



การออกแบบและสร้างชุดทดลองการควบคุมมอเตอร์ 3 เฟส  
ด้วยแมกเนติกคอนแทคเตอร์และพีแอลซี

**DESIGN AND CONSTRUCTION OF 3 PHASE MOTOR CONTROL  
EXPERIMENTAL SET WITH MAGNETIC AND PLC**



นายสุรศักดิ์ คำภู

นายสถาพร สรรพมูข

นายสุเมธ ทองมี

นายภาณุเดช เทียนคำ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยสยาม

พุทธศักราช 2564

การออกแบบและสร้างชุดทดลองการควบคุมมอเตอร์ 3 เฟส

ด้วยแมกเนติกคอนแทคเตอร์และพีแอลซี

Design and Construction of 3 Phase Motor Control Experimental Set

with Magnetic Contactor and PLC

นายสุรศักดิ์ คำภู

นายสถาพร สรรพมูข

นายสุเมธ ทองมี

นายภาณุเดช เทียนคำ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยสยาม

พุทธศักราช 2564

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

..... ประธานกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

( ว่าที่ร้อยตรีสันติสุข สว่างกล้า )

..... กรรมการ

( ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไวยพจน์ ศุภบรรเสถียร )

..... กรรมการ

( ดร.วินัย ศิลารวม )

.....

( ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขงยุทธ นารายณ์ ) ( ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขงยุทธ นารายณ์ )

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การออกแบบและสร้างชุดทดลองการควบคุมมอเตอร์ 3 เฟส ด้วยแมกเนติกคอนแทคเตอร์และพีแอลซี Design and Construction of 3 Phase Motor Control Experimental Set with Magnetic Contactor and PLC		
หน่วยกิต	5 หน่วยกิต		
จัดทำโดย	นายสุรศักดิ์ คำภู	6103200001	
	นายสถาพร สรรพมุข	6103200004	
	นายสุเมธ ทงมี	6103200010	
	นายภาณุเดช เทียนคำ	6103220001	
อาจารย์ที่ปรึกษา	ว่าที่ร้อยตรีสันติสุข สว่างกล้า		
ระดับการศึกษา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต		
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า		
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์		
พุทธศักราช	2564		

#### บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้นำเสนอการออกแบบและสร้างชุดทดลองการควบคุมมอเตอร์สามเฟส ด้วยแมกเนติกคอนแทคเตอร์ ชุดทดลองนี้ประกอบด้วยอุปกรณ์พื้นฐานที่จำเป็นต่อการควบคุมมอเตอร์อาทิ เช่น เซอร์คิตเบรกเกอร์ แมกเนติกคอนแทคเตอร์ โอเวอร์โวลต์รีเลย์ ไทม์เมอร์ ฟิวส์ สวิตช์ปุ่มกด และหลอดไฟแสดงสถานะ รวมถึงจุดต่อเอาต์พุตรับคำสั่งจาก PLC ชุดทดลองนี้ได้ถูกจัดทำขึ้นมาให้เป็นสื่อการเรียนการสอนให้กับนักศึกษาในวิชาที่เกี่ยวข้องและสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพในห้องปฏิบัติการ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

**คำสำคัญ :** การควบคุมมอเตอร์, แมกเนติกคอนแทคเตอร์, พีแอลซี

อาจารย์ที่ปรึกษา



(ว่าที่ร้อยตรีสันติสุข สว่างกล้า)  
27 / 10 / 2564

3

**Project Title** Design and Construction of 3 Phase Motor Control  
Experimental Set with Magnetic Contactor and PLC

**Project Credit** 5 Units

**By** Mr. Surasak Kompoo 6103200001  
Mr. Sathaporn Sabpamuk 6103200004  
Mr. Sumeth Thongmee 6103200010  
Mr. Panudet Theankham 6103220001

**Project Advisor** Acting Sub Lt. Santisuk Sawangkla

**Degree** Bachelor of Engineering

**Major** Electrical Engineering

**Faculty of** Engineering

**Year** 2021


#### Abstract

This study presented the design and construction of an experiment set for the control of three phase induction motor using magnetic contactor and PLC. This experimental set included basic devices necessary for the control of motors, such as circuit breakers and magnetic contactors, overload protection circuits, timer relays, push-button switches, fuses and pilot lamps. This work included the output connection point and to receive the command from the PLC. This experimental kit has been prepared as a teaching material to students in relevant subjects and can be used effectively in the laboratory

**Keyword :** Motor control / Magnetic Contactor / PLC

Approved by

.....



## กิตติกรรมประกาศ ( Acknowledgement )

ปริญญาบัตรเล่มนี้เป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม พ.ศ.2564 ทางผู้จัดทำโครงการนี้ต้องขอขอบพระคุณท่านที่ร้อยตรีสันติสุข สว่างกล้า ที่ได้ให้คำปรึกษาคำแนะนำและชี้แนะแนวทางที่เป็นประโยชน์ในการทำโครงการครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดาที่คอยเป็นกำลังใจและทุนทรัพย์ในการเรียนและขอบคุณเพื่อนๆ นักศึกษาวิศวกรรมไฟฟ้าทุกคนที่เป็นกำลังใจในการทำโครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี



ผู้จัดทำ

นายสุรศักดิ์	คำภู
นายสถาพร	สรรพมูข
นายสุเมธ	ทองมี
นายภาณุเดช	เทียนคำ

## สารบัญ

เรื่อง	หน้า
หัวข้อปริญญาานิพนธ์ ( ภาษาไทย )	ก
กิตติกรรมประกาศ ( ภาษาไทย )	ข
บทคัดย่อ ( ภาษาไทย )	ค
หัวข้อปริญญาานิพนธ์และบทคัดย่อ ( ภาษาอังกฤษ )	ง
<b>บทที่ 1. บทนำ</b>	1
1.1 ที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
1.3 ขอบเขตในการดำเนินโครงการ	2
1.4 วิธีการดำเนินโครงการ	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.6 ระยะเวลาในการดำเนินงาน	4
<b>บทที่ 2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง</b>	5
2.1 แนวคิดหลักการ	5
2.2 ชนิดการควบคุม	6
2.3 หลักการควบคุมมอเตอร์	9
2.4 หลักการทำงานและส่วนประกอบอุปกรณ์ต่างๆ	9
2.5 การวิเคราะห์แผ่นป้ายของมอเตอร์	27
2.6 สัญลักษณ์ต่างๆ	39
<b>บทที่ 3. การออกแบบและสร้างชุดทดลอง</b>	41
3.1 การออกแบบและการสร้าง	41
3.2 การดำเนินการสร้างชุดทดลอง	43

## สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
<b>บทที่ 4. ใบงานการทดลอง</b>	47
ใบงานการทดลองที่ 1 การสตาร์ทมอเตอร์โดยตรง	47
ใบงานการทดลองที่ 2 การควบคุมการกลับทางหมุนมอเตอร์	51
ใบงานการทดลองที่ 3 การควบคุมการทำงานมอเตอร์แบบเรียงลำดับ	55
ใบงานการทดลองที่ 4 การควบคุมแบบสตาร์ท – เคลด้า	59
ใบงานการทดลองที่ 5 การสตาร์ทมอเตอร์โดยตรง ควบคุมด้วย PLC	64
ใบงานการทดลองที่ 6 การควบคุมการกลับทางหมุนมอเตอร์ควบคุมด้วย PLC	69
ใบงานการทดลองที่ 7 การควบคุมการทำงานมอเตอร์แบบเรียงลำดับ ควบคุมด้วย PLC	74
ใบงานการทดลองที่ 8 การควบคุมแบบสตาร์ท – เคลด้า ควบคุมด้วย PLC	81
<b>บทที่ 5. สรุป และข้อเสนอแนะ</b>	87
5.1 สรุปผล	87
5.2 ปัญหาที่พบ	87
5.3 ข้อเสนอแนะ	87
<b>บรรณานุกรม</b>	88
<b>ภาคผนวก ใบงานการทดลอง 1-8 ใบงาน</b>	89
<b>ประวัติผู้จัดทำ</b>	124

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1-1 ฝั่งเวลาในการดำเนินงาน	4
2-1 ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวน PVC	29
2-2 ระดับความป้องกันของมอเตอร์จากสภาพแวดล้อม ( Degree of Protection )	31
2-2 ระดับความป้องกันของมอเตอร์จากสภาพแวดล้อม ( Degree of Protection ) ( ต่อ )	32
2-3 พิกัดกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์กระแสสลับ 3 เฟส ( แอมแปร์ )	37
2-4 พิกัดหรือขนาดปรับตั้งสูงสุดของเครื่องป้องกันการลัดวงจร	38
2-4 พิกัดหรือขนาดปรับตั้งสูงสุดของเครื่องป้องกันการลัดวงจร ( ต่อ )	39
2-5 แสดงสัญลักษณ์ต่างๆ	39
2-5 แสดงสัญลักษณ์ต่างๆ ( ต่อ )	40
4-1 ผลการทดลองวงจรสตาร์ทโดยตรง ( Direct Start )	49
4-2 ผลการทดลองวงจรควบคุมการกลับทางหมุนมอเตอร์ ( Revers After Stop )	53
4-3 ผลการทดลองวงจรการควบคุมการทำงานมอเตอร์แบบเรียงลำดับ ( Sequence Run )	57
4-4 ผลการทดลองวงจรการควบคุมแบบสตาร์ - เดลต้า ( Star - Delta Starting )	62
4-5 ผลการทดลองวงจรสตาร์ทโดยตรงของ PLC ( Direct Start )	67
4-6 ผลการทดลองวงจรควบคุมการกลับทางหมุนมอเตอร์ของ PLC ( Revers After Stop )	72
4-7 ผลการทดลองวงจรควบคุมมอเตอร์แบบเรียงลำดับของ PLC ( Sequence Run )	78
4-8 ผลการทดลองวงจรการควบคุมแบบสตาร์ - เดลต้าของ PLC ( Star - Delta Starting )	85



## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2-1 บล็อกไดอะแกรม	6
2-2 ฟังก์ชันการควบคุมด้วยมือ ( Manual Control )	7
2-3 ฟังก์ชันการควบคุมแบบกึ่งอัตโนมัติ ( Semi Automatic Control )	8
2-4 ฟังก์ชันการควบคุมแบบอัตโนมัติ ( Automatic Control )	8
2-5 ตู้คอนโทรล	9
2-6 หลอดไฟ Pilot Indicator Lamp LED 220VAC	10
2-7 Push Button Switch	11
2-8 ป้าย Nameplate	12
2-9 สวิตช์ฉุกเฉิน ( Emergency Stop Switch )	12
2-10 Power plug ( เพาเวอร์ปลั๊ก )	13
2-11 ปลั๊กกล้วยตัวเมียและตัวผู้	14
2-12 เบรกเกอร์ทั้ง 3 ประเภท	15
2-13 ฟิวส์และฐานฟิวส์	16
2-14 รูปร่างรีเลย์และสัญลักษณ์	17
2-15 ตัวอย่างการทำงานของรีเลย์ ที่ต่อกับหลอดไฟ 1 หลอด	18
2-16 แมกเนติกคอนแทคเตอร์	19
2-17 การทำงานของแมกเนติกคอนแทคเตอร์	20
2-18 ส่วนประกอบของแมกเนติกคอนแทคเตอร์	20
2-19 โอเวอร์โหลดแบบธรรมดา	23
2-20 โอเวอร์โหลดแบบอิเล็กทรอนิกส์	23
2-21 Timer Relay	24
2-22 Terminal ( เทอร์มินอล )	24
2-23 PLC	25
2-24 โครงสร้างของ PLC	27
2-25 การต่อขดลวดแบบสตาร์	28

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2-26 การต่อขดลวดแบบเคลดต้า	28
2-27 ส่วนประกอบของวงจรมอเตอร์	34
3-1 ขนาดตู้คอนโทล	41
3-2 Mark ตำแหน่งหน้าตู้	42
3-3 Mark ตำแหน่งในตู้	42
3-4 Mark ตำแหน่งข้างตู้	43
3-5 เจาะรูหน้าตู้	43
3-6 เจาะรูข้างตู้เพื่อติดตั้งอุปกรณ์	44
3-7 ติดตั้งอุปกรณ์หน้าตู้	44
3-8 ติดตั้งอุปกรณ์ข้างตู้	45
3-9 ติดตั้งอุปกรณ์ ( รางอุปกรณ์ในตู้ / รางสายไฟ )	45
3-10 ติดตั้งอุปกรณ์ในตู้	46
4-1 วงจรควบคุมการสตาร์ทโดยตรง ( Direct Start )	48
4-2 วงจรกำลังการสตาร์ทโดยตรง ( Direct Start )	49
4-3 ไฟสถานะก่อน Start วงจร Direct Start	50
4-4 ไฟสถานะ K1 ทำงาน เมื่อกด Start	50
4-5 วงจรควบคุมการกลับทางหมุนมอเตอร์ ( Revers After Stop )	52
4-6 วงจรกำลังของวงจรกลับทางหมุนมอเตอร์ ( Revers After Stop )	53
4-7 ไฟสถานะก่อน Start วงจร Revers After Stop	54
4-8 ไฟสถานะ K1 ทำงานเมื่อกด Revers	54
4-9 ไฟสถานะ Stop ก่อนกลับทางหมุน	54
4-10 ไฟสถานะ K2 ทำงานเมื่อกด Forward	54
4-11 วงจรควบคุมการทำงานมอเตอร์แบบเรียงลำดับ ( Sequence Run )	56

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4-12 วงจรกำกับการทำงานมอเตอร์แบบเรียงลำดับ ( Sequence Run )	57
4-13 ไฟสถานะก่อน Start วงจร Sequence Run	58
4-14 ไฟสถานะ K1 ทำงานเมื่อกด Start	58
4-15 ไฟสถานะ K2 ทำงานร่วมกับ K1 หลังจากหน่วงเวลา 5 sec	58
4-16 วงจรควบคุมการแบบสตาร์ - เดลต้า ( Star – Delta Starting )	60
4-17 วงจรกำกับการควบคุมแบบสตาร์ - เดลต้า ( Star - Delta Starting )	61
4-18 ไฟสถานะก่อน Start วงจร Star - Delta Starting	62
4-19 ไฟสถานะ K1 , K2 ทำงานเมื่อกด Start ( Run Star )	63
4-20 ไฟสถานะ K1 , K3 ทำงานเมื่อหน่วงเวลา 5 sec ( Run Delta )	63
4-21 วงจรควบคุมการสตาร์ทโดยตรงของ PLC ( Direct Start )	65
4-22 วงจร Ladder Diagram การสตาร์ทโดยตรง ( Direct Start )	66
4-23 Ladder Diagram การสตาร์ทโดยตรงใน CX-Programmer	66
4-24 ขณะ M1 ทำงาน	67
4-25 ไฟสถานะก่อน Start วงจร Direct Star ( PLC )	68
4-26 ไฟสถานะ K1 ทำงานเมื่อ Start ( PLC )	68
4-27 วงจรการควบคุมการกลับทางหมุนมอเตอร์ ( Revers After Stop )	70
4-28 วงจร Ladder Diagram การควบคุมการกลับทางหมุนมอเตอร์( Revers After Stop )	71
4-29 Ladder Diagram วงจรควบคุมการกลับทางหมุนมอเตอร์ใน CX-Programmer	71
4-30 ขณะที่ M1 ทำงาน Forward	72
4-31 ขณะที่ M2 ทำงาน Revers	72
4-32 ไฟสถานะก่อน Start วงจร Revers After Stop ( PLC )	73
4-33 ไฟสถานะ K1 ทำงานเมื่อกด Forward ( PLC )	73
4-34 ไฟสถานะ K2 ทำงานเมื่อกด Revers ( PLC )	73
4-35 วงจรควบคุมการทำงานมอเตอร์แบบเรียงลำดับ ( Sequence Run )	75
4-36 วงจร Ladder Diagram การทำงานมอเตอร์แบบเรียงลำดับ ( Sequence Run )	76
4-37 Ladder Diagram วงจรเรียงลำดับใน CX-Programmer	76

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4-38 Ladder Diagram วงจรเรียงลำดับใน CX-Programmer ( ต่อ 1 )	77
4-39 Ladder Diagram วงจรเรียงลำดับใน CX-Programmer ( ต่อ 2 )	77
4-40 ขณะที่มี M1 ทำงาน	78
4-41 ขณะที่มี M2 ทำงาน	78
4-42 ไฟสถานะก่อน Start วงจร Sequence Run ( PLC )	79
4-43 ไฟสถานะ K1 ทำงานเมื่อกด Start ( PLC )	79
4-44 ไฟสถานะ K2 ทำงานร่วมกับ K1 หลังจากหน่วงเวลา 5 sec ( PLC )	80
4-45 วงจรการควบคุมแบบสตาร์ - เดลต้า ( Star - Delta Starting )	82
4-46 วงจร Ladder Diagram การควบคุมแบบสตาร์ - เดลต้า ( Star - Delta Starting )	83
4-47 Ladder Diagram วงจรการควบคุมแบบสตาร์ - เดลต้าใน CX-Programmer	83
4-48 Ladder Diagram วงจรการควบคุมแบบสตาร์ - เดลต้าใน CX-Programmer ( ต่อ 1 )	84
4-49 Ladder Diagram วงจรการควบคุมแบบสตาร์ - เดลต้าใน CX-Programmer ( ต่อ 2 )	84
4-50 ขณะที่มี M1 ทำงานสตาร์ทด้วยสตาร์ท	85
4-51 ขณะที่มี M1 ทำงานรันเดลต้า	85
4-52 ไฟสถานะก่อน Start วงจร Star - Delta Starting ( PLC )	86
4-53 ไฟสถานะ K1 , K2 ทำงานเมื่อกด Start ( PLC ) ( Run Star )	86
4-54 ไฟสถานะ K1 , K3 ทำงานเมื่อหน่วงเวลา 5 sec ( PLC ) ( Run Delta )	86

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ที่มาของปัญหา

ปัจจุบันเทคโนโลยีการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมมีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็วและมีความต้องการที่จะลดต้นทุนและเพิ่มผลผลิตดังนั้นจึงได้มีการนำเอา PLC มาใช้ในการควบคุมการผลิตเพื่อที่จะทำให้ขบวนการผลิตนั้นมีประสิทธิภาพสูงสุดและให้ได้งานที่มีคุณภาพเป็นการประหยัดต้นทุนและค่าใช้จ่ายต่างๆ PLC ได้เข้ามามีบทบาทในงานอุตสาหกรรม ไม่ว่าจะอุตสาหกรรมรถยนต์ อุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ และโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ได้นำ PLC มาใช้สำหรับควบคุมเครื่องจักร เช่น การควบคุมมอเตอร์ การควบคุมสายพานลำเลียง หม้อไอน้ำ ( Boiler ) หรืออุปกรณ์ต่างๆ ในงานอุตสาหกรรม การนำ PLC มาใช้ในงานอุตสาหกรรมสามารถลดงานของคนงาน ทำให้ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการผลิตได้เนื่องจากปัจจุบันการควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือสายการผลิตที่เป็นลำดับขั้นตอนโดยมีการทำงานเป็นวัฏจักรหรือวนซ้ำไปมาเหมือนเดิมอย่างแม่นยำมีความต้องการเป็นอย่างมากทั้งในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็กจนถึงโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ถ้าจะใช้แรงงานของคนจะไม่ค่อยเหมาะสมเท่าไรเพราะคนมีความเมื่อยล้าจึงส่งผลความแม่นยำในแต่ละรอบจึงไม่เท่ากันหรือความแม่นยำในการทำงานอาจจะลดลงเมื่อความเมื่อยล้าเพิ่มขึ้น ดังนั้นโรงงานอุตสาหกรรมจึงใช้โปรแกรมในการควบคุมคือ โปรแกรม PLC ( Programmable Logic Controller ) โปรแกรมนี้จะเป็นคำตอบที่เหมาะสมสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมที่ต้องการการทำงานของเครื่องจักรหรือสายการผลิตที่ทำงานเป็นลำดับขั้นตอนที่มีความแม่นยำทุกรอบการผลิตเท่ากันเนื่องจากไม่มีความเมื่อยล้าในการทำงานเหมือนแรงงานคน จากที่กล่าวคุณสมบัติของโปรแกรม PLC รู้ได้ว่า PLC มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมโรงงานเพียงใด ดังนั้น PLC จึงเป็นส่วนหนึ่งที่ทางสถานประกอบการของโรงงานอุตสาหกรรมจะพิจารณารับสมัครวิศวกรโรงงานเข้าไปทำงานเพื่อประสิทธิภาพในการทำงานมากขึ้นแต่กลับเห็นได้ว่าการเรียนการสอนของโปรแกรม PLC ยังมีน้อยมาก สำหรับวิศวกรสาขาเครื่องกล และ สาขาไฟฟ้า ตัวอย่างการใช้โปรแกรม PLC ที่ใช้กับกระบอกสูบในห้องปฏิบัติการยังเป็นตัวอย่างการทำงานของโปรแกรม PLC ที่ยังไม่ชัดเจนจึงทำให้การเรียนและการสอนไม่สัมฤทธิ์ผลตามเป้าหมาย ดังนั้นจึงเกิดแนวความคิดในการออกแบบชุดทดลองนี้ขึ้นมา เพื่อให้เข้าใจในหลักการเขียนโปรแกรม PLC และหลักการออกแบบวงจร PLC มากยิ่งขึ้นรวมถึงศึกษาการต่อวงจรควบคุมต่างๆ ด้วยแมกเนติกคอนแทคเตอร์

## 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1.2.1 เพื่อออกแบบสร้างชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ 3 เฟสด้วยแมกเนติกคอนแทคเตอร์และ PLC

1.2.2 เพื่อใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน

## 1.3 ขอบเขตในการดำเนินโครงการ

1.3.1 ควบคุมมอเตอร์ 3 เฟสโดยใช้แมกเนติกขนาด 30A 2NO/2NC

1.3.2 Relay ขนาด 24v

1.3.3 PLC ยี่ห้อ OMRON

1.3.4 ควบคุมมอเตอร์สามเฟสได้สูงสุด 3 ตัว โดยอาศัยการเขียนโปรแกรมของ PLC

## 1.4 วิธีดำเนินโครงการ

1.4.1 ขั้นตอนการเตรียมการ

1.4.1.1 วางแผนแบ่งงานในการค้นคว้า

1.4.1.2 รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับระบบแมกเนติกและพีแอลซี

1.4.1.3 เขียนแบบและรายละเอียดต่างๆของโครงการที่คิดค้นขึ้น

1.4.1.4 ศึกษารายละเอียดของอุปกรณ์แต่ละชนิด

1.4.1.5 ประเมินราคาอุปกรณ์ในการทำโครงการ

1.4.2 ขั้นตอนการ

1.4.2.1 เมื่อได้ข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์แล้วก็หาซื้ออุปกรณ์เพื่อเตรียมพร้อมประดิษฐ์โครงการ

1.4.2.2 เริ่มทำโครงการสื่อการสอนแมกเนติกและพีแอลซีของโครงการโดยการเจาะตู้เตรียมยึดอุปกรณ์

1.4.2.3 ติดตั้งอุปกรณ์ภายในตู้ได้แก่ เซอร์กิตเบรก แมกเนติก ไทม์เมอร์ ฟิวส์รีเลย์ รางสาย

1.4.2.4 เขียนวงจรคอนโทรล

1.4.2.5 ติดตั้งสวิตช์ หลอดไฟและเนมเพลท

1.4.2.6 เก็บรายละเอียดภายในตู้ให้เรียบร้อย

### 1.4.3 ชั้นสรุป

- 1.4.3.1 ทดลองการควบคุมคอนโทรลด้วยแมกเนติก
- 1.4.3.2 ทดลองการควบคุมคอนโทรลด้วยพีแอลซี
- 1.4.3.3 ทดสอบการทำงานของแมกเนติกควบคุมด้วยพีแอลซี
- 1.4.3.4 ทอยทำรูปเล่น โครงงาน ( ปริญญาานิพนธ์ )

### 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.5.1 สามารถนำไปใช้ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ได้หลายรูปแบบ
- 1.5.2 นำไปให้นักศึกษาได้เรียนรู้กับชุดทดลอง การควบคุมต่างๆ
- 1.5.3 พัฒนาทักษะของตนเองในการเขียนวงจรพีแอลซี และการต่อวงจรควบคุมมอเตอร์







## บทที่ 2

### ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

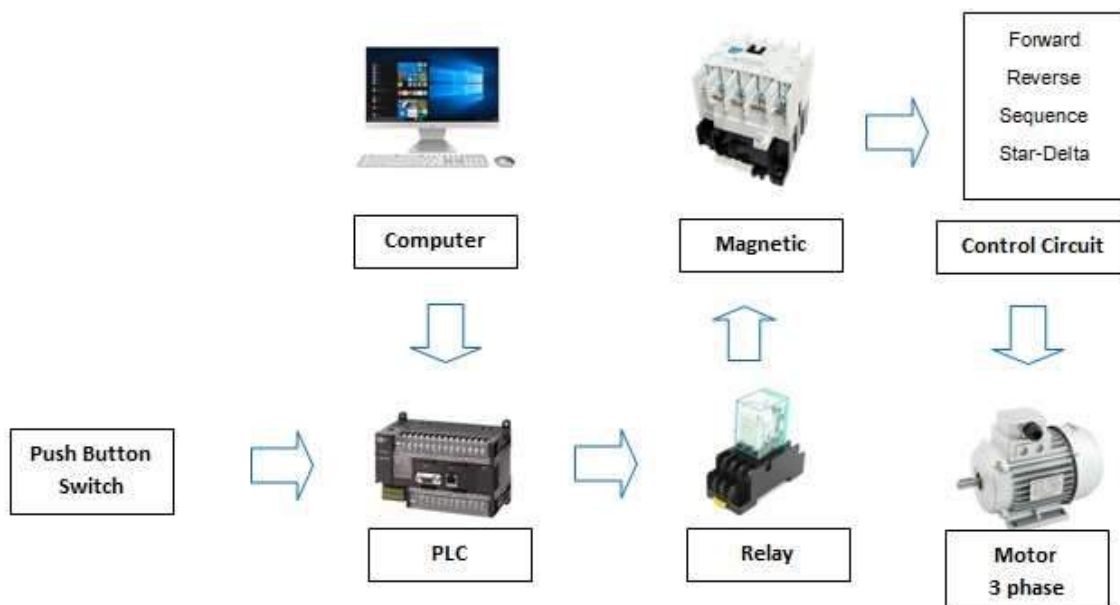
โรงงานอุตสาหกรรมในปัจจุบันนี้ใช้ไฟฟ้าเป็นกำลังงานในการทำงานเกือบทั้งสิ้น ซึ่งกำลังงานไฟฟ้านี้ถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานกลโดยการใช้มอเตอร์ โดยมอเตอร์ที่นำมาใช้นี้มีหลายชนิดแตกต่างกัน เช่นแบบที่ใช้กับชนิดไฟฟ้ากระแสตรง 1 เฟสหรือกระแสสลับ 3 เฟสหรือเป็นตามหลักการสร้างและการทำงานของมอเตอร์ เช่นอินดักชันมอเตอร์ เป็นต้น

วิธีการควบคุมมอเตอร์นั้นจำเป็นต้องศึกษาและเข้าใจเกี่ยวกับการติดตั้งมอเตอร์ ทั้งนี้เพื่อเลือกขนาดของสายเมนขนาดของเมนฟิวส์หรือเมนสวิตช์ได้ถูกต้อง มิฉะนั้นอาจทำให้เกิดความเสียหายแก่มอเตอร์ได้ เช่นมอเตอร์ไหม้ ทำงานเกินกำลัง สายเมนร้อนจัดและไหม้ เป็นต้น สำหรับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับมีระบบจ่ายไฟฟ้าได้หลายระบบด้วยกัน เช่นระบบ 1 เฟส 2 สาย ระบบ 1 เฟส 3 สาย หรือระบบ 3 เฟส 4 สาย เป็นต้น นอกจากนี้มอเตอร์ยังมี ขนาดต่าง ๆ กัน ทำให้ต้องเลือกขนาดสายเมนที่ถูกต้อง มอเตอร์กระแสสลับที่ใช้กันมักเป็น แบบสquirrel cage อินดักชันมอเตอร์ ( Squirrel Cage Induction Motor ) ซึ่งจะมีขนาดระหว่าง 10 แรงม้าเป็นส่วนใหญ่และสามารถสตาร์ทด้วยตัวเองได้ การสตาร์ทมอเตอร์แบบนี้เป็นการสตาร์ท โดยตรงกับสายเมน เนื่องจากการสตาร์ทแบบนี้อาจกระทบกระเทือนต่อวงจรไฟฟ้าอีกด้วย เช่นทำให้ ไฟตก แรงเคลื่อนต่ำ ถ้าเกิดเหตุการณ์เช่นนี้ต้องใช้อุปกรณ์ในการช่วยสตาร์ท เช่นอุปกรณ์ลดแรง เคลื่อนขณะสตาร์ทที่เรียกว่า Reduced Voltage Starter หมายถึงเป็นการลดกระแสในขณะสตาร์ท มอเตอร์ไม่ให้สูงจนเป็นอันตรายจึงต้องมีการลดแรงดันในขณะสตาร์ทมอเตอร์ซึ่งเป็นผลทำให้ กระแสในขณะสตาร์ทลดลง

#### 2.1 แนวคิดหลักการ

เมื่อป้อนข้อมูลลงในคอมพิวเตอร์แล้วโหลดโปรแกรมลงไปที่ตัว PLC แล้วจากนั้นใช้ Push Button Switch กดเพื่อสั่งการทำงานของตัว PLC เช่นกดปุ่มวงจร Forward ก็จะไปควบคุมหน้าสัมผัสของตัวรีเลย์จาก NO เปลี่ยนเป็น NC จากนั้นแมกเนติกคอนแทคเตอร์ก็จะทำงานตามคำสั่งที่เราป้อนจากตัว PLC และจะทำให้มอเตอร์สามเฟสทำงานตามคำสั่งโปรแกรม PLC ที่ป้อนเข้ามา เช่น ป้อน PLC ด้วย โปรแกรม Forward มอเตอร์ก็จะหมุนตามเข็มนาฬิกา เป็นต้น

การสั่งให้ PLC ควบคุมชุดทดลองการควบคุมมอเตอร์แบบต่างๆ ได้ตามเงื่อนไข

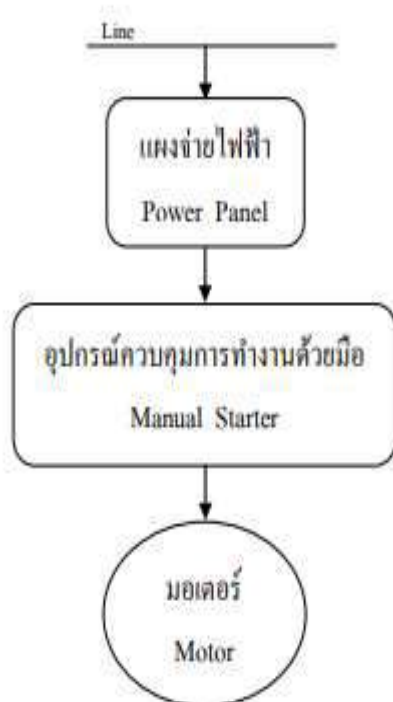


รูปที่ 2.1 บล็อกไดอะแกรม

## 2.2 ชนิดการควบคุม

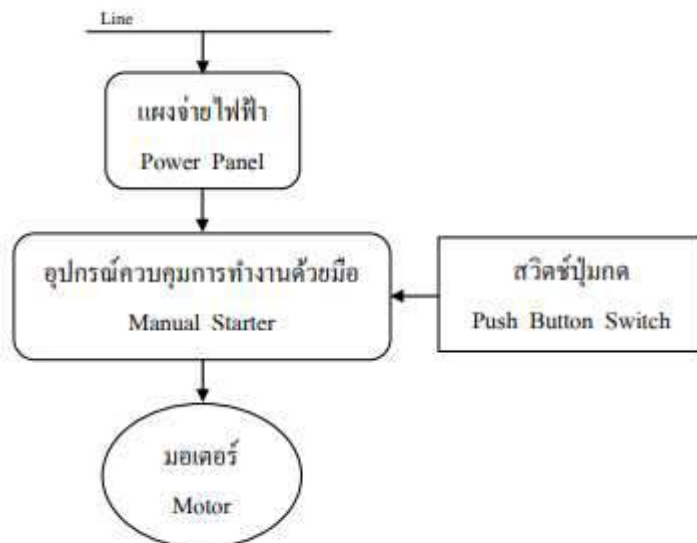
ชนิดของการควบคุมมอเตอร์ ซึ่งสามารถแบ่งวิธีการควบคุมมอเตอร์ได้ 3 วิธีคือ

2.2.1 การควบคุมด้วยมือ ( Manual Control ) เป็นการสั่งงานให้อุปกรณ์ควบคุมทำงานโดยผู้ปฏิบัติงานควบคุมเครื่องกลไฟฟ้าโดยตรงหรือเรียกว่าโอเปอเรเตอร์ ( Operator ) โดยใช้วิธีการจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับมอเตอร์ไฟฟ้าโดยตรง ทำหน้าที่จ่ายแรงดันไฟฟ้าโดยตรงให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า วิธีการควบคุมด้วยมือนี้ส่วนมากจะใช้คนเป็นผู้สั่งงานแทบทั้งสิ้น ซึ่งมอเตอร์จะถูกควบคุมจากการสั่งงานด้วยมือผ่านอุปกรณ์ต่างๆ



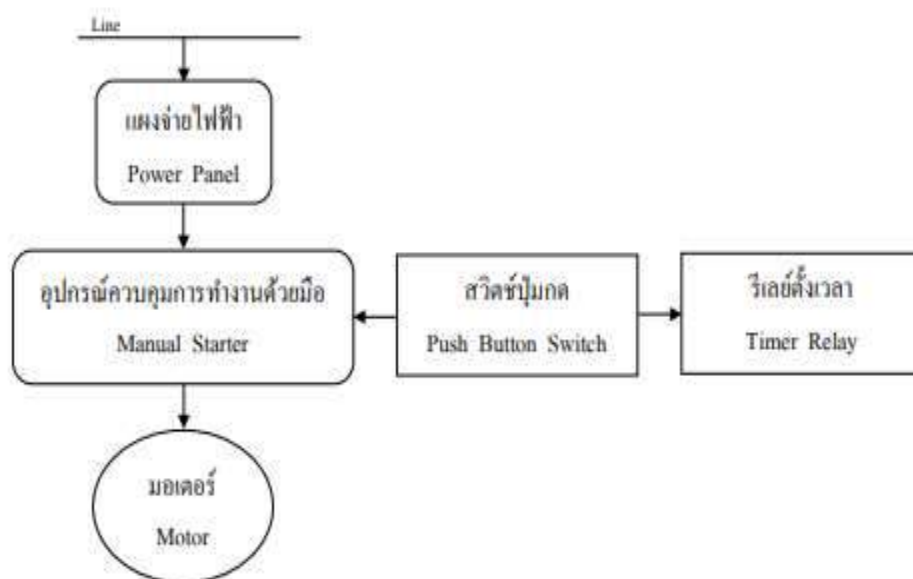
รูปที่ 2.2 แผงการควบคุมด้วยมือ ( Manual Control )

2.2.2 การควบคุมแบบกึ่งอัตโนมัติ ( Semi Automatic Control ) โดยการใช้สวิตช์ปุ่มกดที่สามารถควบคุมระยะไกลได้ซึ่งมักจะต่อร่วมกับแมกเนติกคอนแทกเตอร์ ( Magnetic Contactorr ) ที่ใช้จ่ายกระแสให้กับมอเตอร์แทนการกดสวิตช์ธรรมดา ซึ่งสวิตช์แม่เหล็กนี้ต้องอาศัยการทำงานของแม่เหล็กไฟฟ้า วงจรการควบคุมมอเตอร์กึ่งอัตโนมัตินี้ต้องอาศัยคนคอยกดสวิตช์จ่ายไฟให้กับสวิตช์แม่เหล็ก สวิตช์แม่เหล็กจะดูดให้หน้าสัมผัสและจ่ายไฟให้กับมอเตอร์ แต่ถ้าต้องการหยุดมอเตอร์ก็จะต้องอาศัยคนคอยกดสวิตช์ปุ่มกดอีกเช่นเดิม จึงเรียกการควบคุมแบบนี้ว่า การควบคุมกึ่งอัตโนมัติ และสามารถจัดวางตู้ควบคุมห่างจากเครื่องจักรได้เป็นการเพิ่มความปลอดภัยให้กับผู้ควบคุมยิ่งขึ้น



รูปที่ 2.3 ฟังการควบคุมแบบกึ่งอัตโนมัติ ( Semi Automatic Control )

2.2.3 การควบคุมแบบอัตโนมัติ ( Automatic Control ) การควบคุมวิธีนี้เหมือนกับการ ควบคุมแบบกึ่งอัตโนมัติเพียงแต่หลังจากกดปุ่มเริ่มเดิน ( Start ) แล้วระบบ จะทำงานเองตลอดทุกกระยะเช่น การหมุนตามเข็มนาฬิกา การหมุนทวนเข็มนาฬิกาหรือหยุดทำงาน ( Stop ) ดังนั้นจึงต้องมีการติดตั้งสวิตช์อัตโนมัติไว้ตามจุดต่างๆ เพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้เองตลอดเวลา



รูปที่ 2.4 ฟังการควบคุมแบบอัตโนมัติ ( Automatic Control )

## 2.3 หลักการควบคุมมอเตอร์

ในการควบคุมมอเตอร์จะต้องพิจารณาความจำเป็นต่างๆ เกี่ยวกับการเลือกการออกแบบการติดตั้งและการบำรุงรักษาอุปกรณ์ ซึ่งต้องคำนึงถึงวิธีการควบคุมและวิธีการทำงาน ฉะนั้นความจำเป็นอีกอย่างหนึ่งคือการออกแบบเครื่องควบคุม ( Controller ) มอเตอร์ เพื่อให้เหมาะสมกับเครื่องจักรที่จะใช้มอเตอร์ขับ ความหมายของการควบคุมมอเตอร์ ( Motor Control ) คือการบังคับให้มอเตอร์ทำงานหรือหมุนตามที่เราร้องการ ซึ่งอาจใช้อุปกรณ์หลายอย่างในการควบคุมเช่น เบรกเกอร์ ( Breaker ) สวิตช์แม่เหล็ก ( Magnetic Switch ) หรือแมกเนติกคอนแทคเตอร์ ( Magnetic Contactor ) รีเลย์ตั้ง เวลา ( Timer Relay ) เป็นต้น เพื่อที่จะให้มอเตอร์เกิดอัตราเร่งในการเริ่มหมุนรวมทั้งการควบคุม ความเร็ว ( Speed Control ) และกลับทางหมุน ( Reversing ) ของมอเตอร์อีกด้วย

## 2.4 หลักการทำงานและส่วนประกอบอุปกรณ์ต่างๆ

2.4.1 ตู้คอนโทรลระบบไฟฟ้า หรือตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าคือ กล่องที่ทำหน้าที่เป็นจุดศูนย์รวมในการควบคุมระบบไฟฟ้าที่หลายแหล่งที่อยู่ในที่พักอาศัยอาคารสำนักงาน ไปจนถึงโรงงานขนาดใหญ่ ตัวตู้จะถูกติดตั้งเอาไว้เพื่อช่วยให้สามารถควบคุมระบบการทำงานของไฟฟ้าได้ง่ายขึ้น การติดตั้งที่ใช้กันในปัจจุบันมิให้เลือกหลากหลายชนิด ไม่ว่าจะเป็นชุดขนาดเล็ก ชุดขนาดใหญ่สำหรับอาคารและชุดขนาดใหญ่ขึ้นไปอีกเพื่อใช้งานกับดีกรีฟ้า ทั้งหมดนี้ไม่ว่าจะเป็นที่พักแบบใดก็ตาม จำเป็นต้องมีตู้คอนโทรลที่ช่วยจ่ายไฟฟ้าและจัดการไฟฟ้าไม่ให้เกิดอันตราย ผู้ใช้งานภายในอาคารจะปลอดภัยเมื่อใช้กับอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ



รูปที่ 2.5 ตู้คอนโทรล

## 2.4.2 หลอดไฟ Pilot Indicator Lamp LED 220VAC



รูปที่ 2.6 หลอดไฟ Pilot Indicator Lamp LED 220VAC

หลอดไฟแสดงสถานะหน้าตู้ควบคุม ( PILOT LAMP ) ตู้ควบคุมนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีสถานะบอกให้ผู้ใช้งานระบบทราบการทำงานของระบบ ดังนั้นอุปกรณ์ที่บอกสถานะ คือ PILOT LAMP ที่ปัจจุบันมีให้เลือกใช้มากมายหลายแบบ การนำไปใช้ก็แค่เลือกพิกัดแรงดันและพิกัดกระแสที่จะเลือกใช้เท่านั้น สถานะที่ใช้ในทั่วไป เช่น แสดงการทำงาน, การหยุดทำงาน, การเกิด Alarm, การเกิด Over load, การเปิด หรือ ปิด ระบบ, ไฟแสดงเฟสระบบไฟฟ้า, และอื่นๆ

### 2.4.2.1 การเลือกใช้ใช้งาน Pilot Lamp มีดังนี้ครับ

- Power Supply แรงดันสำหรับจ่ายให้หลอดไฟทำงาน เช่น 12V, 24V, 110V, 220V เป็นต้น
- Color สีของหลอดไฟ
- Size หรือ Diameter ของหลอดไฟ
- ชนิดของหลอดไฟ เช่น LED, Bulb
- การทำงานของหลอดไฟ เช่น ติดค้าง กระพริบ
- IP Rating การป้องกันฝุ่นกันน้ำ

### 2.4.2.2 การเลือกสีมีการกำหนดใช้งานโดยทั่วไป

- สีเขียว เป็น การทำงาน
- สีแดง เป็น การหยุดทำงาน
- สีเหลืองหรือส้ม เป็น การแจ้งสัญญาณเตือนความผิดพลาด

2.4.3 Push Button Switch หรือที่เรียกกันว่าสวิตช์ปุ่มกดเป็นอุปกรณ์ทางไฟฟ้า ซึ่งทำหน้าที่ตัดและต่อวงจรทางไฟฟ้าและใช้ในการควบคุมการทำงานของมอเตอร์ หรือการทำงานของเครื่องจักรต่างๆ เป็นเหมือนอุปกรณ์พื้นฐาน ใ้ใช้ได้กับอุตสาหกรรมทั่วไปมีทั้งแบบมีไฟและทึบแสง



รูปที่ 2.7 Push Button Switch

2.4.4 ป้ายเนมเพลท เป็นป้ายเพื่อใช้แจ้งข้อความ ไม่ว่าจะเป็นชื่อ เนื้อหาประวัติวิธีการใช้งานหน้าที่ คำสั่งการใช้งานต่างๆ หรือแสดงเป็นแผนผัง แผงวงจร ( นิยมแสดงเป็นแบบ Tree Map Chart ) มีรูปสัญลักษณ์และสีสันแตกต่างกันออกไปตามรูปแบบในการใช้งาน โดยมากแล้วนิยมทำ Nameplate เพื่อใช้เป็นป้ายคำเตือนป้ายติดตู้ไฟฟ้า ตู้ MDB ( Main Distribution Board ) เครื่องจักรและอุปกรณ์ไฟฟ้าในหลายๆ ประเภท โดยหลักๆ พอจะแบ่งได้เป็น 5 ประเภท

- งานป้ายตู้ไฟ, ป้ายตู้ควบคุม หรือ ป้ายระบบของโครงการต่างๆ แบบขึ้นชิ้นงานเป็นงานอะคริลิก

- งานป้ายตู้ไฟ, ป้ายตู้ควบคุม แบบใช้แผ่นพลาสติก พีวีซี 2 สี ( โรมาร์ค ,กราโวกราฟ ) มีหลายสีที่นิยมจะเป็น พื้นสีดำ ตัวหนังสือสีขาว หรือ พื้นสีขาวตัวหนังสือดำ หรือ พื้นสีเขียว

ตัวหนังสือสีขาว กัดเป็นป้ายข้อความเฉพาะงาน ถ้าเป็นป้ายเนมเพลทที่ใช้ติดหน้าตู้ไฟฟ้า ( Main Distribution Board ) ขนาดที่ใช้จะวัดจาก ข้อความ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใส่สวิตช์ หรือ หลอดไฟ โดยส่วนใหญ่แล้วมักจะมีขนาด 16, 22, 25, 30 มม.



รูปที่ 2.8 ป้าย Nameplate

2.4.5 สวิตช์ฉุกเฉิน ( Emergency Stop Switch ) สวิตช์ปุ่มกดฉุกเฉินหรือ ที่เรียกทั่วไปว่าสวิตช์ หัวเห็ด นิยมใช้กับปุ่มหยุดเครื่องจักรกลต่าง ๆ เพื่อรองรับกับเหตุการณ์ฉุกเฉินที่อาจเกิดขึ้น และเมื่อถึงเวลาใช้งานทันทีที่เรากดที่ปุ่ม Emergency Switch เครื่องจักรกลทุกอย่างที่มีปุ่ม Emergency switch จะหยุดการทำงานในทันที เพื่อป้องกันการเกิดอุบัติเหตุต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นได้



รูปที่ 2.9 สวิตช์ฉุกเฉิน ( Emergency Stop Switch )



2.4.6 Power connector หรือ Power plug ( เพาเวอร์ปลั๊ก ) ปลั๊กไฟฟ้าแรงสูง เป็นอุปกรณ์ขั้วต่อสายไฟหรือปลั๊กที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟ ( Power supply ) เข้ากับอุปกรณ์ต่างๆ เพาเวอร์ปลั๊กที่ดีควรทำจากวัสดุที่ได้คุณภาพ ทนทานสามารถกันน้ำกันฝุ่นได้ ทนต่อแสงแดดได้ดี ทนทานต่อการสึกกร่อนเหมาะสำหรับใช้งานในอุตสาหกรรม สามารถใช้งานได้ทั้งในร่มและกลางแจ้ง สามารถติดตั้งได้ทั้งผนัง หน้าตู้คอนเทนเนอร์ และแบบปล่องลอยได้ตามความต้องการ ในการใช้งานจะมีส่วนประกอบ 2 ส่วนคือ ส่วนที่เป็นปลั๊กตัวผู้และส่วนที่เป็นปลั๊กตัวเมียมีให้เลือกหลากหลายรูปแบบใช้งานได้กับกระแสสูงๆ มีให้เลือกสูงถึง 100A ที่แรงดัน 600VAC สามารถใช้งานกับระบบการจ่ายไฟฟ้าทั้งแบบ 2P+N, 3P



รูปที่ 2.10 Power plug ( เพาเวอร์ปลั๊ก )

2.4.7 banana jack ตัวเชื่อมต่อ Banana เป็นปลั๊กสปริงที่ได้รับความนิยมมาเพื่อใช้กับสายเดี่ยวโดยทั่วไปจะใช้กับระบบเสียง การออกแบบประกอบด้วยพินเดี่ยวที่มีสปริงโค้งที่คล้ายกับกล้วยจึงมีชื่อคล้ายกัน สปริงเหล่านี้ยึดปลั๊กไว้เมื่อใส่ในขณะที่ขยับตัวเพื่ออนุญาตให้ผู้ใช้ถอดปลั๊กเมื่อเสร็จแล้ว นอกจากนี้จากการใช้ในระบบเสียงพวกเขายังสามารถใช้ในอุปกรณ์ทดสอบไฟฟ้าที่ใช้ในการตรวจสอบการเชื่อมต่อและสาย ซัพพลายเออร์ไฟฟ้ามักจะพกพาพวกเขาและสามารถตั้งสินค้าพิเศษได้หากไม่มีตัวเลือกที่ตรงกับความต้องการ เหล่านี้ได้รับการออกแบบให้ติดตั้งที่ปลายสายไฟที่ถูกปก พวกเขาอาจสกรูคลิปหรือ Snap บน บางคนต้องการใช้หัวแรงเพื่อเชื่อมลวด ผู้บริโภครสามารถตัดสายเคเบิลตามความยาวที่ต้องการและติดตั้งตัวเชื่อมต่อด้วยตามความต้องการ สำหรับการใช้งานที่มีกระแสไฟฟ้าสูง ขั้วต่อกล้วยอาจถูกหุ้มฉนวนเพื่อลดความเสี่ยงของการเกิดไฟฟ้าช็อตและปัญหาอื่นๆ ขูดตัวเชื่อมต่อ Banana มีให้เลือกหลายแบบ บางรุ่นได้รับการออกแบบให้ทำงานในมุมที่ถูกต้องและอื่นๆ ได้รับการออกแบบมาโดยเฉพาะเพื่อให้วางซ้อนกันได้กับอุปกรณ์อื่นๆ พวกเขาสามารถติดตั้งกับแจ็คเพื่อให้

รวมหลายตัวเชื่อมต่อ ตัวเชื่อมต่อกลัวยรหัสสีสามารถช่วยให้ผู้คนเรียงลำดับการเดินสายและจัดระเบียบรูปแบบการเดินสายที่จะเข้าใจง่ายปัญหาในสถานที่ที่ช่างเทคนิคหลายคนอาจทำงานกับการเดินสาย



รูปที่ 2.11 ปลั๊กกัวยตัวเมียและตัวผู้

2.4.8 เบรกเกอร์ Circuit Breaker เซอร์กิตเบรกเกอร์หรือเบรกเกอร์คือ สวิตซ์ไฟฟ้าอัตโนมัติที่ออกแบบมาเพื่อป้องกันวงจรไฟฟ้าจากความเสียหายที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าส่วนเกิน โดยทั่วไปเกิดจากโหลดเกินหรือไฟฟ้าลัดวงจร การทำงานของมันคือตัดกระแสไฟฟ้าหลังจากตรวจพบความผิดปกติในวงจรไฟฟ้า ถือว่าเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ป้องกันกระแสเกินหรือลัดวงจรเช่นเดียวกับฟิวส์ แต่จะแตกต่างกันตรงที่เมื่อตัดวงจรแล้วสามารถที่จะปิดหรือต่อวงจรได้ทันทีหลังจากแก้ปัญหาแล้ว เบรกเกอร์มีหลายแบบ ทั้งเบรกเกอร์ขนาดเล็กที่ใช้ป้องกันสำหรับวงจรที่มีกระแสไฟฟ้าต่ำหรือพวกเครื่องใช้ไฟฟ้าในครัวเรือน จนถึงสวิตซ์ขนาดใหญ่ที่ออกแบบมาเพื่อป้องกันวงจรไฟฟ้าแรงสูงที่จ่ายไฟให้ตัวเมือง

#### 2.4.8.1 ประเภทของเซอร์กิตเบรกเกอร์

เบรกเกอร์จะถูกแบ่งออกเป็นแต่ละประเภทตามพิกัดแรงดันไฟฟ้าหรือการออกแบบ หากแบ่งตามพิกัดแรงดันไฟฟ้าจะแบ่งได้ 3 ประเภท ได้แก่ Low Voltage เบรกเกอร์, Medium Voltage เบรกเกอร์ และ High Voltage เบรกเกอร์ เบรกเกอร์ส่วนใหญ่ที่นิยมใช้กันคือ Low Voltage เบรกเกอร์ เบรกเกอร์กลุ่ม Low Voltage คือพวก MCB, MCCB และ ACB เบรกเกอร์เหล่านี้จะมีลักษณะที่แตกต่างกัน

ตามการออกแบบ ทั้งขนาด รูปร่างที่ถูกออกแบบมาให้เข้ากับการใช้งานหลากหลายประเภท บทความเหล่านี้จะช่วยให้คุณเข้าใจและสามารถเลือกซื้อ Circuit Breaker ที่ตรงตามความต้องการได้จริงๆ



รูปที่ 2.12 เบรกเกอร์ทั้ง 3 ประเภท

ข้อดี ของเซอร์กิตเบรกเกอร์เมื่อเทียบกับฟิวส์คือ เมื่อเบรกเกอร์เกิดการตัดวงจรออกจาก ระบบ (ทริป) แล้วสามารถสับเซอร์กิตเบรกเกอร์เข้าไปในวงจรเดิมได้ทันที (แต่ต้องแก้ไขปัญหาที่ทำให้เบรกเกอร์ทริปให้เรียบร้อยก่อน) ทำให้เกิดความสะดวกในการใช้งานไม่ต้องสะสมฟิวส์สำรองไว้เปลี่ยนอีกต่อไป

2.4.9 ฟิวส์ (Fuse) ฟิวส์คืออุปกรณ์ไฟฟ้าที่เป็นส่วนประกอบสำคัญของวงจรไฟฟ้าเพื่อป้องกันอันตรายที่เกิดจากการใช้กระแสไฟฟ้าเมื่อกระแสไฟฟ้าไหลเข้าวงจรไฟฟ้ามากเกินไปหรือเกิดไฟฟ้าลัดวงจรมี 2 ประเภท คือ

- ชนิดมาตรฐานทำงานทันที ( Non Time Delay Fuse )
- ชนิดหน่วงเวลา ( Time Delay Fuse ) ฟิวส์กำลังที่เหมาะสมสำหรับการป้องกันมอเตอร์จะเป็นฟิวส์ชนิดหน่วงเวลา เนื่องจากกระแสเริ่มแรกในขณะสตาร์ทมอเตอร์มีค่าสูงกว่ากระแสปกติประมาณ 5 - 8 เท่า ฟิวส์ตามมาตรฐาน IEC ( International Electrotechnical Commission ) มีขนาดเป็นแอมแปร์ (A) ดังนี้ 6 , 10 , 20 , 25 , 32 , 40 , 50 , 63 , 80 , 100 , 125 , 160 , 200 , 250 , 315 , 400 โดยที่ฟิวส์มีคุณสมบัติต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- ฟิวส์ทำด้วยโลหะผสมระหว่างตะกั่วกับดีบุกและบิทมัสผสมอยู่ด้วย

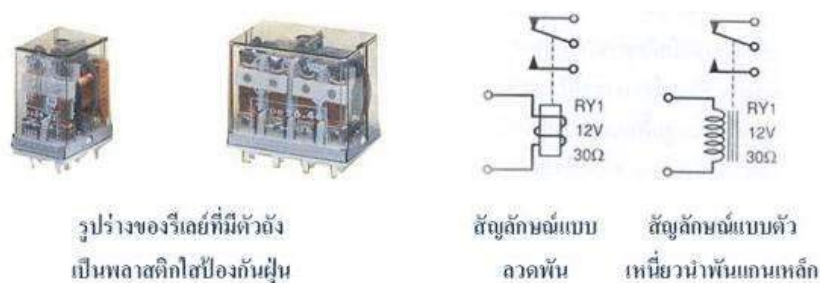
- ฟิวส์มีจุดหลอมเหลวต่ำเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านฟิวส์จะทำให้ฟิวส์ร้อนซึ่งถ้าร้อนมากถึงจุดหนึ่งฟิวส์จะขาด เช่น กรณีเกิดไฟฟ้าลัดวงจร

- ขนาดของฟิวส์ที่ใช้ตามบ้านมีหลายขนาด เช่น 10 , 15 และ 30A ฟิวส์แต่ละ ขนาดจะยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านไปได้มากน้อยต่างกัน ถ้ากระแสไฟฟ้าผ่านมากเกินไปเกินขนาดที่ 18 กำหนดของฟิวส์ จะทำให้ฟิวส์ขาด เช่น ฟิวส์ขนาด 10A คือ ฟิวส์ที่ยอมให้กระแสไฟฟ้า ผ่านได้ไม่เกิน 10A



รูปที่ 2.13 ฟิวส์และฐานฟิวส์

2.4.10 รีเลย์ ( Relay ) เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแม่เหล็ก เพื่อใช้ในการดึงดูดหน้าสัมผัสของคอนแทกให้เปลี่ยนสถานะ โดยการป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวด เพื่อทำการปิดหรือเปิดหน้าสัมผัสคล้ายกับสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเราสามารถนำรีเลย์ไปประยุกต์ใช้ในการควบคุมวงจรต่างๆ ในงานช่างอิเล็กทรอนิกส์มากมาย



รูปที่ 2.14 รูปร่างรีเลย์และสัญลักษณ์

#### 2.4.10.1 หน้าทีของรีเลย์

เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ตรวจสอบสภาพการณ์ของทุกส่วน ในระบบกำลังไฟฟ้าอยู่ตลอดเวลา หากระบบมีการทำงานที่ผิดปกติ รีเลย์จะเป็นตัวสั่งการให้ตัดส่วนที่ลัดวงจรหรือส่วนที่ทำงานผิดปกติ ออกจากระบบทันที รีเลย์ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนหลัก

- ส่วนของขดลวด ( coil ) เหนี่ยวนำกระแสต่ำ ทำหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็ก ไฟฟ้าให้แก่โลหะไปกระทั่งให้หน้าสัมผัสต่อกัน ทำงานโดยการรับแรงดันจากภายนอกต่อคร่อมที่ขดลวดเหนี่ยวนำนี้ เมื่อขดลวดได้รับแรงดัน ( ค่าแรงดันที่รีเลย์ต้องการขึ้นกับชนิดและรุ่นตามที่คุณผลิตกำหนด ) จะเกิดสนามแม่เหล็ก ไฟฟ้าทำให้แกน โลหะด้านในไปกระทั่งให้แผ่นหน้าสัมผัสต่อกัน

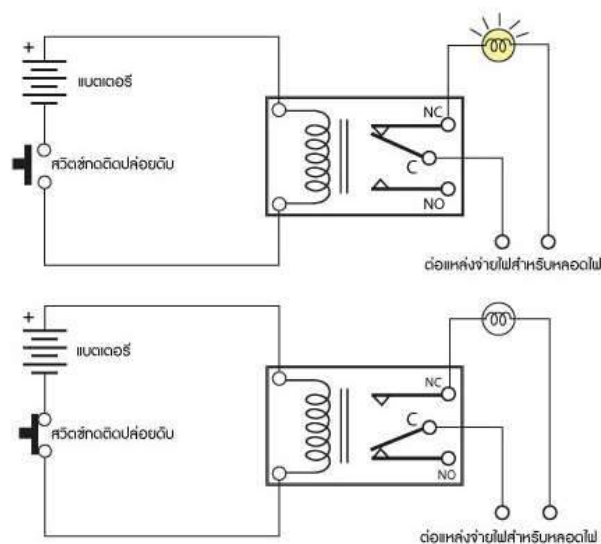
- ส่วนของหน้าสัมผัส ( contact ) ทำหน้าที่เหมือนสวิตช์จ่ายกระแสไฟให้กับอุปกรณ์ที่เราต้องการ

#### 2.4.10.2 จุดต่อใช้งานมาตรฐาน

- จุดต่อ NC ย่อมาจาก normal close หมายความว่าปกติปิดหรือหากยังไม่จ่ายไฟให้ขดลวดเหนี่ยวนำหน้าสัมผัสจะติดกัน โดยทั่วไปเรามักต่อจุดนี้เข้ากับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการให้ทำงานตลอดเวลา

- จุดต่อ NO ย่อมาจาก normal open หมายความว่าปกติเปิดหรือยังไม่จ่ายไฟให้ขดลวดเหนี่ยวนำหน้าสัมผัสจะไม่ติดกัน โดยทั่วไปเรามักต่อจุดนี้เข้ากับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการควบคุมการเปิดปิด เช่น โคมไฟสนาม

- จุดต่อ C ย่อมาจาก common คือจุดร่วมที่ต่อมาจากแหล่งจ่ายไฟ



รูปที่ 2.15 ภาพตัวอย่างการทำงานของรีเลย์ ที่ต่อกับหลอดไฟ 1 หลอด

#### 2.4.10.3 ประเภทของรีเลย์

แบ่งออกตามลักษณะการใช้งานได้เป็น 2 ประเภทคือ

- รีเลย์กำลัง ( power relay ) หรือมักเรียกกันว่าคอนแทกเตอร์ ( Contactor or Magnetic contactor ) ใช้ในการควบคุมไฟฟ้ากำลัง มีขนาดใหญ่กว่ารีเลย์ธรรมดา
- รีเลย์ควบคุม ( control relay ) มีขนาดเล็กกำลังไฟฟ้าต่ำ ใช้ในวงจรควบคุมทั่วไปที่มีกำลังไฟฟ้าไม่มากนัก หรือเพื่อการควบคุมรีเลย์หรือคอนแทกเตอร์ขนาดใหญ่

#### ประโยชน์ของรีเลย์

- ทำให้ระบบส่งกำลังมีเสถียรภาพ ( stability ) สูง โดยรีเลย์จะตัดวงจรเฉพาะส่วนที่เกิดผิดปกติออกเท่านั้น ซึ่งจะเป็นการลดความเสียหายให้แก่ระบบน้อยที่สุด
- ลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมส่วนที่เกิดการผิดปกติ
- ลดความเสียหายไม่เกิดลุกลามไปยังอุปกรณ์อื่นๆ
- ทำให้ระบบไฟฟ้าไม่ดับทั้งระบบเมื่อเกิดฟอลต์ขึ้นในระบบ

### รีเลย์ที่ดี

- ต้องมีความไว (Sensitivity) คือมีคุณสมบัติในการตรวจพบสิ่งที่ผิดปกติเพียงเล็กน้อยได้
- มีความเร็วในการทำงาน (speed) คือความสามารถทำงานได้รวดเร็วทันใจ ไม่ทำให้เกิดความเสียหายแก่อุปกรณ์และไม่กระทบกระเทือนต่อระบบ โดยทั่วไปและเวลาที่ใช้ในการตัดวงจรจะขึ้นอยู่กับระดับของแรงดันของระบบด้วย
- ระบบ 6-10 เควี จะต้องตัดวงจรภายในเวลา 1.5-3.0 วินาที
- ระบบ 100-220 เควี จะต้องตัดวงจรภายในเวลา 0.15-0.3 วินาที
- ระบบ 300-500 เควี จะต้องตัดวงจรภายในเวลา 0.1-0.12 วินาที

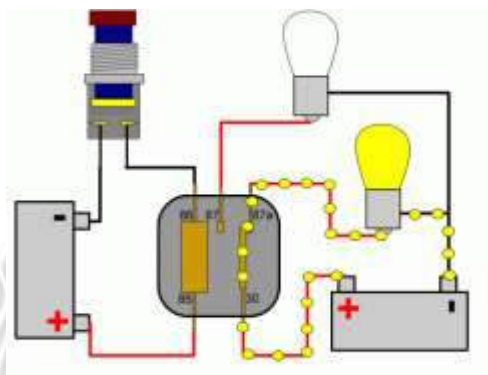
2.4.11 แมกเนติกคอนแทคเตอร์ คือ อุปกรณ์สวิตซ์ตัดต่อวงจรไฟฟ้าเพื่อการเปิด-ปิด ของหน้าสัมผัส (Contact) ทำงานโดยอาศัยอำนาจแม่เหล็กไฟฟ้าช่วยในการเปิด-ปิดหน้าสัมผัสในการตัดต่อวงจรไฟฟ้าเช่น เปิด-ปิด การทำงานของวงจรควบคุมมอเตอร์ นิยมใช้ในวงจรของระบบแอร์, ระบบควบคุมมอเตอร์ หรือใช้ในการควบคุมเครื่องจักรต่างๆ โดยแมกเนติกคอนแทคเตอร์นั้น จะมีส่วนประกอบหลักที่สำคัญต่อการทำงานได้แก่ แกนเหล็ก (Core) ,ขดลวด (Coil) ,หน้าสัมผัส (Contact) และสปริง (Spring)



รูปที่ 2.16 ภาพแสดงแมกเนติกคอนแทคเตอร์

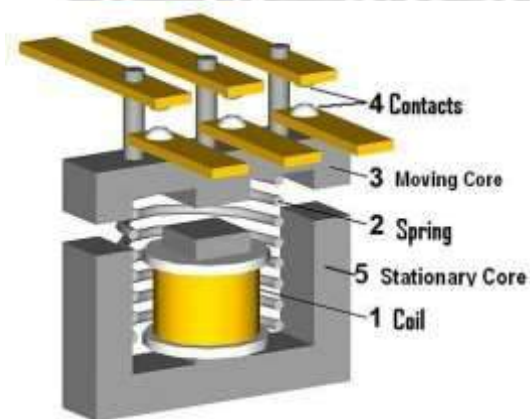
### หลักการทำงาน

แมกเนติกคอนแทคเตอร์เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านไปยังขดลวดสนามแม่เหล็กที่อยู่ขากลางของแกนเหล็ก ขดลวดจะสร้างสนามแม่เหล็กที่แรงสนามแม่เหล็กขณะแรงสปริงดึงให้แกนเหล็กชุดที่เคลื่อนที่ ( Stationary Core ) เคลื่อนที่ลงมาในสภาวะนี้ ( ON ) คอนแทคทั้งสองชุดจะเปลี่ยนสภาวะการทำงานคือ คอนแทคปกติปิดจะเปิดวงจรจุดสัมผัสออก และคอนแทคปกติเปิดจะต่อวงจรของจุดสัมผัส เมื่อไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเข้าไปยังขดลวด สนามแม่เหล็กคอนแทคทั้งสองชุดจะกลับไปสู่สภาวะเดิม



รูปที่ 2.17 ภาพแสดงการทำงานของแมกเนติกคอนแทคเตอร์

ส่วนประกอบของแมกเนติกคอนแทคเตอร์



รูปที่ 2.18 ภาพส่วนประกอบของแมกเนติกคอนแทคเตอร์



### แกนเหล็ก ( Core )

แกนเหล็กนี้ผลิตจากแผ่นเหล็กบางๆ นำมาวางซ้อนกันหลายๆ ชั้น โดยแผ่นเหล็กเหล่านี้จะถูกเคลือบด้วยฉนวนไฟฟ้า เพื่อป้องกันไม่ให้กระแสไฟฟ้าไหลวนในแกนเหล็ก ที่จะส่งผลให้เกิดความร้อนภายในแกนเหล็ก แกนเหล็กที่ทำหน้าเป็นทางเดินของเส้นแรงแม่เหล็ก ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ

- แกนเหล็กอยู่กับที่ ( Stationary Core ) มีขดลวดทองแดงพันรอบอยู่ และมีวงแหวนบัง ( Shading Ring ) ฝังอยู่บนผิวหน้าของแกนเหล็ก เมื่อทำการจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ AC เข้าไปที่ขดลวด เส้นแรงแม่เหล็กจะเปลี่ยนสลับไปมา ส่งผลให้อาร์เมเจอร์เกิดการสั่นไหวตามจังหวะการเปลี่ยนแปลงเส้นแรงแม่เหล็ก วงแหวนบัง ( Shading Ring ) จะทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กที่ต่างเฟสกับเส้นแรงแม่เหล็กหลัก จึงสามารถช่วยลดการสั่นลงได้

- แกนเหล็กเคลื่อนที่ ( Moving Armature ) ทำจากแผ่นเหล็กบางอันซ้อนกันเป็นแกน โดยมีชุดหน้าสัมผัสเคลื่อนที่ ( Moving Contact ) ยึดติดอยู่

### ขดลวด ( Coil )

ขดลวดทำมาจากทองแดง ขดลวดจะถูกพันอยู่รอบแกนเหล็กอยู่กับที่ ทำหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็ก โดยมีขั้วต่อไฟเข้าสัญลักษณ์ A1 – A2

### หน้าสัมผัส ( Contact )

หน้าสัมผัสของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ หน้าสัมผัสหลัก ( Main Contact ) ทำหน้าที่ตัด-ต่อกระแสไฟฟ้าในวงจรกำลัง ( Power Circuit ) เข้าสู่โหลด ซึ่งมีขนาดกระแสไฟฟ้าที่มากกว่า หน้าสัมผัสนี้จึงมีขนาดใหญ่กว่า แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

- หน้าสัมผัสอยู่กับที่ ( Stationary Contact ) หน้าสัมผัสส่วนนี้จะถูกยึดติดอยู่กับโครง ( Mounting ) ของแมกเนติก ส่วนนี้จะเป็นส่วนที่เชื่อมต่อกับสายตัวนำไฟฟ้าทั้งด้านเข้าและด้านออก

- หน้าสัมผัสเคลื่อนที่ ( Movable Contact ) หน้าสัมผัสส่วนนี้จะถูกยึดติดอยู่กับส่วนแกนเหล็กเคลื่อนที่ โดยมีตัวรองรับที่วัสดุเป็นฉนวนไฟฟ้าเป็นตัวยึดเข้าด้วยกัน

### หน้าสัมผัสช่วย ( Auxiliary Contact )

หน้าสัมผัสส่วนนี้มีขนาดของชุดหน้าสัมผัสเล็กกว่าหน้าสัมผัสหลัก รองรับกระแสไฟได้น้อยกว่า ถูกนำไปใช้งานในวงจรควบคุม ( Control Circuit ) หน้าสัมผัสชนิดนี้มีทั้งแบบติดตั้งอยู่ในตัวแมกเนติกเลย หรือแบบติดตั้งแยกต่างหากที่นำมาประกอบเข้ากับแมกเนติกเพิ่มได้ภายหลัง โดยแบบติดตั้ง

แยกจะได้รับความนิยมมากกว่าแบบติดตั้งอยู่ในตัว และสามารถติดตั้งได้ทั้งด้านข้างหรือด้านบนของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ หน้าสัมผัสช่วยนี้แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

- หน้าสัมผัสปกติเปิด ( Normally Open : NO )
- หน้าสัมผัสปกติปิด ( Normally Close : NC )

### สปริง ( Spring )

เป็นสปริงแบบชนิดสปริงกด ( Pressure Spring ) โดยสปริงในแมกเนติกคอนแทคเตอร์ มี 2 ชุด คือ

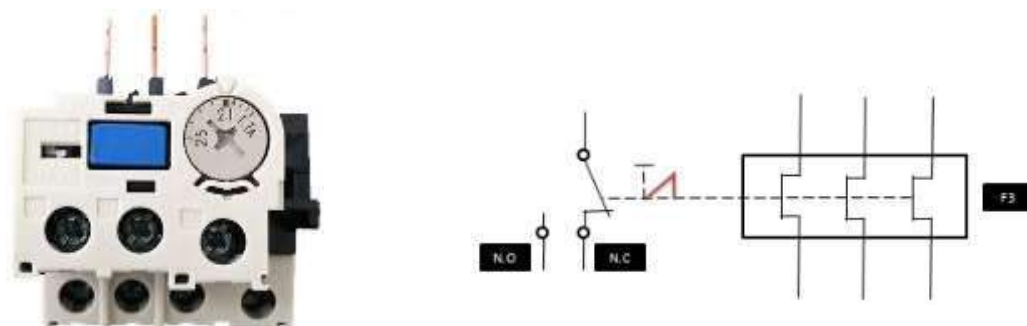
- สปริงกันแกนเหล็กหรือสปริงดันอาร์เมเจอร์ คือ สปริงที่ทำหน้าที่ดันแกนเหล็กทั้ง 2 ส่วนให้แยกจากกันเมื่อไม่มีการจ่ายไฟเข้าขดลวดสร้างสนามแม่เหล็ก เป็นผลให้หน้าสัมผัสแยกออกจากกัน สปริงส่วนนี้จะมีขนาดใหญ่ที่สุด

- สปริงดันหน้าสัมผัสคือ สปริงที่ติดตั้งอยู่กับหน้าสัมผัส ( ส่วนที่เคลื่อนที่ ) ติดตั้งอยู่ด้านหลังของหน้าสัมผัส ทำหน้าที่คอยดันให้หน้าสัมผัสแนบสนิทกับหน้าสัมผัสส่วนที่อยู่กับที่ และเป็นตัวซึมซับแรงกระแทกระหว่างหน้าสัมผัส เพื่อไม่ให้หน้าสัมผัสเกิดความเสียหาย

2.4.12 โอเวอร์โหลด ( Over Load Relay ) เป็นอุปกรณ์ป้องกันอุปกรณ์ไฟฟ้าเกินกำลังหรือป้องกันมอเตอร์ไม่ให้เกิดการเสียหายเมื่อมีกระแสไหลเกินพิกัดในการทำงานของโหลด เช่น มอเตอร์จะต้องมีอุปกรณ์ตัวหนึ่งที่ช่วยป้องกันมอเตอร์ไม่ให้เกิดความเสียหายเนื่องจากกระแสเกินกว่ากำหนด อุปกรณ์ตัวนั้นก็คือโอเวอร์โหลด ที่ทำหน้าที่ป้องกันกระแสเกินและโอเวอร์โหลดจะมีอยู่ 2 แบบ คือโอเวอร์โหลดแบบธรรมดาและโอเวอร์โหลดแบบอิเล็กทรอนิกส์ จะมีการทำงานที่แตกต่างกัน

#### 2.4.12.1 หลักการทำงานของโอเวอร์โหลดแบบธรรมดา

ภายในโอเวอร์โหลดมีขดลวดความร้อน ( Heater ) พันกับแผ่นไบเมทัล ( Bimetal หรือแผ่นโลหะผลิตจากโลหะต่างชนิดกัน ) เชื่อมติดกัน เมื่อได้รับความร้อนแผ่นโลหะจะโก่งตัว ขดลวดความร้อนซึ่งเป็นทางผ่านของกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟไปมอเตอร์ เมื่อกระแสไหลเข้าสู่ในระดับค่าหนึ่ง ส่งผลขดลวดความร้อนทำให้แผ่นไบเมทัลร้อนและโก่งตัวดันให้หน้าสัมผัสปกติปิด NC ของโอเวอร์โหลดที่ต่ออนุกรมอยู่กับแผงควบคุมเปิดวงจรตัดกระแสไฟฟ้าจากคอยล์แม่เหล็กของคอนแทคเตอร์ทำให้หน้าสัมผัสหลัก ( Main Contact ) ของคอนแทคเตอร์ปลดมอเตอร์ออกจากแหล่งจ่ายไฟ ป้องกันมอเตอร์เสียหายจากไฟเกินได้



รูปที่ 2.19 โอเวอร์โหลดแบบธรรมดา

#### 2.4.12.2 หลักการทำงานของโอเวอร์โหลดแบบอิเล็กทรอนิกส์

ภายในโอเวอร์โหลดจะมีวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่จะคอยตรวจสอบกระแสไฟฟ้าเพื่อไม่ให้กระแสไฟฟ้าเกินกว่ากำหนด ด้วยการตรวจสอบแบบระบบไมโครโปรเซสเซอร์และเป็นแบบ Fail Safe คือ Relay Contact จะตัดวงจรเมื่อเกิดความผิดพลาด ไม่เหมือน Overload ระบบ Bi-Metal ซึ่งจะต่อวงจรตลอดเวลา ทำให้มีความแม่นยำสูงและยังสามารถวัดค่ากระแสที่เกิดขึ้นได้เพื่อเช็คความผิดปกติ



รูปที่ 2.20 โอเวอร์โหลดแบบอิเล็กทรอนิกส์

2.4.13 รีเลย์ตั้งเวลา (Timer Relay) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในงานควบคุมที่สามารถตั้งเวลาการทำงานของหน้าสัมผัสได้จึงนำไปใช้ ในการควบคุมแบบอัตโนมัติ แบ่งลักษณะการทำงานของหน้าสัมผัสได้ 2 แบบคือ

2.4.13.1 แบบหน่วงเวลาหลังจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้า (On – Delay) เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับ รีเลย์ตั้งเวลาแล้ว หน้าสัมผัสจะอยู่ในตำแหน่งเดิมและเมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้หน้าสัมผัสจึง

จะเปลี่ยนตำแหน่งเป็นสถานะตรงข้ามและค้างตำแหน่งจนกว่าจะหยุดจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับรีเลย์ตั้งเวลา

2.4.13.2 แบบหน่วงเวลาหลังหยุดกระแสไฟฟ้าเข้า ( Off – Delay ) เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับรีเลย์ตั้งเวลาแล้วหน้าสัมผัสจะเปลี่ยนตำแหน่งเป็นสถานะตรงข้ามทันที เมื่อหยุดกระแสไฟฟ้าแล้วและถึงเวลาที่ตั้งไว้หน้าสัมผัสจึงจะกลับอยู่ในสถานะเดิม



รูปที่ 2.21 Timer Relay

2.4.14 Terminal ( เทอร์มินอล ) คือ อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับต่อสาย หรือจุดต่อสายไฟนั่นเอง ซึ่งมีส่วนช่วยกันหลายชนิด การใช้งานของเทอร์มินอลนั้น ขึ้นอยู่กับหลายๆ องค์ประกอบ อาทิเช่น ลักษณะหน้างาน พื้นที่ที่มีจำกัด กระแสไฟ ขนาดสายไฟ ฯ



รูปที่ 2.22 Terminal ( เทอร์มินอล )

2.4.15 PLC โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ( Programmable logic Control : PLC ) เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือกระบวนการทำงานต่างๆ โดยภายในมี Microprocessor เป็นมันสมองสั่งการที่สำคัญ PLC จะมีส่วนที่เป็นอินพุตและเอาต์พุตที่สามารถต่อออกไปใช้งานได้ทันที



รูปที่ 2.23 PLC

#### ความหมายของ PLC

โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ( Programmable logic Control : PLC ) เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือกระบวนการทำงานต่างๆ โดยภายในมี Microprocessor เป็นมันสมองสั่งการที่สำคัญ PLC จะมีส่วนที่เป็นอินพุตและเอาต์พุตที่สามารถต่อออกไปใช้งานได้ทันที ตัวตรวจวัดหรือสวิตช์ต่างๆ จะต่อเข้ากับอินพุต ส่วนเอาต์พุตจะใช้ต่อออกไปควบคุมการทำงานของอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่เป็นเป้าหมาย เราสามารถสร้างวงจรหรือแบบของการควบคุมได้โดยการป้อนเป็นโปรแกรมคำสั่งเข้าไปใน PLC นอกจากนี้ยังสามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อื่นเช่นเครื่องอ่านบาร์โค้ด ( Barcode Reader ) เครื่องพิมพ์ ( Printer ) ซึ่งในปัจจุบันนอกจากเครื่อง PLC จะใช้งานแบบเดี่ยว ( Stand alone ) แล้วยังสามารถต่อ PLC หลายๆ ตัวเข้าด้วยกัน ( Network ) เพื่อควบคุมการทำงานของระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นด้วยจะเห็นได้ว่าการใช้งาน PLC มีความยืดหยุ่นมากดังนั้นในโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ จึงเปลี่ยนมาใช้ PLC มากขึ้น

#### โปรแกรมเมเบิล ลอจิก คอนโทรลเลอร์ ( PLC )

PLC เป็นอุปกรณ์ชนิดโซลิด-สเตท ( Solid State ) ที่ทำงานแบบลอจิก ( Logic Functions ) การออกแบบการทำงานของ PLC จะคล้ายกับหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ จากหลักการพื้นฐานแล้ว

PLC จะประกอบด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า Solid-State Digital Logic Elements เพื่อให้ทำงานและตัดสินใจแบบลอจิก PLC ใช้สำหรับควบคุมกระบวนการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ในโรงงานอุตสาหกรรม

การใช้ PLC สำหรับควบคุมเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมจะมีข้อได้เปรียบกว่าการใช้ระบบของรีเลย์ ( Relay ) ซึ่งจำเป็นจะต้องเดินสายไฟฟ้า หรือที่เรียกว่า Hard-Wired ฉะนั้นเมื่อมีความจำเป็นที่ต้องเปลี่ยนกระบวนการผลิต หรือลำดับการทำงานใหม่ ก็ต้องเดินสายไฟฟ้าใหม่ ซึ่งเสียเวลาและเสียค่าใช้จ่ายสูง แต่เมื่อเปลี่ยนมาใช้ PLC แล้ว การเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือลำดับการทำงานใหม่นั้นทำได้โดยการเปลี่ยนโปรแกรมใหม่เท่านั้น นอกจากนี้แล้ว PLC ยังใช้ระบบโซลิต - สเตท ซึ่งน่าเชื่อถือกว่าระบบเดิมการกินกระแสไฟฟ้าน้อยกว่าและสะดวกกว่าเมื่อต้องการขยายขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร

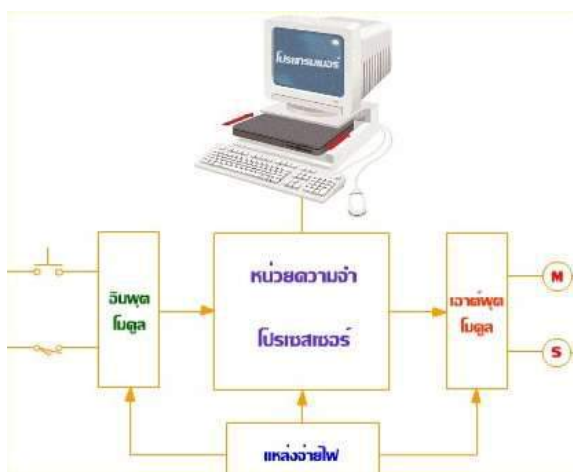
### โครงสร้างของ PLC

PLC เป็นอุปกรณ์คอมพิวเตอร์สำหรับใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม PLC ประกอบด้วย หน่วยประมวลผลกลาง หน่วยความจำ หน่วยรับข้อมูล หน่วยส่งข้อมูล และหน่วยป้อนโปรแกรม PLC ขนาดเล็กส่วนประกอบทั้งหมดของ PLC จะรวมกันเป็นเครื่องเดียว แต่ถ้าเป็นขนาดใหญ่สามารถแยกออกเป็นส่วนประกอบย่อยๆ ได้ หน่วยความจำของ PLC ประกอบด้วย หน่วยความจำชนิด RAM และ ROM หน่วยความจำชนิด RAM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมของผู้ใช้และข้อมูลสำหรับการปฏิบัติงานของ PLC ส่วน ROM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมสำหรับการปฏิบัติงานของ PLC ตามโปรแกรมของผู้ใช้ ROM ย่อมาจาก Read Only Memory สามารถโปรแกรมได้แต่ลบไม่ได้ ถ้าชำรุดแล้วซ่อมไม่ได้

1. RAM ( Random Access Memory ) หน่วยความจำประเภทนี้จะมีแบตเตอรี่เล็กๆ ต่อไว้เพื่อใช้เลี้ยงข้อมูลเมื่อเกิดไฟดับ การอ่านและเขียนโปรแกรมลงใน RAM ทำได้ง่ายมาก จึงเหมาะกับการใช้งานในระยะทดลองเครื่องที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขโปรแกรมบ่อยๆ

2. EPROM ( Erasable Programmable Read Only Memory ) หน่วยความจำชนิด EPROM นี้จะต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนโปรแกรม การลบโปรแกรมทำได้โดยใช้แสงอัลตราไวโอเลตหรือตากแดดร้อนๆ นานๆ มีข้อดีตรงที่โปรแกรมจะไม่สูญหายแม้ไฟดับ จึงเหมาะกับการใช้งานที่ไม่ต้องเปลี่ยนโปรแกรม

3. EEPROM ( Electrical Erasable Programmable Read Only Memory ) หน่วยความจำชนิดนี้ไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม โดยใช้วิธีการทางไฟฟ้าเหมือนกับ RAM นอกจากนี้ก็ไม่จำเป็นต้องมีแบตเตอรี่สำรองไฟเมื่อไฟดับราคาจะแพงกว่า แต่จะรวมคุณสมบัติที่ดีของทั้ง RAM และ EPROM เอาไว้ด้วยกัน



รูปที่ 2.24 โครงสร้างของ PLC

## 2.5 การวิเคราะห์แผ่นป้ายของมอเตอร์ ( Motor Nameplate Analysis )

โดยปกติมอเตอร์ทุกตัวจะมีแผ่นป้ายประจำเครื่อง ( Nameplate ) ติดมากับตัวมอเตอร์แผ่นป้ายนี้จะระบุรายละเอียดต่างๆ เกี่ยวกับมอเตอร์ให้แก่ผู้ที่จะนำเอามอเตอร์ไปใช้งานได้ทราบ เพื่อที่จะได้ใช้งานได้อย่างถูกต้องและหลีกเลี่ยงอันตรายที่จะเกิดขึ้นกับตัวมอเตอร์ในขณะใช้งานได้อย่างเหมาะสม ความสำคัญของแผ่นป้ายมอเตอร์ ( Motor Nameplate ) มีดังนี้

2.5.1 ชื่อของบริษัทผู้ผลิต ( Manufacturer ) แผ่นป้ายทุกแผ่นจะต้องแจ้งชื่อบริษัทผู้ผลิตให้ไว้สำหรับติดต่อกับผู้ผลิตในการขอรับทราบข้อมูลอื่นๆ เพิ่มเติม

2.5.2 รหัสบอกรุ่นของมอเตอร์ ( Model Number ) รหัสดังกล่าวขึ้นอยู่กับบริษัทผู้ผลิตเพื่อใช้แยกชนิดและขนาดต่างๆ ของมอเตอร์

2.5.3 ชนิดของมอเตอร์ ( Type ) ผู้ผลิตจะระบุให้ทราบบนแผ่นป้ายว่าเป็นมอเตอร์ชนิดหนึ่งเฟสหรือสามเฟส ในกรณีที่ไม่ได้ระบุว่าเป็นมอเตอร์ชนิดใด ให้สังเกตจากข้อมูลอื่นๆ บนแผ่นป้ายเช่นระบบไฟฟ้าที่ใช้เป็นกระแสสลับ ( AC ) หรือกระแสตรง ( DC ) เป็นต้น

2.5.4 จำนวนขั้วแม่เหล็ก ( Pole ) ต้องมีจำนวนเป็นเลขคู่

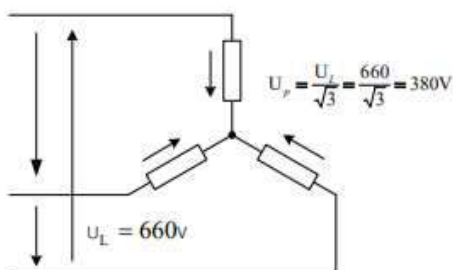
2.5.5 ระบบไฟฟ้าที่ใช้เฟส ( Phase ) จำนวนเฟสของไฟฟ้ากระแสสลับที่ต้องใช้สำหรับมอเตอร์ PH 1 หมายถึง ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส PH 3 หมายถึง ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส

2.5.6 พิกัดกำลังของมอเตอร์ ( Power Output ) กำลังงานสูงสุดที่มอเตอร์สามารถทำงาน ได้โดยไม่เกิดความเสียหาย เดิมระบุเป็นแรงม้า ( HP ) ปัจจุบันกำหนดเป็นกิโลวัตต์ ( kW ) เป็นมาตรฐาน SI

Unit การเลือกใช้มอเตอร์สำหรับขับเคลื่อนเครื่องจักร พิกัดกำลังของมอเตอร์ควรมีค่าไม่น้อยกว่า 120% ของกำลังอินพุตของเครื่องจักร ( อัตราเผื่อ 20% )

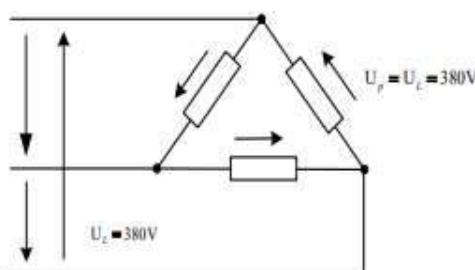
2.5.7 พิกัดแรงดันไฟฟ้า ( Voltage Rating ) เป็นค่าแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนเข้ามอเตอร์เพื่อทำให้มอเตอร์สามารถทำงานได้ที่พิกัดกำลังของมอเตอร์ตรงตามค่าที่กำหนดไว้ เช่น 380 $\Delta$ /660Y V สามารถต่อได้ทั้ง 2 แบบคือ

- การต่อขดลวดแบบสตาร์ ( Star )



รูปที่ 2.25 การต่อขดลวดแบบสตาร์

- การต่อขดลวดแบบเดลต้า (Delta)



รูปที่ 2.26 การต่อขดลวดแบบเดลต้า

2.5.8 พิกัดความถี่ ( Frequency ) เป็นค่าความถี่ของระบบไฟฟ้าที่ทำให้มอเตอร์มีความเร็วรอบตามที่กำหนดขณะรับโหลดที่พิกัดกำลัง โดยความถี่ของระบบไฟฟ้ากระแสสลับในประเทศไทยเป็น 50 Hz หรือ 50 Cycle/s

2.5.9 พิกัดกระแส ( Current Rating ) เป็นปริมาณกระแสไฟฟ้าที่มอเตอร์จะดึงหรือรับมาจากระบบไฟฟ้าเมื่อมอเตอร์ต้องขับเคลื่อนด้วยขนาดกำลังเต็มพิกัด ( Full Load Power ) จากแผ่นป้ายระบุค่ากระแสไว้ 2 ค่า สามารถหาค่ากำลังอินพุตของมอเตอร์ต่างๆ ได้ดังนี้



$$P = 3UI \cos \theta \quad (2.1)$$

กระแสสามารถกำหนดขนาดสายและอุปกรณ์ป้องกันเช่นฟิวส์กระแสเมื่อต่อแบบเดลต้า 11.7 A  
พิจารณาจากตารางที่ 2.1 จะได้

ขนาดสายย่อยทนกระแสได้มากกว่าเท่ากับ  $1.25(11.7) = 14.6A$

เลือกสาย THW ขนาด  $3 \times 2.5 \text{ mm}^2$  (ทนได้ 18A) เดินในท่อ IMC






ขนาดฟิวส์ (ขาดซ้ำ) ป้องกันการลัดวงจรย่อยเท่ากับ  $1.75(11.7) = 20.5A$

ขนาดที่เลือก 25 A (ขนาดทั่วไปของฟิวส์ 6, 10, 16, 20, 25, 35, 50, 63, 80, 100 A)

ขนาดอุปกรณ์ป้องกันการทำงานเกินกำลังเท่ากับ  $1.15(11.7) = 13.5A$

เลือกโอเวอร์โวลต์รีเลย์ที่มีขนาดปรับตั้งแต่ 12A ถึง 15A

ตารางที่ 2.1 ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวน PVC ตาม มอก. 11 - 2531 อุณหภูมิตัวนำ 70 องศา ขนาดแรงดัน 300V และ 750V อุณหภูมิโดยรอบ 40 องศา

ขนาดสาย (mm <sup>2</sup> )	ขนาดกระแส (A)						
	วิธีการเดินสาย						
							
			ค		ง		
ก	ข	ลโหวะ	อโหวะ	ลโหวะ	อโหวะ	จ	
0.5	9	8	8	7	10	9	-
1	14	11	11	10	15	13	21
1.5	17	15	14	13	18	16	25
2.5	23	20	18	17	24	21	34
4	31	27	24	23	32	28	45
6	42	36	31	30	42	36	56
10	60	50	43	42	58	50	76
16	81	66	56	54	77	66	97
25	111	89	77	74	103	87	125
36	137	110	95	91	126	106	150
50	169	-	119	114	156	129	177
70	217	-	148	141	195	160	216
96	271	-	187	180	242	200	259
120	316	-	214	206	279	228	294
150	364	-	251	236	322	259	330
186	424	-	287	269	370	296	372
240	506	-	344	329	440	352	431
300	592	-	400	373	508	400	487
400	696	-	474	416	599	455	552
500	818	-	541	469	684	516	623

2.5.10 พิกัดช่วงเวลาการใช้งาน ( Time Rating ) เป็นการบอกให้ทราบว่ามอเตอร์สามารถใช้งานที่ค่ากำลังเต็มที่ได้อัตราเวลาหรือเฉพาะช่วงเวลาหนึ่งเท่านั้นเช่น ถ้าระบุว่า  $\frac{1}{2}$  Hour หมายความว่ามอเตอร์สามารถใช้งานไม่เกิน 30 นาที และจะต้องพักจนกระทั่งมอเตอร์มีอุณหภูมิเกือบเท่ากับอุณหภูมิรอบข้าง ( สูงกว่าอุณหภูมิรอบข้างประมาณ  $5^{\circ}\text{C}$  ) ถ้าแผ่นป้ายระบุว่า Cont. แสดงว่าสามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่ต้องหยุดพัก ( 3 ชั่วโมงขึ้นไป )

2.5.11 ความเร็วรอบของมอเตอร์ ( Motor Speed ) เป็นค่าความเร็วรอบของมอเตอร์ขณะ ขับโหลดเต็มพิกัด ( ขณะไม่มีโหลดจะมีความเร็วรอบสูงกว่าที่ระบุไว้เล็กน้อยประมาณ 3-5% ) ความสำคัญของความเร็วรอบของมอเตอร์คือ มอเตอร์ที่เลือกใช้จะต้องมีความเร็วรอบเท่ากับความเร็วของเครื่องจักรที่ออกแบบไว้เช่น ความเร็วรอบของสว่านไฟฟ้าความเร็วของหัวจับชิ้นงานของเครื่องกลึงซึ่งความเร็วรอบของมอเตอร์จะเหมาะสมกับความเร็วดัด ( Cutting Speed ) ของโลหะนั้นๆ เป็นต้น ความเร็วรอบของมอเตอร์สามารถคำนวณได้จากสูตรดังนี้

$$N_r = ( 1 - S ) N_s \quad ( 2.2 )$$

$$S = ( N_s - N_r ) / N_s \quad ( 2.3 )$$

$$N_s = ( 120 f ) / P \quad ( 2.4 )$$

เมื่อ  $N_r$  ความเร็วรอบของมอเตอร์ ( RPM )

$N_s$  ความเร็วรอบของสนามแม่เหล็กหมุนหรือเป็นความเร็วรอบของมอเตอร์ในอุดมคติความเร็วนี้จะมีค่าใกล้เคียงกับความเร็วรอบขณะไม่มีโหลด ( RPM )

$S$  สลิป ( Slip ) อัตราของความแตกต่างระหว่างความเร็วรอบของสนามแม่เหล็กหมุนกับความเร็วรอบของมอเตอร์ต่อความเร็วของสนามแม่เหล็กหมุน

$f$  ความถี่ของระบบไฟฟ้า ( Hz )

$P$  จำนวนขั้วแม่เหล็กของมอเตอร์ ( Pole )

เช่นจากแผ่นป้าย  $N_r = 1450 \text{ RPM}$

$$S = ( 1500 - 1450 ) / 1500 = 0.033 \text{ ( 33.3% )}$$







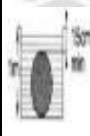
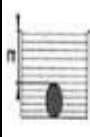
2.4.12 แฟคเตอร์บริการ ( Service Factor ) ค่ามุมเฟส ( Phase Angle ) ระหว่างความต่างศักย์และกระแสหรือเรียกอีกอย่างว่า Power Factor ( PF ) หมายถึงค่าตัวคูณที่ใช้คูณค่ากำลังเอาท์พุทเพื่อแสดงว่ามอเตอร์สามารถทำงานได้เกินกำลังโดยมอเตอร์ไม่เป็นอันตรายและไม่ร้อนเกินขีดกำหนด

2.4.13 ระดับความป้องกันของมอเตอร์จากสภาพแวดล้อม ( Degree of Protection ) ตามมาตรฐาน DIN 40050/1980 และ IEC 529 ระดับความป้องกันจะระบุด้วยตัวอักษร IP ( Index of Protection ) และตามด้วยตัวเลข ( Degree of Protection ) 2 - 3 หลัก ตัวเลขแต่ละหลักมีความหมายของระดับความป้องกันดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ระดับความป้องกันของมอเตอร์จากสภาพแวดล้อม ( Degree of Protection )

การแบ่งระดับการป้องกัน (Degrees of Protection) หรือ IP ตามมาตรฐาน DIN40050/1980 และ ICE 529					
รหัสตัวที่หนึ่ง แสดงการป้องกันมอเตอร์จากการสัมผัสหรือสิ่งแปลกปลอมใด ๆ ที่เข้าไปทำอันตรายต่อโครงสร้างภายใน		รหัสตัวที่สอง แสดงระดับการป้องกันของเหลวใด ๆ ที่แทรกซึมเข้าไปทำให้เกิดความเสียหายภายใน		รหัสตัวที่สาม แสดงระดับการป้องกันอุปกรณ์ที่บรรจุภายในอาจจะได้รับอันตรายจากการกระแทกทางกล	
รหัส	รายละเอียด	รหัส	รายละเอียด	รหัส	รายละเอียด
0	ไม่มีการป้องกัน	0	ไม่มีการป้องกัน	0	ไม่มีการป้องกัน
1	สามารถป้องกันของแข็งที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่าหรือเท่ากับ 50 มม. ที่มีกระแทกไม่ให้ผ่านลอดเข้าไปข้างในได้	1	สามารถป้องกันน้ำที่ตกลงมาในแนวตั้งได้	1	สามารถป้องกันแรงตกกระทบของวัตถุที่มีน้ำหนัก 150 กรัม ที่ปล่อยมาจากที่สูง 15 ซม. (การกระแทกของพลังงาน 0.25 จูล)
2	สามารถป้องกันของแข็งที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่าหรือเท่ากับ 12 มม. ที่มีกระแทกไม่ให้ผ่านลอดเข้าไปข้างในได้	2	สามารถป้องกันน้ำที่ตกลงมาในแนวตั้งและในแนวที่ทำมุม 15 องศากับแนวตั้ง	2	สามารถป้องกันแรงตกกระทบของวัตถุที่มีน้ำหนัก 250 กรัม ที่ปล่อยมาจากที่สูง 0.375 จูล)
3	สามารถป้องกันของแข็งที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่าหรือเท่ากับ 2.5 มม. ที่มีกระแทกไม่ให้ผ่านลอดเข้าไปข้างในได้	3	สามารถป้องกันน้ำฝนที่ตกลงมาได้โดยชนาฝนนี้ อาจตกลงมาในแนวทำมุม 60 องศากับแนวตั้ง	3	สามารถป้องกันแรงตกกระทบของวัตถุที่มีน้ำหนัก 250 กรัม ที่ปล่อยมาจากที่สูง 20 ซม. (การกระแทกของพลังงาน 0.5 จูล)
4	สามารถป้องกันของแข็งที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 1 มม. ที่มีกระแทกไม่ให้ผ่านลอดเข้าไปข้างในได้	4	สามารถป้องกันหยดน้ำหรือน้ำสาดที่มาจากทุกที่ได้	4	สามารถป้องกันแรงตกกระทบของวัตถุที่มีน้ำหนัก 500 กรัม ที่ปล่อยมาจากที่สูง 40 ซม. (การกระแทกของพลังงาน 2 จูล)

ตารางที่ 2.2 ระดับความป้องกันของมอเตอร์จากสภาพแวดล้อม (Degree of Protection) ( ต่อ )

การแบ่งระดับการป้องกัน (Degrees of Protection) หรือ IP ตามมาตรฐาน DIN40050/1980 และ ICE 529					
รหัสตัวที่หนึ่ง แสดงการป้องกันมอเตอร์จากการสัมผัสหรือสิ่งแปลกปลอมใด ๆ ที่เข้าไปทำอันตรายต่อโครงสร้างภายใน		รหัสตัวที่สอง แสดงระดับการป้องกันของเหลวใด ๆ ที่แทรกซึมเข้าไปทำให้เกิดความเสียหายภายใน		รหัสตัวที่สาม แสดงระดับการป้องกันอุปกรณ์ที่บรรจุภายในอาจจะได้รับอันตรายจากการกระแทกทางกล	
รหัส	รายละเอียด	รหัส	รายละเอียด	รหัส	รายละเอียด
0	ไม่มีการป้องกัน	0	ไม่มีการป้องกัน	0	ไม่มีการป้องกัน
5	 สามารถป้องกันฝุ่นได้	5	 สามารถป้องกันน้ำที่ถูกฉีดมาตกกระทบได้ในทุกทิศทาง	5	 สามารถป้องกันแรงตกกระทบของวัตถุที่มีน้ำหนัก 1.5 กก. ที่ปล่อยมาจากที่สูง 40 ซม. (การกระแทกของพลังงาน 6 จูล)
6	 สามารถป้องกันฝุ่นได้อย่างสมบูรณ์	6	 สามารถป้องกันอันตรายที่เกิดจากคลื่นน้ำทะเลและการฉีดน้ำอย่างแรง	6	 สามารถป้องกันแรงตกกระทบของวัตถุที่มีน้ำหนัก 5 กก. ที่ปล่อยมาจากที่สูง 40 ซม. (การกระแทกของพลังงาน 20 จูล)
		7	 สามารถป้องกันอันตรายที่เกิดจากน้ำท่วมชั่วคราว		
		8	 สามารถป้องกันอันตรายที่เกิดจากน้ำท่วมอย่างถาวรได้		

2.5.14 อุณหภูมิที่ขอมให้เพิ่มขึ้นได้สูงสุด ( Raise Temperature ) อุณหภูมิของขดลวดมอเตอร์ที่ ให้เพิ่มขึ้นได้สูงสุดเมื่อเทียบกับอุณหภูมิรอบข้างและอุณหภูมิใช้งานของฉนวนค่าอุณหภูมินี้จะเป็น ขีดจำกัดของอุณหภูมิสูงสุดของการออกแบบระบบป้องกันความร้อนที่จะเกิดขึ้นกับขดลวดมอเตอร์ ไม่ให้สูงจนเกิดอันตราย ซึ่งจะทำให้เกิดความปลอดภัยกับมอเตอร์มากยิ่งขึ้น

2.5.15 เฟรม ( Frame ) เป็นรหัสที่จะบอกถึงขนาดหรือพิกัดทางกายภาพของมอเตอร์ที่จะใช้ สำหรับวางแผนหรือกำหนดพื้นที่ที่ติดตั้งมอเตอร์เข้ากับสถานที่ติดตั้งขนาดลำตัวและความยาวของ มอเตอร์เป็นต้น ข้อมูลเกี่ยวกับเฟรมจะระบุในเอกสารกำกับที่มีมากับมอเตอร์ตัวนั้นๆ

2.5.16 น้ำหนัก ( Weight ) เป็นน้ำหนักของมอเตอร์ตัวนั้นๆ ใช้วางแผนหรือเตรียมความ แข็งแรงของสถานที่ติดตั้งมอเตอร์ให้สามารถรับน้ำหนักของมอเตอร์ได้ให้ใช้งานได้อย่างปลอดภัยโดย ไม่ยุบหรือพังลงมาขณะเครื่องจักรกำลังทำงาน

หมายเหตุ ข้อมูลบนแผ่นป้ายจะแตกต่างกันไปเพราะมอเตอร์ที่ผลิตออกมาขายจะอิงตาม มาตรฐานที่ต่างกัน แต่โดยทั่วไปแล้วข้อกำหนดหลักๆ ได้กล่าวไว้ข้างต้น

2.5.17 โหลดมอเตอร์ ( Motor Load ) มอเตอร์ไฟฟ้ามีตั้งแต่มอเตอร์ตัวเล็กๆ ขนาดไม่ถึง 1 แรงม้าที่ใช้กันตามบ้านเรือนที่อยู่อาศัยไปจนถึงขนาดใหญ่หลายร้อยแรงม้าสำหรับใช้กับเครื่องจักร ต่างๆ ในอุตสาหกรรมมีใช้กันทั้งมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ การออกแบบ ระบบไฟฟ้าสำหรับโหลดประเภทมอเตอร์ไฟฟ้านี้ ทางสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในบรม ราชูปถัมภ์หรือ ว.ส.ท ได้กำหนดมาตรฐานเกี่ยวกับออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์ไฟฟ้า โดยเฉพาะในเรื่องบริษัทไฟฟ้า ผู้ออกแบบระบบไฟฟ้าจะต้องออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์ ให้ถูกต้องและเป็นไปตามมาตรฐานเพื่อให้การใช้งานมอเตอร์ไฟฟ้าเป็นไปอย่างปลอดภัยและเชื่อถือ ได้โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

#### 2.5.17.1 โหลดมอเตอร์

- บริษัทไฟฟ้าที่ใช้มอเตอร์เป็นตัวขับเคลื่อนมีอยู่มากมาย
- โหลดมอเตอร์โดยทั่วไปถือว่าเป็นโหลดต่อเนื่องซึ่งมีทั้งแบบใช้ไฟฟ้า 1 เฟส 230V หรือ 3 เฟส 400V
- ขนาดของโหลดมอเตอร์อาจดูได้จากตารางซึ่งแสดงพิกัดกระแสมอเตอร์ เหนี่ยวนำ 1 เฟส 3 เฟสและพิกัดกระแสมอเตอร์กระแสตรงตามลำดับ

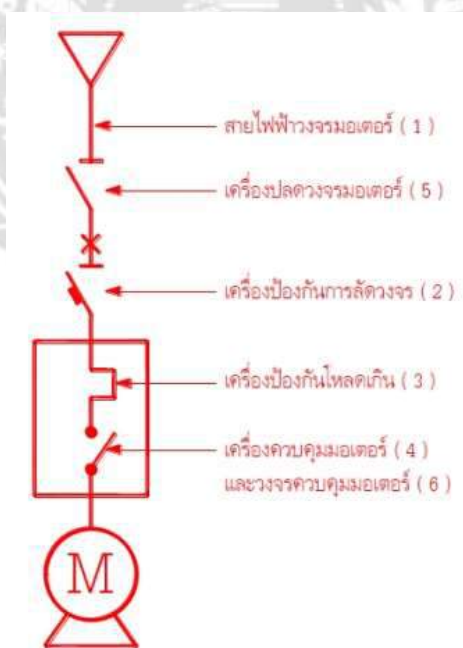
### 2.5.17.2 วงจรมอเตอร์

- มอเตอร์เป็นโหลดที่สำคัญในระบบไฟฟ้า โหลดไฟฟ้าส่วนใหญ่จะมีมอเตอร์เป็นองค์ประกอบเช่นเครื่องจักรในโรงงานปั๊มน้ำเครื่องปรับอากาศ เป็นต้น

- มอเตอร์ที่ใช้งานทั่วไปมีตั้งแต่ขนาดเล็กพิกัดไม่กี่วัตต์ไปจนถึงขนาดใหญ่มีพิกัดเป็นเมกะวัตต์และจะมีทั้งมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับและมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

### 2.5.17.3 ส่วนประกอบของวงจรมอเตอร์

- สายไฟฟ้างจรย่อยมอเตอร์ ( Motor Branch Circuit Conductor )
- การป้องกันการลัดวงจรของวงจรมอเตอร์ ( Motor Branch Circuit Short Circuit Protection )
- การป้องกันโหลดเกิน ( Overload Protection )
- เครื่องปลดวงจรมอเตอร์ ( Motor Disconnect )
- วงจรควบคุมมอเตอร์ ( Motor Control Circuits )



รูปที่ 2.27 ส่วนประกอบของวงจรมอเตอร์

ชนิดของมอเตอร์มอเตอร์ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันสามารถแบ่งตามหลักการทำงานได้เป็น 3 ชนิด

- มอเตอร์เหนี่ยวนำ ( Induction Motor )
- มอเตอร์ซิงโครนัส ( Synchronous Motor )
- มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ( DC Motor )

2.4.18 พิกัดกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์ไฟฟ้าก่อนการพิจารณาหาค่าพิกัดต่างๆ สำหรับการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์ไฟฟ้า ผู้ออกแบบจำเป็นต้องทราบค่าพิกัดกระแสของมอเตอร์ไฟฟ้าเสียก่อนค่าพิกัดกระแสของมอเตอร์จะมีอยู่ 2 ค่าคือค่าพิกัดกระแสโหลดเต็มที่ตามแผ่นป้ายประจำเครื่อง ( Rated Load Current ) ซึ่งจะเป็นค่ากระแสของมอเตอร์ในขณะที่ใช้งานที่พิกัดโหลดปกติและพิกัดกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์ไฟฟ้า ( Full Load Current ) ซึ่งหมายถึงค่าพิกัดไฟฟ้าที่มอเตอร์ไฟฟ้าใช้เต็มที่ในการทำงานโดยที่มอเตอร์ยังไม่เป็นอันตรายค่าพิกัดกระแสโหลดเต็มที่นี้เป็นค่าที่ได้มาจากการเปิดตารางและสามารถหาได้จากตารางที่ 2.3 และ 2.4 ซึ่งเป็นค่ากระแสโหลดเต็มที่สำหรับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส และ 3 เฟส ตามลำดับผู้ออกแบบจะต้องใช้ค่าพิกัดกระแสจากตารางนี้สำหรับการออกแบบวงจรมอเตอร์ไม่ใช่ค่ากระแสที่อ่านได้จากแผ่นป้ายประจำเครื่องมาทำการออกแบบขงเว้นสำหรับการพิจารณาการป้องกันโหลดเกินเท่านั้นที่จะใช้ค่ากระแสที่อ่านจากแผ่นป้ายประจำเครื่องในการคำนวณ โดยทั่วไปจะใช้สัญลักษณ์ภาษาอังกฤษ FLC หมายถึงค่าพิกัดกระแสเต็มที่ของมอเตอร์ที่อ่านได้จากตารางและสัญลักษณ์ ภาษาอังกฤษ FLA หมายถึงค่าพิกัดกระแสโหลดที่ตามแผ่นป้ายประจำเครื่อง

การคำนวณกระแสและแรงบิดของมอเตอร์หากมอเตอร์กำหนดค่าดังต่อไปนี้มาให้

- กำลังไฟฟ้าจริงทางด้าน Output (kW) ของมอเตอร์
- Power Factor
- ประสิทธิภาพของมอเตอร์

ดังนั้นค่ากำลังไฟฟ้าปรากฏทางด้านเข้าในหน่วยของ kVA ของมอเตอร์คำนวณได้จาก

$$\text{kVA(Input)} = \frac{\text{kW(Output)}}{\eta \times \text{PF}} \quad (2.5)$$

การคำนวณกระแสของมอเตอร์ดังนั้นกระแสของมอเตอร์สามารถคำนวณได้จาก

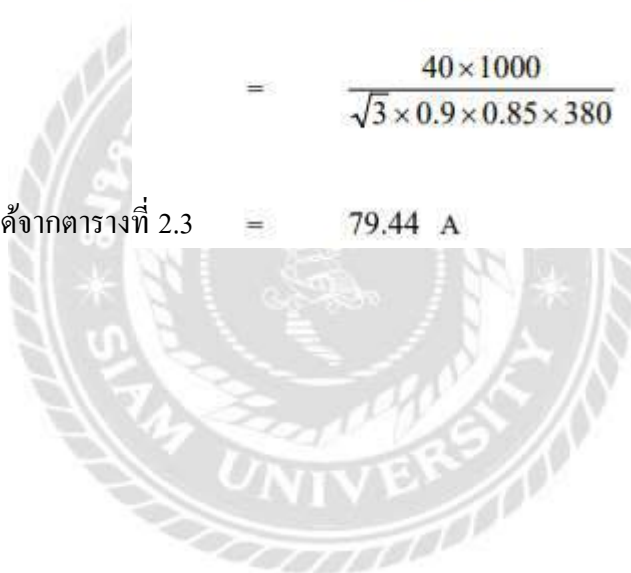
$$I = \frac{VA}{\sqrt{3} \times V} \text{ A} \quad (2.6)$$

**ตัวอย่าง** มอเตอร์มีขนาดพิกัด 40 kW 380 V 3 Phase มีประสิทธิภาพเท่ากับ 90% ค่า Power Factor เท่ากับ 0.85 และความเร็วรอบเท่ากับ 1500 รอบต่อนาที จงคำนวณหากระแสและแรงบิด ของมอเตอร์

**คำนวณหากระแส**

$$\begin{aligned} I &= \frac{VA}{\sqrt{3} \times V} \\ &= \frac{W}{\sqrt{3} \times \eta \times PF \times V} \\ &= \frac{40 \times 1000}{\sqrt{3} \times 0.9 \times 0.85 \times 380} \end{aligned}$$

หรือสามารถพิจารณาได้จากตารางที่ 2.3 = 79.44 A





ตารางที่ 2.3 พิกัดกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์กระแสสลับ 3 เฟส ( แอมแปร์ )

ขนาดของมอเตอร์		มอเตอร์อินดักชัน 3 เฟส		
kW	HP	230 V	380 V	400 V
		กระแส (A)	กระแส (A)	กระแส (A)
0.37	0.5	2	1.0	0.98
0.55	0.75	2.8	1.6	1.5
0.75	1	3.6	2	1.9
1.1	1.5	5.2	2.6	2.5
1.5	2	6.8	3.5	3.4
2.2	3	9.6	5	4.8
3	4	11.5	6.6	6.3
3.7	5	15.2	7.7	7.4
4	5.5	-	8.5	8.1
5.5	7.5	22	11.5	11
7.5	10	28	15.5	14.8
9	12	-	18.5	18.1
11	15	42	22	21
15	20	54	30	28.5
22	30	80	44	42
30	40	104	59	57
37	50	130	72	69
45	60	154	85	81
55	75	192	104	100
75	100	248	138	131
90	125	312	170	162
110	150	360	205	195
132	180	-	245	233
147	200	480	273	222
160	220	-	300	285
185	250	600	342	-
200	270	-	370	352

ตารางที่ 2.4 พิกัดหรือขนาดปรับต้องสูงสุดของเครื่องป้องกันการลัดวงจร

ชนิดของมอเตอร์	ร้อยละของกระแสไหลลัดเต็มที่			
	ฟิวส์ทำงานไว	ฟิวส์หน่วงเวลา	เซอร์กิตเบรกเกอร์ปลดทันที	เซอร์กิตเบรกเกอร์เวลาพดมัน
มอเตอร์เฟสไม่มีรหัสอักษร	300	175	700	250
มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ เฟสทั้งหมดและมอเตอร์ 3 เฟสแบบกรงกระรอกและแบบซิงโครนัสซึ่งเริ่มเดินโดยรับแรงดันไฟฟ้าเต็มที่หรือเริ่มเดินผ่านตัวต้านทานหรือรีแอ็กเตอร์				
-ไม่มีรหัสอักษร	300	175	700	250
- รหัสอักษร F ถึง V	300	175	700	250
- รหัสอักษร B ถึง E	250	175	700	200
- รหัสอักษร A	150	150	700	150
มอเตอร์แบบกรงกระรอก กระแสไม่เกิน 30 แอมแปร์				
- ไม่มีรหัสอักษรกำกับ	250	175	700	250
กระแสไม่เกิน 30 แอมแปร์				
- ไม่มีรหัสอักษรกำกับ	200	175	700	200
มอเตอร์แบบวาจโรเตอร์				
- ไม่มีรหัสอักษรกำกับ	150	150	700	150
มอเตอร์แบบกรงกระรอก กระแสไม่เกิน 30 แอมแปร์				
- ไม่มีรหัสอักษรกำกับ	250	175	700	250
กระแสไม่เกิน 30 แอมแปร์				
- ไม่มีรหัสอักษรกำกับ	200	175	700	200

ตารางที่ 2.4 พิกัดหรือขนาดปรับตั้งสูงสุดของเครื่องป้องกันการลัดวงจร (ต่อ)



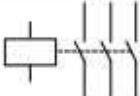


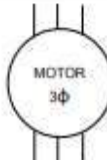
ชนิดของมอเตอร์	ร้อยละของกระแสไหลคืนเต็มที่			
	ฟิวส์ทำงานไว	ฟิวส์หน่วงเวลา	เซอร์กิตเบรกเกอร์ปลดทันที	เซอร์กิตเบรกเกอร์เวลาหน่วง
มอเตอร์กระแสตรง (แรงดันคงที่ ขนาดไม่เกิน 50 แรงม้า) - ไม่มีรหัสอักษรกำกับ	150	150	250	150
ขนาดเกิน 50 แรงม้า - ไม่มีรหัสอักษร	150	150	175	150

## 2.6 สัญลักษณ์ต่างๆ

ตารางที่ 2.5 แสดงสัญลักษณ์ต่างๆ

สัญลักษณ์	ความหมาย
	คอนแทคปกติเปิด
	คอนแทคปกติปิด
	คอนแทคปรับได้สองทาง
	ทำงานร่วมแกนเดียวกัน
	ทำงานด้วยมือลักษณะทั่ว ๆ ไป
	คอนแทคเปิด รอเวลาเปิดของรีเลย์ตั้งเวลา ชนิดจ่ายไฟเข้าคอยล์ตลอดเวลา
	สวิตช์ปุ่มกด

ตารางที่ 2.5 แสดงสัญลักษณ์ต่างๆ (ต่อ)

สัญลักษณ์	ความหมาย
	สวิทช์เลือก
	โอเวอร์โหลต
	แมกเนติกคอนแทคเตอร์
	ฟิวส์
	หลอดไฟสัญญาณ
	มอเตอร์สามเฟส



## บทที่ 3

### การออกแบบและสร้างชุดทดลอง

#### 3.1 การออกแบบและการสร้าง

ในการออกแบบชุดทดลองนั้น จะใช้ตู้ KJL Size4 ในการทำชุดทดลอง เพื่อความสะดวกสบายในการเรียนการสอนหรือขนย้ายเพราะใช้ได้ทั้งแมกเนติกคอนแทคเตอร์และพีแอลซีในการควบคุมมอเตอร์ 3 เฟส

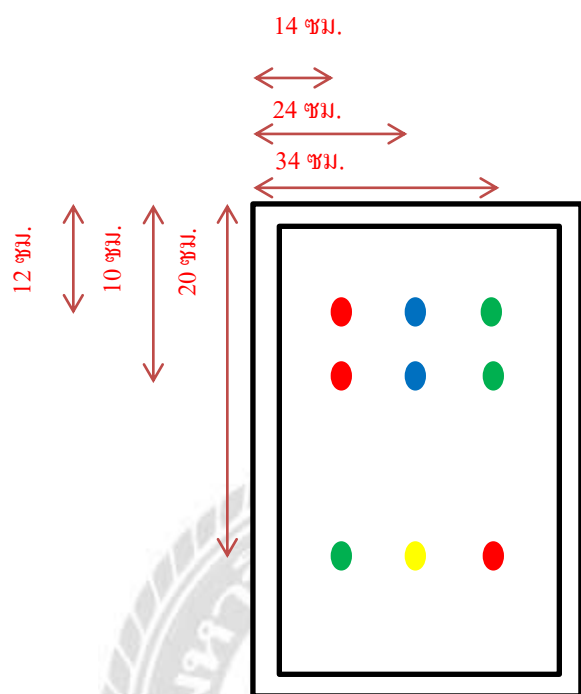
##### 3.1.1 ตู้คอนโทรลระบบไฟฟ้า KJL

ตู้คอนโทรลระบบไฟฟ้า KJL มีขนาด กว้าง 44 ซม. ยาว 61 ซม. ลึก 23 ซม.



รูปที่ 3.1 ขนาดตู้คอนโทรล

### 3.1.2 หาขนาดและ Mark ตำแหน่งหน้าตู้ เพื่อใส่หลอดไฟและสวิตช์ปุ่มกด



รูปที่ 3.2 Mark ตำแหน่งหน้าตู้

### 3.1.3 หาขนาดและ Mark ตำแหน่งในตู้เพื่อหาตำแหน่งในการติดตั้งราง



รูปที่ 3.3 Mark ตำแหน่งในตู้

3.1.4 หาขนาดและ Mark ตำแหน่งข้างตู้ เพื่อหาตำแหน่งติดตั้งสวิตซ์ Emergency ปลีกกล้วย และเพาเวอร์ปลั๊ก



รูปที่ 3.4 Mark ตำแหน่งข้างตู้

### 3.2 การดำเนินการสร้างชุดทดลอง

3.2.1 เจาะรูหน้าตู้ ขนาด 22 mm, 25 mm เพื่อติดตั้งหลอดไฟและสวิตซ์



รูปที่ 3.5 เจาะรูหน้าตู้

### 3.2.2 เจาะรูข้างตู้เพื่อติดตั้งสวิตช์ Emergency , ปลั๊กก๊อวย และเพาเวอร์ปลั๊ก



รูปที่ 3.6 เจาะรูข้างตู้เพื่อติดตั้งอุปกรณ์

### 3.2.3 ติดตั้งหลอดไฟและสวิตช์ แฉวบน L1,L2,L3 แฉวกลาง K1,K2,K3 และแฉวล่างสวิตช์

Start ,Reverse,Stop



รูปที่ 3.7 ติดตั้งอุปกรณ์หน้าตู้



### 3.2.4 ติดตั้งอุปกรณ์ข้างตู้ Emergency , ปลั๊กก๊วย และเพาเวอร์ปลั๊ก



รูปที่ 3.8 ติดตั้งอุปกรณ์ข้างตู้

### 3.2.5 ติดตั้งรางสายคัทรี รางรีเลย์ และรางแม่กเนติกคอนแทคเตอร์



รูปที่ 3.9 ติดตั้งอุปกรณ์ ( รางอุปกรณ์ในตู้/ รางสายไฟ )

### 3.2.6 ติดตั้งเบรกเกอร์ ชุดฟิวส์ รีเลย์ แม่กเนตคคอนแทคเตอร์ ทามเมอร์ และเทอร์มินอล



รูปที่ 3.10 ติดตั้งอุปกรณ์ในตู้



## บทที่ 4

### ใบงานการทดลอง

#### ใบงานการทดลองที่ 1

##### การสตาร์ทมอเตอร์โดยตรง ( Direct Start )

#### ทฤษฎี

เป็นการสตาร์ทด้วยแรงดันเต็มพิกัด ( Full-Voltage Starting ) วิธีการสตาร์ทมอเตอร์แบบนี้เป็นที่นิยมกันมาก ใช้สำหรับมอเตอร์ที่มีขนาดเล็ก ซึ่งมอเตอร์จะถูกต่อผ่านอุปกรณ์สตาร์ทแล้วต่อเข้ากับสายไฟกำลังโดยตรง ทำให้มอเตอร์สตาร์ทด้วยแรงดันเท่ากับสายจ่ายแรงดันทันทีทันใด และกระแสขณะสตาร์ทสูงถึงประมาณ 600 % ของแรงดันเต็มพิกัด ก่อให้เกิด อันตรายต่อมอเตอร์ หรือ วงจรไฟฟ้าอื่นๆ ที่ต่อร่วมสายจ่ายกำลังมอเตอร์ได้

#### วัตถุประสงค์

1. อธิบายการทำงานของวงจรควบคุมแบบสตาร์ทโดยตรงได้
2. บอกความหมายของการสตาร์ทมอเตอร์โดยตรงได้

#### อุปกรณ์ที่ใช้

F2 = ฟิวส์วงจรควบคุม ( Control fuse )

F3 = โอเวอร์โหลดรีเลย์ ( Overload relay )

S1 = สวิตช์ปุ่มกด Stop

S2 = สวิตช์ปุ่มกด Start

K1 = คอนแทกเตอร์หลัก ( Main contactor )

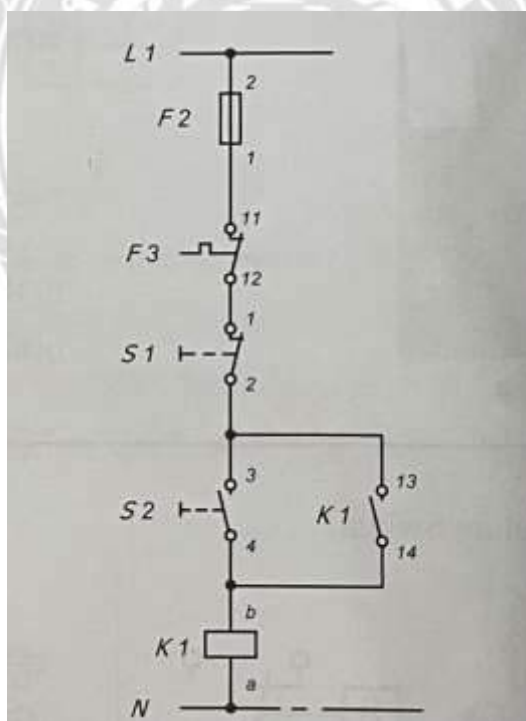
M1 = มอเตอร์สามเฟสแบบเหนี่ยวนำ ( Three phase induction motor )

H1 = หลอดไฟ ( Lamp )

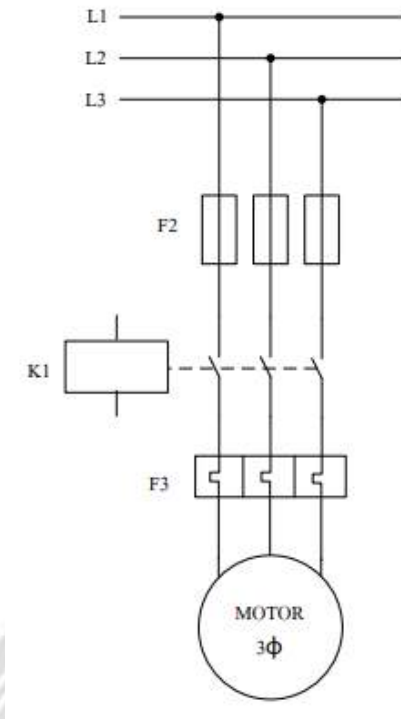
### ลักษณะการทำงานของวงจร

1. เริ่มต้นทำงานด้วยการกดสวิตช์ปุ่มกด S2 ที่วงจรควบคุมจะมีกระแสไฟฟ้าไหลจากแหล่งจากผ่านขดลวดสนามแม่เหล็กของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ ทำให้หน้าสัมผัสของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ปิดวงจร และหน้าสัมผัสช่วยของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ก็ปิดวงจรไปด้วยพร้อมกันทำให้เกิดสถานะค้างการทำงาน ( self – holding ) เพราะวงจรควบคุมมีกระแสไหลผ่านหน้าสัมผัสช่วยอีกทางเพื่อจ่ายให้กับขดลวดสนามแม่เหล็กของแมกเนติกคอนแทคเตอร์

2. เมื่อต้องการหยุดการทำงานมอเตอร์ให้กดปุ่ม S1 หน้าสัมผัสของปุ่ม S1 จึงเปิดวงจรทำให้กระแสไฟฟ้าของวงจรควบคุมมอเตอร์ถูกตัด ณ จุดนี้ ขดลวดสนามแม่เหล็กของแมกเนติกคอนแทคเตอร์จึงไม่ได้รับกระแสไฟฟ้า ทำให้หน้าสัมผัสของแมกเนติกคอนแทคเตอร์เปิดจึงไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลเข้าสู่ขดลวดมอเตอร์ มอเตอร์จึงหยุดทำงาน



รูปที่ 4.1 วงจรควบคุมการสตาร์ทโดยตรง ( Direct Start )



รูปที่ 4.2 วงจรกำลังการสตาร์ทโดยตรง ( Direct Start )

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองวงจรสตาร์ทโดยตรง ( Direct Start )

การกดสวิตช์	การทำงานของอุปกรณ์			
	K1	H1	H2	M1
ปุ่มกด				
S2 Start	✓	✓	✗	✓
S1 Stop	✗	✗	✗	✗

✓ = ทำงาน

✗ = ไม่ทำงาน

K1 = คอนแทกเตอร์หลัก

H1 = หลอดไฟ 1

H2 = หลอดไฟ 2

M1 = มอเตอร์

S1 = สวิตช์ปุ่มกด Stop

S2 = สวิตช์ปุ่มกด Start



รูปที่ 4.3 ไฟสถานะก่อน Start วงจร DirectStart



รูปที่ 4.4 ไฟสถานะ K1 ทำงาน เมื่อกด Start

## ใบงานการทดลองที่ 2

### การควบคุมการกลับทางหมุนมอเตอร์ ( Revers After Stop )

#### ทฤษฎี

วงจรกลับทางหมุนแบบต้องหยุดก่อน เป็นแบบธรรมดาทั่วไปที่นิยมใช้กันมาก วงจรแสดงถึงการเดินสายของ Push button Forward , Reverse และ Stop ซึ่งการจะกลับทางหมุนต้องกด Push button stop ก่อน

เนื่องจากคอนแทคปกติปิดของคอนแทคเตอร์ทั้งสอง ( ในแถว 1 และ 23 ) และคอนแทคปกติเปิด Push button ทั้งสองช่วยกัน interlock จึงช่วยให้มีความปลอดภัยยิ่งขึ้น ( คอนแทคเตอร์ทั้งสองไม่มีโอกาสทำงานพร้อมกัน )

#### วัตถุประสงค์

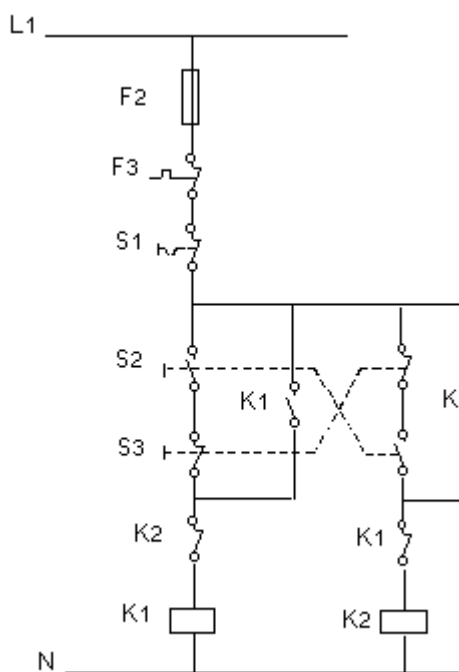
1. อธิบายการทำงานของวงจรการกลับทางหมุนมอเตอร์แบบการกลับทางหมุนหลังจากหยุดมอเตอร์ได้
2. บอกความหมายของการกลับทางหมุนมอเตอร์แบบการกลับทางหมุนหลังจากหยุดมอเตอร์ได้

#### อุปกรณ์ที่ใช้

- F2 = ฟิวส์วงจรควบคุม ( Control fuse )
- F3 = โอเวอร์โหลดรีเลย์ ( Overload relay )
- S1 = สวิตช์ปุ่มกด Stop
- S2 = สวิตช์ปุ่มกด Reverse
- S3 = สวิตช์ปุ่มกด Forward
- K1 = คอนแทคเตอร์หลัก ( Main contactor )
- K2 = คอนแทคเตอร์หลัก ( Main contactor )
- M1 = มอเตอร์สามเฟสแบบเหนี่ยวนำ ( Three phase induction motor )
- H1 = หลอดไฟ ( Lamp )
- H2 = หลอดไฟ ( Lamp )

### ลักษณะการทำงานของวงจร

1. กดสวิตช์หมุนซ้ายกด S2 ไม่มีกระแสไหลผ่านแฉกที่ 1 แต่จะมีไหลในแฉกที่ 3 ทำให้ K2 ทำงานและตัดวงจรไม่ให้ K1 ทำงาน
2. กดสวิตช์หมุนขวา ขณะที่วงจรมอเตอร์ยังหมุนซ้ายกด S3 K2 ก็ยังคงทำงานอยู่ ถึงแม้ในแฉกที่ 1 จะมีกระแสวิ่งถึง S3 ก็ตาม แต่คอนแทกของ K2 ยังตัดวงจร K1 อยู่
3. กดสวิตช์เพื่อสตาร์ทใหม่ กด S1 วงจรหยุดทำงาน คอนแทกปกติปิดของ K2 ในแฉก 1 เคลื่อนที่กลับที่เดิม
4. กดสวิตช์หมุนกลับกด S3 ทำให้ K1 ทำงานมอเตอร์หมุนขวา คอนแทกปกติปิดของ K1 ในแฉกที่ 3 ตัดวงจรไม่ให้ K2 ทำงาน

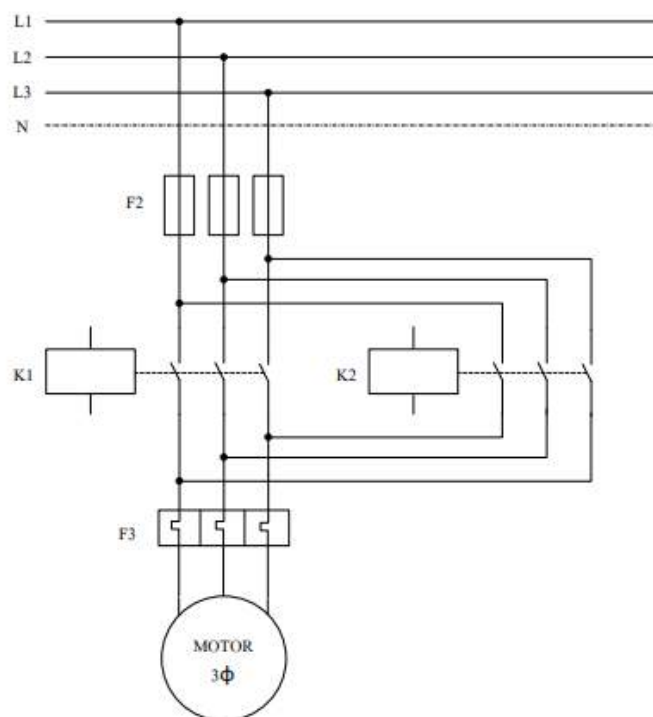


รูปที่ 4.5 วงจรควบคุมการกลับทางหมุนมอเตอร์ ( Revers After Stop )

### หลักการการทำงานของวงจรกำลัง

ถ้าคอนแทกเตอร์ตัวใดตัวหนึ่งทำงานอยู่ อีกตัวหนึ่งจะต้องไม่ทำงาน ถ้าคอนแทกเตอร์ทั้งสองตัวทำงานพร้อมกัน จะเกิดการลัดวงจรระหว่าง L1 กับ L3





รูปที่ 4.6 วงจรกำลังของวงจรกลับทางหมุนมอเตอร์ ( Revers After Stop )

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองวงจรควบคุมการกลับทางหมุนมอเตอร์ ( Revers After Stop )

การกดสวิทช์ ปุ่มกด	การทำงานของอุปกรณ์				
	K1	K2	H1	H2	M1
S2 Revers	✓	✗	✓	✗	✓
S1 Stop	✗	✗	✗	✗	✗
S3 Forward	✗	✓	✗	✓	✓
S1 Stop	✗	✗	✗	✗	✗

ไม่สามารถกด S2 และ S3 พร้อมกันได้ต้องกด S1 เพื่อหยุดการทำงานของมอเตอร์จึงสามารถกลับทางหมุนได้

✓ = ทำงาน

✗ = ไม่ทำงาน

M1 = มอเตอร์

S3 = สวิตช์ปุ่มกด Forward

H1 = หลอดไฟ 1

H2 = หลอดไฟ 2

S1 = สวิตช์ปุ่มกด Stop

K1 = คอนแทคเตอร์ 1

K2 = คอนแทคเตอร์ 2

S2 = สวิตช์ปุ่มกด Revers



รูปที่ 4.7 ไฟสถานะก่อน Start วงจร Revers After Stop



รูปที่ 4.8 ไฟสถานะ K1 ทำงานเมื่อกด Revers



รูปที่ 4.9 ไฟสถานะ Stop ก่อนกลับทางหมุน



รูปที่ 4.10 ไฟสถานะ K2 ทำงานเมื่อกด Forward

## ใบงานการทดลองที่ 3

### การควบคุมการทำงานของมอเตอร์แบบเรียงลำดับ ( Automatic Sequence Run )

#### ทฤษฎี

วงจรควบคุมมอเตอร์หลายหลายเครื่องในงานอุตสาหกรรมบางประเภทจำเป็นต้องใช้มอเตอร์แต่ละเครื่องทำงานร่วมกัน โดยบางครั้งการทำงานร่วมกันอาจอยู่ในลักษณะที่ต้องให้มอเตอร์เครื่องแรกทำงานก่อนแล้วอีกเครื่องหนึ่งทำงานภายหลังซึ่งลักษณะการควบคุมของวงจรดังกล่าวเรียกว่า “ วงจรควบคุมเรียงลำดับ ”

วงจรควบคุมดังกล่าวอาจแบ่งประเภทของการควบคุมออกเป็น 2 ลักษณะคือ

- วงจรควบคุมมอเตอร์ทำงานเรียงลำดับแบบต่อเนื่อง
- วงจรควบคุมมอเตอร์ทำงานเรียงลำดับแบบไม่ต่อเนื่อง

#### วัตถุประสงค์

1. อธิบายการทำงานของวงจรการเรียงลำดับมอเตอร์แบบการควบคุมได้
2. บอกความหมายของการเรียงลำดับมอเตอร์แบบการควบคุมได้

#### อุปกรณ์ที่ใช้

F2 = ฟิวส์วงจรควบคุม ( Control fuse )

S1 = สวิตช์ปุ่มกด Stop

S2 = สวิตช์ปุ่มกด Start

K1 = คอนแทคเตอร์หลัก ( Main contactor )

K2 = คอนแทคเตอร์หลัก ( Main contactor )

M1 = มอเตอร์สามเฟสแบบเหนี่ยวนำ ( Three phase induction motor )

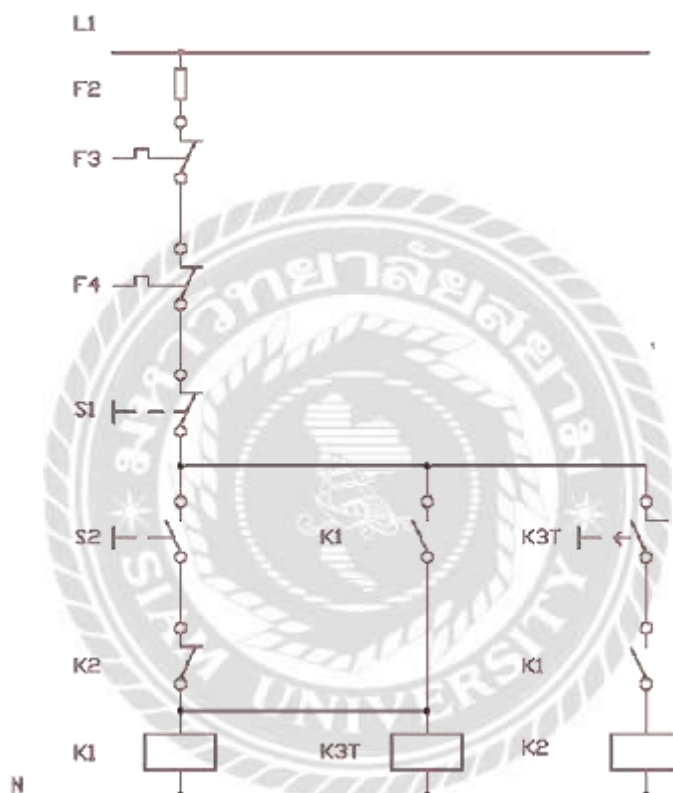
M2 = มอเตอร์สามเฟสแบบเหนี่ยวนำ ( Three phase induction motor )

H1 = หลอดไฟ ( Lamp )

H2 = หลอดไฟ ( Lamp )

### ลักษณะการทำงานของวงจร

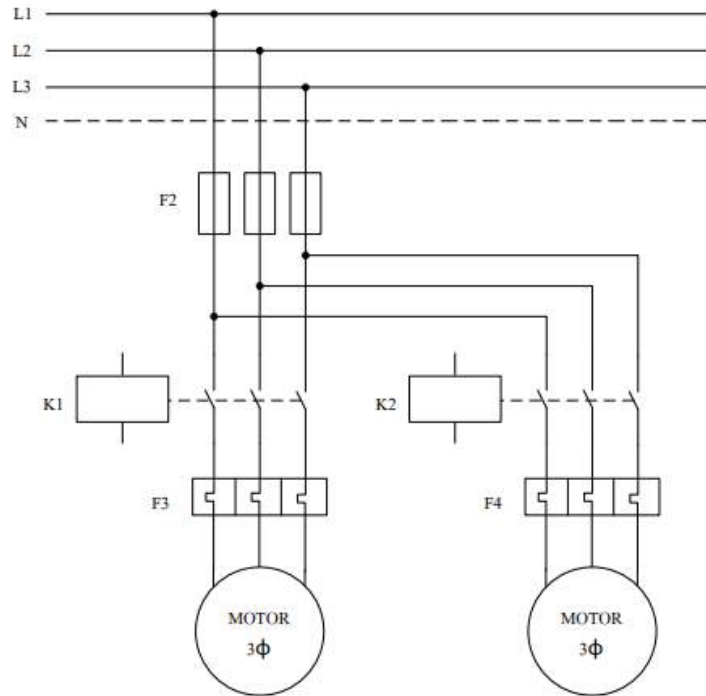
1. เมื่อกด S2 จะทำให้คอนแทกเตอร์ K1 และรีเลย์ตั้งเวลา K3T ทำงาน
2. คอนแทกปกติเปิดของ K1 ในแถว 2 จะต่อวงจรให้ K1 และ K3T ทำงานตลอดเวลา และคอนแทกปกติเปิดของ K1 ในแถว 3 จะต่อวงจรให้กับ K2
3. เมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้ของรีเลย์ตั้งเวลา คอนแทก K3T จะต่อวงจรให้ K2 ทำงาน



รูปที่ 4.11 วงจรควบคุมการทำงานมอเตอร์แบบเรียงลำดับ ( Sequence Run )

### หลักการทำงานวงจรกำลัง

ใช้คอนแทกเตอร์สองตัวในการให้มอเตอร์ทำงาน K1 ต่อให้กับมอเตอร์ตัวที่หนึ่งทำงาน K2 ต่อให้กับมอเตอร์ตัวที่สองทำงานและมีอุปกรณ์การป้องกันสายเมนฟิวส์สามตัว เมื่อเกิดการลัดวงจร จะไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลไปยังมอเตอร์ทั้งสองได้



รูปที่ 4.12 วงจรกำลังการทำงานมอเตอร์แบบเรียงลำดับ ( Sequence Run )

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองวงจรการควบคุมการทำงานมอเตอร์แบบเรียงลำดับ ( Sequence Run )

การกดสวิทช์ ปุ่มกด	การทำงานของอุปกรณ์					
	K1	H1	M1	K2	H2	M2
S2 Start	✓	✓	✓	✓	✓	✓
S1 Stop	✗	✗	✗	✗	✗	✗

✓ = ทำงาน

✗ = ไม่ทำงาน

S1 = สวิตช์ปุ่มกด Stop

H1 = หลอดไฟ 1

H2 = หลอดไฟ 2

S2 = สวิตช์ปุ่มกด Start

K1 = คอนแทคเตอร์ 1

K2 = คอนแทคเตอร์ 2

M1 = มอเตอร์ 1

M2 = มอเตอร์ 2



รูปที่ 4.13 ไฟสถานะก่อน Start วงจร Sequence Run



รูปที่ 4.14 ไฟสถานะ K1 ทำงานเมื่อกด Start



รูปที่ 4.15 ไฟสถานะ K2 ทำงานร่วมกับ K1 หลังจากหน่วงเวลา 5 sec

## ใบงานการทดลองที่ 4

### การควบคุมแบบสตาร์ - เดลต้า ( Star - Delta Starting )

#### ทฤษฎี

การสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์เดลต้า คือ ขณะเริ่มสตาร์ทจะให้ขดลวดต่อแบบสตาร์ และเมื่อมอเตอร์หมุนไปด้วยความเร็ว 75% ของความเร็วพิกัดแล้วจึงให้ขดลวดต่อแบบเดลต้า และหลังจากนั้นก็เดินมอเตอร์แบบเดลต้าต่อเนื่องไปจนกระทั่งหยุดมอเตอร์

#### วัตถุประสงค์

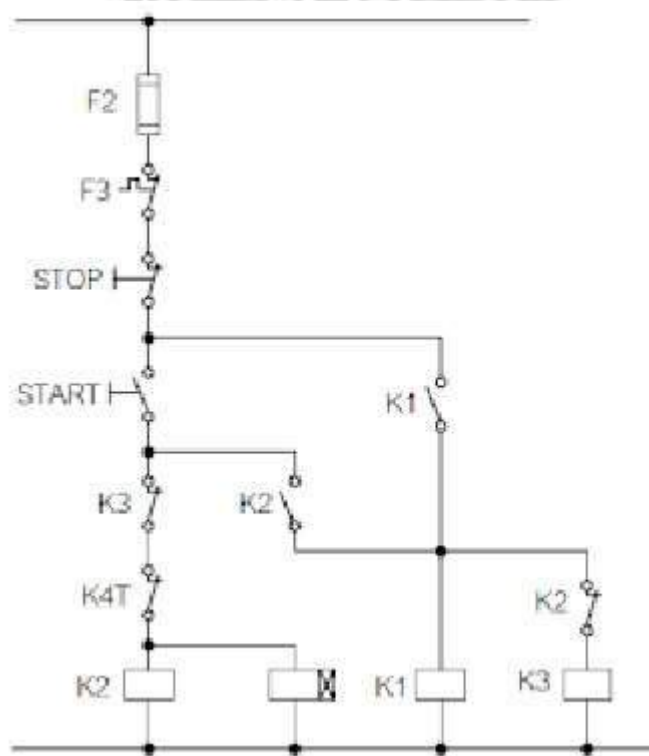
1. อธิบายการทำงานของวงจรสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์ - เดลต้าได้
2. บอกความหมายของการสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์ - เดลต้าได้

#### อุปกรณ์ที่ใช้

- F2 = ฟิวส์วงจรควบคุม ( Control fuse )
- F3 = โอเวอร์โหลดรีเลย์ ( Overload relay )
- S1 = สวิตช์ปุ่มกด Stop
- S2 = สวิตช์ปุ่มกด Start
- K1 = คอนแทคเตอร์หลัก ( Main contactor )
- K2 = คอนแทคเตอร์หลัก ( Main contactor )
- K3 = คอนแทคเตอร์หลัก ( Main contactor )
- K4T = ไทม์มอร์รีเลย์ ( Timer relay )
- M1 = มอเตอร์สามเฟสแบบเหนี่ยวนำ ( Three phase induction motor )
- H1 = หลอดไฟ ( Lamp )
- H2 = หลอดไฟ ( Lamp )
- H3 = หลอดไฟ ( Lamp )

### ลักษณะการทำงานของวงจร

1. กด K2 ทำให้ Star contactor K2 และ K4T ทำงาน คอนแทคปกติปิดของ K2 ในแถวที่ 4 จะตัดวงจร K3 และคอนแทคปกติเปิด K2 ในแถวที่ 2 จะต่อวงจรให้ Main contactor K1 ทำงาน
2. ทำงานสตาร์ หลังจากที K1 ทำงาน และปล่อย S2 ไปแล้ว K2 K4T และ K1 จะทำงานตลอดเวลาด้วย maintained contact ของ K1 ในแถวที่ 3 ขณะนี้มอเตอร์หมุนแบบสตาร์
3. รีเลย์ตั้งเวลา K4T ทำงานเมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้ ทำให้ K2 และ K4T จะถูกตัดวงจรด้วยคอนแทคของรีเลย์ตั้งเวลา K4T ในแถวที่ 1 และคอนแทคปกติปิดของ K2 ในแถวที่ 4 กำลังจะกลับตำแหน่งเดิม
4. ทำงานเดลต้า เมื่อคอนแทคของ K2 กลับมาที่เดิมเรียบร้อยแล้ว K3 จะทำงานคู่กับ K1 ขณะนี้มอเตอร์หมุนแบบเดลต้า และ K2 จะถูก interlock ด้วยคอนแทคปกติปิด K3



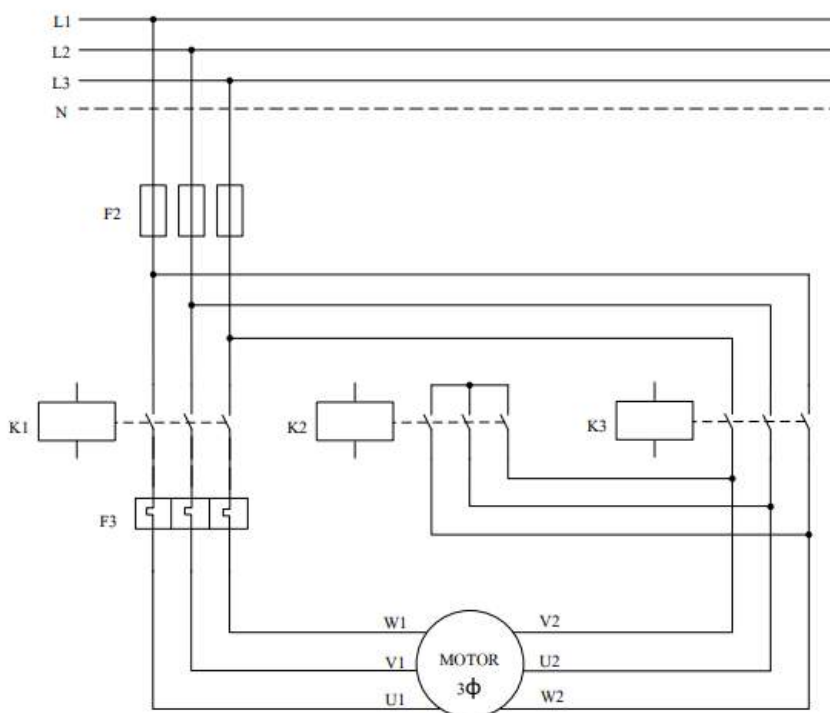
รูปที่ 4.16 วงจรควบคุมการแบบสตาร์ - เดลต้า ( Star - Delta Starting )



### หลักการการทำงานของวงจรกำลัง

การสตาร์ทจะต้องเรียงกันไปจากสตาร์ไปเดลต้า และคอนแทคเตอร์สตาร์กับคอนแทคเตอร์เดลต้า จะต้องมีการ interlock ซึ่งกันและกัน การควบคุมมี 2 อย่าง คือ เปลี่ยนจากสตาร์ไปเดลต้าโดยกดด้วย Push button กับเปลี่ยนโดยอัตโนมัติด้วยการใช้รีเลย์ตั้งเวลา การควบคุมแบบอัตโนมัติมีอยู่ 2 วิธีคือ

1. ต่อจุดสตาร์ด้วย K2 ก่อนจ่ายไฟเข้าด้วย K1
2. จ่ายไฟเข้าด้วย K1 ก่อนต่อจุดสตาร์ด้วย K2



รูปที่ 4.17 วงจรกำลังการควบคุมแบบสตาร์ - เดลต้า ( Star - Delta Starting )

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองวงจรการควบคุมแบบสตาร์ - เดลต้า ( Star - Delta Starting )

การกดสวิตช์ ปุ่มกด	การทำงานของอุปกรณ์							
	K1	K2	K3	K4T	H1	H2	H3	M1
S2 Start	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✓
กด S2 หรือ 5 sec.	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✓	✓
S1 Stop	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗

✓ = ทำงาน

✗ = ไม่ทำงาน

M1 = มอเตอร์ 1

H1 = หลอดไฟ 1

H2 = หลอดไฟ 2

H3 = หลอดไฟ 3

K1 = คอนแทคเตอร์ 1

K2 = คอนแทคเตอร์ 2

K3 = คอนแทคเตอร์ 3

K4T = ไทม์เมอร์รีเลย์

S1 = สวิตช์ปุ่มกด Stop

S2 = สวิตช์ปุ่มกด Start



รูปที่ 4.18 ไฟสถานะก่อน Start วงจร Star - Delta Starting



รูปที่ 4.19 ไฟสถานะ K1 , K2 ทำงานเมื่อกด Start ( Run Star )



รูปที่ 4.20 ไฟสถานะ K1 , K3 ทำงานเมื่อหน่วงเวลา 5 sec ( Run Delta )

## ใบงานการทดลองที่ 5

### การสตาร์ทมอเตอร์โดยตรง ( Direct Start ) ควบคุมด้วย PLC

#### ทฤษฎี

เป็นการสตาร์ทด้วยแรงดันเต็มพิกัด ( Full-Voltage Starting ) วิธีการสตาร์ทมอเตอร์แบบนี้เป็นที่นิยมนกันมาก ใช้สำหรับมอเตอร์ที่มีขนาดเล็ก ซึ่งมอเตอร์จะถูกต่อผ่านอุปกรณ์สตาร์ทแล้วต่อเข้ากับสายไฟกำลังโดยตรง ทำให้มอเตอร์สตาร์ทด้วยแรงดันเท่ากับสายจ่ายแรงดันทันทีทันที และกระแสขณะสตาร์ทสูงถึงประมาณ 600 % ของแรงดันเต็มพิกัด ก่อให้เกิด อันตรายต่อมอเตอร์ หรือ วงจรไฟฟ้าอื่นๆ ที่ต่อร่วมสายจ่ายกำลังมอเตอร์ได้

#### วัตถุประสงค์

1. อธิบายการทำงานของวงจรควบคุมแบบสตาร์ทโดยตรงได้
2. บอกความหมายของการสตาร์ทมอเตอร์โดยตรงได้

#### อุปกรณ์ที่ใช้

F2 = ฟิวส์วงจรควบคุม ( Control fuse )

F3 = โอเวอร์โวลต์รีเลย์ ( Overload relay )

Relay 24 v = รีเลย์ 24 โวลต์

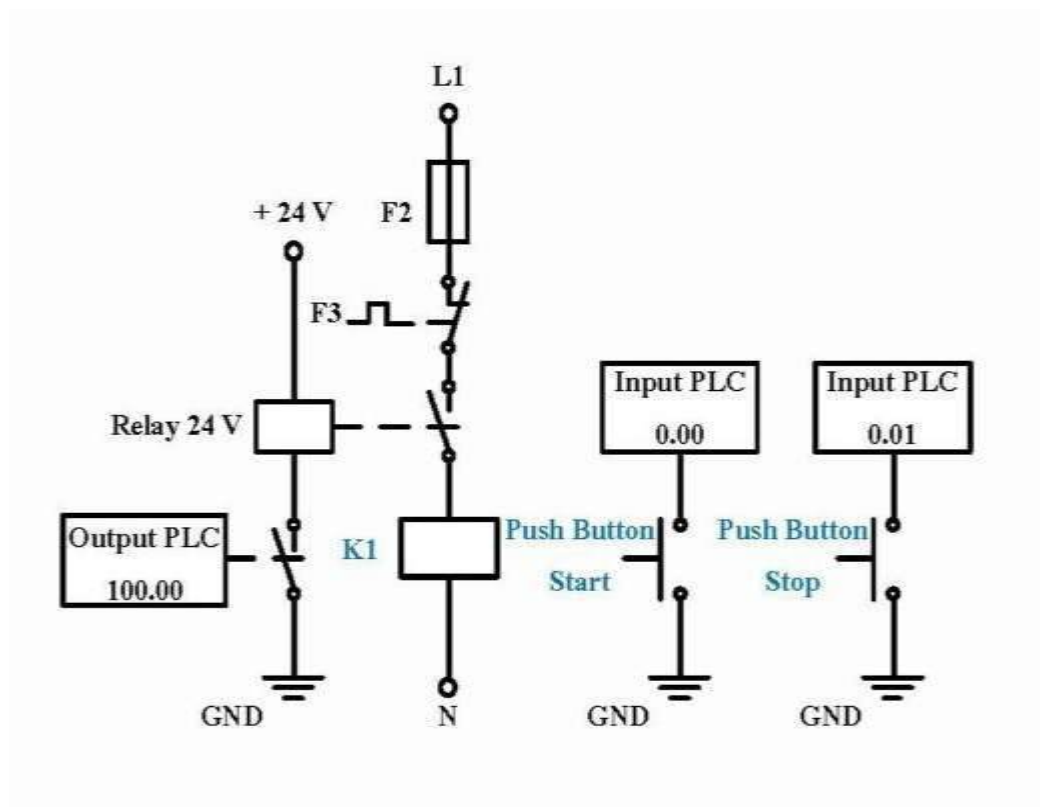
K1 = คอนแทกเตอร์หลัก ( Main contactor )

M1 = มอเตอร์สามเฟสแบบเหนี่ยวนำ ( Three phase induction motor )

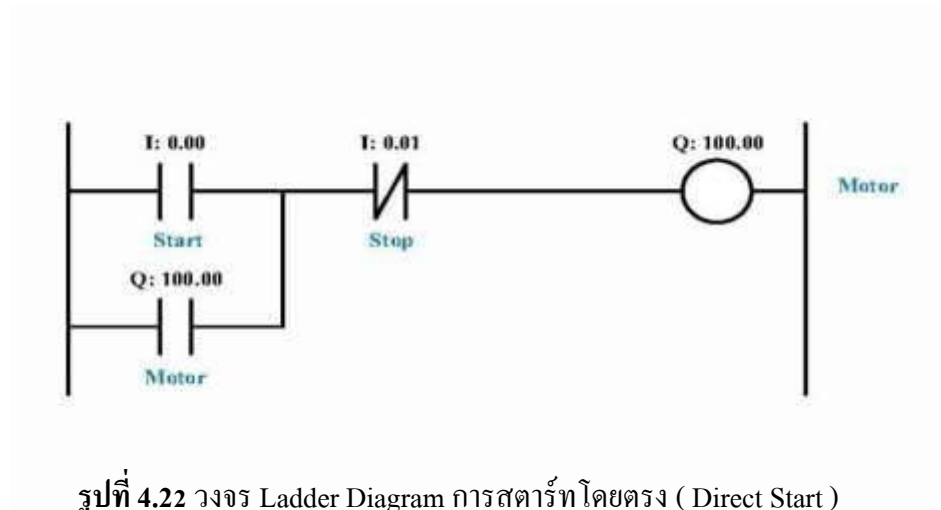
H1 = หลอดไฟ ( Lamp )

### ลักษณะการทำงานของวงจร

1. วงจรอินพุตคือ วงจรไฟฟ้าที่ติดตั้งสวิตช์ปุ่มกด เพื่อควบคุมอินพุตของโปรแกรม
2. โปรแกรมคือ แลคเตอร์ไดอะแกรมที่ออกแบบมาจากการแปลงวงจรควบคุม และ/หรือจากเงื่อนไขการทำงาน และป้อนให้กับ PLC เพื่อควบคุมวงจรเอาต์พุต
3. วงจรเอาต์พุตคือ วงจรไฟฟ้าที่ติดตั้งโดยใช้เอาต์พุตของ PLC ไปควบคุมคอนแทคเตอร์
4. วงจรกำลังคือ วงจรกำลัง ( Power Circuit ) ของการควบคุมมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส

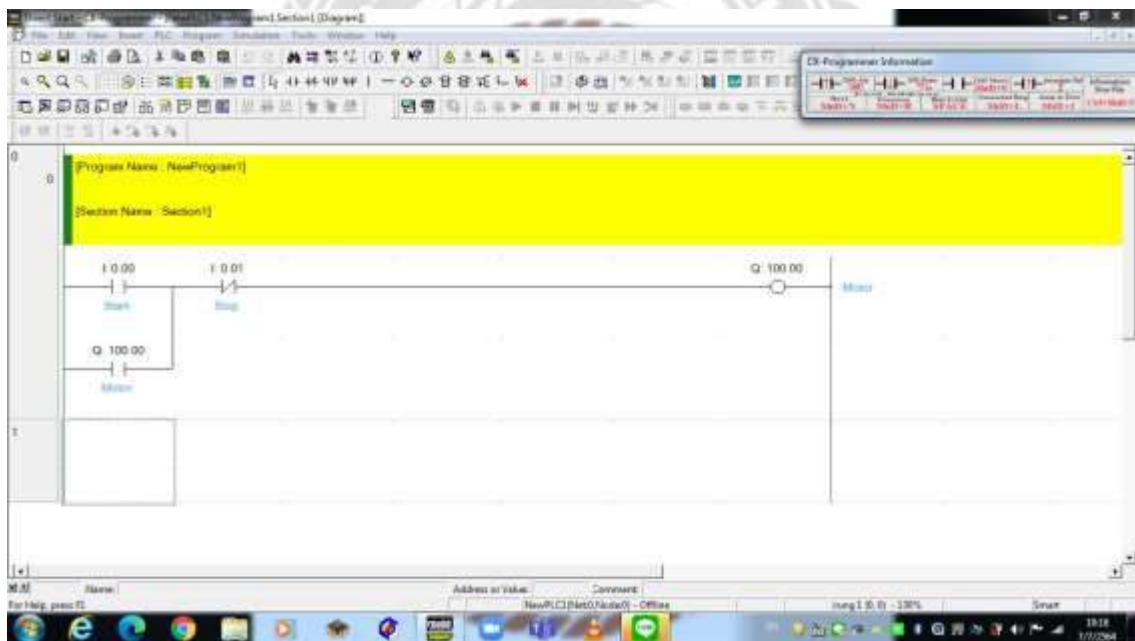


รูปที่ 4.21 วงจรควบคุมการสตาร์ทโดยตรงของ PLC ( Direct Start )



รูปที่ 4.22 วงจร Ladder Diagram การสตาร์ทโดยตรง (Direct Start)

สร้างไฟล์งานจาก Ladder Diagram ลงใน CX-Programmer



รูปที่ 4.23 Ladder Diagram การสตาร์ทโดยตรงใน CX-Programmer

ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองวงจรสตาร์ทโดยตรงของ PLC ( Direct Start )

การกดสวิทช์ PLC	การทำงานของอุปกรณ์			
	24v K1	K1	H1	M1
Input PLC Start	✓	✓	✓	✓
Input PLC Stop	✗	✗	✗	✗

✓ = ทำงาน

✗ = ไม่ทำงาน

K1 = คอนแทคเตอร์หลัก

24v K1 = รีเลย์ของคอนแทคเตอร์ 1

H1 = หลอดไฟ 1

M1 = มอเตอร์

Input PLC Stop = สวิตช์ปุ่มกด Stop

Input PLC Start = สวิตช์ปุ่มกด Start



รูปที่ 4.24 ขณะ M1 ทำงาน



รูปที่ 4.25 ไฟสถานะก่อน Start วงจร DirectStar ( PLC )



รูปที่ 4.26 ไฟสถานะ K1 ทำงานเมื่อ Start ( PLC )



## ใบงานการทดลองที่ 6

### การควบคุมการกลับทางหมุนมอเตอร์ ( Revers After Stop ) ควบคุมด้วย PLC

#### ทฤษฎี

วงจรกลับทางหมุนแบบต้องหยุดก่อน เป็นแบบธรรมดาทั่วไปที่นิยมใช้กันมาก วงจรแสดงถึงการเดินสายของ Push button Forward , Reverse และ Stop ซึ่งการจะกลับทางหมุนต้องกด Push button stop ก่อน

เนื่องจากคอนแทกปกติปิดของคอนแทกเตอร์ทั้งสอง ( ในแถว 1 และ 23 ) และคอนแทกปกติเปิด Push button ทั้งสองช่วยกัน interlock จึงช่วยให้มีความปลอดภัยยิ่งขึ้น ( คอนแทกเตอร์ทั้งสองไม่มีโอกาสทำงานพร้อมกัน )

#### วัตถุประสงค์

1. อธิบายการทำงานของวงจรการกลับทางหมุนมอเตอร์แบบการกลับทางหมุนหลังจากหยุดมอเตอร์ได้
2. บอกความหมายของการกลับทางหมุนมอเตอร์แบบการกลับทางหมุนหลังจากหยุดมอเตอร์ได้

#### อุปกรณ์ที่ใช้

F2 = ฟิวส์วงจรควบคุม ( Control fuse )

F3 = โอเวอร์โหลดรีเลย์ ( Overload relay )

Relay 24 v = รีเลย์ 24 โวลต์

Relay 24 v = รีเลย์ 24 โวลต์

Relay 24 v = รีเลย์ 24 โวลต์

K1 = คอนแทกเตอร์หลัก ( Main contactor )

K2 = คอนแทกเตอร์หลัก ( Main contactor )

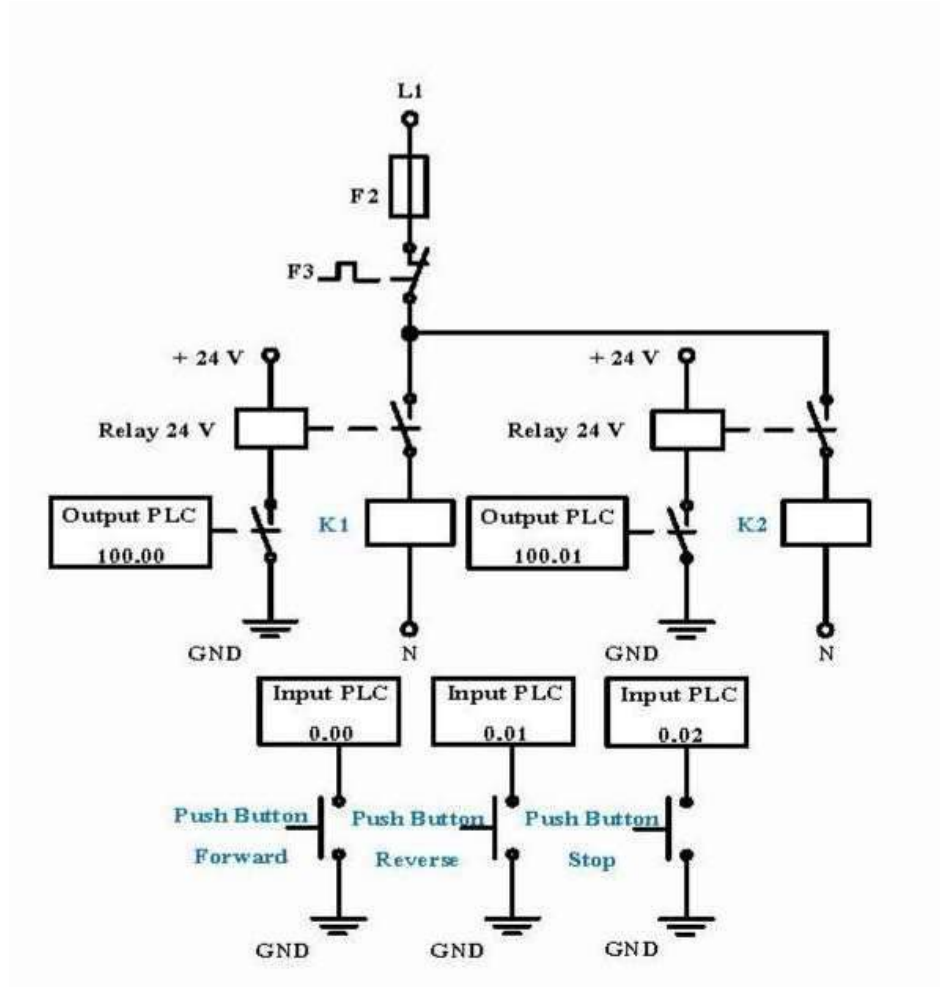
M1= มอเตอร์สามเฟสแบบเหนี่ยวนำ ( Three phase induction motor )

H1 = หลอดไฟ ( Lamp )

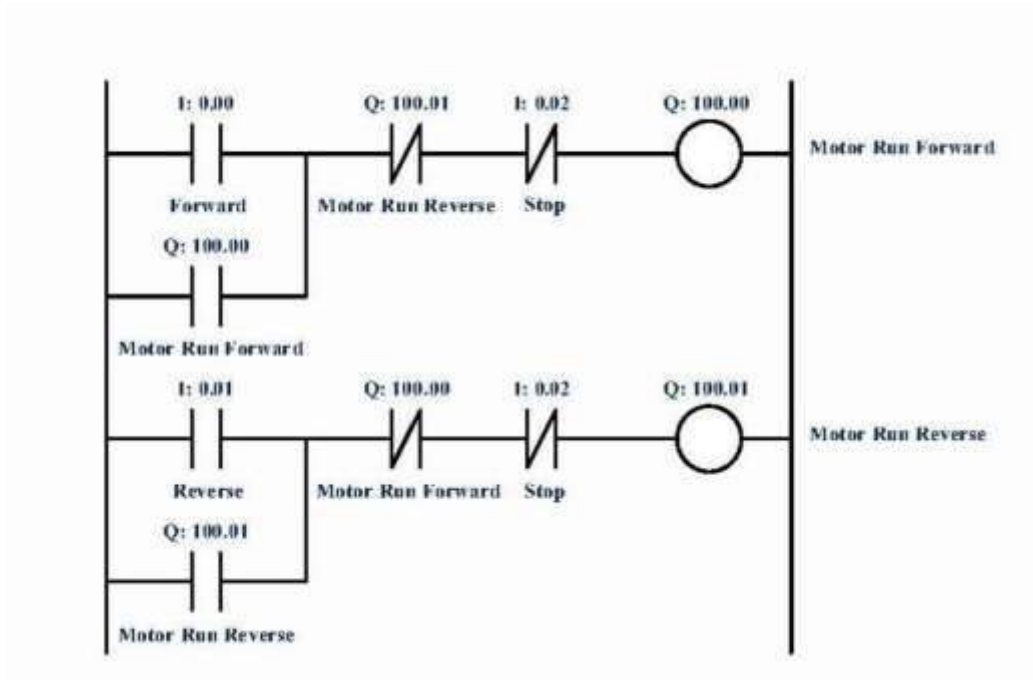
H2 = หลอดไฟ ( Lamp )

### ลักษณะการทำงานของวงจร

1. วงจรอินพุตคือ วงจรไฟฟ้าที่ติดตั้งสวิตช์ปุ่มกด เพื่อควบคุมอินพุตของโปรแกรม
2. โปรแกรมคือ แลคเตอร์ไดอะแกรมที่ออกแบบมาจากการแปลงวงจรควบคุม และ/หรือจากเงื่อนไขการทำงาน และป้อนให้กับ PLC เพื่อควบคุมวงจรเอาต์พุต
3. วงจรเอาต์พุตคือ วงจรไฟฟ้าที่ติดตั้งโดยใช้เอาต์พุตของ PLC ไปควบคุมคอนแทคเตอร์
4. วงจรกำลังคือ วงจรกำลัง ( Power Circuit ) ของการควบคุมมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส

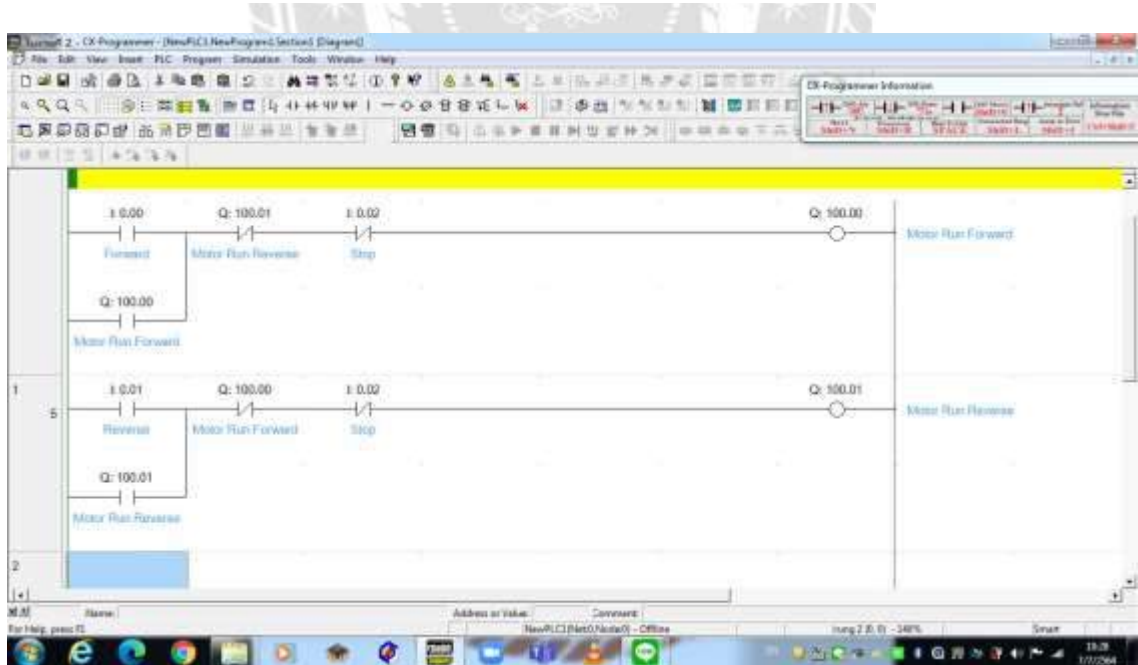


รูปที่ 4.27 วงจรการควบคุมการกลับทางหมุนมอเตอร์ ( Revers After Stop )



รูปที่ 4.28 วงจร Ladder Diagram การควบคุมการกลับทางหมุนมอเตอร์ (Revers After Stop)

สร้างไฟล์งานจาก Ladder Diagram ลงใน CX-Programmer



รูปที่ 4.29 Ladder Diagram วงจรควบคุมการกลับทางหมุนมอเตอร์ใน CX-Programmer

ตารางที่ 4.6 ผลการทดลองวงจรควบคุมการกลับทางหมุนมอเตอร์ของ PLC ( Revers After Stop )

การกด สวิตช์ PLC	การทำงานของอุปกรณ์						
	24v K1	K1	H1	24v K2	K2	H2	M1
Input PLC Reveres	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓
Input PLC Stop	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Input PLC Forward	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓
Input PLC Stop	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗

✓ = ทำงาน

✗ = ไม่ทำงาน

24v K1 = รีเลย์ของคอนแทคเตอร์ 1

Input PLC Stop = สวิตช์ปุ่มกด Stop

Input PLC Start = สวิตช์ปุ่มกด Start

H1 = หลอดไฟ 1

H2 = หลอดไฟ 2

K1 = คอนแทคเตอร์ 1

K2 = คอนแทคเตอร์ 2

24v K2 = รีเลย์ของคอนแทคเตอร์ 2

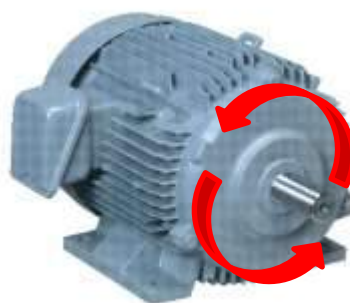
Input PLC Reveres = สวิตช์ปุ่มกด Reveres

Input PLC Forward = สวิตช์ปุ่มกด Forward

M1 = มอเตอร์ 1



รูปที่ 4.30 ขณะที่ M1 ทำงาน Forward



รูปที่ 4.31 ขณะที่ M1 ทำงาน Reveres



รูปที่ 4.32 ไฟสถานะก่อน Start วงจร Revers After Stop ( PLC )



รูปที่ 4.33 ไฟสถานะ K1 ทำงานเมื่อกด Forward ( PLC )



รูปที่ 4.34 ไฟสถานะ K2 ทำงานเมื่อกด Reverses ( PLC )

## ใบงานการทดลองที่ 7

### การควบคุมการทำงานของมอเตอร์แบบเรียงลำดับ ( Automatic Sequence Run ) ควบคุมด้วย PLC

#### ทฤษฎี

วงจรควบคุมมอเตอร์หลายหลายเครื่องในงานอุตสาหกรรมบางประเภทจำเป็นต้องใช้มอเตอร์แต่ละเครื่องทำงานร่วมกัน โดยบางครั้งการทำงานร่วมกันอาจอยู่ในลักษณะที่ต้องให้มอเตอร์เครื่องแรกทำงานก่อนแล้วอีกเครื่องหนึ่งทำงานภายหลังซึ่งลักษณะการควบคุมของวงจรดังกล่าวเรียกว่า “ วงจรควบคุมเรียงลำดับ ”

วงจรควบคุมดังกล่าวอาจแบ่งประเภทของการควบคุมออกเป็น 2 ลักษณะคือ

- วงจรควบคุมมอเตอร์ทำงานเรียงลำดับแบบต่อเนื่อง
- วงจรควบคุมมอเตอร์ทำงานเรียงลำดับแบบไม่ต่อเนื่อง

#### วัตถุประสงค์

1. อธิบายการทำงานของวงจรการเรียงลำดับมอเตอร์แบบการควบคุมได้
2. บอกความหมายของการเรียงลำดับมอเตอร์แบบการควบคุมได้

#### อุปกรณ์ที่ใช้

F2 = ฟิวส์วงจรควบคุม ( Control fuse )

F3 = โอเวอร์โหลดรีเลย์ ( Overload relay )

Relay 24 v = รีเลย์ 24 โวลต์

Relay 24 v = รีเลย์ 24 โวลต์

K1 = คอนแทคเตอร์หลัก ( Main contactor )

K2 = คอนแทคเตอร์หลัก ( Main contactor )

M1 = มอเตอร์สามเฟสแบบเหนี่ยวนำ ( Three phase induction motor )

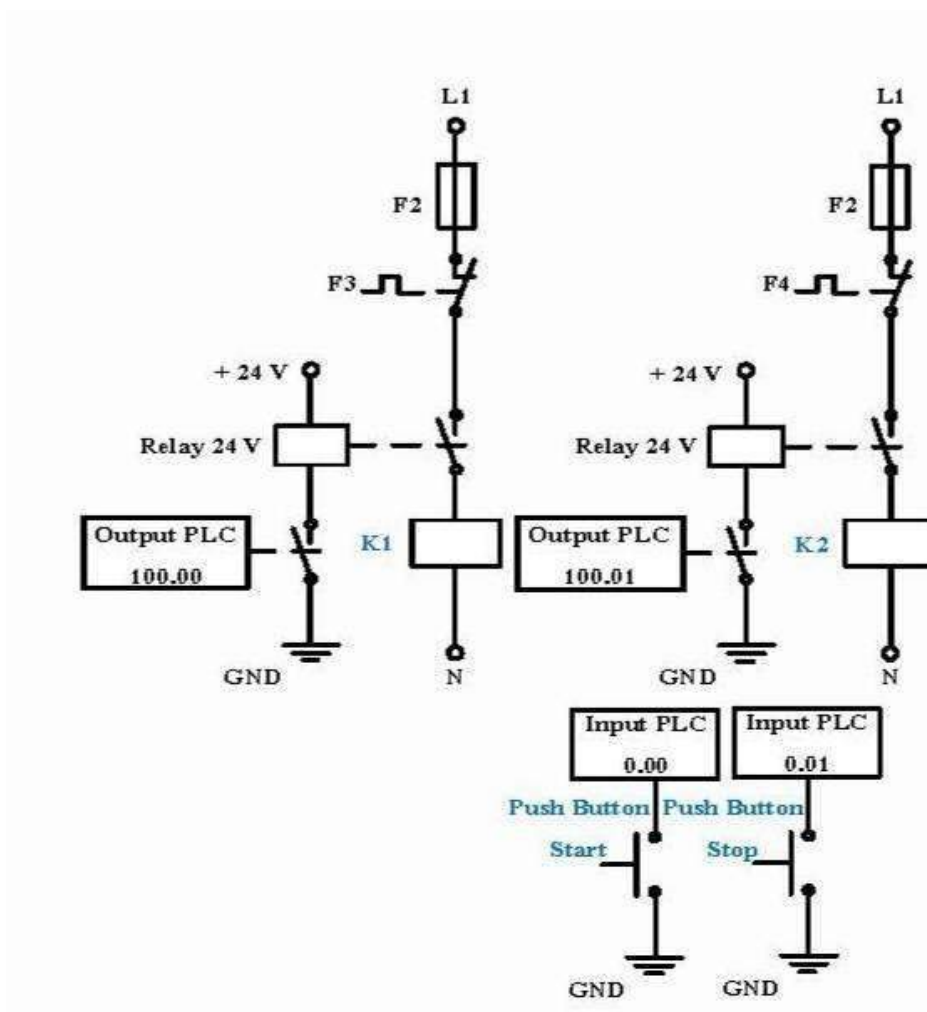
M2 = มอเตอร์สามเฟสแบบเหนี่ยวนำ ( Three phase induction motor )

H1 = หลอดไฟ ( Lamp )

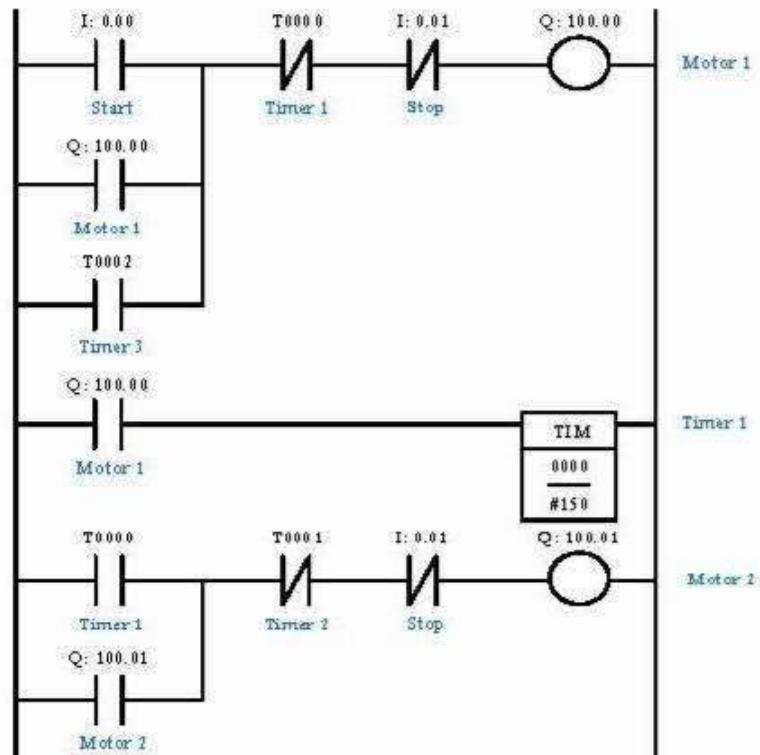
H2 = หลอดไฟ ( Lamp )

### ลักษณะการทำงานของวงจร

1. วงจรอินพุตคือ วงจรไฟฟ้าที่ติดตั้งสวิตช์ปุ่มกด เพื่อควบคุมอินพุตของโปรแกรม
2. โปรแกรมคือ แลคเตอร์ไคอะแกรมที่ออกแบบมาจากการแปลงวงจรควบคุม และ/หรือจากเงื่อนไขการทำงาน และป้อนให้กับ PLC เพื่อควบคุมวงจรเอาต์พุต
3. วงจรเอาต์พุตคือ วงจรไฟฟ้าที่ติดตั้งโดยใช้เอาต์พุตของ PLC ไปควบคุมคอนแทคเตอร์
4. วงจรกำลังคือ วงจรกำลัง (Power Circuit) ของการควบคุมมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส

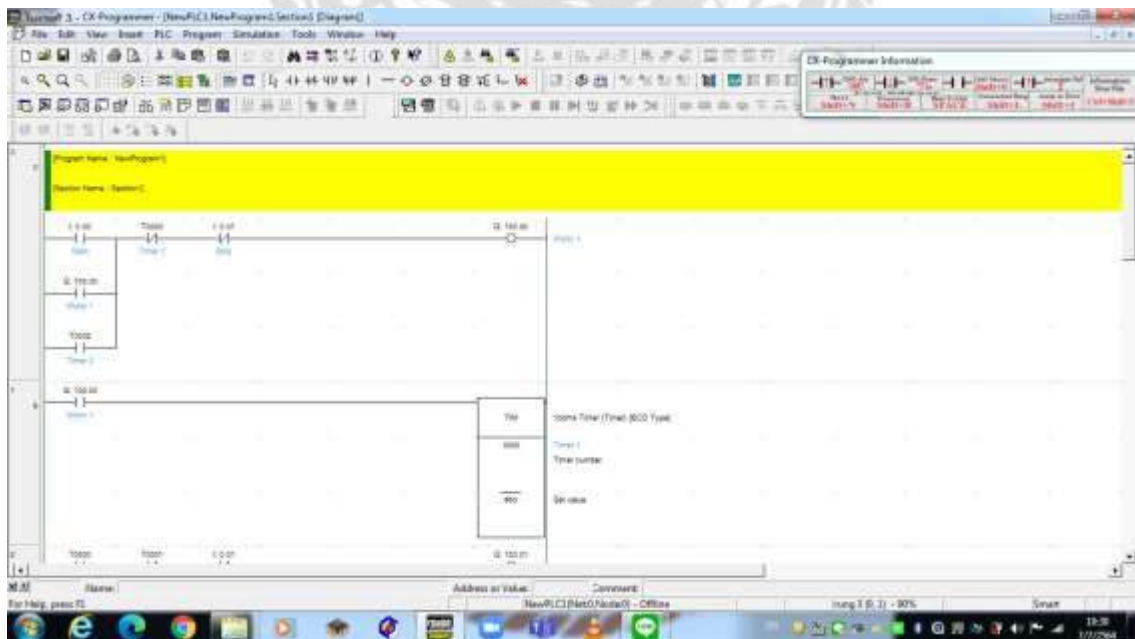


รูปที่ 4.35 วงจรควบคุมการทำงานของมอเตอร์แบบเรียงลำดับ ( Sequence Run )



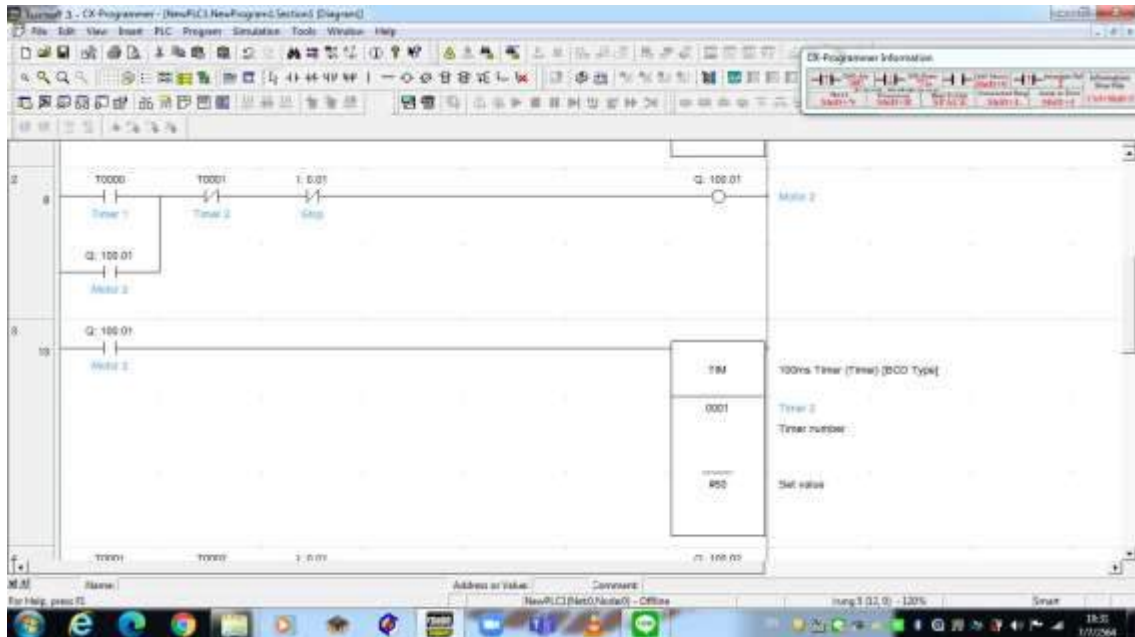
รูปที่ 4.36 วงจร Ladder Diagram การทำงานมอเตอร์แบบเรียงลำดับ ( Sequence Run )

สร้างไฟล์งานจาก Ladder Diagram ลงใน CX-Programmer

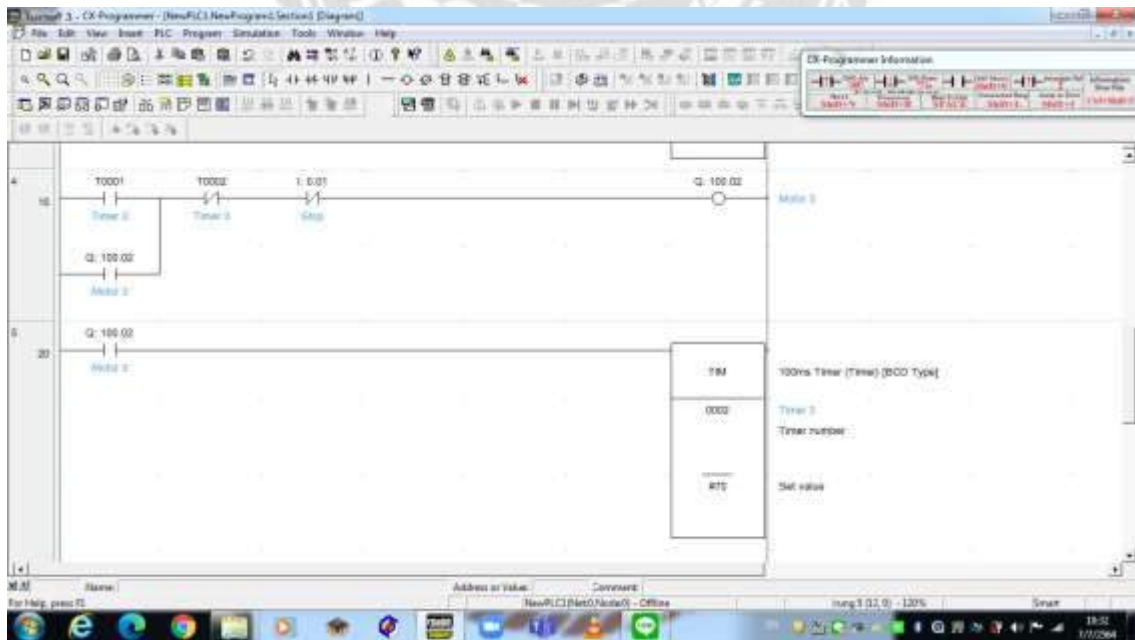


รูปที่ 4.37 Ladder Diagram วงจรเรียงลำดับใน CX-Programmer





รูปที่ 4.38 Ladder Diagram วงจรเรียงลำดับใน CX-Programmer ( ต่อ 1 )



รูปที่ 4.39 Ladder Diagram วงจรเรียงลำดับใน CX-Programmer ( ต่อ 2 )

ตารางที่ 4.7 ผลการทดลองวงจรควบคุมมอเตอร์แบบเรียงลำดับของ PLC ( Sequence Run )

การกด สวิตซ์ PLC	การทำงานของอุปกรณ์							
	24v K1	K1	H1	24v K2	K2	H2	M1	M2
Input PLC Start	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✗
Start หรือ 5 sec.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Input PLC Stop	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗

✓ = ทำงาน

H1 = หลอดไฟ 1

K1 = คอนแทคเตอร์ 1

M1 = มอเตอร์ 1

✗ = ไม่ทำงาน

H2 = หลอดไฟ 2

K2 = คอนแทคเตอร์ 2

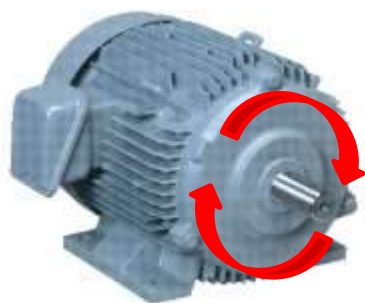
M2 = มอเตอร์ 2

Input PLC Stop = สวิตซ์ปุ่มกด Stop

24v K1 = รีเลย์ของคอนแทคเตอร์ 1

Input PLC Start = สวิตซ์ปุ่มกด Start

24v K2 = รีเลย์ของคอนแทคเตอร์ 2



รูปที่ 4.40 ขณะที่ M1 ทำงาน



รูปที่ 4.41 ขณะที่ M2 ทำงาน



รูปที่ 4.42 ไฟสถานะก่อน Start วงจร Sequence Run ( PLC )



รูปที่ 4.43 ไฟสถานะ K1 ทำงานเมื่อกด Start ( PLC )



รูปที่ 4.44 ไฟสถานะ K2 ทำงานร่วมกับ K1 หลังจากหน่วงเวลา 5 sec ( PLC )

## ใบงานการทดลองที่ 8

### การควบคุมแบบสตาร์ - เดลต้า ( Star - Delta Starting ) ควบคุมด้วย PLC

#### ทฤษฎี

การสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์เดลต้า คือ ขณะเริ่มสตาร์ทจะให้ขดลวดต่อแบบสตาร์ และเมื่อมอเตอร์หมุนไปด้วยความเร็ว 75% ของความเร็วพิกัดแล้วจึงให้ขดลวดต่อแบบเดลต้า และหลังจากนั้นก็เดินมอเตอร์แบบเดลต้าต่อเนื่องไปจนกระทั่งหยุดมอเตอร์

#### วัตถุประสงค์

1. อธิบายการทำงานของวงจรสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์-เดลต้าได้
2. บอกความหมายของการสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์-เดลต้าได้

#### อุปกรณ์ที่ใช้

F2 = ฟิวส์วงจรควบคุม ( Control fuse )

F3 = โอเวอร์โหลดรีเลย์ ( Overload relay )

Relay 24 v = รีเลย์ 24 โวลต์

Relay 24 v = รีเลย์ 24 โวลต์

Relay 24 v = รีเลย์ 24 โวลต์

K1 = คอนแทคเตอร์หลัก ( Main contactor )

K2 = คอนแทคเตอร์หลัก ( Main contactor )

K3 = คอนแทคเตอร์หลัก ( Main contactor )

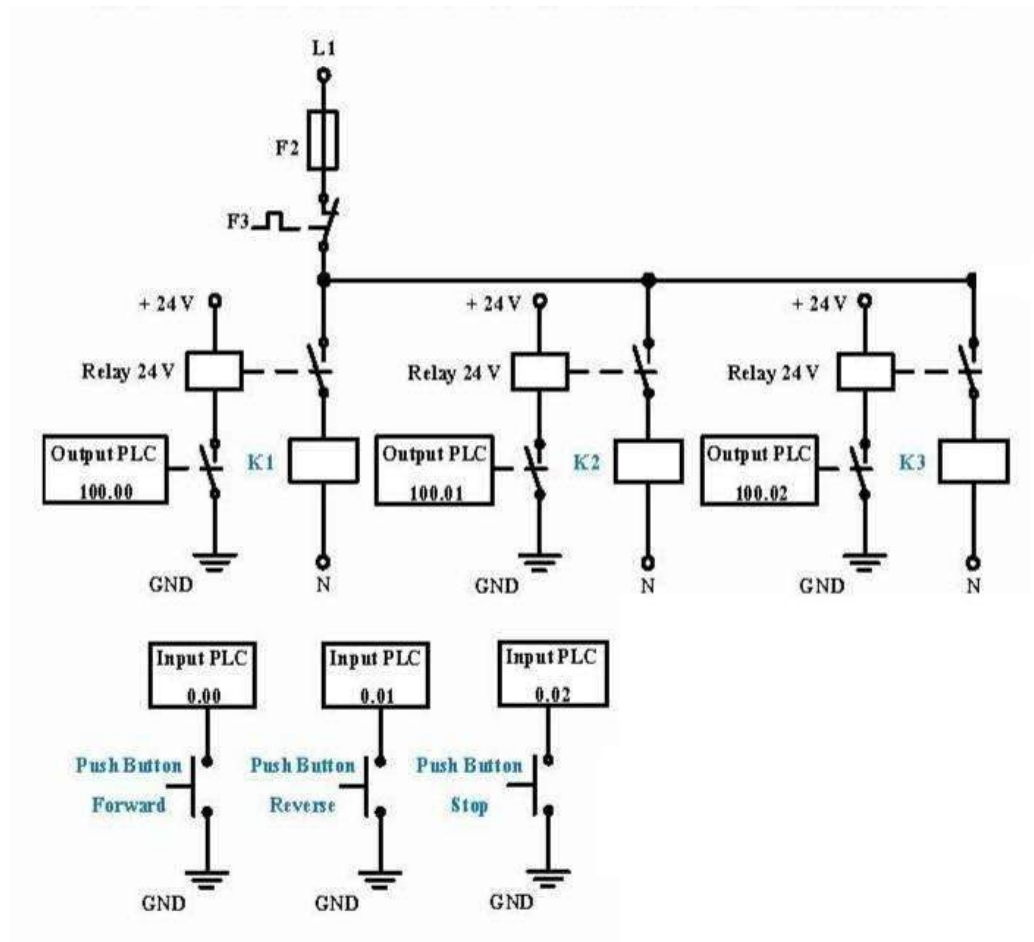
M1 = มอเตอร์สามเฟสแบบเหนี่ยวนำ ( Three phase induction motor )

H1 = หลอดไฟ ( Lamp )

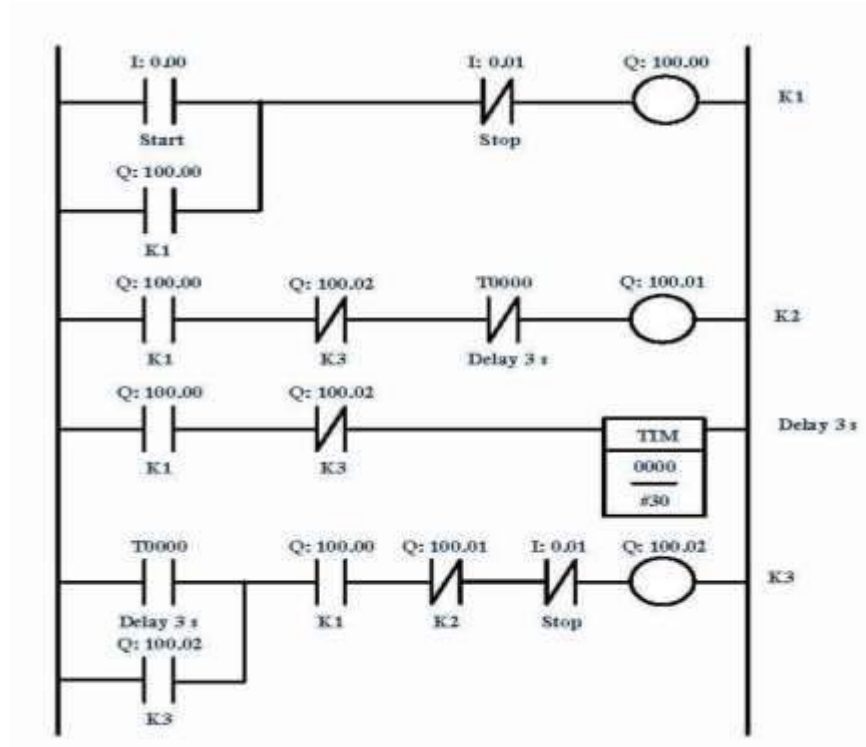
H2 = หลอดไฟ ( Lamp )

### ลักษณะการทำงานของวงจร

1. วงจรอินพุตคือ วงจรไฟฟ้าที่ติดตั้งสวิตช์ปุ่มกด เพื่อควบคุมอินพุตของโปรแกรม
2. โปรแกรมคือ แลคเตอร์ไดอะแกรมที่ออกแบบมาจากการแปลงวงจรควบคุม และ/หรือจากเงื่อนไขการทำงาน และป้อนให้กับ PLC เพื่อควบคุมวงจรเอาต์พุต
3. วงจรเอาต์พุตคือ วงจรไฟฟ้าที่ติดตั้งโดยใช้เอาต์พุตของ PLC ไปควบคุมคอนแทคเตอร์
4. วงจรกำลังคือ วงจรกำลัง ( Power Circuit ) ของการควบคุมมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส

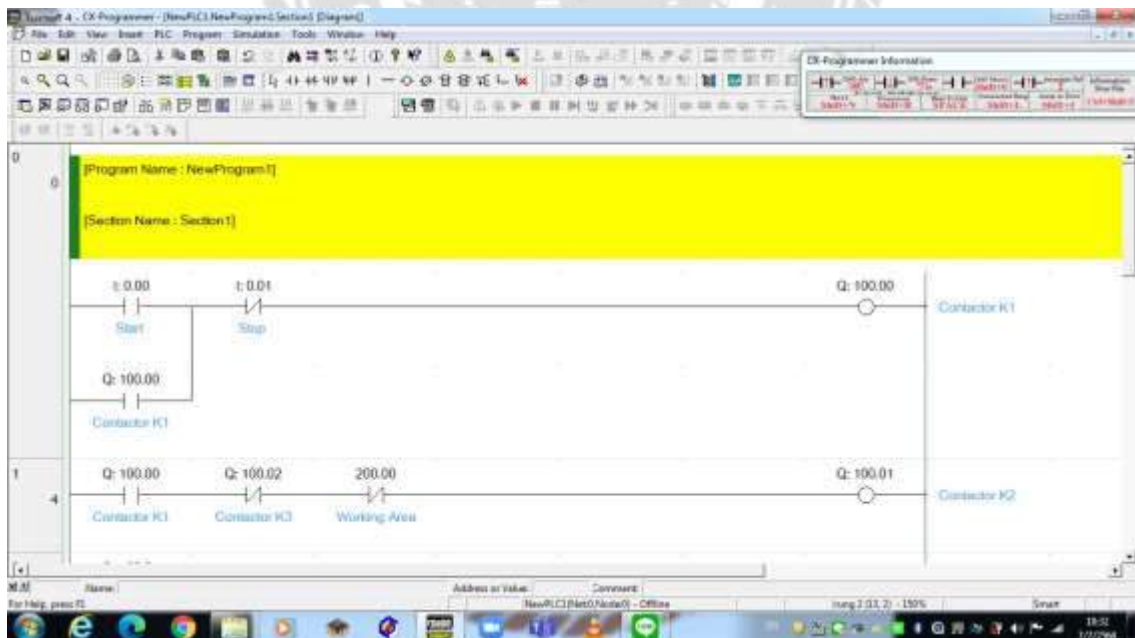


รูปที่ 4.45 วงจรการควบคุมแบบสตาร์ - เดลต้า ( Star - Delta Starting )

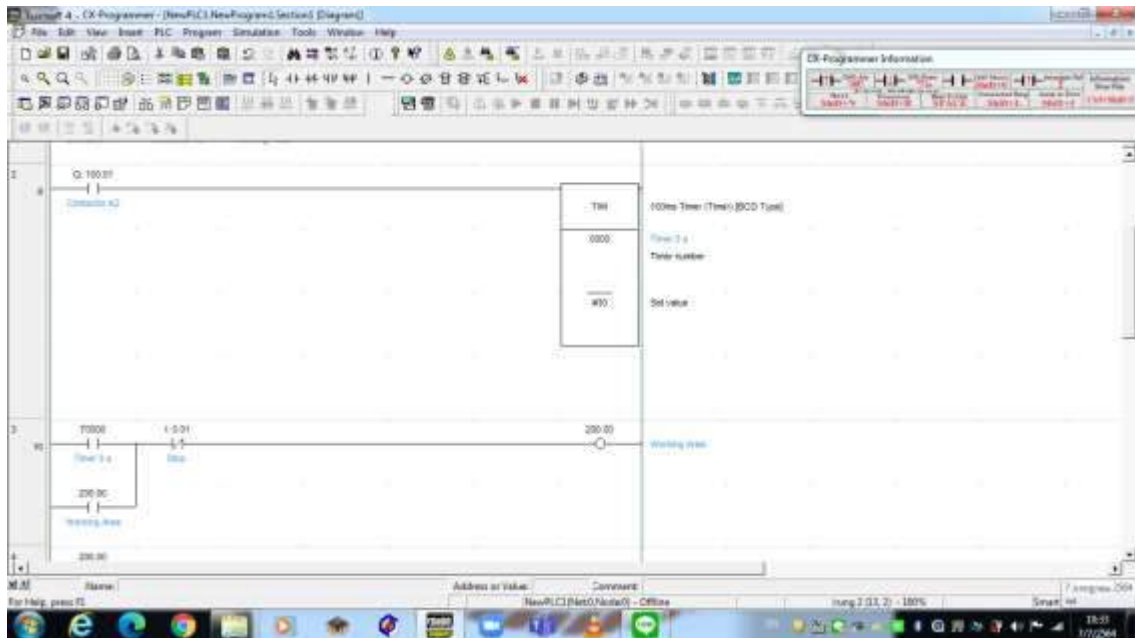


รูปที่ 4.46 วงจร Ladder Diagram การควบคุมแบบสตาร์ - เดลต้า ( Star - Delta Starting )

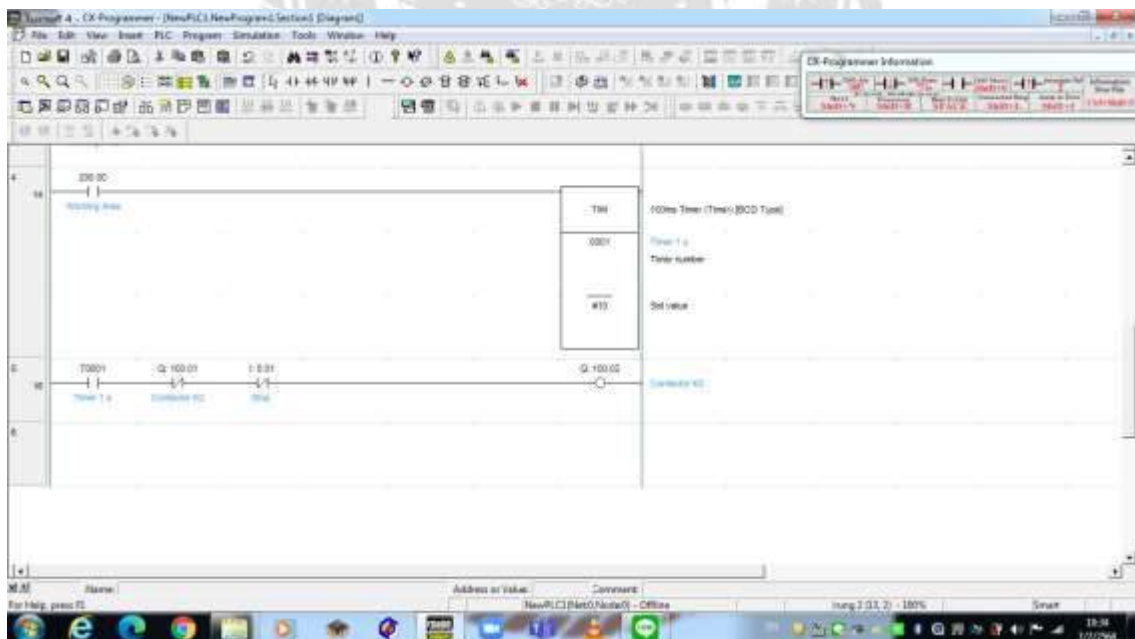
สร้างไฟล์งานจาก Ladder Diagram ลงใน CX-Programmer



รูปที่ 4.47 Ladder Diagram วงจรการควบคุมแบบสตาร์ - เดลต้าใน CX-Programmer



รูปที่ 4.48 Ladder Diagram วงจรการควบคุมแบบสตาร์ – เดลต้าใน CX-Programmer ( ต่อ 1 )



รูปที่ 4.49 Ladder Diagram วงจรการควบคุมแบบสตาร์ – เดลต้าใน CX-Programmer ( ต่อ 2 )



ตารางที่ 4.8 ผลการทดลองวงจรการควบคุมแบบสตาร์ - เดลต้าของ PLC ( Star - Delta Starting )

การกด สวิทช์ PLC	การทำงานของอุปกรณ์									
	24v K1	K1	H1	24v K2	K2	H2	24v K3	K3	H3	M1
Input PLC Start	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓
Start หรือ 5 sec.	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓
Input PLC Stop	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗

✓ = ทำงาน

✗ = ไม่ทำงาน

M1 = มอเตอร์ 1

Input PLC Stop = สวิทช์ปุ่มกด Stop

Input PLC Start = สวิทช์ปุ่มกด Start

H1 = หลอดไฟ 1

H2 = หลอดไฟ 2

H3 = หลอดไฟ 3

24v K1 = รีเลย์ของคอนแทคเตอร์ 1

24v K2 = รีเลย์ของคอนแทคเตอร์ 2

K1 = คอนแทคเตอร์ 1

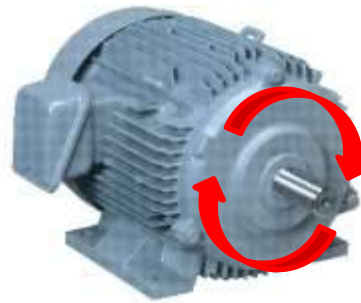
K2 = คอนแทคเตอร์ 2

K3 = คอนแทคเตอร์ 3

24v K3 = รีเลย์ของคอนแทคเตอร์ 3



รูปที่ 4.50 ขณะที่ M1 ทำงานสตาร์ด้วยสตาร์



รูปที่ 4.51 ขณะที่ M1 ทำงานรันเดลต้า



รูปที่ 4.52 ไฟสถานะก่อน Start วงจร Star - Delta Starting ( PLC )



รูปที่ 4.53 ไฟสถานะ K1 , K2 ทำงานเมื่อกด Start ( PLC ) ( Run Star )



รูปที่ 4.54 ไฟสถานะ K1 , K3 ทำงานเมื่อหน่วงเวลา 5 sec ( PLC ) ( Run Delta )

## บทที่ 5

### สรุปและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผล

การออกแบบและสร้างชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ 3 เฟสด้วยแมกเนติกคอนแทคเตอร์และพีแอลซี ที่ได้สร้างขึ้นในส่วนของควบคุมด้วยแมกเนติกคอนแทคเตอร์และพีแอลซีร่วมด้วยเพื่อเป็นใบงานในการทดลองที่สามารถจะทำการสตาร์ทควบคุมมอเตอร์สามเฟสโดยวงจรควบคุมแบบต่างๆ อาทิเช่น

- 5.1.1 การสตาร์ทมอเตอร์โดยตรง
- 5.1.2 การควบคุมการกลับทางหมุนมอเตอร์
- 5.1.3 การควบคุมการทำงานมอเตอร์แบบเรียงลำดับ
- 5.1.4 การควบคุมแบบสตาร์-เดลต้า

#### 5.2 ปัญหาที่พบ

- 5.1.1 การต่อสายเข้าแมกเนติกคอนแทคเตอร์ค่อนข้างลำบาก
- 5.1.2 หาอุปกรณ์ที่ตรงตามสเปกค่อนข้างยาก
- 5.2.3 ตู้คอนโทรลมีขนาดเล็กติดตั้งอุปกรณ์ลำบาก

#### 5.3 ข้อเสนอแนะ

- 5.3.1 เพิ่มขนาดของตู้คอนโทรล
- 5.3.2 เปลี่ยนยี่ห้อแมกเนติกคอนแทคเตอร์

## บรรณานุกรม

บริษัท แฟ็คโตมาร์ท จำกัด. (2562). แมกเนติกคอนแทกเตอร์คืออะไร และทำงานได้อย่างไร.

เข้าถึงได้จาก <https://mall.factomart.com/principle-of-magnetic-contactor/>

บริษัท แฟ็คโตมาร์ท จำกัด. (2562). หลักการทำงานของฟิวส์ (Fuse).

เข้าถึงได้จาก <https://mall.factomart.com/principle-of-fuse/>

บริษัท แฟ็คโตมาร์ท จำกัด. (2562). หลักการทำงานของ Push Button Switch.

เข้าถึงได้จาก <https://mall.factomart.com/principle-of-push-button-switch/>

บริษัท แฟ็คโตมาร์ท จำกัด. (2562). หลักการทำงานง่ายๆ ของ Timer Relay.

เข้าถึงได้จาก <https://mall.factomart.com/principle-of-timer-relay/>

มหาวิทยาลัยสยาม. (2555). งานวิจัยการออกแบบและสร้างชุดทดลองควบคุมด้วยแมกเนติก.

เข้าถึงได้จาก [http://www.research-system.siam.edu/2013-12-20-04-23-17/284-2013-12-20-](http://www.research-system.siam.edu/2013-12-20-04-23-17/284-2013-12-20-05-58-68)

05-58-68

Advance Electronic Training Center. (2558). PLC คืออะไร. เข้าถึงได้จาก

<http://www.advance-electronic.com/blog/detail/113/th/PLC>

Fon. (2558). โอเวอร์ โหลดรีเลย์ (Over Load relay) คืออะไร. เข้าถึงได้จาก

<http://www.fonengineering.com/over-load-relay/>

Gooyaabi Templates. (2559). Relay คืออะไร. เข้าถึงได้จาก

<https://bedroomlearning.blogspot.com/2016/10/relay.html>



# ภาคผนวก

# ใบงานที่ 1

## การควบคุมมอเตอร์แบบสตาร์ทโดยตรง ( Direct Start Motor Control )

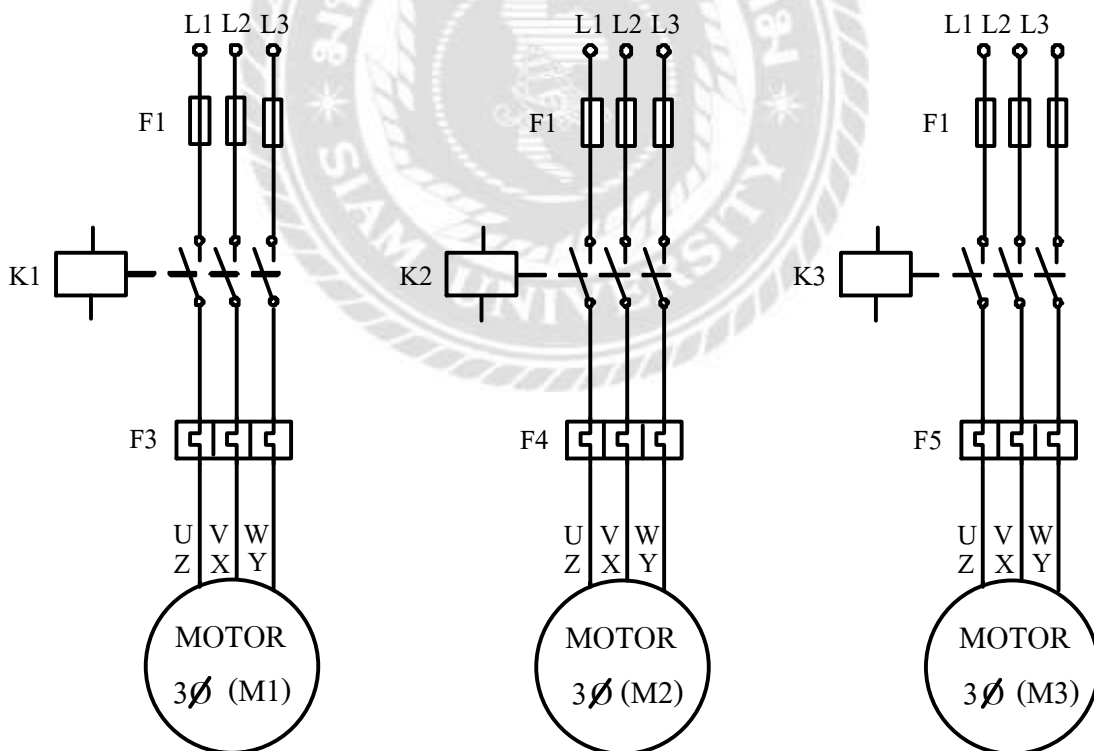
### วัตถุประสงค์การทดลอง

1. สามารถออกแบบและต่อวงจรเพื่อควบคุมมอเตอร์แบบสตาร์ทโดยตรงด้วย Magnetic Contactor ได้
2. อธิบายการควบคุมมอเตอร์แบบสตาร์ทโดยตรงด้วย Magnetic Contactor ได้

### อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

- |                               |    |      |
|-------------------------------|----|------|
| 1. Magnetic Contactor         | 3  | ตัว  |
| 2. Push Button Switch (Start) | 3  | ตัว  |
| 3. Push Button Switch (Stop)  | 3  | ตัว  |
| 4. Motor 3 Phases 380 V/660 V | 3  | ตัว  |
| 5. สายต่อวงจร                 | 36 | เส้น |

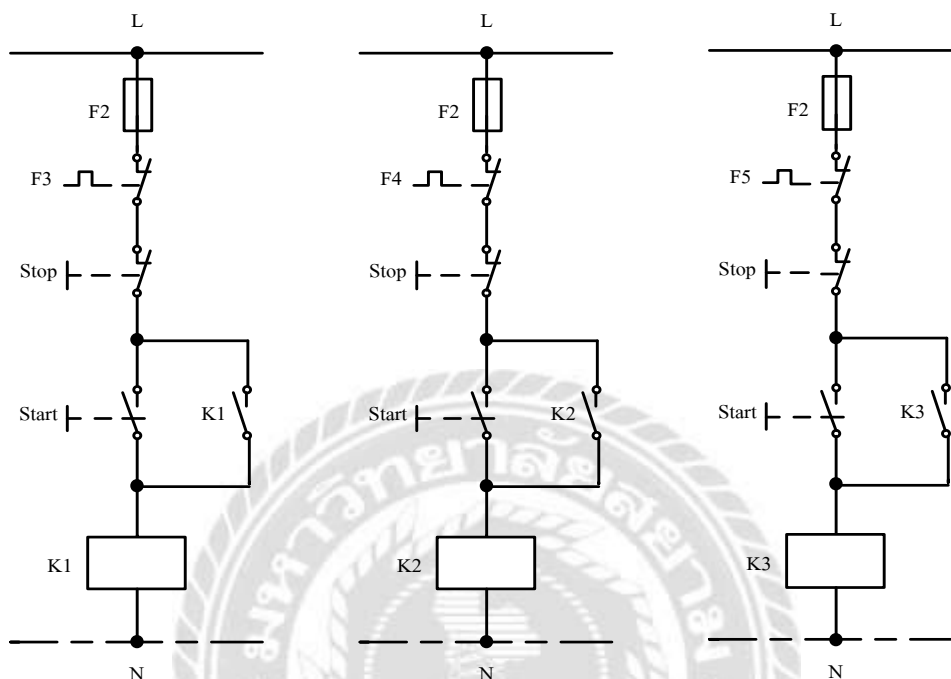
### Power Circuit of Direct Start 3 Motors Control



## ใบงานที่ 1

### การควบคุมมอเตอร์แบบสตาร์ทโดยตรง ( Direct Start Motor Control )

#### Control Circuit of Direct Start 3 Motors Control



#### เงื่อนไขการควบคุม

ใช้สวิตช์แบบกดติด-ปล่อยดับ (Push Button Switch) ในการ Start และ Stop มอเตอร์ โดยมีเงื่อนไขการควบคุมดังนี้

1. กดสวิตช์ Start M1 จะสั่งงานให้มอเตอร์ M1 ทำงาน
2. กดสวิตช์ Stop M1 จะสั่งงานให้มอเตอร์ M1 หยุดทำงาน
3. กดสวิตช์ Start M2 จะสั่งงานให้มอเตอร์ M2 ทำงาน
4. กดสวิตช์ Stop M2 จะสั่งงานให้มอเตอร์ M2 หยุดทำงาน
5. กดสวิตช์ Start M3 จะสั่งงานให้มอเตอร์ M3 ทำงาน
6. กดสวิตช์ Stop M3 จะสั่งงานให้มอเตอร์ M3 หยุดทำงาน

#### ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต้องวงจรควบคุมตาม Control Circuit แล้วทดลองการทำงานของ Magnetic Contactor ตามเงื่อนไขการควบคุม

2. ต้องวงจรกำลังตาม Power Circuit แล้วทดลองการทำงานของ Motor ตามเงื่อนไขการควบคุมแล้วสรุปผลการทดลอง

ใบงานที่ 1

**การควบคุมมอเตอร์แบบสตาร์ทโดยตรง  
( Direct Start Motor Control )**

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

จงออกแบบวงจรกำลังและวงจรควบคุม ที่มีเงื่อนไขการควบคุมดังนี้

1. กดสวิตช์ Start M1 จะสั่งงานให้มอเตอร์ M1 ทำงาน
2. กดสวิตช์ Start M2 จะสั่งงานให้มอเตอร์ M2 ทำงาน
3. กดสวิตช์ Start M3 จะสั่งงานให้มอเตอร์ M3 ทำงาน
4. กดสวิตช์ Stop จะสั่งงานให้มอเตอร์ทุกตัวหยุดทำงาน

**Power Circuit**



ใบงานที่ 1

**การควบคุมมอเตอร์แบบสตาร์ทโดยตรง**



	<b>( Direct Start Motor Control )</b>
--	---------------------------------------

**Control Circuit**



## ใบงานที่ 2

### การควบคุมมอเตอร์แบบกลับทางหมุน ( Reversing Direction Motor Control )

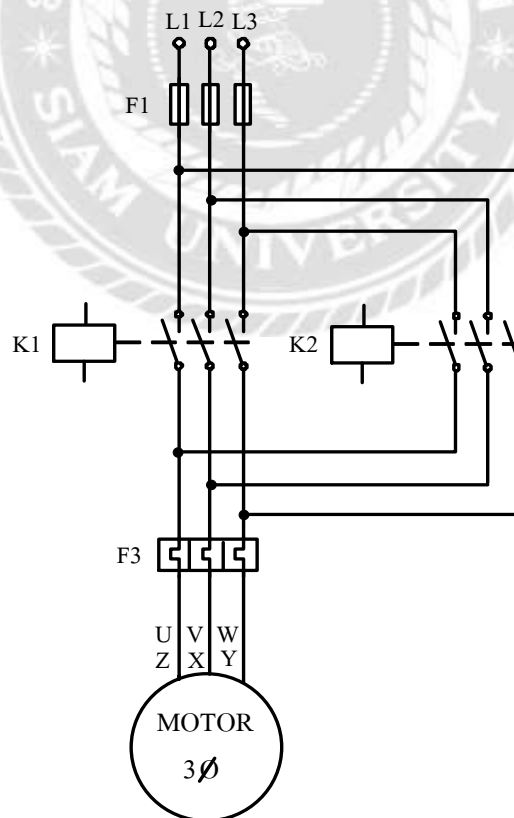
#### วัตถุประสงค์การทดลอง

1. สามารถออกแบบและต่อวงจรเพื่อควบคุมมอเตอร์แบบกลับทางหมุนด้วย Magnetic Contactor ได้
2. อธิบายการควบคุมมอเตอร์แบบกลับทางหมุนด้วย Magnetic Contactor ได้

#### อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. Magnetic Contactor	2	ตัว
2. Push Button Switch (Forward)	1	ตัว
3. Push Button Switch (Reverse)	1	ตัว
3. Push Button Switch (Stop)	1	ตัว
4. Motor 3 Phases 380 V/660 V	1	ตัว
5. สายต่อวงจร	25	เส้น

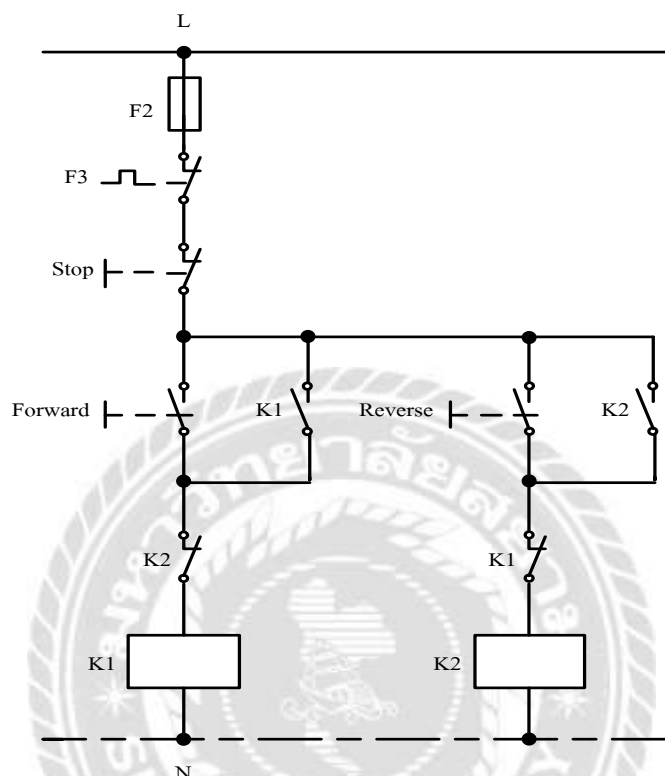
#### Power Circuit of Reversing Direction Motor Control



## ใบงานที่ 2

### การควบคุมมอเตอร์แบบกลับทางหมุน ( Reversing Direction Motor Control )

#### Control Circuit of Reversing Direction Motor Control



#### เงื่อนไขการควบคุม

ใช้สวิตช์แบบกดติด-ปล่อยดับ (Push Button Switch) ควบคุมการกลับทางหมุนมอเตอร์ โดยมีเงื่อนไขการควบคุมดังนี้

1. กดสวิตช์ Forward จะสั่งงานให้มอเตอร์หมุนตามเข็มนาฬิกา
2. กดสวิตช์ Stop จะสั่งงานให้มอเตอร์หยุดทำงาน
3. กดสวิตช์ Reverse จะสั่งงานให้มอเตอร์หมุนทวนเข็มนาฬิกา
4. เมื่อต้องการกลับทางหมุนมอเตอร์ให้กดสวิตช์ Stop ก่อนจึงสามารถกลับทางหมุนได้

#### ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่วงจรควบคุมตาม Control Circuit แล้วทดลองการทำงานของ Magnetic Contactor ตาม

#### เงื่อนไขการควบคุม

2. ต่วงจรกำลังตาม Power Circuit แล้วทดลองการทำงานของ Motor ตามเงื่อนไขการควบคุมแล้วสรุปผลการทดลอง

## ใบงานที่ 2

### การควบคุมมอเตอร์แบบกลับทางหมุน ( Reversing Direction Motor Control )

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

จงออกแบบวงจรกำลังและวงจรควบคุม ที่มีเงื่อนไขการควบคุมดังนี้

1. กดสวิตช์ Forward จะสั่งงานให้มอเตอร์หมุนตามเข็มนาฬิกา
2. กดสวิตช์ Stop จะสั่งงานให้มอเตอร์หยุดทำงาน
3. กดสวิตช์ Reverse จะสั่งงานให้มอเตอร์หมุนทวนเข็มนาฬิกา
4. เมื่อต้องการกลับทางหมุนมอเตอร์ไม่ต้องกดสวิตช์ Stop ก่อน สามารถกลับทางหมุนได้

ทันที

Power Circui



ใบงานที่ 2

การควบคุมมอเตอร์แบบกลับทางหมุน  
( Reversing Direction Motor Control )

Control Circuit



### ใบงานที่ 3

## การควบคุมมอเตอร์แบบทำงานเรียงลำดับ ( Sequence Run Motor Control )

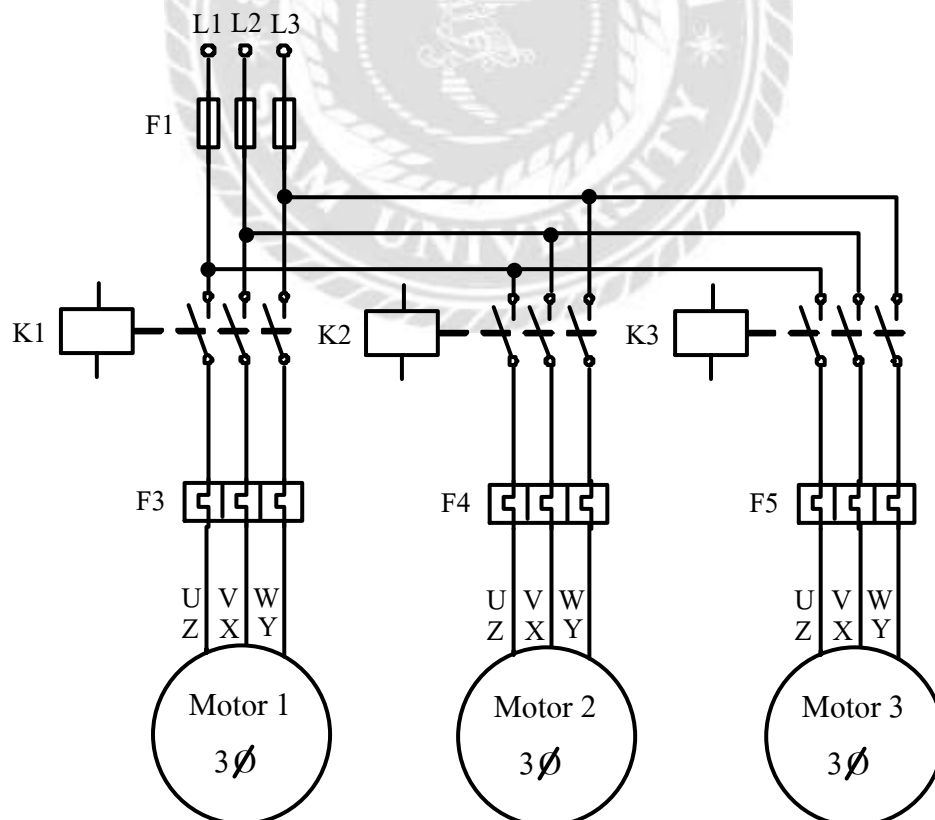
วัตถุประสงค์การทดลอง

1. สามารถออกแบบและต่อวงจรเพื่อควบคุมมอเตอร์แบบทำงานเรียงลำดับด้วย Magnetic Contactor ได้
2. อธิบายการควบคุมมอเตอร์แบบทำงานเรียงลำดับด้วย Magnetic Contactor ได้

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. Magnetic Contactor	3	ตัว
2. Push Button Switch (Start)	1	ตัว
3. Push Button Switch (Stop)	1	ตัว
4. Timer Relay (sec)	3	ตัว
5. Motor 3 Phases 380 V/660 V	3	ตัว
6. สายต่อวงจร	45	เส้น

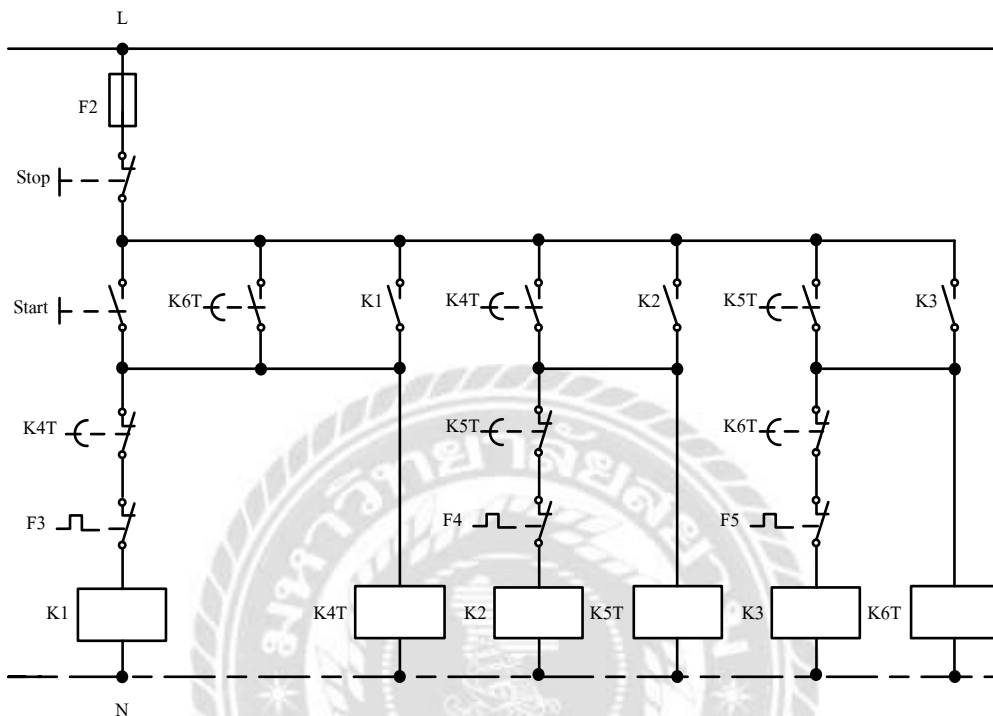
### Power Circuit of Sequence Run Motor Control



### ใบงานที่ 3

## การควบคุมมอเตอร์แบบทำงานเรียงลำดับ ( Sequence Run Motor Control )

### Control Circuit of Sequence Run Motor Control



### เงื่อนไขการควบคุม

ใช้สวิตช์แบบกดติด-ปล่อยดับ (Push Button Switch) ควบคุมการทำงานของมอเตอร์แบบ Sequence Run โดยมีเงื่อนไขการควบคุมดังนี้

1. กดสวิตช์ Start จะสั่งงานให้มอเตอร์ตัวที่ 1 หมุนเป็นเวลา 3 ชั่วโมงแล้วหยุดหมุน จากนั้นมอเตอร์ตัวที่ 2 หมุนเป็นเวลา 5 ชั่วโมงแล้วหยุดหมุน จากนั้นมอเตอร์ตัวที่ 3 หมุนเป็นเวลา 7 ชั่วโมงแล้วหยุดหมุน แล้ววนซ้ำไปที่มอเตอร์ตัวที่ 1 หมุนซ้ำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ

2. กดสวิตช์ Stop จะสั่งงานให้มอเตอร์ทุกตัวหยุดหมุน

**หมายเหตุ.** ในการทดลองเปลี่ยนหน่วยเวลาจากชั่วโมงเป็นวินาที

### ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่วงจรควบคุมตาม Control Circuit แล้วทดลองการทำงานของ Magnetic Contactor ตามเงื่อนไขการควบคุม

2. ต่วงจรกำลังตาม Power Circuit แล้วทดลองการทำงานของ Motor ตามเงื่อนไขการควบคุมแล้วสรุปผลการทดลอง

### ใบงานที่ 3

## การควบคุมมอเตอร์แบบทำงานเรียงลำดับ ( Sequence Run Motor Control )

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

จงออกแบบวงจรกำลังและวงจรควบคุม ที่มีเงื่อนไขการควบคุมดังนี้

1. กดสวิตช์ Start จะสั่งงานให้มอเตอร์ตัวที่ 1 เริ่มทำงาน หลังจากนั้นเป็นเวลา 5 วินาที มอเตอร์ตัวที่ 2 เริ่มทำงาน หลังจากนั้นเป็นเวลาอีก 5 วินาทีมอเตอร์ตัวที่ 3 เริ่มทำงาน
2. กดสวิตช์ Stop จะสั่งงานให้มอเตอร์ทุกตัวหยุดทำงาน

**Power Circuit**





ใบงานที่ 3

การควบคุมมอเตอร์แบบทำงานเรียงลำดับ  
( Sequence Run Motor Control )

Control Circuit



## ใบงานที่ 4

# การควบคุมมอเตอร์แบบสตาร์ที่สตาร์รันเดลต้า ( Start Star Run Delta Motor Control )

### วัตถุประสงค์การทดลอง

1. สามารถออกแบบและต่อวงจรเพื่อควบคุมมอเตอร์แบบสตาร์ที่สตาร์รันเดลต้าด้วย

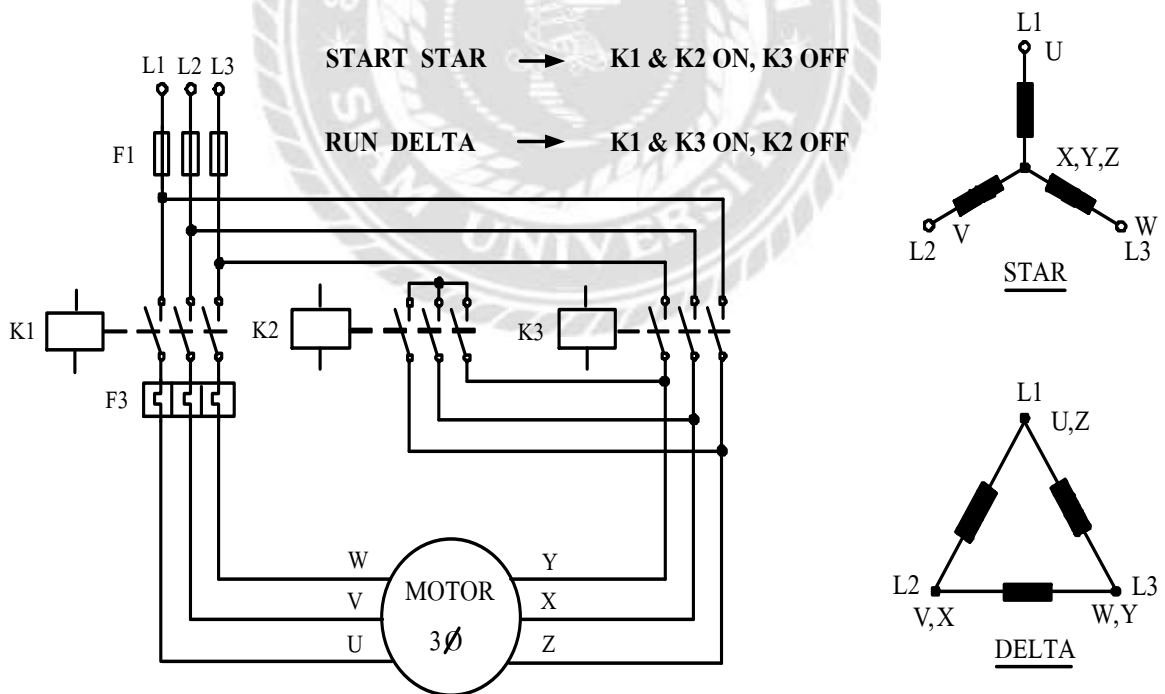
Magnetic Contactor ได้

2. อธิบายการควบคุมมอเตอร์แบบสตาร์ที่สตาร์รันเดลต้าด้วย Magnetic Contactor ได้

### อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. Magnetic Contactor	3	ตัว
2. Push Button Switch (Start)	1	ตัว
3. Push Button Switch (Stop)	1	ตัว
4. Timer Relay (sec)	1	ตัว
5. Motor 3 Phases 380 V/660 V	1	ตัว
6. สายต่อวงจร	31	เส้น

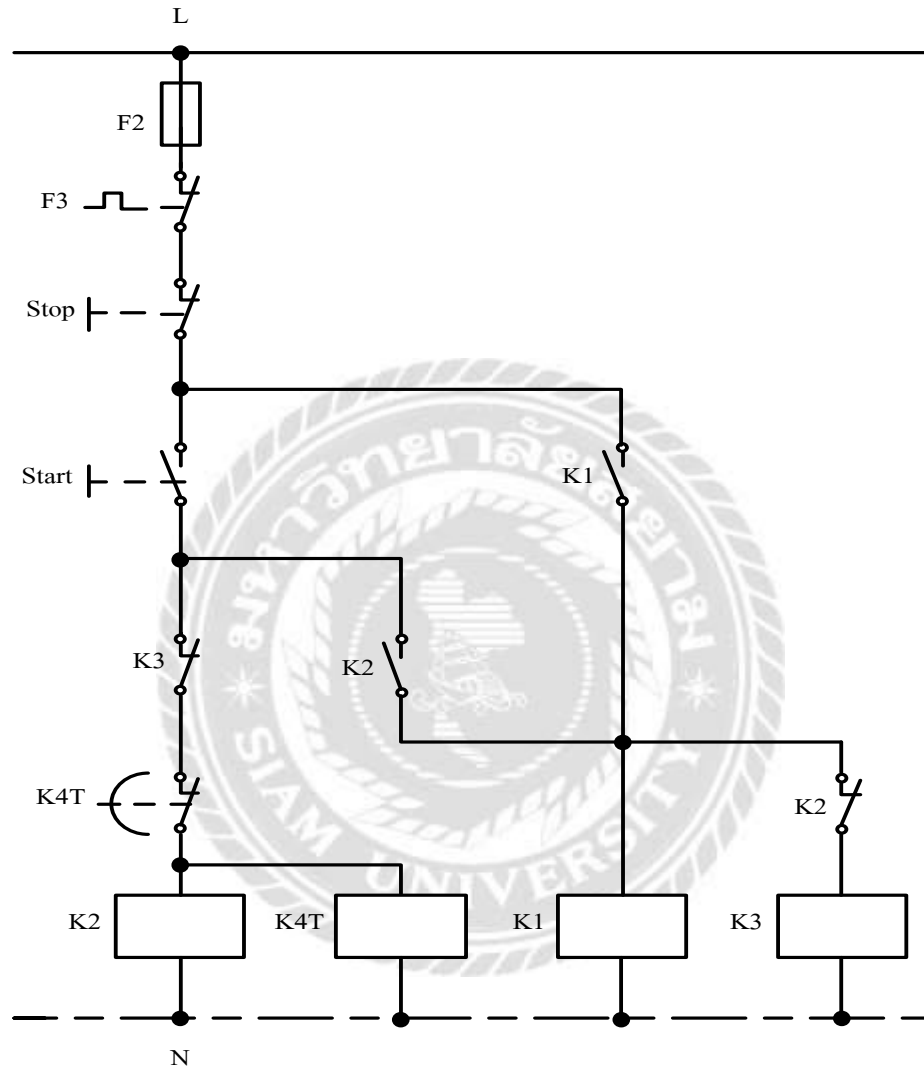
### Power Circuit of Start Star Run Delta Motor Control



## ใบงานที่ 4

### การควบคุมมอเตอร์แบบสตาร์ทสตาร์รันเดลต้า ( Start Star Run Delta Motor Control )

#### Control Circuit of Start Star Run Delta Motor Control



#### เงื่อนไขการควบคุม

ใช้สวิตช์แบบกดติด-ปล่อยดับ (Push Button Switch) ควบคุมการทำงานของมอเตอร์แบบสตาร์ทสตาร์รันเดลต้า โดยมีเงื่อนไขการควบคุมดังนี้

1. กดสวิตช์ Start จะสั่งงานให้มอเตอร์สตาร์ทโดยขดลวดของมอเตอร์ 3 เฟสต่อวงจรแบบสตาร์ (K1 และ K2 ทำงาน ส่วน K3 ไม่ทำงาน) หลังจากนั้น 3 วินาที มอเตอร์รันโดยขดลวดของมอเตอร์ 3 เฟสต่อวงจรแบบเดลต้า (K1 และ K3 ทำงาน ส่วน K2 ไม่ทำงาน)

2. กดสวิตช์ Stop จะสั่งงานให้มอเตอร์หยุดหมุน

## ใบงานที่ 4

### การควบคุมมอเตอร์แบบสตาร์ทสตาร์รันเดลต้า ( Start Star Run Delta Motor Control )

#### ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อบางจรควบคุมตาม Control Circuit แล้วทดลองการทำงานของ Magnetic Contactor ตามเงื่อนไขการควบคุม

2. ต่อบางจรกำลังตาม Power Circuit แล้วทดลองการทำงานของ Motor ตามเงื่อนไขการควบคุมแล้วสรุปผลการทดลอง

#### สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

#### คำถามท้ายการทดลอง

จงออกแบบวงจรกำลังและวงจรควบคุม ที่มีเงื่อนไขการควบคุมคือ Reversing after Stop & Start Star Run Delta

#### Power Circuit



ใบงานที่ 4

การควบคุมมอเตอร์แบบสตาร์ทสตาร์รันเดลต้า  
( Start Star Run Delta Motor Control )

Control Circuit



## ใบงานที่ 5

# การควบคุมมอเตอร์แบบสตาร์ทโดยตรง ( Direct Start Motor Control )

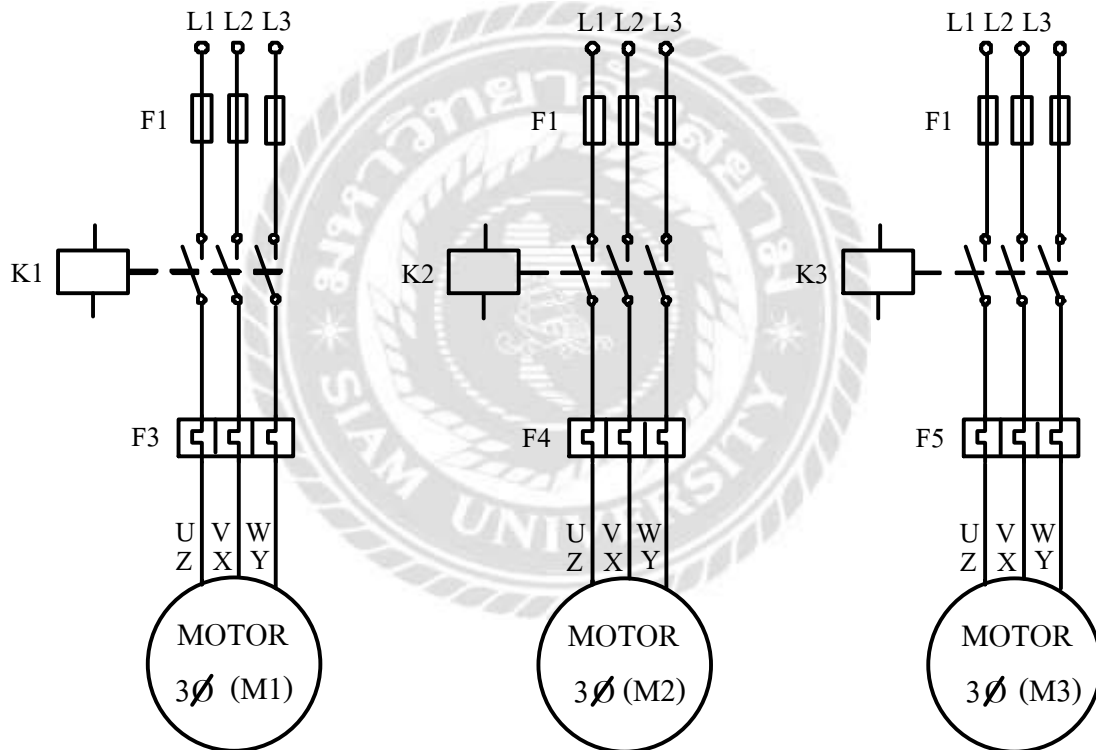
วัตถุประสงค์การทดลอง

1. สามารถเขียน Ladder Diagram เพื่อควบคุมมอเตอร์แบบสตาร์ทโดยตรงได้
2. อธิบายการควบคุมมอเตอร์แบบสตาร์ทโดยตรงด้วย PLC ได้

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ชุดทดลอง PLC รุ่น CP1L
2. PC ที่มีโปรแกรม CX-Programmer

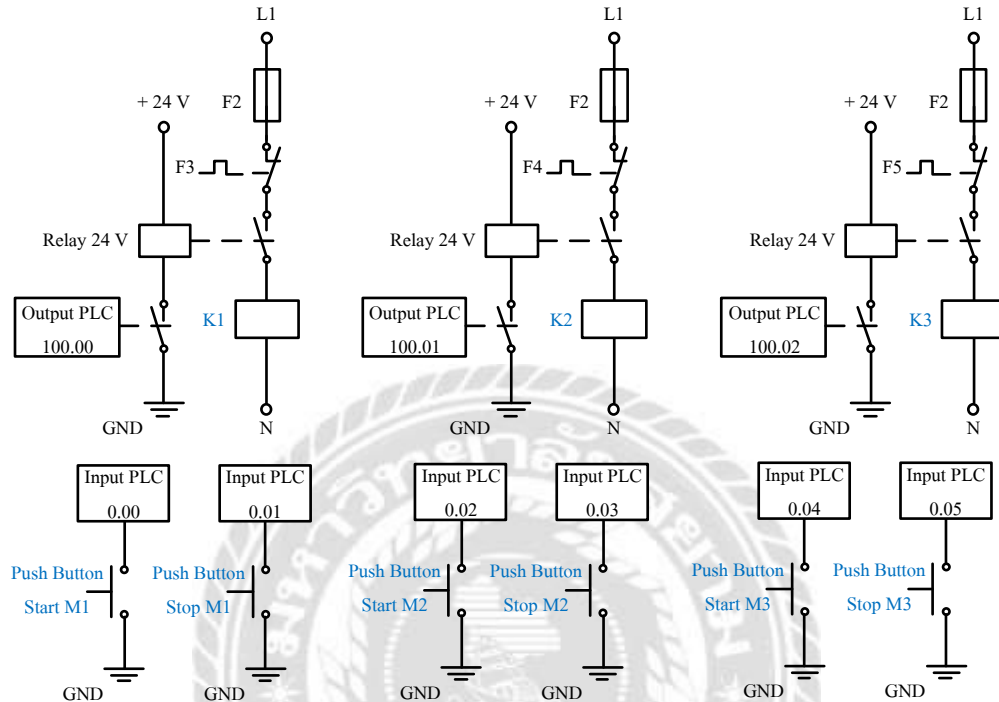
### Power Circuit of Direct Start 3 Motors Control



## ใบงานที่ 5

### การควบคุมมอเตอร์แบบสตาร์ทโดยตรง ( Direct Start Motor Control )

#### Control Circuit of Direct Start 3 Motors Control



#### เงื่อนไขการควบคุม

ใช้สวิตช์แบบกดติด-ปล่อยดับ (Push Button Switch) ในการ Start และ Stop มอเตอร์ โดยมีเงื่อนไขการควบคุมดังนี้

1. กดสวิตช์ Start M1 จะสั่งงานให้มอเตอร์ M1 ทำงาน
2. กดสวิตช์ Stop M1 จะสั่งงานให้มอเตอร์ M1 หยุดทำงาน
3. กดสวิตช์ Start M2 จะสั่งงานให้มอเตอร์ M2 ทำงาน
4. กดสวิตช์ Stop M2 จะสั่งงานให้มอเตอร์ M2 หยุดทำงาน
5. กดสวิตช์ Start M3 จะสั่งงานให้มอเตอร์ M3 ทำงาน
6. กดสวิตช์ Stop M3 จะสั่งงานให้มอเตอร์ M3 หยุดทำงาน

#### ลำดับขั้นการทดลอง

1. กำหนดแอดเดรสของอินพุต/เอาต์พุตลงในตาราง
2. สร้างไฟลิ่งงานจาก Ladder Diagram ลงใน CX-Programmer
3. ต่อชุดทดลอง PLC กับ PC แล้ว Down Load Program ลงชุดทดลอง PLC
4. ทำการทดลองตามเงื่อนไขการควบคุมแล้วสรุปผลการทดลอง

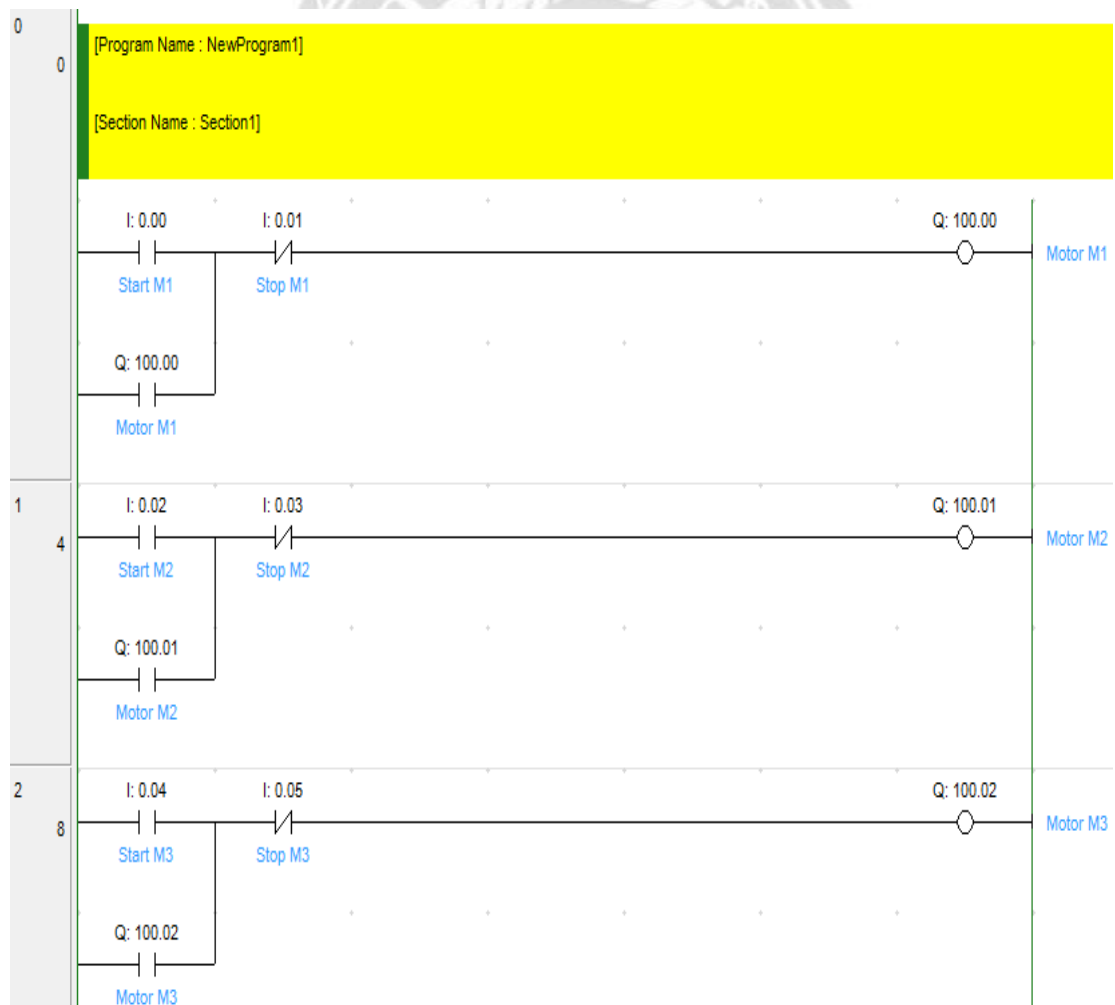
## ใบงานที่ 5

### การควบคุมมอเตอร์แบบสตาร์ทโดยตรง ( Direct Start Motor Control )

กำหนดอินพุต/เอาต์พุตดังนี้

Input Name	Address	Output Name	Address
1.		1.	
2.		2.	
3.		3.	
4.			
5.			
6.			

#### Ladder Diagram





**ใบงานที่ 5**
**การควบคุมมอเตอร์แบบสตาร์ทโดยตรง  
( Direct Start Motor Control )**

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

จงออกแบบ Ladder Diagram ที่มีเงื่อนไขการควบคุมดังนี้

1. กดสวิตช์ Start M1 จะสั่งงานให้มอเตอร์ M1 ทำงาน
2. กดสวิตช์ Start M2 จะสั่งงานให้มอเตอร์ M2 ทำงาน
3. กดสวิตช์ Start M3 จะสั่งงานให้มอเตอร์ M3 ทำงาน
4. กดสวิตช์ Stop จะสั่งงานให้มอเตอร์ทุกตัวหยุดทำงาน

**Ladder Diagram**



## ใบงานที่ 6

### การควบคุมมอเตอร์แบบกลับทางหมุน ( Reversing Direction Motor Control )

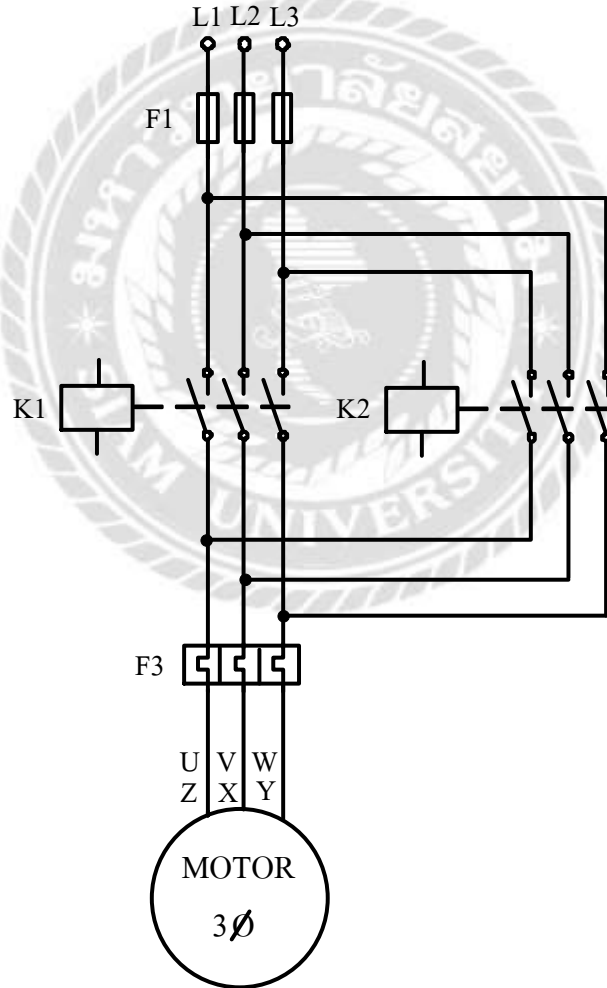
วัตถุประสงค์การทดลอง

1. สามารถเขียน Ladder Diagram เพื่อควบคุมมอเตอร์แบบกลับทางหมุนได้
2. อธิบายการควบคุมมอเตอร์แบบกลับทางหมุนด้วย PLC ได้

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ชุดทดลอง PLC รุ่น CP1L
2. PC ที่มีโปรแกรม CX-Programmer

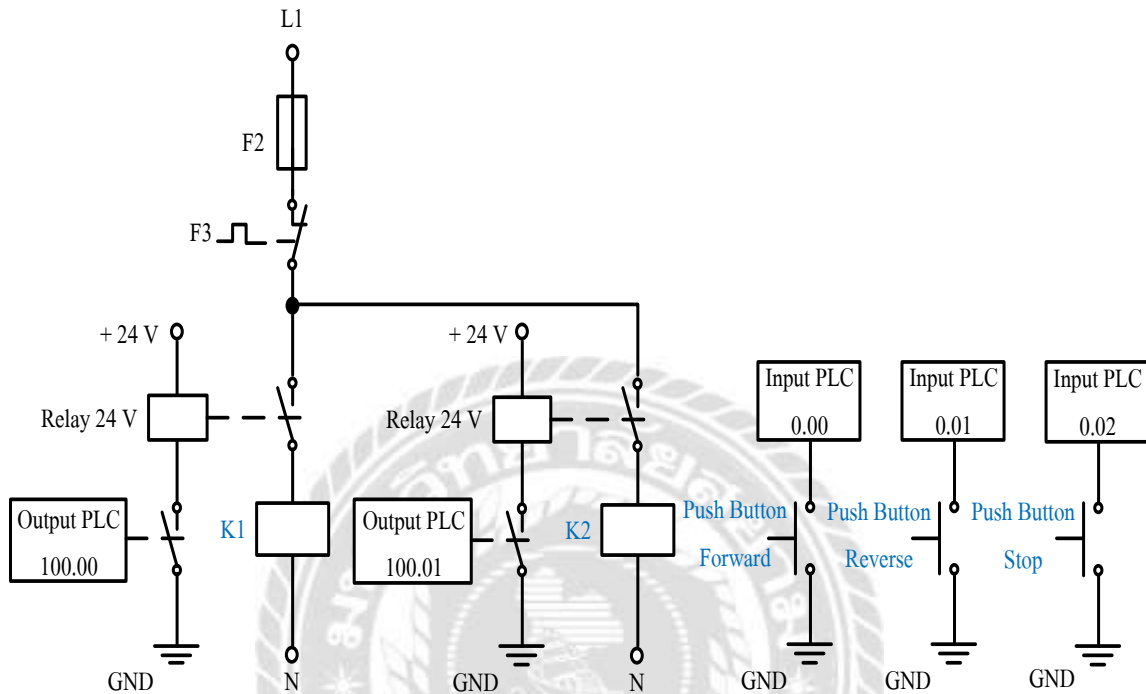
#### Power Circuit of Reversing Direction Motor Control



## ใบงานที่ 6

### การควบคุมมอเตอร์แบบกลับทางหมุน ( Reversing Direction Motor Control )

#### Control Circuit of Reversing Direction Motor Control



#### เงื่อนไขการควบคุม

ใช้สวิตช์แบบกดติด-ปล่อยดับ (Push Button Switch) ควบคุมการกลับทางหมุนมอเตอร์ โดยมีเงื่อนไขการควบคุมดังนี้

1. กดสวิตช์ Forward จะสั่งงานให้มอเตอร์หมุนตามเข็มนาฬิกา
2. กดสวิตช์ Stop จะสั่งงานให้มอเตอร์หยุดทำงาน
3. กดสวิตช์ Reverse จะสั่งงานให้มอเตอร์หมุนทวนเข็มนาฬิกา
4. เมื่อต้องการกลับทางหมุนมอเตอร์ให้กดสวิตช์ Stop ก่อนจึงสามารถกลับทางหมุนได้

#### ลำดับขั้นการทดลอง

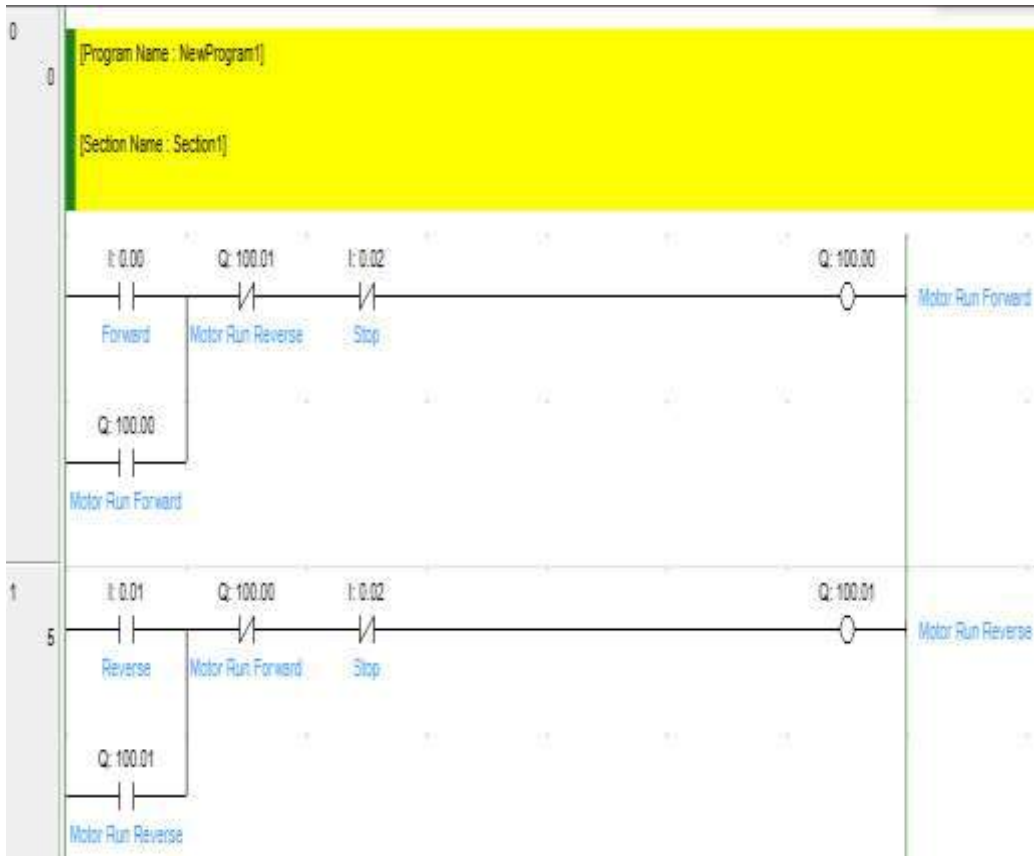
1. กำหนดแอมแปร์ของอินพุต/เอาต์พุตลงในตาราง
2. สร้างไฟลิ่งงานจาก Ladder Diagram ลงใน CX-Programmer
3. ต่อชุดทดลอง PLC กับ PC แล้ว Down Load Program ลงชุดทดลอง PLC
4. ทำการทดลองตามเงื่อนไขการควบคุมแล้วสรุปผลการทดลอง

<b>ใบงานที่ 6</b>	<b>การควบคุมมอเตอร์แบบกลับทางหมุน ( Reversing Direction Motor Control )</b>
-------------------	---

กำหนดอินพุต/เอาต์พุตดังนี้

Input Name	Address	Output Name	Address
1.		1.	
2.		2.	
3.			

**Ladder Diagram**



**สรุปผลการทดลอง**

.....

.....

.....

.....

.....

**ใบงานที่ 6****การควบคุมมอเตอร์แบบกลับทางหมุน  
( Reversing Direction Motor Control )**

คำถามท้ายการทดลอง

จงออกแบบ Ladder Diagram ที่มีเงื่อนไขการควบคุมดังนี้

1. กดสวิตช์ Forward จะสั่งงานให้มอเตอร์หมุนตามเข็มนาฬิกา
2. กดสวิตช์ Stop จะสั่งงานให้มอเตอร์หยุดทำงาน
3. กดสวิตช์ Reverse จะสั่งงานให้มอเตอร์หมุนทวนเข็มนาฬิกา
4. เมื่อต้องการกลับทางหมุนมอเตอร์ไม่ต้องกดสวิตช์ Stop ก่อน สามารถกลับทางหมุนได้

ทันที

**Ladder Diagram**



## ใบงานที่ 7

## การควบคุมมอเตอร์แบบทำงานเรียงลำดับ ( Sequence Run Motor Control )

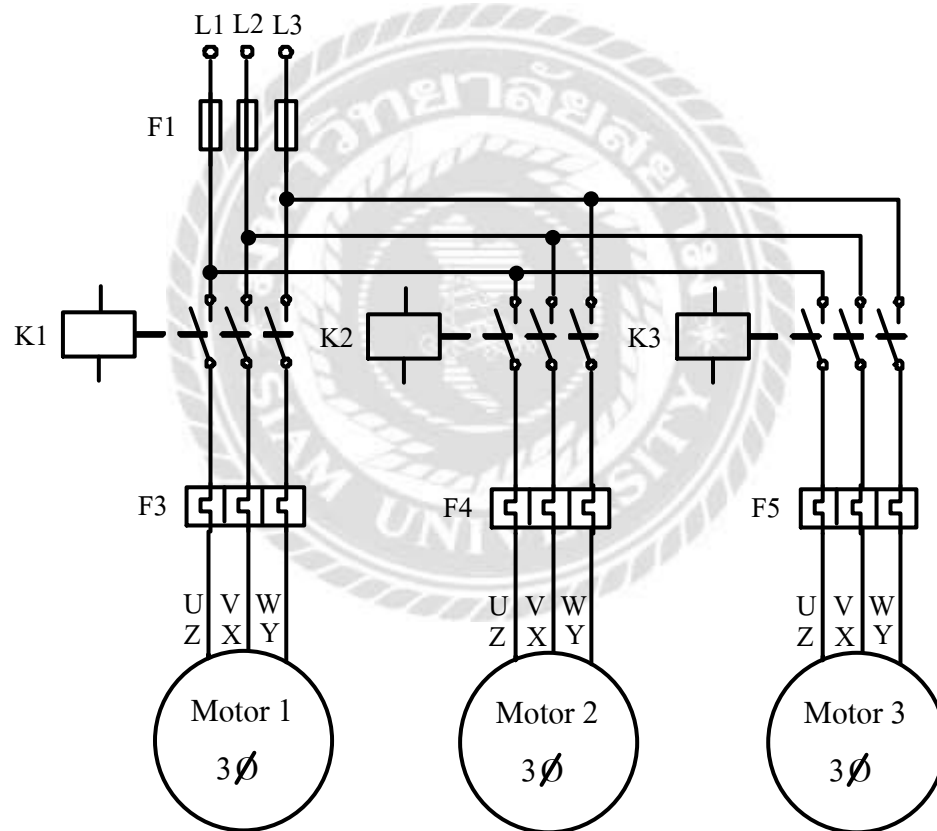
วัตถุประสงค์การทดลอง

1. สามารถเขียน Ladder Diagram เพื่อควบคุมมอเตอร์แบบ Sequence Run ได้
2. อธิบายการควบคุมมอเตอร์แบบ Sequence Run ด้วย PLC ได้

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ชุดทดลอง PLC รุ่น CP1L
2. PC ที่มีโปรแกรม CX-Programmer

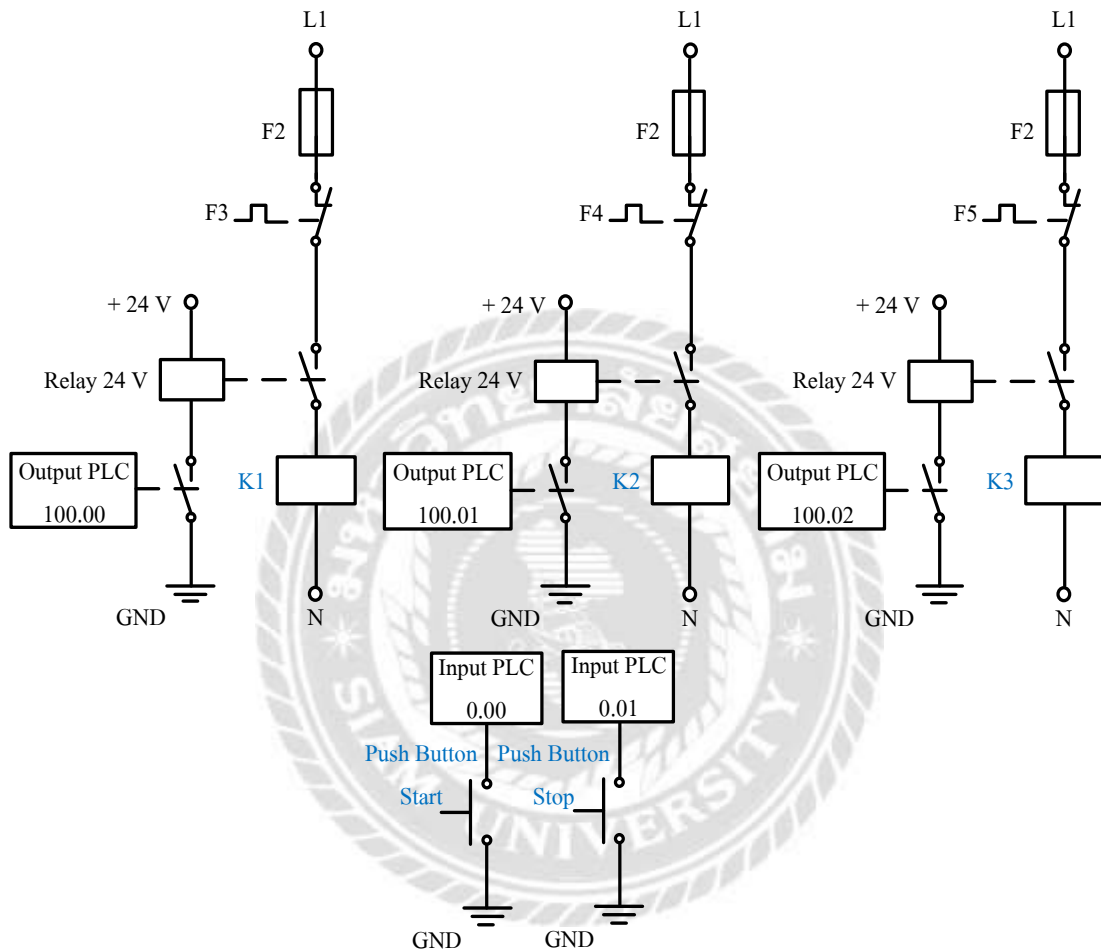
### Power Circuit of Sequence Run Motor Control



## ใบงานที่ 7

### การควบคุมมอเตอร์แบบทำงานเรียงลำดับ ( Sequence Run Motor Control )

#### Control Circuit of Sequence Run Motor Control



#### เงื่อนไขการควบคุม

ใช้สวิตช์แบบกดติด-ปล่อยดับ (Push Button Switch) ควบคุมการทำงานของมอเตอร์แบบ Sequence Run โดยมีเงื่อนไขการควบคุมดังนี้

1. กดสวิตช์ Start จะสั่งงานให้มอเตอร์ตัวที่ 1 หมุนเป็นเวลา 3 ชั่วโมงแล้วหยุดหมุน จากนั้นมอเตอร์ตัวที่ 2 หมุนเป็นเวลา 5 ชั่วโมงแล้วหยุดหมุน จากนั้นมอเตอร์ตัวที่ 3 หมุนเป็นเวลา 7 ชั่วโมงแล้วหยุดหมุน แล้ววนซ้ำไปที่มอเตอร์ตัวที่ 1 หมุนซ้ำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ

2. กดสวิตช์ Stop จะสั่งงานให้มอเตอร์ทุกตัวหยุดหมุน

**หมายเหตุ.** ในการทดลองเปลี่ยนหน่วยเวลาจากชั่วโมงเป็นวินาที

## ใบงานที่ 7

### การควบคุมมอเตอร์แบบทำงานเรียงลำดับ ( Sequence Run Motor Control )

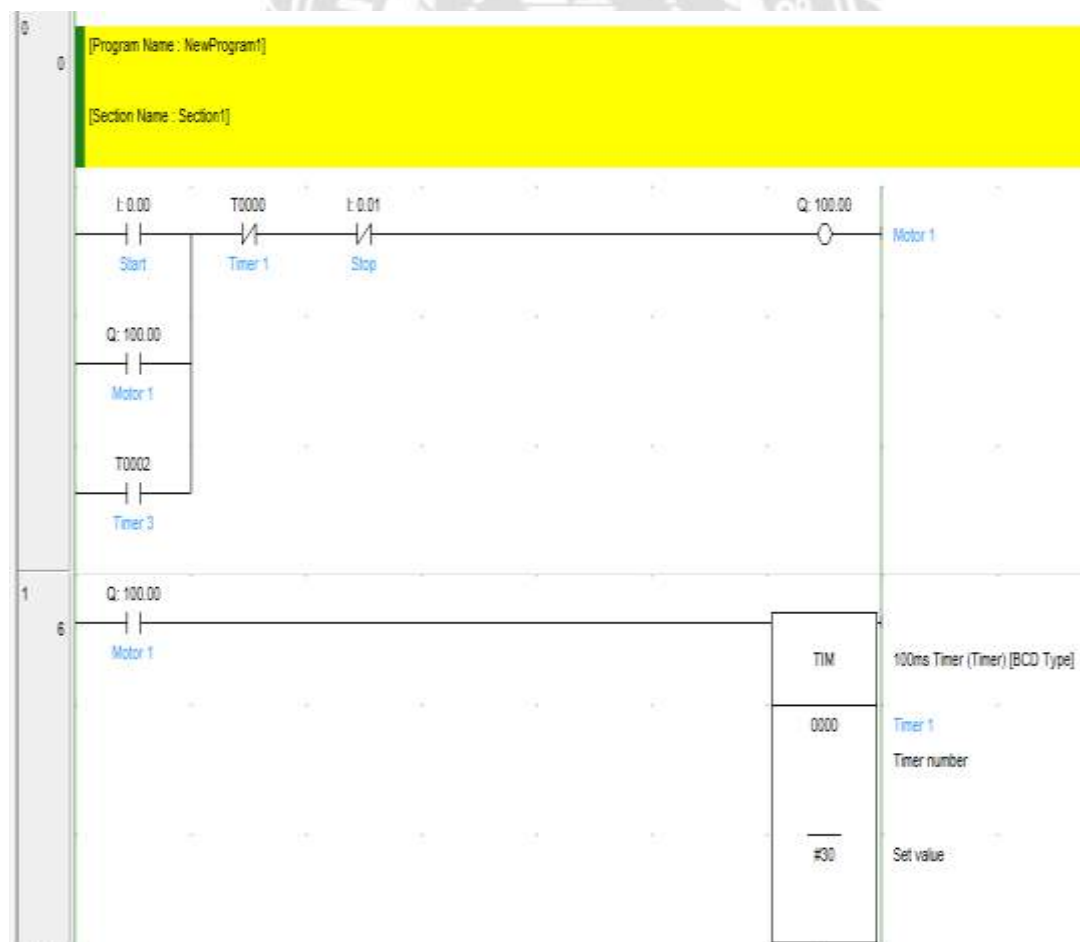
#### ลำดับขั้นการทดลอง

1. กำหนดแอดเดรสของอินพุต/เอาต์พุตลงในตาราง
2. สร้างไฟลงานจาก Ladder Diagram ลงใน CX-Programmer
3. ต่อชุดทดลอง PLC กับ PC แล้ว Down Load Program ลงชุดทดลอง PLC
4. ทำการทดลองตามเงื่อนไขการควบคุมแล้วสรุปผลการทดลอง

#### กำหนดอินพุต/เอาต์พุตดังนี้

Input Name	Address	Output Name	Address
1.		1.	
2.		2.	
		3.	

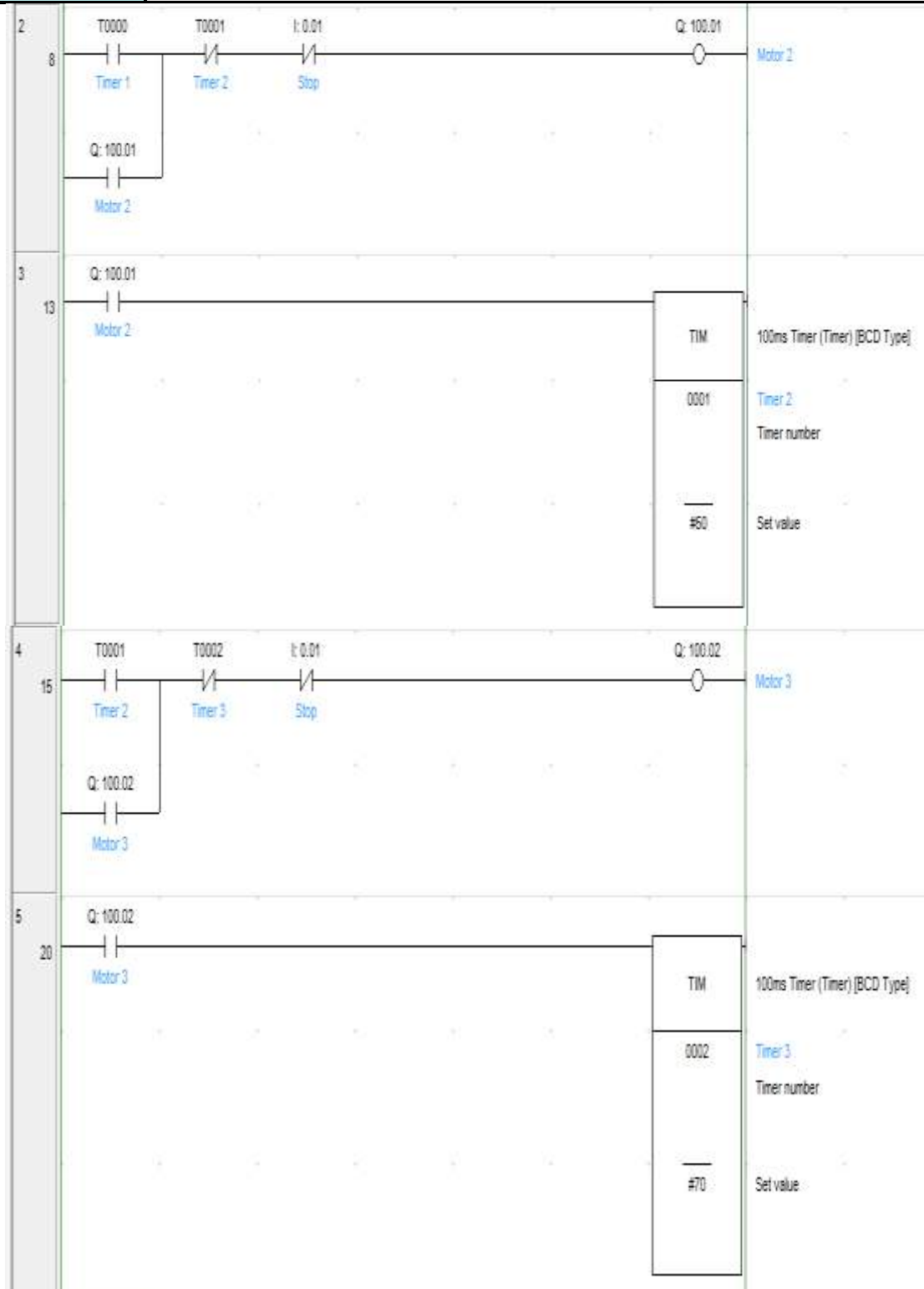
#### Ladder Diagram





## ใบงานที่ 7

### การควบคุมมอเตอร์แบบทำงานเรียงลำดับ ( Sequence Run Motor Control )



## ใบงานที่ 7

### การควบคุมมอเตอร์แบบทำงานเรียงลำดับ ( Sequence Run Motor Control )

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

จงออกแบบ Ladder Diagram เพื่อควบคุมการทำงานของมอเตอร์แบบ Sequence Start โดยมีเงื่อนไขการควบคุมดังนี้

1. กดสวิตช์ Start จะสั่งงานให้มอเตอร์ตัวที่ 1 เริ่มทำงาน หลังจากนั้นเป็นเวลา 5 วินาที มอเตอร์ตัวที่ 2 เริ่มทำงาน หลังจากนั้นเป็นเวลาอีก 5 วินาทีมอเตอร์ตัวที่ 3 เริ่มทำงาน

2. กดสวิตช์ Stop จะสั่งงานให้มอเตอร์ทุกตัวหยุดทำงาน

**Ladder Diagram**



## ใบงานที่ 8

# การควบคุมมอเตอร์แบบสตาร์ทสตาร์รันเดลต้า ( Start Star Run Delta Motor Control )

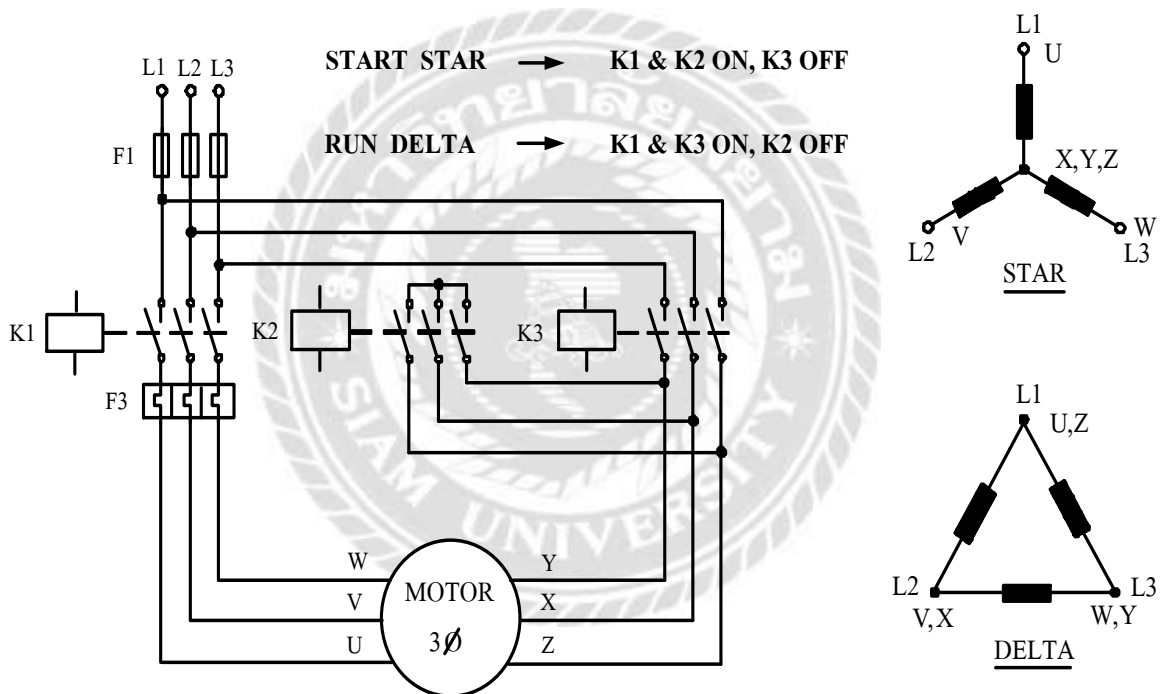
### วัตถุประสงค์การทดลอง

1. สามารถเขียน Ladder Diagram เพื่อควบคุมมอเตอร์แบบสตาร์ทสตาร์รันเดลต้าได้
2. อธิบายการควบคุมมอเตอร์แบบสตาร์ทสตาร์รันเดลต้าด้วย PLC ได้

### อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ชุดทดลอง PLC รุ่น CP1L
2. PC ที่มีโปรแกรม CX-Programmer

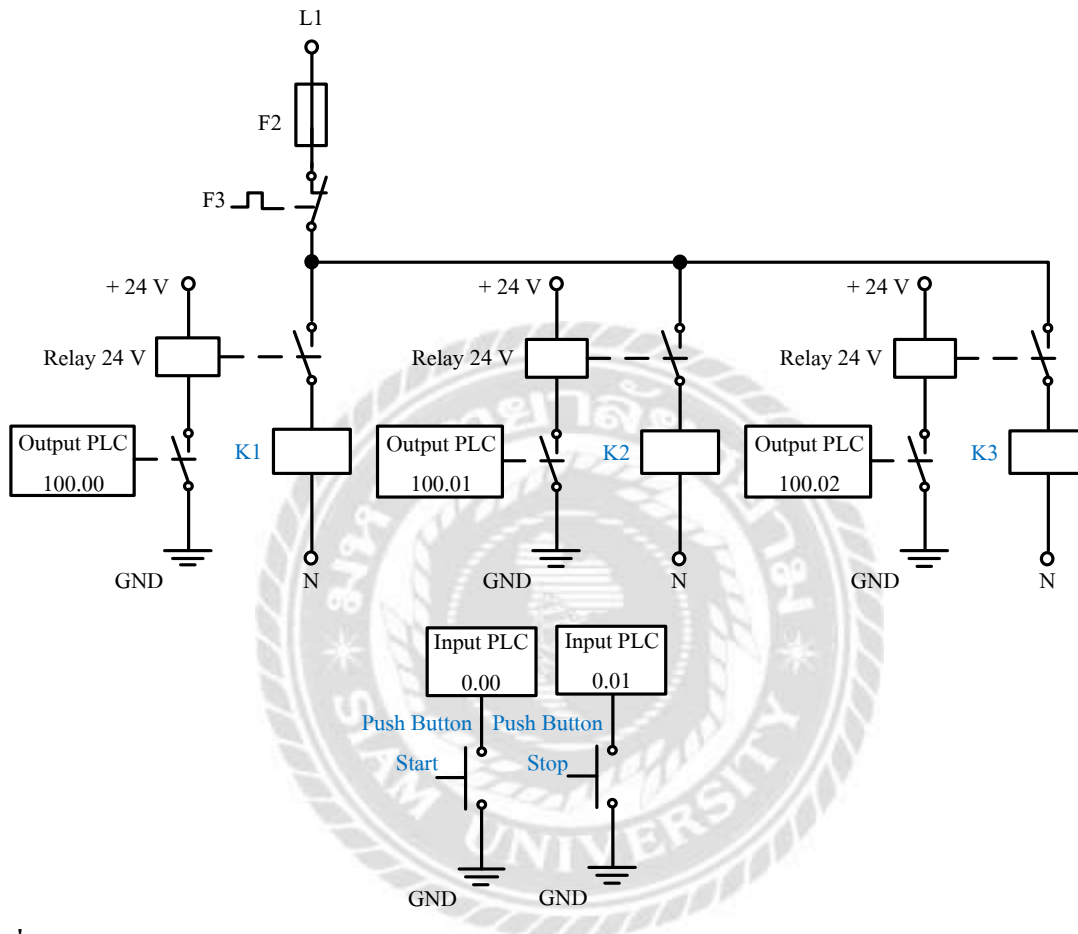
### Power Circuit of Start Star Run Delta Motor Control



## ใบงานที่ 8

### การควบคุมมอเตอร์แบบสตาร์ทสตาร์รันเดลต้า ( Start Star Run Delta Motor Control )

#### Control Circuit of Start Star Run Delta Motor Control



#### เงื่อนไขการควบคุม

ใช้สวิตช์แบบกดติด-ปล่อยดับ (Push Button Switch) ควบคุมการทำงานของมอเตอร์แบบสตาร์ทสตาร์รันเดลต้า โดยมีเงื่อนไขการควบคุมดังนี้

- กดสวิตช์ Start จะสั่งงานให้มอเตอร์สตาร์ทโดยขดลวดของมอเตอร์ 3 เฟสต่อวงจรแบบสตาร์ (Magnetic Contactor K1 และ Magnetic Contactor K2 ทำงานพร้อมกัน) หลังจากนั้น 3 วินาทีมอเตอร์รันโดยขดลวดของมอเตอร์ 3 เฟสต่อวงจรแบบเดลต้า (เพื่อป้องกันไม่ให้ Magnetic Contactor K2 และ K3 ทำงานพร้อมกัน ต้องสั่งให้ Magnetic Contactor K2 off ก่อน 1 วินาที แล้วจึงสั่งให้ Magnetic Contactor K3 on พร้อมกับ Magnetic Contactor K1)
- กดสวิตช์ Stop จะสั่งงานให้มอเตอร์หยุดหมุน

## ใบงานที่ 8

### การควบคุมมอเตอร์แบบสตาร์ทสตาร์รันเดลต้า ( Start Star Run Delta Motor Control )

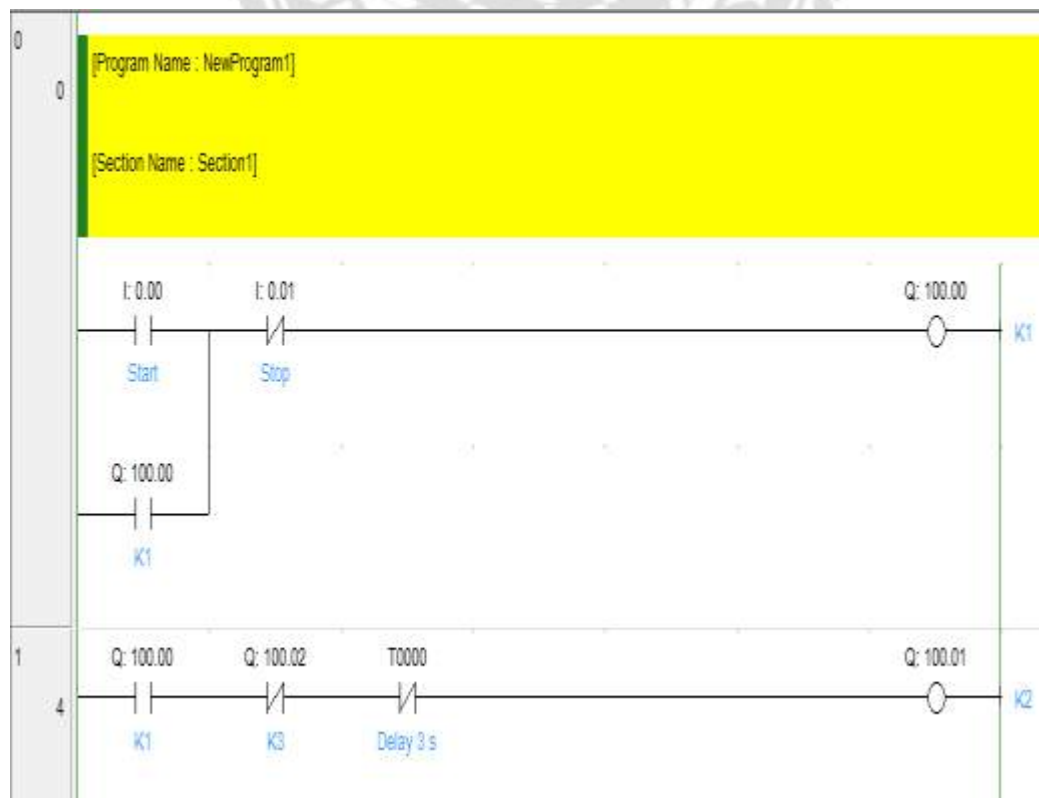
#### ลำดับขั้นการทดลอง

1. กำหนดแอดเดรสของอินพุต/เอาต์พุตลงในตาราง
2. สร้างไฟลิ่งงานจาก Ladder Diagram ลงใน CX-Programmer
3. ต่อชุดทดลอง PLC กับ PC แล้ว Down Load Program ลงชุดทดลอง PLC
4. ทำการทดลองตามเงื่อนไขการควบคุมแล้วสรุปผลการทดลอง

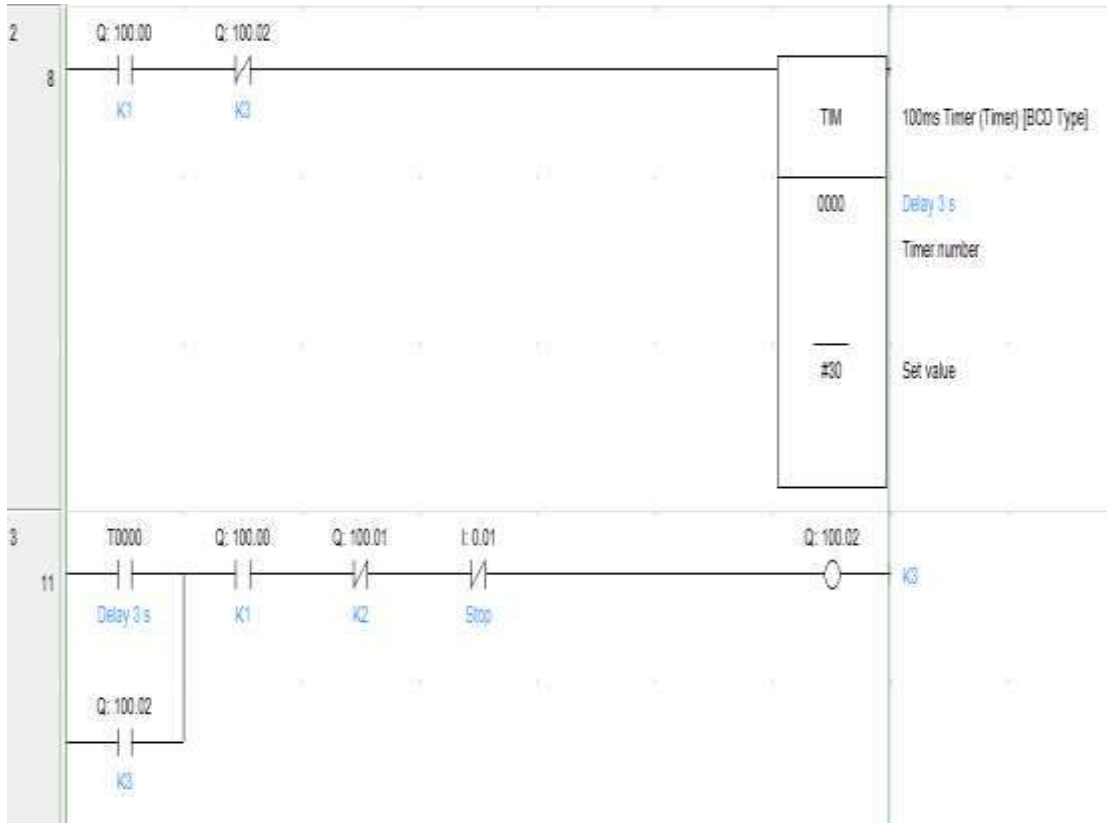
#### กำหนดอินพุต/เอาต์พุตดังนี้

Input Name	Address	Output Name	Address
1.		1.	
2.		2.	
		3.	

#### Ladder Diagram



**ใบงานที่ 8**      **การควบคุมมอเตอร์แบบสตาร์ทสตาร์รันเดลต้า**  
**( Start Star Run Delta Motor Control )**



**สรุปผลการทดลอง**

.....

.....

.....

.....

.....

**คำถามท้ายการทดลอง**

จงออกแบบ Ladder Diagram ที่มีเงื่อนไขการควบคุมคือ Reversing after Stop & Start Star Run Delta

ใบงานที่ 8

การควบคุมมอเตอร์แบบสตาร์ทสตาร์รันเดลต้า  
( Start Star Run Delta Motor Control )

Ladder Diagram



## ประวัติผู้จัดทำ



- ชื่อ - นามสกุล : นายสุรศักดิ์ คำภู
- รหัสนักศึกษา : 6103200001
- คณะ : วิศวกรรมศาสตร์
- สาขา : วิศวกรรมไฟฟ้า
- ที่อยู่ : 819 จรัญสนิทวงศ์ ซอย3 แขวงวัดท่าพระ เขต บางกอกใหญ่  
จังหวัด กรุงเทพมหานคร 10600
- ประวัติการศึกษา
- ปวช-ปวสศึกษา : วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม
- ปริญญาตรี : คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยสยาม



## ประวัติผู้จัดทำ



- ชื่อ – นามสกุล : นายสถาพร สรรพมุง
- รหัสนักศึกษา : 6103200004
- คณะ : วิศวกรรมศาสตร์
- สาขา : วิศวกรรมไฟฟ้า
- ที่อยู่ : 9/1 หมู่ 2 ตำบลคอนกำ อำเภอสรรคบุรี จังหวัดชัยนาท 17140
- ประวัติการศึกษา
- ปวช-ปวสศึกษา : วิทยาลัยการอาชีพอินทร์บุรี
- ปริญญาตรี : คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยสยาม

## ประวัติผู้จัดทำ



- ชื่อ – นามสกุล : นายสุเมธ ทองมี
- รหัสนักศึกษา : 6103200010
- คณะ : วิศวกรรมศาสตร์
- สาขา : วิศวกรรมไฟฟ้า
- ที่อยู่ : 50/88 หมู่2 หมู่บ้านสิรินดา แขวงสามคํา เขตบางขุนเทียน ถนน  
พระราม2 ซอยบางกระดี่ 34 กรุงเทพมหานคร 10150
- ประวัติการศึกษา : วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม
- ปริญญาตรี : คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยสยาม

## ประวัติผู้จัดทำ



- ชื่อ – นามสกุล : นายภาณุเดช เทียนคำ
- รหัสนักศึกษา : 6103220001
- คณะ : วิศวกรรมศาสตร์
- สาขา : วิศวกรรมไฟฟ้า
- ที่อยู่ : 28/4 หมู่ 7 ตำบล วังศาลา อำเภอ ท่าม่วง จังหวัด กาญจนบุรี 71110
- ประวัติการศึกษา
- ปวช-ปวสศึกษา : วิทยาลัยเทคโนโลยีบริหารธุรกิจกาญจนบุรี
- ปริญญาตรี : คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยสยาม