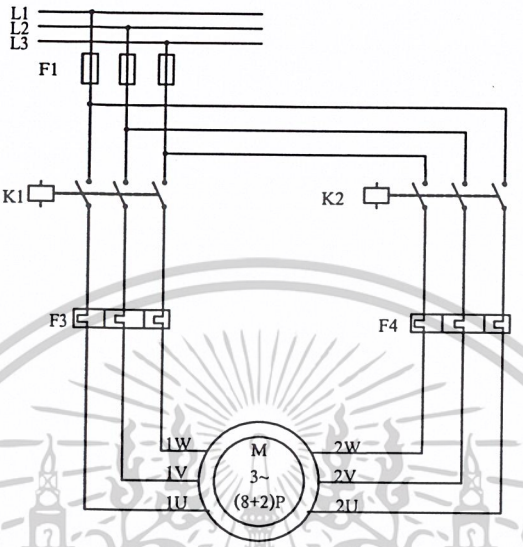


LD	0002
OR	1001
AND NOT	0003
AND NOT	1002
AND NOT	0001
AND NOT	0005
AND NOT	0004
OUT	1001
LD	0003
OR	1002
AND NOT	1001
AND NOT	0001
AND NOT	0005
AND NOT	0004
OUT	1002
LD	1001
OUT	0701
LD	1002
OUT	0702
END (FUN 01)	- - -

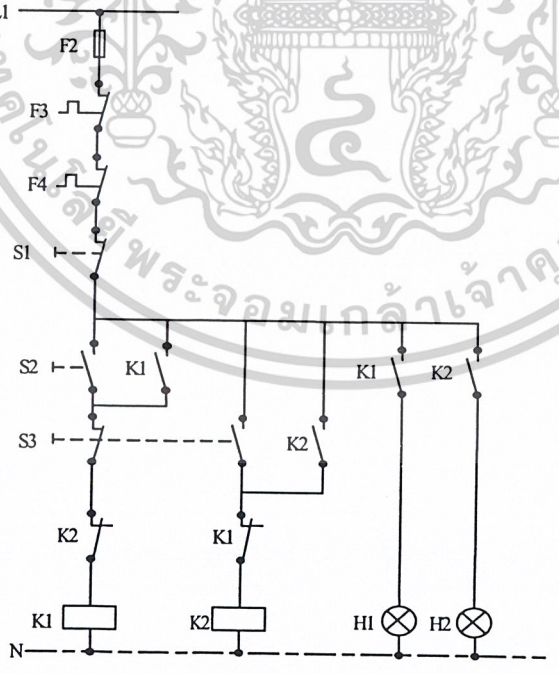
รูปที่ ฉ.81 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เชื่อมต่อสายต่างๆ ดังรูป ดังรูปที่ ฉ.84

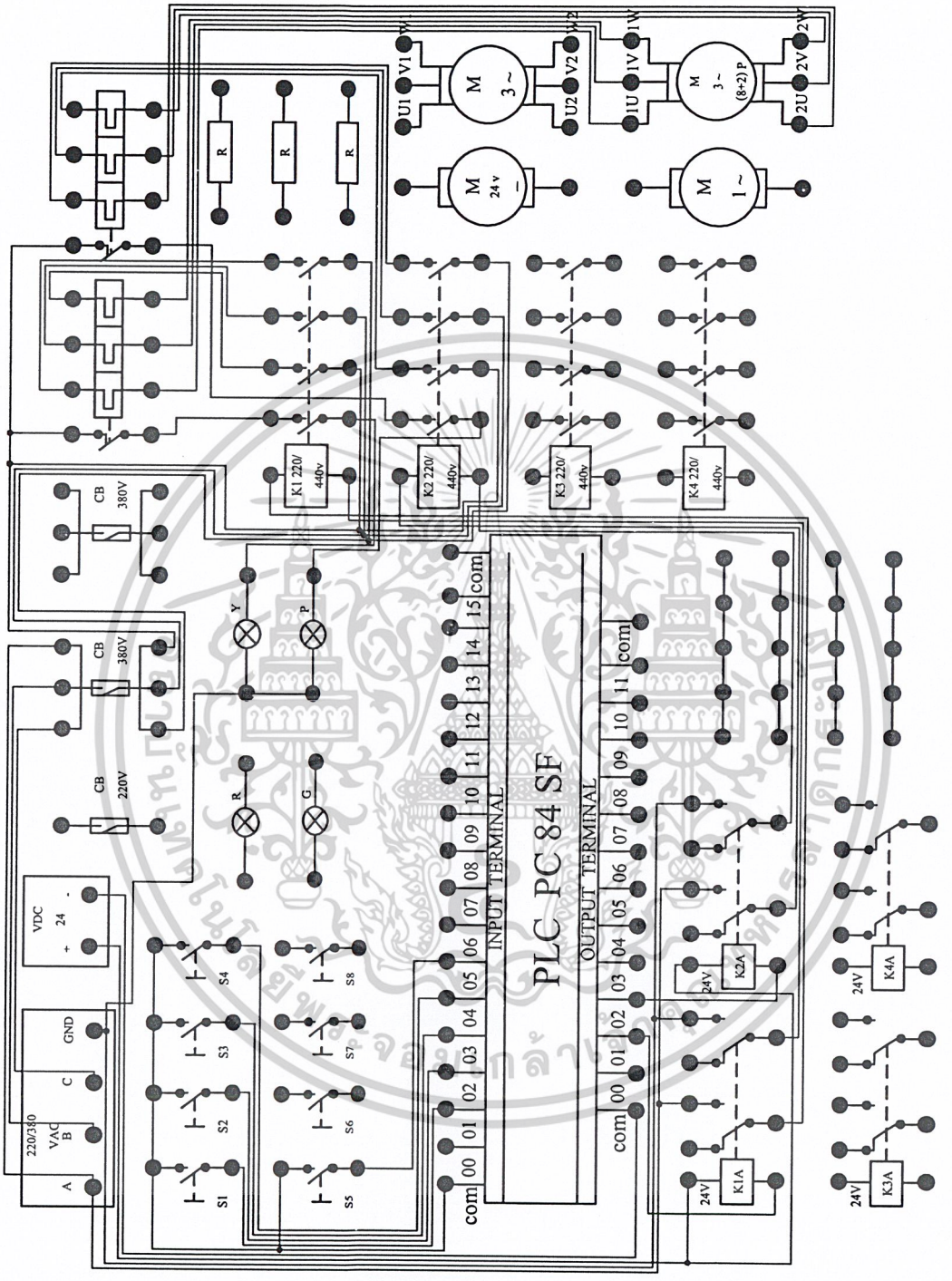


รูปที่ ฉ.82 วงจรกำลัง



รูปที่ ฉ.83 วงจรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ฉ.84 วงจรไฟฟ้า

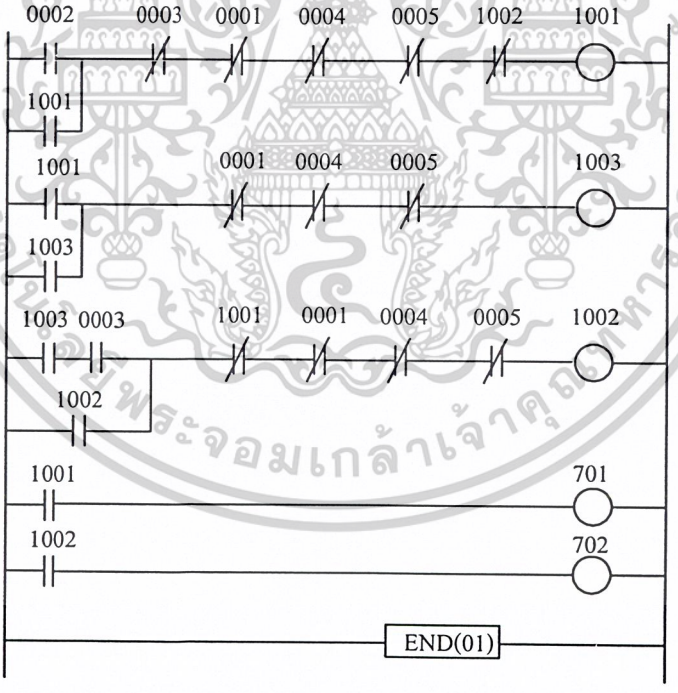
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ทำการสตาร์ทและปรับเลือกความเร็วโดยกดสวิตช์ สังเกตการทำงาน

ผลการทดลองของการปรับเลือกความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส 2 ความเร็วแบบขดลวดที่สเตเตอร์ 2 ชุดแยกกันแบบเลือกความเร็วได้ เมื่อกดสวิตช์ตัวที่ 2 มอเตอร์จะทำงาน (หมุนช้า) เมื่อกดสวิตช์ตัวที่ 3 มอเตอร์ทำงาน (หมุนเร็ว) กดสวิตช์ตัวที่ 2 และตัวที่ 3 พร้อมกัน มอเตอร์ไม่ทำงาน ถ้ามอเตอร์ทำงาน (หมุนเร็ว) อยู่แล้วกดสวิตช์ตัวที่ 2 ให้มอเตอร์ทำงาน (หมุนช้า) มอเตอร์ยังคงอยู่ในสถานะเดิมไม่สามารถปรับได้ เมื่อกดสวิตช์ตัวที่ 1, 4 หรือ 5 มอเตอร์หยุดทำงาน ไฟแสดงสถานะเอาต์พุตมอเตอร์หมุนช้าจะเป็นสีเหลืองและหมุนเร็วจะเป็นสีม่วง

5. นำแลดเดอร์ไดอะแกรมที่ออกแบบไว้ ดังรูปที่ ฉ.85 ในวงจรการปรับเลือกความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส 2 ความเร็วแบบขดลวดที่สเตเตอร์ 2 ชุดแยกกันแบบให้ความเร็วหมุนเรียงกันไปจากช้าไปเร็วได้ทำการป้อนให้พีแอลซี

แลดเดอร์ไดอะแกรม



รูปที่ ฉ.85 แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

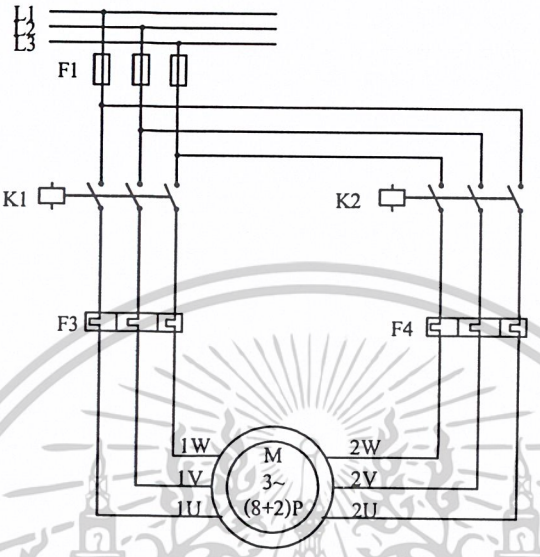
นีโมนิค

LD	0002	OUT	0702
OR	1001	END (FUN 01)	- - -
AND NOT	0003		
AND NOT	0001		
AND NOT	0004		
AND NOT	0005		
AND NOT	1002		
OUT	1001		
LD	1001		
OR	1003		
AND NOT	0001		
AND NOT	0004		
AND NOT	0005		
OUT	1003		
LD	1003		
AND	0003		
OR	1002		
AND NOT	1001		
AND NOT	0001		
AND NOT	0004		
AND NOT	0005		
OUT	1002		
LD	1001		
OUT	0701		
LD	1002		

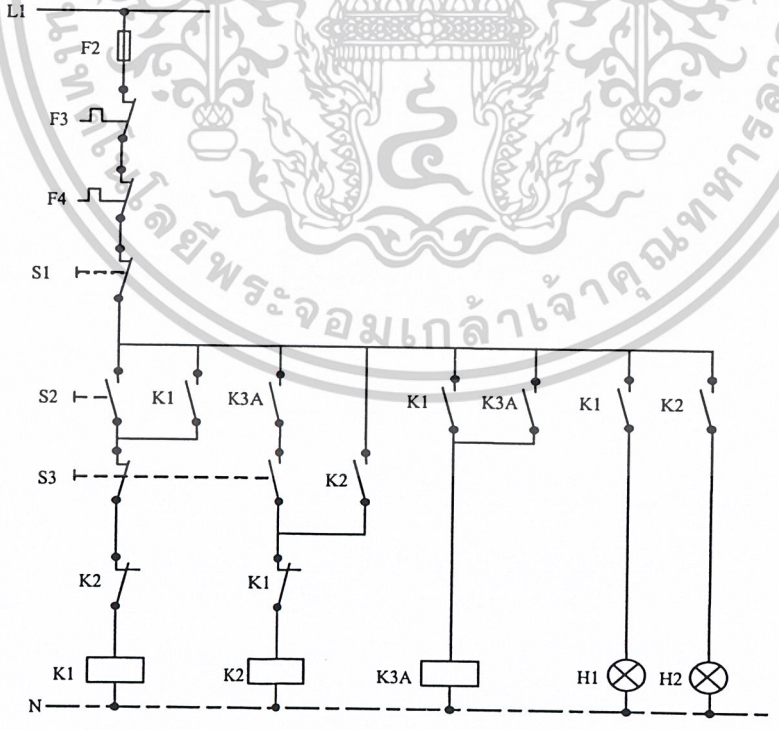
รูปที่ ฉ.85 (ต่อ) แลดเดอร์ไดอะแกรมและนีโมนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. เชื่อมต่อสายต่างๆ ดังรูป ดังรูปที่ ฉ.88

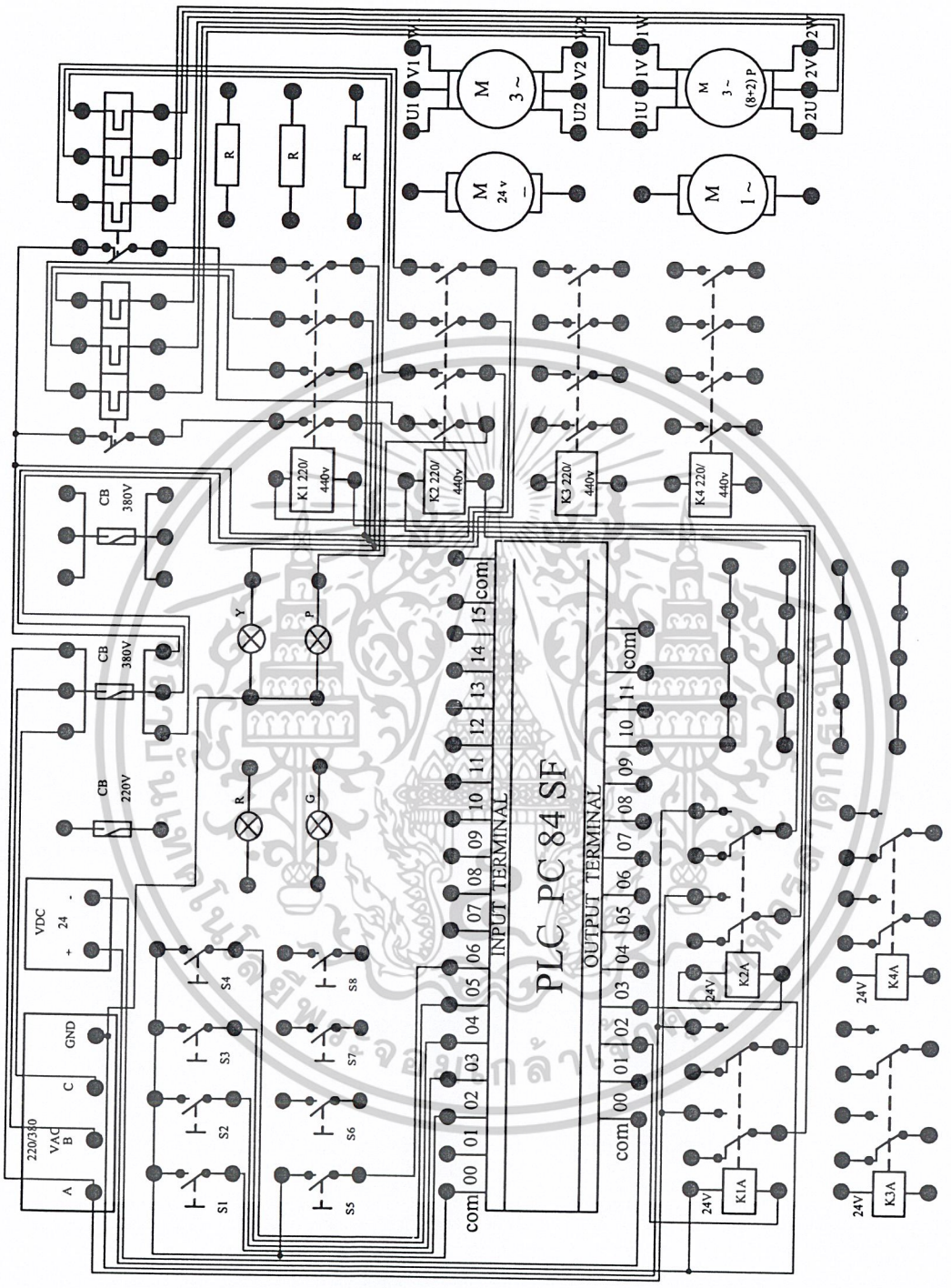


รูปที่ ฉ.86 วงจรกำลัง



รูปที่ ฉ.87 วงจรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ฉ.88 วงจรไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ทำการสตาร์ทและสต๊อปของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส 2 ความเร็วแบบขดลวดที่สเตเตอร์ 2 ชุดแยกกันสังเกตการทำงาน

ผลการทดลองของการปรับเลือกความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส 2 ความเร็วแบบขดลวดที่สเตเตอร์ 2 ชุดแยกกันแบบให้ความเร็วหมุนเรียงกันไปจากช้าไปเร็ว เมื่อทำการสตาร์ทกดสวิตช์ตัวที่ 2 มอเตอร์ทำงาน (หมุนช้า) เมื่อกดสวิตช์ตัวที่ 3 มอเตอร์ทำงาน (หมุนเร็ว) ทันแต่ถ้ากดสวิตช์ตัวที่ 3 ก่อนที่มอเตอร์ทำงาน (หมุนช้า) มอเตอร์จะไม่ทำงาน (หมุนเร็ว) เมื่อกดสวิตช์ตัวที่ 1, 4 หรือตัวที่ 5 มอเตอร์หยุดทำงาน ไฟที่แสดงสถานะเอาต์พุตมอเตอร์หมุนช้าจะเป็นสีเหลืองและหมุนเร็วจะเป็นสีม่วง

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองของวงจรการปรับเลือกความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส 2 ความเร็วแบบขดลวดที่สเตเตอร์ 2 ชุดแยกกันแบบเลือกความเร็วได้ การเลือกความเร็วจะขึ้นอยู่กับการกดสวิตช์เลือกการทำงานที่ได้กำหนดไว้ในโปรแกรมนีโมนิค

จากการทดลองของวงจรการปรับเลือกความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส 2 ความเร็วแบบขดลวดที่สเตเตอร์ 2 ชุดแยกกันแบบให้ความเร็วหมุนเรียงกันไปจากช้าไปเร็ว การเลือกความเร็วจะอยู่กับการกดสวิตช์เลือกการทำงานที่ได้กำหนดไว้ในโปรแกรม จากการทดลองจะมีข้อเสีย คือ ไม่สามารถเลือกความเร็วได้ต้องทำให้มอเตอร์หมุนช้าก่อนหมุนเร็ว ดังนั้นในการที่ต้องการให้มอเตอร์หมุนเร็วได้ก่อนหมุนช้าก็ต้องเลือกการทำงานแบบเลือกความเร็วได้

คำถามท้ายการทดลอง

1. จากการทดลอง จงอธิบายหลักการทำงานของแลดเดอร์ไดอะแกรม

จากวงจรการปรับเลือกความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส 2 ความเร็วแบบขดลวดที่สเตเตอร์ 2 ชุดแยกกันแบบเลือกความเร็วได้ เมื่อเปลี่ยนสถานะของ LD 0002 เป็นปกติปิดทำให้ OUT 1001 ทำงานและหน้าสัมผัสของ LD 1001 จะเปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดทำให้ไฟไหลเข้า OUT 1001 ตลอดเวลา เมื่อเปลี่ยนสถานะของ LD 0003 เป็นปกติปิดจะทำให้ OUT 1002 ทำงานและหน้าสัมผัสของ LD 1002 จะเปลี่ยนสถานะเป็นปกติทำให้ไฟไหลเข้า OUT 1002 ตลอดเวลา

เมื่อ OUT 1001 ทำงานหน้าสัมผัสของ LD NOT 1001 จะเปลี่ยนสถานะเป็นปกติเปิด ทำให้ไม่สามารถทำให้ OUT 1002 ทำงานได้ เมื่อ OUT 1002 ทำงานหน้าสัมผัสของ LD NOT 1002 เปลี่ยนสถานะเป็นปกติเปิดทำให้ไม่สามารถทำให้ OUT 1001 ทำงานได้ เมื่อ OUT 1001 ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าสัมผัสของ LD 1001 จะเปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิด ทำให้ OUT 0701 ทำงาน เมื่อ OUT 1002 ทำงานหน้าสัมผัสของ LD 1002 จะเปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิด ทำให้ OUT 0702 ทำงาน

ในขณะที่วงจรทำงานอยู่ถ้าเปลี่ยนสถานะของ LD NOT 0001 หรือ LD NOT 0004 หรือ LD NOT 0005 วงจรจะหยุดทำงานและสัมผัสทุกตัวจะกลับสู่สภาวะปกติ

จากวงจรการปรับเลือกความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส 2 ความเร็วแบบขดลวดที่สเตเตอร์ 2 ชุดแยกกันแบบให้ความเร็วหมุนเรียงกันจากช้าไปเร็ว เมื่อเปลี่ยนสถานะของ LD 0002 เป็นปกติปิดทำให้ OUT 1001 ทำงานและหน้าสัมผัสของ LD 1001 เปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดทำให้ไฟไหลเข้า OUT 1001 ตลอดเวลาและจะทำให้ OUT 1003 ทำงานทำให้หน้าสัมผัสของ LD 1003 เปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดทำให้ไฟไหลเข้า OUT 1003 ตลอดเวลา เมื่อเปลี่ยนสถานะของ LD 1003 เป็นปกติปิด จะทำให้ OUT 1002 ทำงานและหน้าสัมผัสของ LD 1002 จะเปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดทำให้ไฟไหลเข้า OUT 1002 ตลอดเวลา เมื่อ OUT 1001 ทำงานทำให้หน้าสัมผัสของ LD 1001 เปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดทำให้ OUT 0701 ทำงาน เมื่อ OUT 1002 ทำงานจะทำให้หน้าสัมผัสของ LD 1002 เปลี่ยนสถานะเป็นปกติปิดทำให้ OUT 0702 ทำงาน ในขณะที่วงจรทำงานอยู่เมื่อทำการเปลี่ยนสถานะของ LD NOT 0001 หรือ LD NOT 0004 หรือ LD NOT 0005 ทำให้วงจรหยุดทำงานหน้าสัมผัสทุกตัวกลับสู่สภาวะปกติ

2. จงบอกความแตกต่างระหว่างการทำงานของวงจรการควบคุมการปรับเลือกความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส 2 ความเร็ว แบบขดลวดที่สเตเตอร์ 2 ชุดแยกกัน แบบเลือกความเร็วได้กับการทำงานของการปรับเลือกความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส 2 ความเร็วแบบขดลวดที่สเตเตอร์ 2 ชุดแยกกันแบบให้ความเร็วหมุนเรียงกันไปจากช้าไปเร็ว

จากการทดลองการทำงานของการปรับเลือกความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส 2 ความเร็วแบบขดลวดที่สเตเตอร์ 2 ชุดแยกกันแบบเลือกความเร็วได้ สามารถเลือกระดับความเร็วให้มีความเร็วมากได้โดยไม่ต้องเลือกระดับความเร็วช้าก่อนแต่แบบที่ให้ความเร็วหมุนเรียงกันจากช้าไปเร็วจะต้องให้มอเตอร์หมุนช้าก่อนเสมอถึงจะเร่งความเร็วได้

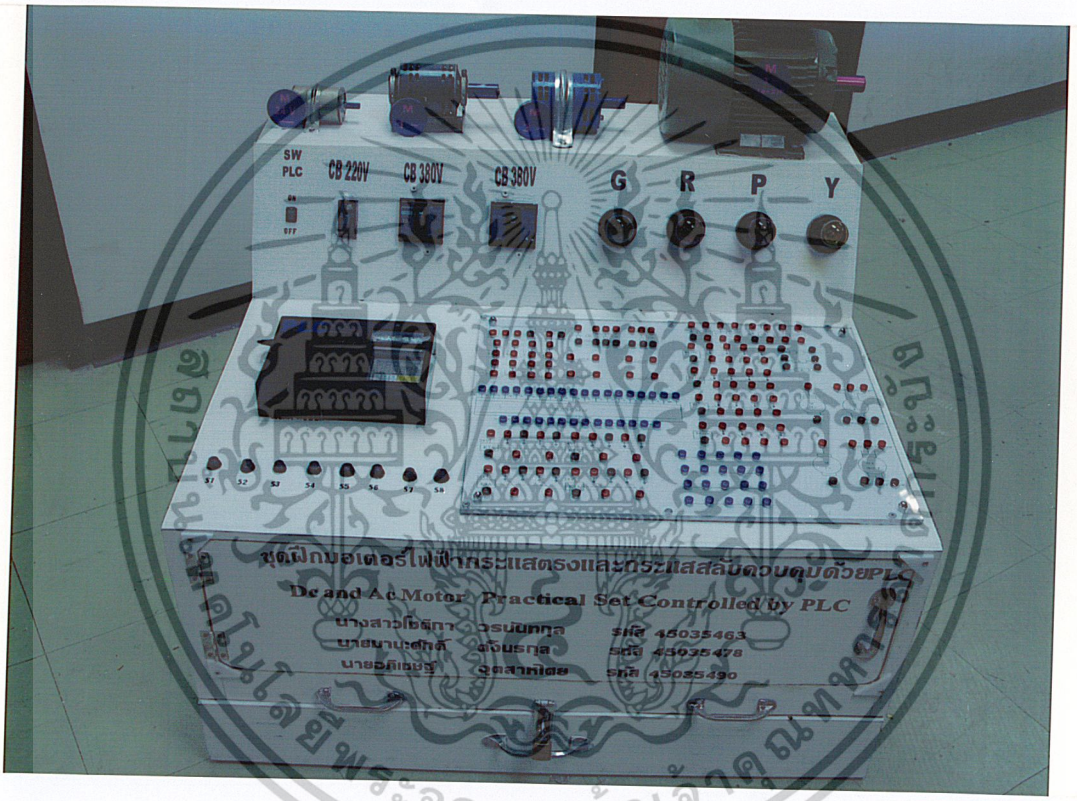
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ช
คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน
ชุดฝึกมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับควบคุมด้วย PLC



ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

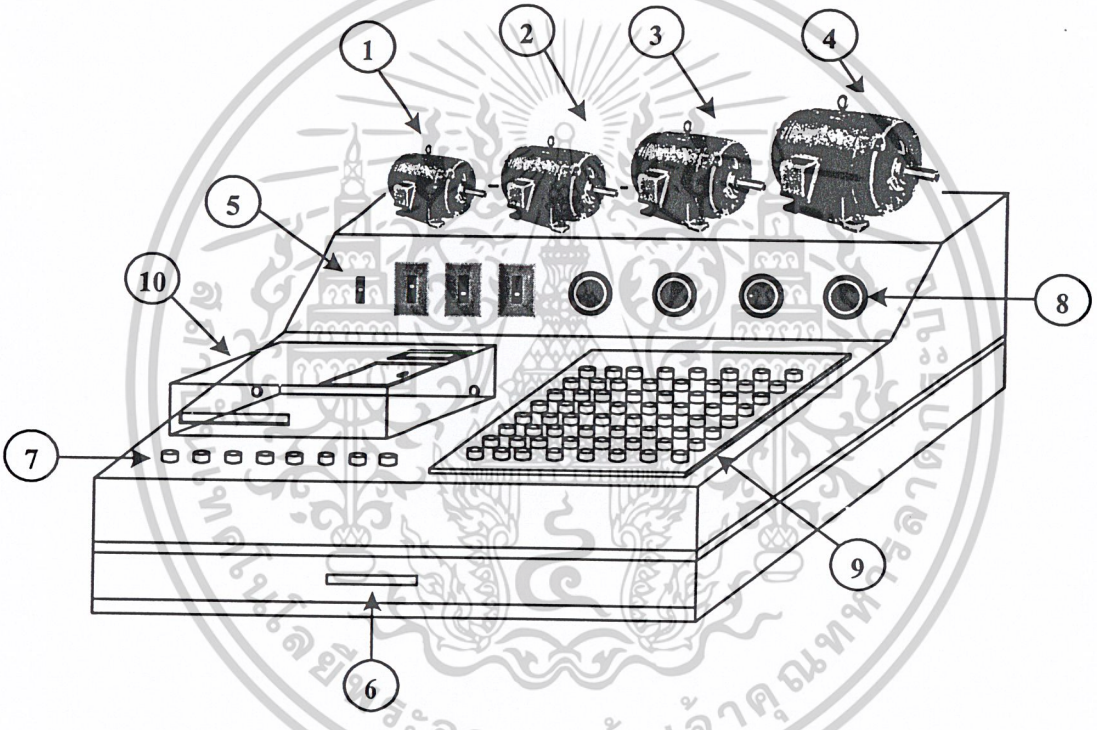
ปีการศึกษา 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. คำแนะนำเบื้องต้น

ก่อนที่จะลงมือใช้ชุดฝึกมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับควบคุมด้วยพีแอลซีควรทำการศึกษาการใช้งานจากคู่มือให้เข้าใจเพื่อผลการทดลองที่ถูกต้อง และเป็นการป้องกันการเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับชุดฝึกมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับควบคุมด้วยพีแอลซี

2. ส่วนประกอบและปุ่มควบคุม



รูปที่ ช.1 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุมของชุดฝึกมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับควบคุมด้วยพีแอลซี

จากรูปที่ ช.1 มีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

(1) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์

(2) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส

(3) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส

(4) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบปรับเลือกความเร็วได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

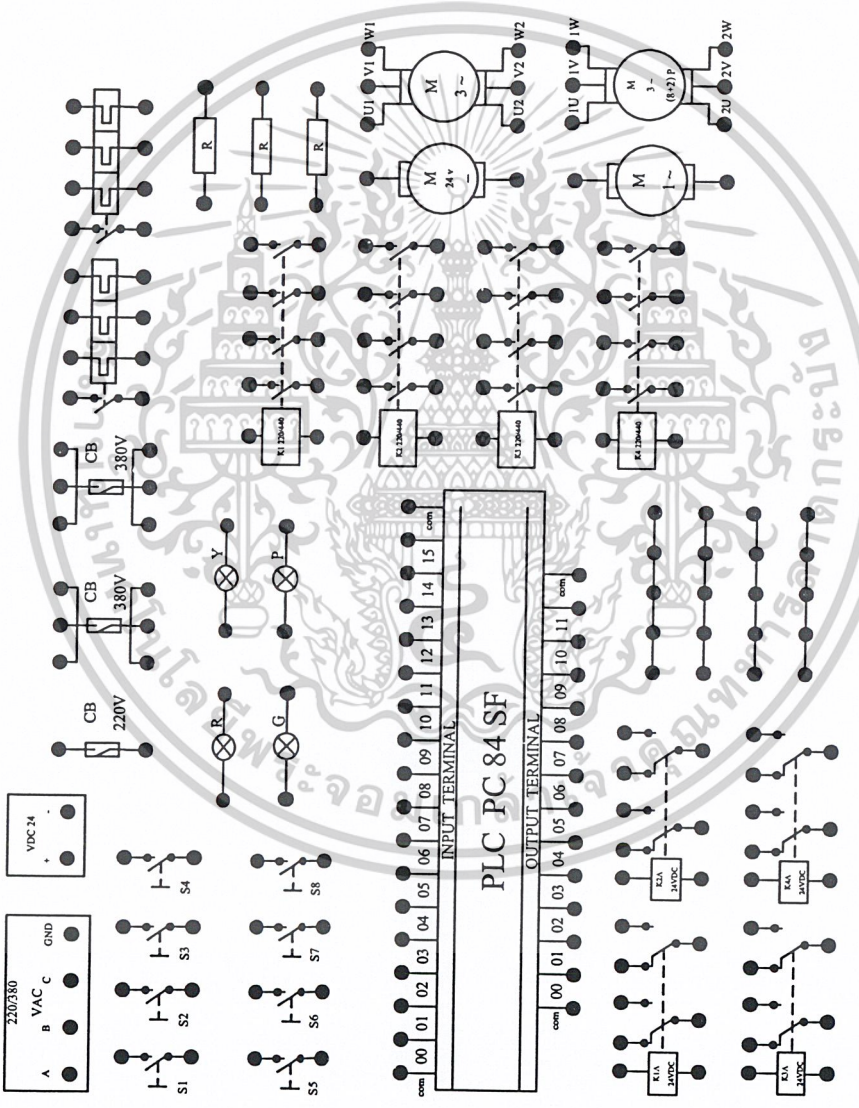
⑤ สวิตช์ปุ่มกดเปิด/ปิด พีแอลซี 1 ตัว เซอร์กิตเบรกเกอร์ 220 โวลต์ 1 ตัว และ เซอร์กิตเบรกเกอร์ 380 โวลท์ 2 ตัว

⑥ ลิ้นชักเก็บสายไฟฟ้า

⑦ สวิตช์ปุ่มกด

⑧ หลอดไฟแสดงผลเอาต์พุต

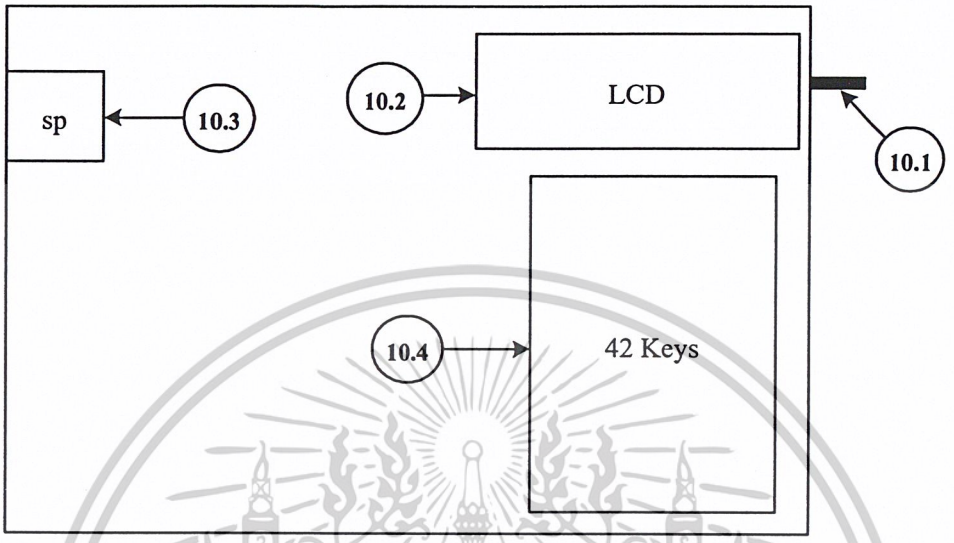
⑨ แผงต่อวงจรซึ่งมีรายละเอียดต่างๆ ในรูปดังนี้



รูปที่ ช.2 แผงต่อวงจรของชุดฝึกมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับควบคุมด้วยพีแอลซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(10) พีแอลซีซึ่งมีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้



รูปที่ ช.3 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุมของพีแอลซี

จากรูปที่ ช.3 มีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

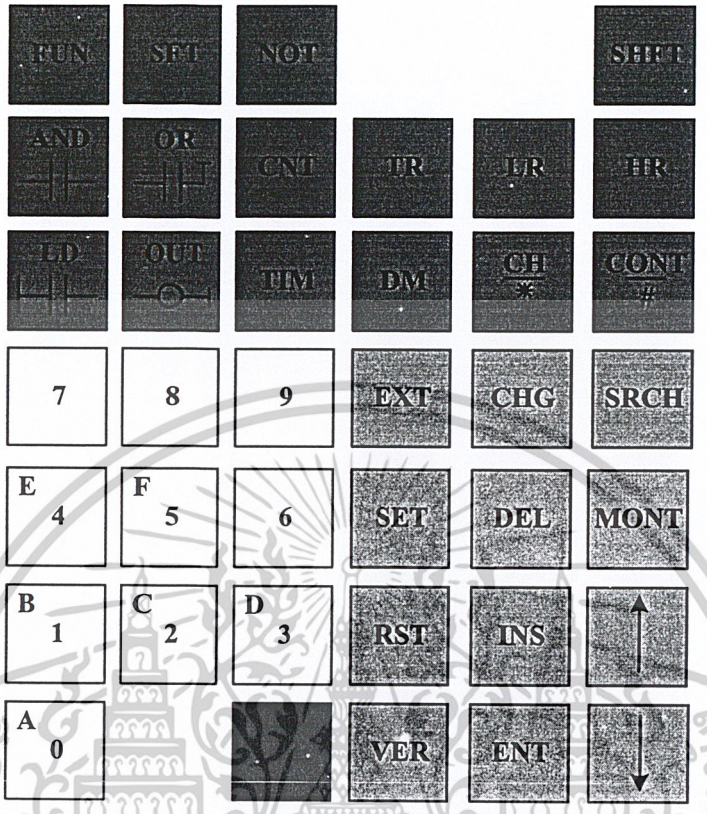
(10.1) สวิตช์โยกเลือกการทำงานการป้อนโปรแกรมนีโมนิค

(10.2) จอแสดงผลการป้อนโปรแกรมพีแอลซี

(10.3) แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 9 โวลต์

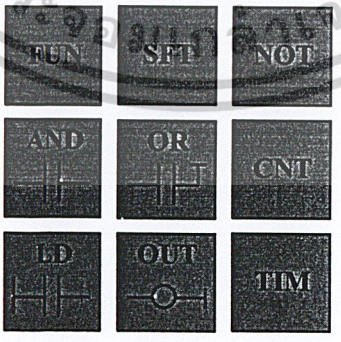
(10.4) คีย์บอร์ดป้อนโปรแกรม ซึ่งจะมีคีย์ทั้งหมด 39 คีย์ โดยแบ่งออกตามลักษณะการใช้งานได้ 4 กลุ่มดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ช.4 คีย์บอร์ดป้อนโปรแกรมพีแอลซี

กลุ่มที่ 1 Instruction

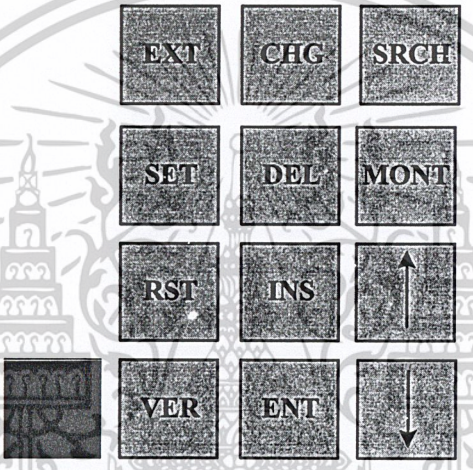


รูปที่ ช.5 คีย์บอร์ดป้อนโปรแกรมพีแอลซีกลุ่มที่ 1 Instruction

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้เพื่อทำการเรียกคำสั่งทางลอจิกขึ้นมาเพื่อกำหนดลักษณะของบูลีน เมื่อผสมผสานคีย์คำสั่งเหล่านี้เข้าด้วยกันแล้วจะสามารถกำหนดลักษณะของบูลีนได้มากกว่า 200 แบบ ซึ่งนอกเหนือจากลอจิกแล้ว สเปเชียลฟังชั่นสามารถกำหนดรูปแบบได้มากกว่า 50 อินทรักชั่น จะเห็นได้ว่าเราสามารถทำโปรแกรมจากอินทรักชั่นเหล่านี้เพื่อควบคุมได้อย่างสมบูรณ์ และมีลูกเล่นมากมายตามแต่จินตนาการที่จะเกิดขึ้น เพื่อให้การควบคุมเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

กลุ่มที่ 2 Control



รูปที่ ช.6 คีย์บอร์ดป้อนโปรแกรมพีแอลซี กลุ่มที่ 2 Control

เพื่อควบคุมการกำหนดโปรแกรมให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นและให้สามารถกำหนดลักษะณะของการเฝ้ามอง ตรวจสอบ การทำงานของโปรแกรมได้เช่น

DEL : เพื่อลบอินทรักชั่นที่ต้องการออก

INS : เพื่อแทรกอินทรักชั่นที่ต้องการเข้าไปในโปรแกรม

SRCH : เพื่อค้นหาอินทรักชั่นที่ต้องการในโปรแกรม

MONT : เพื่อเรียกให้อยู่ในส่วนการเฝ้ามองการทำงาน

UP : การควบคุมย้อนถอยหลัง (Reverse Control)

DWN : การควบคุมการเดินหน้า (Forward Control)

SET : Force Set :

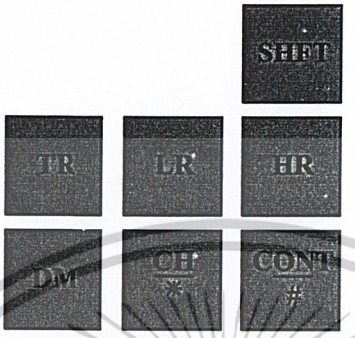
RST : Force Rese :

CLR : ลบสถานะการแสดงผลเดิม (โปรแกรมไม่ถูกลบออก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CHG : เปลี่ยนแปลงค่าต่างๆ ในเวิร์ดที่กำหนด

กลุ่มที่ 3 Word and IO Assignment



รูปที่ ช.7 คีย์บอร์ดป้อนโปรแกรมพีแอลซี กลุ่มที่ 3 Word and IO Assignment

เพื่อกำหนดชนิดของเวิร์ดว่าเป็นแบบใด ซึ่งชนิดของเวิร์ดจะแบ่งตามพื้นที่ต่างๆ ในหน่วยความจำเช่น

IR : Input, Output, Auxillary Relay Area

HR : Holding Relay Area

LR : Link Relay Area

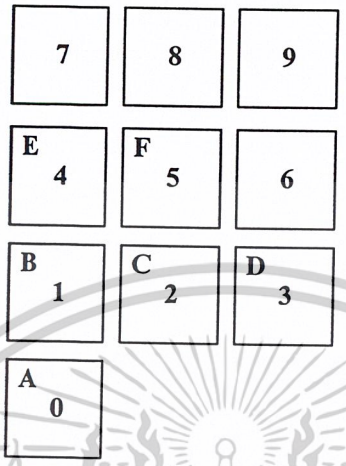
DM : Data Memory Area

TR : Timer/Counter Area

สามารถกำหนดชนิดของเวิร์ดได้ทั้งบิทและทั้งเวิร์ด(4 Digit BCD/16 Bit Binary) เพื่อเรียกดูสถานะหรือข้อมูลภายในเวิร์ดใดๆ ทั้งแบบ เปิด/ปิด หรือ 4 Digit HEX/BCD หรือแม้กระทั่ง 16 Bit Binary ทำให้ง่ายและสะดวกในการตรวจสอบการทำงาน ของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่มที่ 4 Numeric



รูปที่ ช.8 คีย์บอร์ดป้อนโปรแกรมพีแอลซี กลุ่มที่ 4 Numeric

เพื่อใช้กำหนดของเวิร์ด อินพุต/เอาต์พุต ค่าคงที่ต่างๆ ทั้งแบบ BCD และแบบ HEX

3. การติดตั้งและการใช้งาน

3.1 ต่อแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 380 โวลต์

3.2 กดสวิตช์ปุ่มกดเปิดพีแอลซี

3.3 โยกสวิตช์โยกเลือกการทำงานของพีแอลซีไปที่โปรแกรม

3.4 ทำการป้อนโปรแกรมตามใบงาน โดยมีวิธีการป้อนดังนี้

ขั้นตอนการป้อนโปรแกรม

3.4.1 ก่อนการป้อนโปรแกรมจะต้องลบโปรแกรมเก่าออกทั้งหมดก่อน โดยกด CLR FUN 8 9 ENT

3.4.2 ป้อนโปรแกรม ตามใบงานการทดลอง (เมื่อป้อนโปรแกรมแต่ละบรรทัดให้กด ENT จบโปรแกรมเพื่อยืนยันการใช้คำสั่ง)

3.4.3 เมื่อป้อนโปรแกรมเสร็จแล้วให้กด FUN 01 ENT เพื่อสิ้นสุดการทำงาน

3.4.4 ในกรณีที่ต้องการกลับไปแก้ไขโปรแกรมโดยการลบโปรแกรมให้เลื่อนโปรแกรม โดยกดลูกศรขึ้นหรือลงไปที่บรรทัดที่จะลบแล้วกด DEL แล้วกดลูกศรขึ้นและเมื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะแทรกให้เลื่อนโปรแกรมโดยกดลูกศรขึ้นหรือลงไปที่บรรทัดที่จะแทรกกดป้อนโปรแกรม กด INS แล้วกดลูกศรลง

3.5 เมื่อป้อนโปรแกรมตามใบงานแล้วทำการรันโปรแกรมโดยการโยกสวิตช์โยกเลือกการทำงานของ PLC ไปที่รันโปรแกรม

3.6 ทำการต่อวงจรไฟฟ้าตามใบงาน

3.7 เมื่อทำการต่อวงจรไฟฟ้าตามใบงานเรียบร้อยแล้ว ให้ทำการทดลองโดยจะเปิดเซอร์กิตเบรกเกอร์ แล้วกดสวิตช์ปุ่มกดสังเกตการทำงาน

3.8 เมื่อทำการทดลองเสร็จแล้วให้ทำการปิดเซอร์กิตเบรกเกอร์แล้วจึงถอดสายต่อวงจรออกและเก็บเข้าที่ให้เรียบร้อย

4. การแก้ไขปัญหาเบื้องต้น

เมื่อท่านประสบปัญหาในการใช้ชุดฝึกมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับควบคุมด้วย PLC สามารถตรวจสอบแนวทางแก้ไขปัญหาเบื้องต้นได้จากตารางข้างล่างนี้

ตารางที่ ช1 การตรวจสอบและแนวทางแก้ไขเบื้องต้น

อาการ	สาเหตุและ/หรือวิธีแก้ไข
จอแสดงผลการป้อนโปรแกรมพีแอลซีไม่ติด	ตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟเลี้ยง, ไม่ได้เปิดสวิตช์พีแอลซี
ป้อนโปรแกรมพีแอลซีไม่ได้	ตรวจสอบสวิตช์โยกเลือกการทำงานของพีแอลซีโยกสวิตช์โยกเลือกการทำงานของ พีแอลซีไปที่โปรแกรม
พีแอลซีไม่ป้อนเอาต์พุตออกมา	ตรวจสอบสวิตช์โยกเลือกการทำงานของพีแอลซีโยกสวิตช์โยกเลือกการทำงานของพีแอลซีไปที่รันโปรแกรม
เมื่อต่อวงจรแล้วพีแอลซีทำงานแต่วงจรไฟฟ้าไม่ทำงาน	ตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟเลี้ยง, ตรวจสอบการต่อวงจร, ไม่ได้เปิดเซอร์กิตเบรกเกอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การดูแลรักษา

5.1 การดูแลรักษา

- กดสวิตช์ปุ่มกดปิดพีแอลซีทุกครั้งหลังทำการทดลองเสร็จ
- การถอดสายไฟจากแผงวงจรควรจับที่หัวปลั๊กแล้วดึงออกเสมอห้ามจับสายไฟแล้วดึงออกเพราะอาจจะทำให้สายไฟขาดได้
- ในการต่อวงจรไฟฟ้าควรต่อวงจรควบคุมแล้วทำการทดลอง ก่อนที่จะต่อวงจรกำลัง
- ในการทำความสะอาดชุดฝึกมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับที่ควบคุมด้วยพีแอลซี ด้วยผ้านุ่มแห้งเสมอ

5.2 ข้อควรระวัง

- อย่าเปิดเซอร์กิตเบรกเกอร์เมื่อไม่ได้ต่อวงจรกำลัง
- เมื่อมอเตอร์หมุนแล้วมีเสียงดังขึ้นควรหยุดมอเตอร์ก่อน แล้วทำการฉีดน้ำมันหล่อลื่นก่อนการสตาร์ทมอเตอร์อีกครั้ง
- พีแอลซีเมื่อทำการทดลองเสร็จแล้วควรกดสวิตช์ปุ่มกดปิดพีแอลซีก่อนถอดแหล่งจ่ายไฟออก
- ห้ามจับสายไฟแล้วดึงออกจากแผงต่อวงจรควรจับที่หัวปลั๊กสายไฟแล้วดึงออก

6.ข้อมูลจำเพาะ

ตารางที่ ช.2 คุณสมบัติของพีแอลซีรุ่น PC84SF Ver 2.00

คุณสมบัติ	รายละเอียด
การป้อนโปรแกรมพีแอลซี	ใช้คีย์ PAD ภายในตัวขนาด 39 คีย์
การแสดงผลการป้อนโปรแกรมพีแอลซี	ใช้ส่วนแสดงผลแบบ Liquid Crystal Display : LCD อักขระภาษาอังกฤษแบบ 16 ตัวจำนวน 2 บรรทัด
อินพุตพีแอลซี	จำนวน 16 ตำแหน่ง
เอาต์พุตพีแอลซี	จำนวน 12 ตำแหน่ง
แหล่งจ่ายพลังงาน	ไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์ และไฟฟ้ากระแสสลับ 220/380 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ซ

รายละเอียดทางเทคนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พีแอลซี รุ่น PC84SF Training



รูปที่ ซ.1 พีแอลซีรุ่น PC84SF Training

ตารางที่ ซ.1 รายละเอียดทางเทคนิคของพีแอลซี

การโปรแกรมและการตรวจสอบการทำงาน	- ใช้คีย์ PAD ภายในตัวขนาด 38 คีย์ - ลบ, แทรก, ค้นหา โปรแกรมคำสั่งที่ต้องการได้สะดวก - ควบคุมรีเลย์ให้ทำงานได้โดยตรง (Force) - แสดงสภาวะการทำงานของรีเลย์ในแต่ละคำสั่ง (Monitor) - แสดงค่าปัจจุบันและเปลี่ยนแปลงค่าของตัวตั้งเวลาและตัวนับขณะทำการควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ซ.1 (ต่อ) รายละเอียดทางเทคนิคของพีแอลซี

การโปรแกรมและการตรวจสอบการทำงาน	- คำสั่งพื้นฐานแบบลอจิกได้แก่ LD, NOT, AND, OR, TIM, CNT, CNTR, OUT, AND LD, OR LD 1. กลุ่มคำสั่งควบคุมหน่วยความจำแบบบิต ได้แก่ IL, ILC, KEEP, DIFD 2. กลุ่มคำสั่งการย้ายข้อมูลแบบ BIT, DIGIT, และ WORD ได้แก่ MOVB, MOVD, MOV, MVN 3. กลุ่มคำสั่งการเลื่อนข้อมูลแบบ BIT, DIGIT, และ WORD ได้แก่ SFT, SFTR, WSFT, ASL, ASR, ROL, ROR, SLD, SRD 4. กลุ่มคำสั่งการคำนวณทางคณิตศาสตร์แบบ BIT ได้แก่ ADB, SBB, MLB ,DVB 5. กลุ่มคำสั่งการคำนวณทางคณิตศาสตร์แบบ BCD ได้แก่ ADD, SUB, MUL, DIV, ROOT, INC, DEC, STC, CLC 6. กลุ่มคำสั่งการคำนวนแบบ HEX ได้แก่ CMP, COM 7. กลุ่มคำสั่งลอจิกแบบ WORD ได้แก่ ANDW, ORW, XORW, XNRW 8. กลุ่มคำสั่งการรับ-ส่งข้อมูล ASCII ทางพอร์ท RS 232 C ได้แก่ TXD, RXD 9. กลุ่มคำสั่งแปลงข้อมูลได้แก่ SDEC, MLPX, ASC 10. คำสั่ง TEN KEY INPUT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ซ.1 (ต่อ) รายละเอียดทางเทคนิคของพีแอลซี

การแสดงผล	- ใช้ส่วนแสดงผลแบบ Liquid Crystal Display : LCD อักขระภาษาอังกฤษแบบ 16 ตัวจำนวน 2 บรรทัด
โปรแกรมคำสั่ง	- เป็นแบบคำสั่งบูลีน (Boolean Instruction)
อินพุต	- จำนวน 16 ตำแหน่ง CH000
เอาต์พุต	- จำนวน 12 ตำแหน่ง CH007
รีเลย์ภายใน (Internal Relay)	- จำนวน 77 เวิลด์ CH000...CH077 หรือ 1,232 บิต
รีเลย์พิเศษ (Special Relay)	- จำนวน 2 เวิลด์ CH078, CH079 หรือ 32 บิต
โฮลดิ้งรีเลย์ (Holding Relay)	- จำนวน 1000 เวิลด์ หรือ 1,600 บิต
ลิงค์รีเลย์ (Link Relay)	- จำนวน 64 เวิลด์ หรือ 1,024 บิต
ตัวตั้งเวลา ตัวนับ	- จำนวน 256 ตำแหน่ง ค่าที่กำหนดได้ตั้งแต่ 0000 ถึง 9,999
จำนวนชุดคำสั่ง	- 2,000 คำสั่ง
การสื่อสาร	- พอร์ทอนุกรมแบบ RS 232C และ RS 485
แหล่งจ่ายกำลัง	- 220 โวลต์, กระแสสลับสำหรับหน่วยพื้นฐาน
ชนิดของอินพุต	- 5 โวลต์, กระแส 7 มิลลิแอมป์(ON), TTL, Input
ชนิดของเอาต์พุต	- Transistor Open Collector 24 Vdc. 100 mA
อุปกรณ์ร่วม (Option) รีเลย์บอร์ด RLY12	- แบบหน้าสัมผัสขนาด 125 โวลต์แอมป์ จำนวน 12 ตำแหน่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง



ชื่อ-สกุล นางสาวโชติกา วรนันทกุล

วัน เดือน ปีเกิด 29 พฤษภาคม พ.ศ. 2524

ภูมิลำเนา 118/3 ถ. พหลโยธิน ตำบลปากข้าวสาร อำเภอเมือง
จังหวัดสระบุรี 18000 โทรศัพท์ 0-5112-9182

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา โรงเรียนราษฎร์ศึกษา

มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสระบุรีวิทยาคม

ประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี

ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์

ปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

คติพจน์ เกิดมาชีวิตเดียว ใช้ให้คุ้มค่า อย่ากลัวลำบาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง



ชื่อ-สกุล นายมานะศักดิ์ ตั้งนรกุล

วัน เดือน ปีเกิด 7 เมษายน พ.ศ. 2525

ภูมิลำเนา 61 ถ.ศรีเวียง ตำบลนาสาร อำเภอบ้านนาสาร
จังหวัดสุราษฎร์ธานี 84120 โทรศัพท์ 0-9591-1354

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา โรงเรียนพุทธยาศรม

มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนบ้านนาสาร

ประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคสุราษฎร์ธานี

ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคนิคสุราษฎร์ธานี

ปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

คติพจน์ ขยัน อดทน เพื่อก้าวไปสู่ความสำเร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง



ชื่อ-สกุล นายอภิเชษฐ์ อุตสาหไศย

วัน เดือน ปีเกิด 17 กันยายน พ.ศ. 2524

ภูมิลำเนา 21/3 ถ.ราษฎร์บำรุง ตำบลตลาด อำเภอเมือง
จังหวัดสุราษฎร์ธานี 84000 โทรศัพท์ 0-9593-3516

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา โรงเรียนมานิตานุเคราะห์

มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนจังหวัดสุราษฎร์ธานี

ประกาศนียบัตรวิชาชีพ โรงเรียนอาชีวะศึกษาดอนบอสโกสุราษฎร์ธานี

ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง โรงเรียนอาชีวะศึกษาดอนบอสโกสุราษฎร์ธานี

ปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

คติพจน์ ธรรมะย่อมชนะอธรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้