

# การออกแบบวงจรควบคุมมอเตอร์ 3 เฟสโดยใช้แม่เหล็กคอนแทคเตอร์ร่วมกับพีแอลซี

## Design of 3 Phases Motor Control Circuit by Magnetic Contactor and PLC (Programmable Logic Controller)

ไวยพจน์ ศุภวรเสถียร

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยสยาม

E-mail: vyapote.sup@siam.edu

### บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการออกแบบวงจรควบคุมมอเตอร์ 3 เฟสโดยใช้แม่เหล็กคอนแทคเตอร์ร่วมกับพีแอลซี ประกอบไปด้วย 6 วงจร คือ 1. วงจรสตาร์ทตรง 2. วงจรกลับทางหมุนหลังจากหยุด 3. วงจรทำงานตามลำดับ 4. วงจรสตาร์ทตามลำดับ 5. วงจรสตาร์ทสตาร์-รันเดลต้า และ 6. วงจรสตาร์ทสตาร์-รันเดลต้า/กลับทางหมุน ในแต่ละวงจร ประกอบไปด้วย วงจรกำลัง วงจรควบคุมโดยแม่เหล็กคอนแทคเตอร์ วงจรควบคุมโดยพีแอลซีและโปรแกรมแลดเดอร์ไดอะแกรม การทดลองเพื่อหาผลการออกแบบวงจรใช้ชุดทดลองพีแอลซี รุ่น ซีพี1 แอล บริษัทออมนรอน ร่วมกับโปรแกรมซีเ็็กซีโปรแกรมเมอร์ โดยผลการทดสอบเป็นไปตามหลักการที่ได้นำเสนอ

**คำสำคัญ:** การออกแบบวงจรควบคุมมอเตอร์ 3 เฟส แม่เหล็กคอนแทคเตอร์ พีแอลซี

### ABSTRACT

This article presents the design of 3 phases motor control circuit by magnetic contactor and PLC (Programmable Logic Controller). The system composes of 6 circuits (1. direct start circuit, 2. reversing after stop circuit, 3. sequence run circuit, 4. sequence start circuit, 5. start star-run delta circuit and 6. start star-run delta/ reversing circuit). Each circuit composes of power circuit, control circuit by magnetic contactor, control circuit by PLC and ladder diagram program. The experiment for result of the circuit design uses the Omron PLC experiment set version CP1L with CX-Programmer. Test results of the system are according to the proposed principle.

**KEYWORDS:** Design of 3 Phases Motor Control Circuit, Magnetic Contactor, PLC

### บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม มีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็วและมีความต้องการที่จะลด ต้นทุนและเพิ่มผลผลิต ดังนั้นจึงได้มีการนำ PLC (Programmable Logic Controller) มาใช้ในการควบคุม การผลิต เพื่อที่จะทำให้ขบวนการผลิตนั้นมีประสิทธิภาพ สูงสุดและให้ได้งานที่มีคุณภาพเป็นการประหยัดต้นทุน และค่าใช้จ่ายต่างๆ PLC ได้เข้ามามีบทบาทในงาน อุตสาหกรรม ไม่ว่าจะอุตสาหกรรมรถยนต์ อุตสาหกรรม

อาหาร อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ และอุตสาหกรรมต่างๆ ได้นำ PLC มาใช้สำหรับควบคุมเครื่องจักร (พิพัฒนา และ อาคม, 2548) เช่น การควบคุมมอเตอร์ การควบคุม สายพานลำเลียง หรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ในงานอุตสาหกรรม การนำ PLC มาใช้ในงานอุตสาหกรรมสามารถลดงานของ คนงาน ทำให้ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการผลิตได้ เนื่องจาก ปัจจุบันการควบคุมการทำงานของเครื่องจักร หรือ สาย การผลิตที่เป็นลำดับขั้นตอน โดยมีการทำงานเป็นวัฏจักร หรือวนซ้ำไปมาเหมือนเดิมอย่างแม่นยำมีความต้องการ

เป็นอย่างมากทั้งในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็กจนถึง โรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ถ้าจะใช้แรงงานของคนจะ ไม่ค่อยเหมาะสมเท่าไรเพราะคนมีความเมื่อยล้าจึงส่งผลถึง ความแม่นยำในแต่ละรอบจึงไม่เท่ากันหรือความแม่นยำใน การทำงานอาจจะลดลงเมื่อความเมื่อยล้าเพิ่มขึ้น ดังนั้น โรงงานอุตสาหกรรมจึงใช้ PLC เป็นตัวควบคุมแบบอัตโนมัติ แทนการควบคุมแบบใช้คน (Manual) ซึ่งใช้แม่เหล็กเหนื กคอนแทคเตอร์ ร่วมกับบริลีย์เท่านั้น (อำนาจ และวิทยา, 2542) ดังนั้นความรู้และทักษะเกี่ยวกับ PLC จึงเป็นส่วน หนึ่งที่ทางสถานประกอบการเช่นโรงงานอุตสาหกรรมจะ พิจารณารับพนักงานเข้าไปทำงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพใน การทำงาน ด้วยเหตุผลความสำคัญของ PLC ดังกล่าว ข้างต้น จึงเกิดแนวความคิดในการออกแบบวงจรควบคุม มอเตอร์ 3 เฟสโดยใช้ Magnetic Contactor ร่วมกับ PLC ซึ่งจะ เป็นประโยชน์อย่างมากสำหรับวิศวกรที่สนใจใน ระบบควบคุมโดย PLC

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อออกแบบวงจรควบคุมมอเตอร์ 3 เฟส โดยใช้แม่เหล็กเหนื กคอนแทคเตอร์ร่วมกับฟิวส์
2. เพื่อนำเสนอหลักการออกแบบวงจรควบคุม มอเตอร์ 3 เฟส โดยใช้แม่เหล็กเหนื กคอนแทคเตอร์ร่วมกับ ฟิวส์

### ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ได้รับทักษะและความรู้ในการออกแบบวงจร ควบคุมมอเตอร์ 3 เฟสโดยใช้แม่เหล็กเหนื กคอนแทคเตอร์ ร่วมกับฟิวส์
2. เป็นต้นแบบเพื่อพัฒนาต่อยอดในเรื่องระบบ ควบคุมอัตโนมัติโดยฟิวส์
3. เรียนรู้หลักการออกแบบวงจรควบคุมอัตโนมัติ โดยฟิวส์ทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์

### การออกแบบวงจร

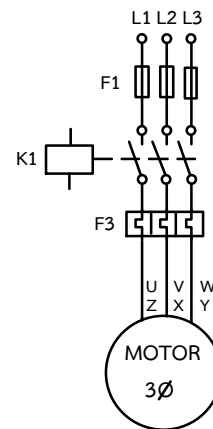
บทความวิชาการนี้นำเสนอการออกแบบ วงจร ควบคุมมอเตอร์ 3 เฟสโดยใช้แม่เหล็กเหนื กคอนแทคเตอร์ ร่วมกับฟิวส์ โดยเป็นวงจรที่นิยมใช้ในงานอุตสาหกรรม ประกอบไปด้วย 6 วงจร คือ 1. วงจรสตาร์ทตรง (Direct Start) 2. วงจรกลับทางหมุนหลังจากหยุด (Reversing after Stop) 3. วงจรทำงานตามลำดับ (Sequence Run) 4. วงจรสตาร์ทตามลำดับ (Sequence Start) 5. วงจร

สตาร์ทสตาร์-รันเดลต้า (Start Star-Run Delta) และ 6. วงจรสตาร์ทสตาร์-รันเดลต้า/กลับทางหมุน (Start Star-Run Delta/ Reversing) (สุเมธ, 2554) ในแต่ละวงจร ประกอบไปด้วย วงจรกำลัง วงจรควบคุมโดยแม่เหล็กเหนื กคอนแทคเตอร์ วงจรควบคุมโดยฟิวส์และโปรแกรม แลตเตอร์ไดอะแกรม

### 1. วงจรสตาร์ทตรง (Direct Start)

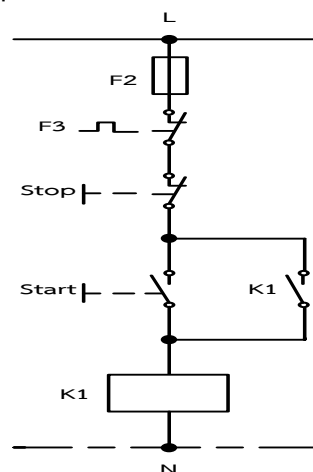
การออกแบบวงจรควบคุม ใช้ Magnetic Contactor 1 ตัว Push Button Switch 2 ตัว (Start & Stop) ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ 3 เฟส 1 ตัว ดังรูป ที่ 1-4

### วงจรกำลัง



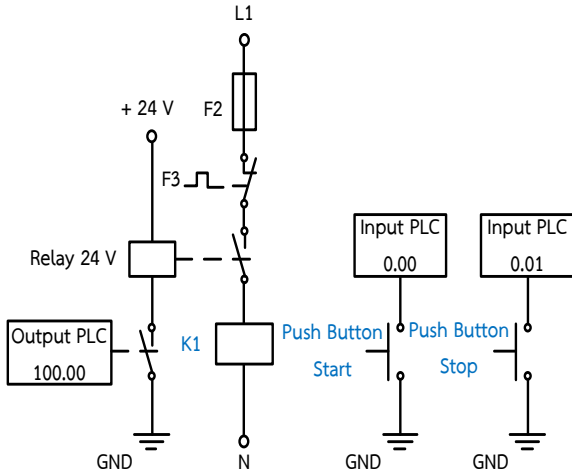
รูปที่ 1 วงจรกำลังการสตาร์ทตรง

### วงจรควบคุมโดย Magnetic Contactor



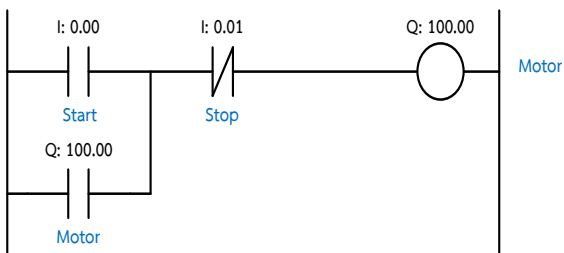
รูปที่ 2 วงจรควบคุมการสตาร์ทตรง

## วงจรควบคุมโดย PLC



รูปที่ 3 วงจรควบคุมการสตาร์ทตรงโดย PLC

## Ladder Diagram Program



รูปที่ 4 โปรแกรมแลตเตอร์ไดอะแกรมการสตาร์ทตรง

## ผลการทำงานของโปรแกรม

เมื่อเขียน Ladder Diagram Program ลงใน CX-Programmer แล้ว Down Load Program ลง PLC เพื่อทดสอบการทำงาน ดังรูปที่ 5 ได้ผลการทำงานดังนี้ เมื่อกดสวิตช์ Start มอเตอร์จะทำงานไปเรื่อยๆ จนกว่าจะกดสวิตช์ Stop มอเตอร์จะหยุดการทำงาน ซึ่งเป็นไปตามเงื่อนไขการควบคุมทุกประการ

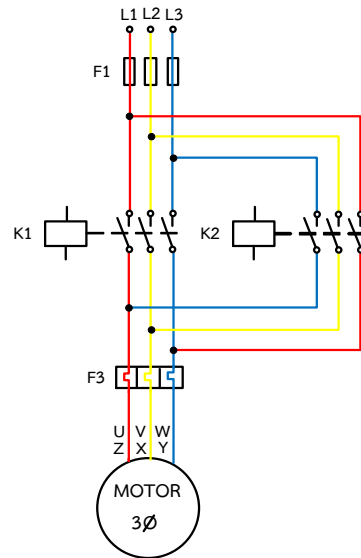


รูปที่ 5 การทดลองโปรแกรมสตาร์ทตรง

## 2. วงจรกลับทางหมุนหลังจากหยุด (Reversing after Stop)

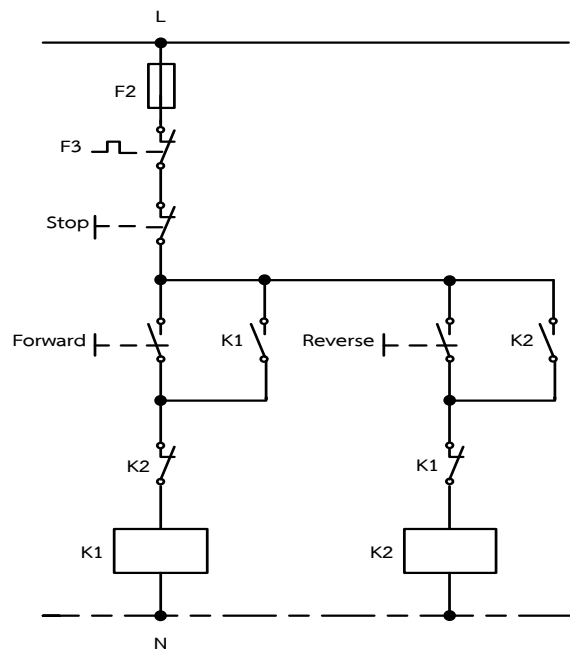
การออกแบบวงจรควบคุม ใช้ Magnetic Contactor 2 ตัว Push Button Switch 3 ตัว (Forward, Reverse & Stop) ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ 3 เฟส 1 ตัว ดังรูปที่ 6-9

## วงจรกำลัง



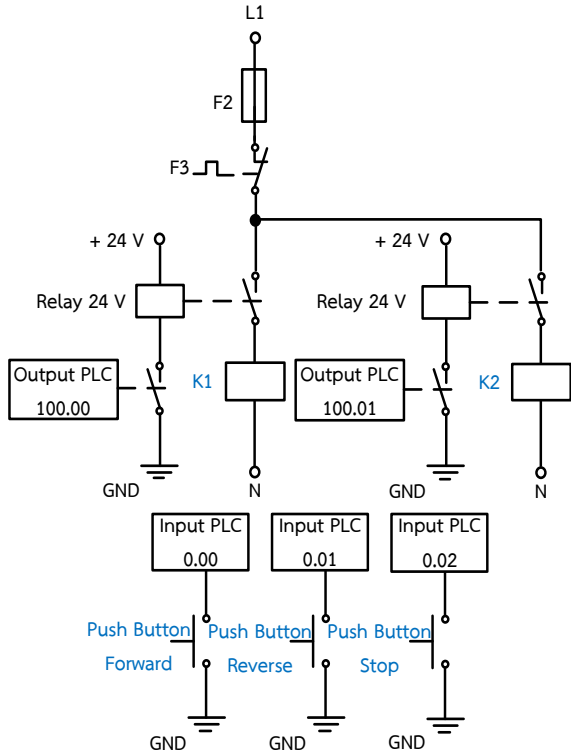
รูปที่ 6 วงจรกำลังการกลับทางหมุนหลังจากหยุด

## วงจรควบคุมโดย Magnetic Contactor



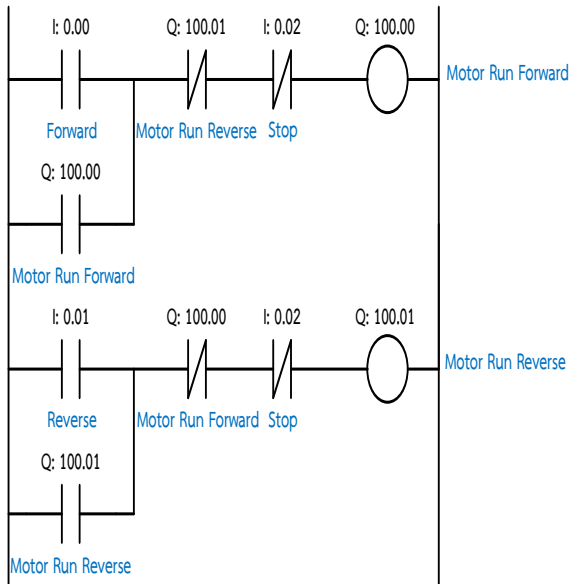
รูปที่ 7 วงจรควบคุมการกลับทางหมุนหลังจากหยุด

### วงจรควบคุมโดย PLC



รูปที่ 8 วงจรควบคุมการกลับทางหมุน  
หลังจากหยุดโดย PLC

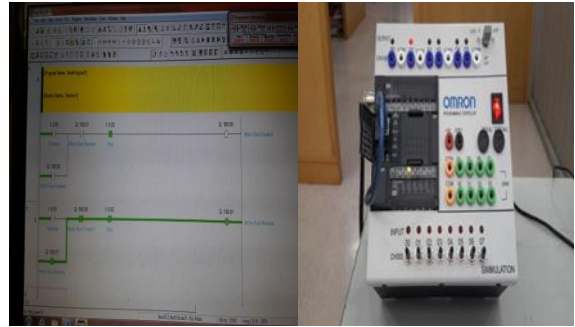
### Ladder Diagram Program



รูปที่ 9 โปรแกรมแลตเตอร์ไดอะแกรม  
การกลับทางหมุนหลังจากหยุด

### ผลการทำงานของโปรแกรม

เมื่อเขียน Ladder Diagram Program ลงใน CX-Programmer แล้ว Down Load Program ลง PLC เพื่อทดสอบการทำงาน ดังรูปที่ 10 ได้ผลการทำงานดังนี้ เมื่อกดสวิตช์ Forward มอเตอร์จะหมุนตามเข็มนาฬิกาทำงานเช่นนี้ไปเรื่อยๆ เมื่อต้องการกลับทางหมุนเป็นทวนเข็มนาฬิกาต้องกดสวิตช์ Stop ก่อนแล้วจึงกดสวิตช์ Reverse มอเตอร์จะหมุนทวนเข็มนาฬิกา ซึ่งเป็นไปตามเงื่อนไขการควบคุมทุกประการ

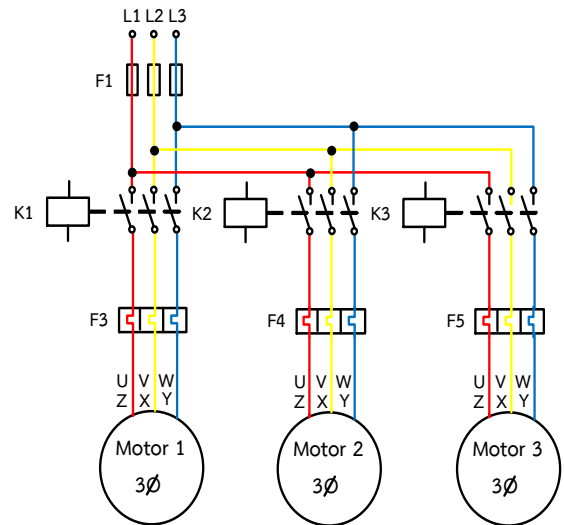


รูปที่ 10 การทดลองโปรแกรมกลับทางหมุน  
หลังจากหยุด

### 3. วงจรทำงานตามลำดับ (Sequence Run)

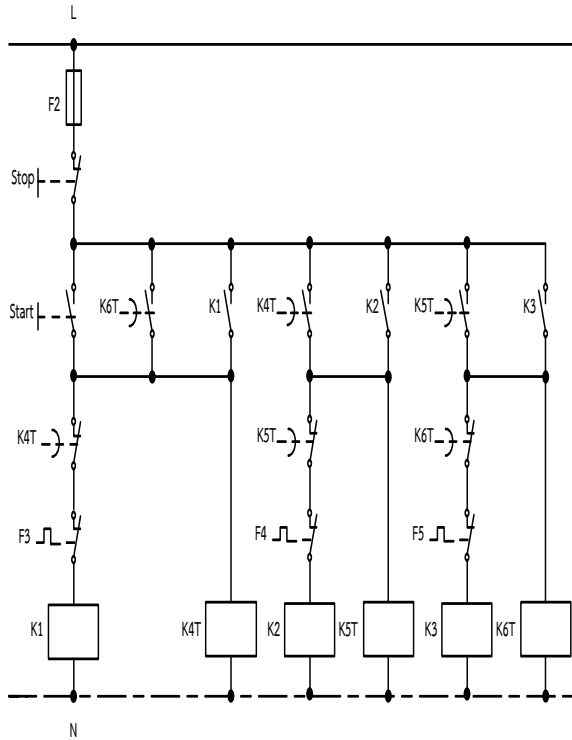
การออกแบบวงจรควบคุม ใช้ Magnetic Contactor 3 ตัว Push Button Switch 2 ตัว (Start & Stop) ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ 3 เฟส 3 ตัว ดังรูปที่ 11-14

#### วงจรกำลัง



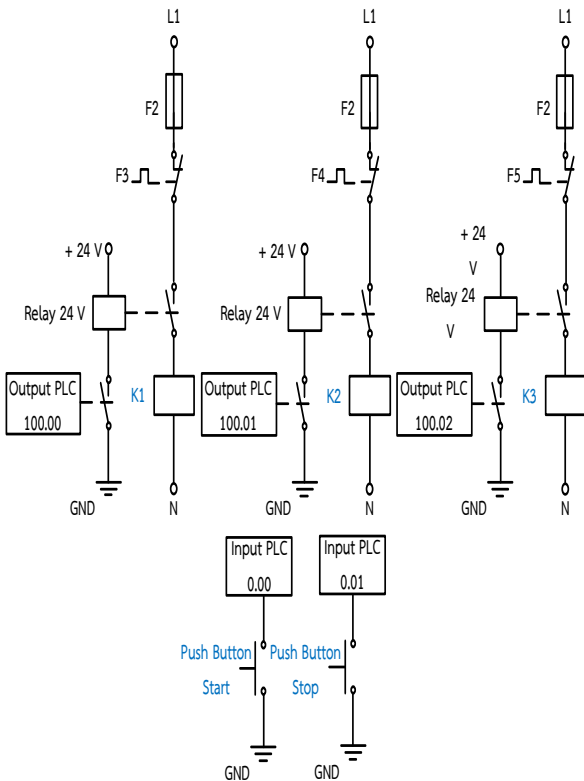
รูปที่ 11 วงจรกำลังการทำงานตามลำดับ

## วงจรควบคุมโดย Magnetic Contactor



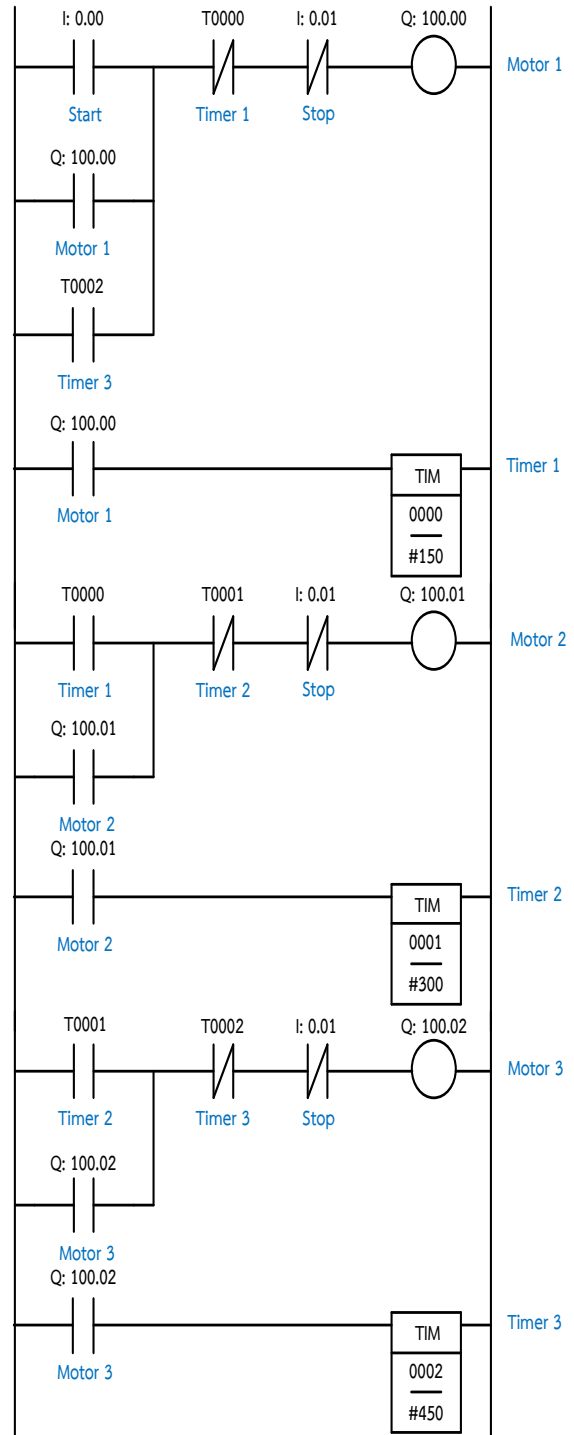
รูปที่ 12 วงจรควบคุมการทำงานตามลำดับ

## วงจรควบคุมโดย PLC



รูปที่ 13 วงจรควบคุมการทำงานตามลำดับโดย PLC

## Ladder Diagram Program

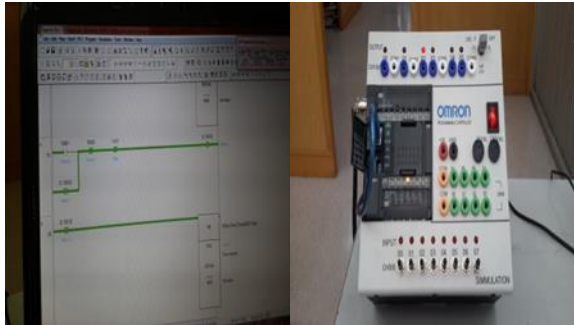


รูปที่ 14 โปรแกรมแลตเตอร์ไดอะแกรมการทำงานตามลำดับ

## ผลการทำงานของโปรแกรม

เมื่อเขียน Ladder Diagram Program ลงใน CX-Programmer แล้ว Down Load Program ลง PLC

เพื่อทดสอบการทำงาน ดังรูปที่ 15 ได้ผลการทำงานดังนี้ เมื่อกดสวิตช์ Start มอเตอร์ตัวที่ 1 จะทำงาน 15 วินาที แล้วหยุด มอเตอร์ตัวที่ 2 จะทำงานต่ออีก 30 วินาทีแล้วหยุด มอเตอร์ตัวที่ 3 จะทำงานต่ออีก 45 วินาทีแล้วหยุด ย้อนกลับไปทีมอเตอร์ตัวที่ 1 จะทำงาน 15 วินาทีแล้วหยุด วนซ้ำเช่นนี้ไปเรื่อยๆ จนกว่าจะกดสวิตช์ Stop มอเตอร์ทุกตัวจะหยุดการทำงาน ซึ่งเป็นไปตามเงื่อนไขการควบคุมทุกประการ

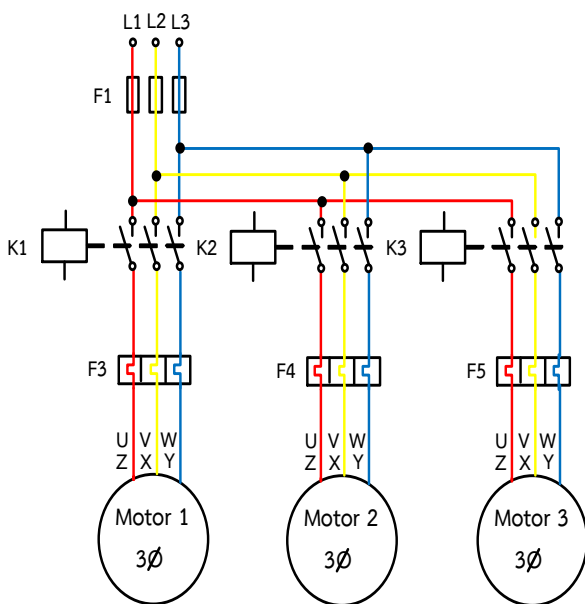


รูปที่ 15 การทดลองโปรแกรมทำงานตามลำดับ

#### 4. วงจรสตาร์ทตามลำดับ (Sequence Start)

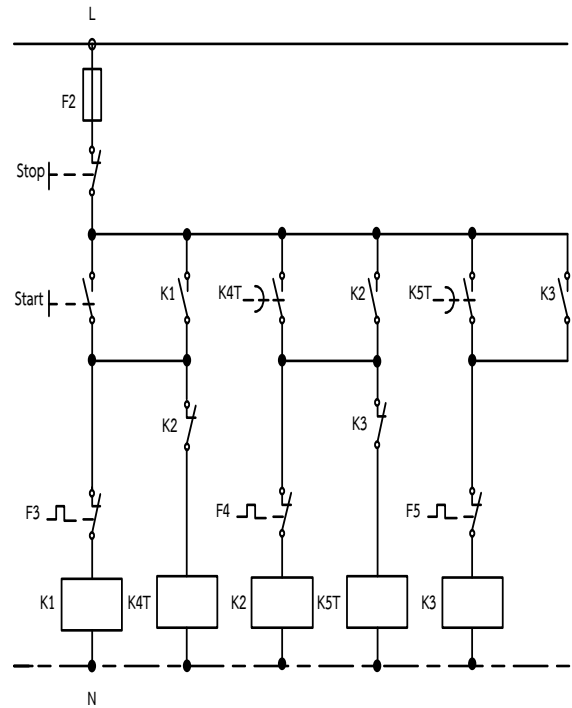
การออกแบบวงจรควบคุม ใช้ Magnetic Contactor 3 ตัว Push Button Switch 2 ตัว (Start & Stop) ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ 3 เฟส 3 ตัว ดังรูปที่ 16-19

วงจรกำลัง



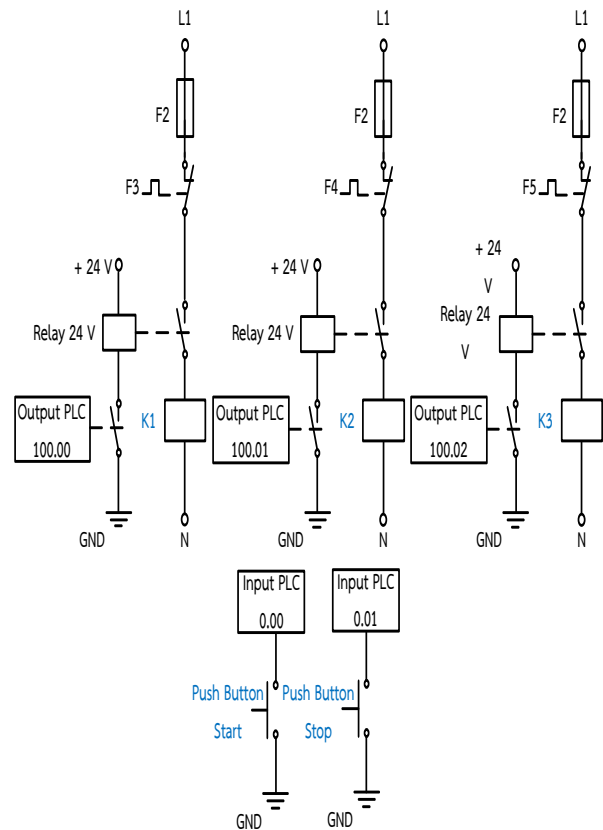
รูปที่ 16 วงจรกำลังการสตาร์ทตามลำดับ

#### วงจรควบคุมโดย Magnetic Contactor



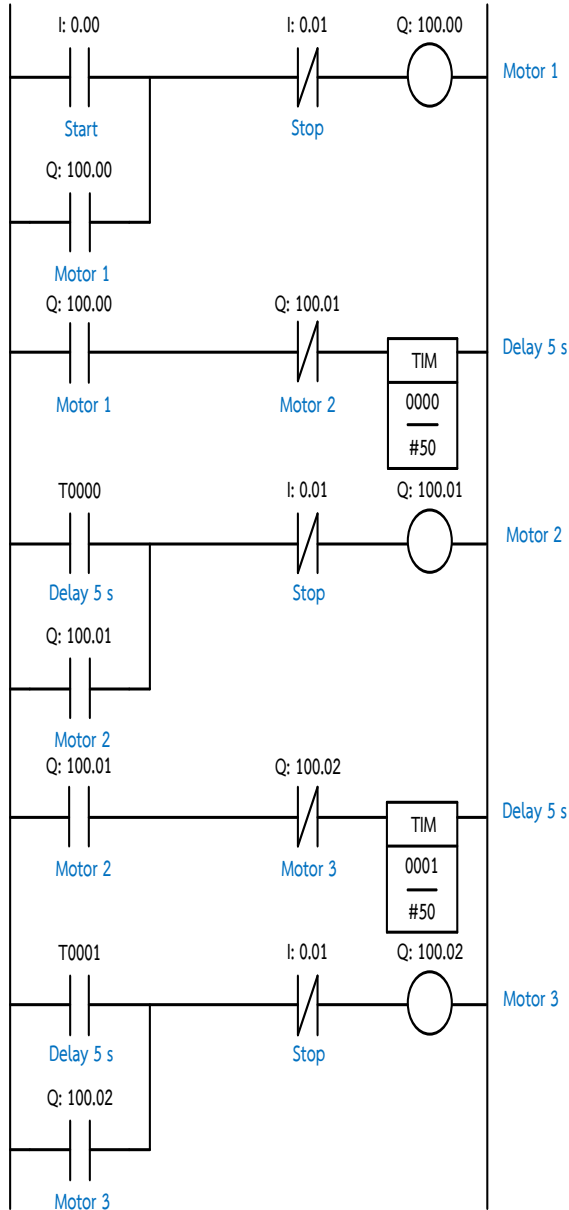
รูปที่ 17 วงจรควบคุมการสตาร์ทตามลำดับ

#### วงจรควบคุมโดย PLC



รูปที่ 18 วงจรควบคุมการสตาร์ทตามลำดับโดย PLC

### Ladder Diagram Program

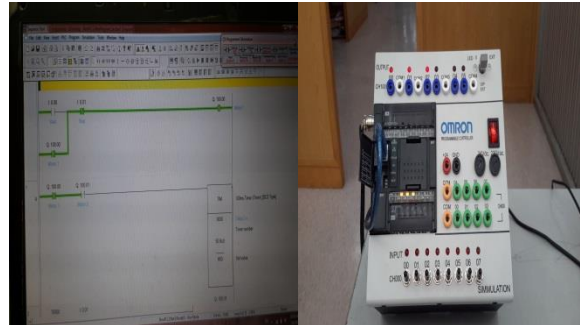


รูปที่ 19 โปรแกรมแลดเดอร์ไดอะแกรมการสตาร์ทตามลำดับ

### ผลการทำงานของโปรแกรม

เมื่อเขียน Ladder Diagram Program ลงใน CX-Programmer แล้ว Down Load Program ลง PLC เพื่อทดสอบการทำงาน ดังรูปที่ 20 ได้ผลการทำงานดังนี้ เมื่อกดสวิตช์ Start มอเตอร์ตัวที่ 1 จะทำงาน หลังจากนั้น 5 วินาที มอเตอร์ตัวที่ 2 จะทำงานตามมอเตอร์ตัวที่ 1 หลังจากมอเตอร์ตัวที่ 2 ทำงานไปได้ 5 วินาที มอเตอร์ตัวที่ 3 จะทำงานตาม สรุปเมื่อเวลาผ่านไป 10

วินาที หลังจากกดสวิตช์ Start มอเตอร์ทุกตัวจะทำงานพร้อมกันจนกว่าจะกดสวิตช์ Stop มอเตอร์ทุกตัวจะหยุดการทำงาน ซึ่งเป็นไปตามเงื่อนไขการควบคุมทุกประการ

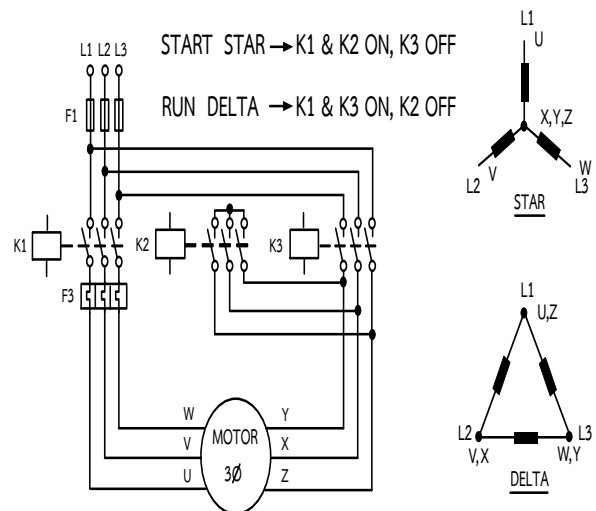


รูปที่ 20 การทดลองโปรแกรมสตาร์ทตามลำดับ

### 5. วงจรสตาร์ทสตาร์-รันเดลต้า (Start Star-Run Delta)

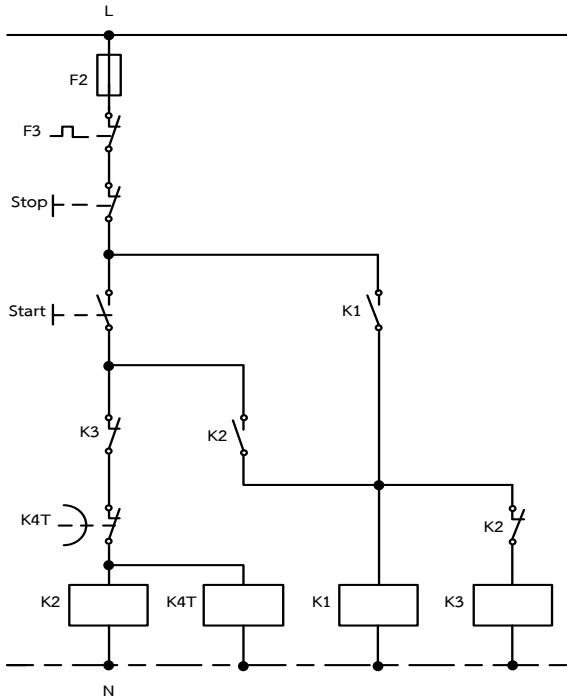
การออกแบบวงจรควบคุม ใช้ Magnetic Contactor 3 ตัว Push Button Switch 2 ตัว (Start & Stop) ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ 3 เฟส 1 ตัว ดังรูปที่ 21-24

### วงจรกำลัง



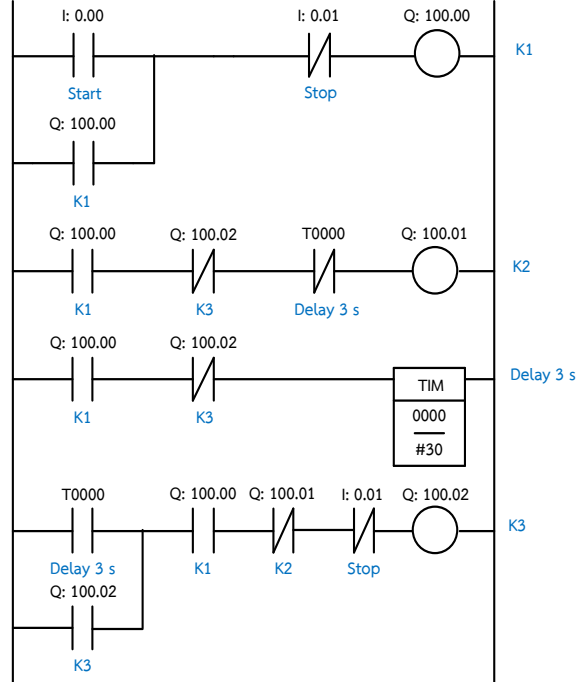
รูปที่ 21 วงจรกำลังการสตาร์ทสตาร์-รันเดลต้า

### วงจรควบคุมโดย Magnetic Contactor



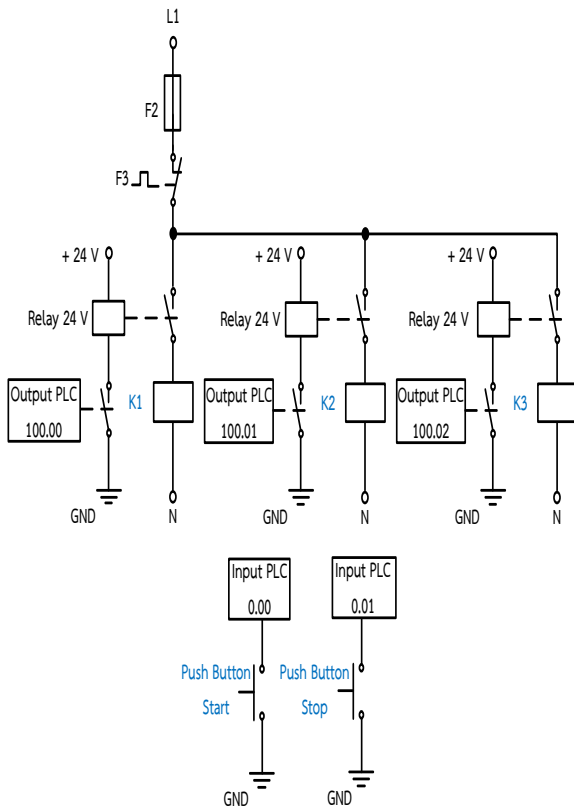
รูปที่ 22 วงจรควบคุมการสตาร์ทสตาร์-รันเดลต้า

### Ladder Diagram Program



รูปที่ 24 โปรแกรมแลดเดอร์โต๊ะแกรมการสตาร์ทสตาร์-รันเดลต้า

### วงจรควบคุมโดย PLC



รูปที่ 23 วงจรควบคุมการสตาร์ทสตาร์-รันเดลต้าโดย PLC

### ผลการทำงานของโปรแกรม

เมื่อเขียน Ladder Diagram Program ลงใน CX-Programmer แล้ว Down Load Program ลง PLC เพื่อทดสอบการทำงาน ดังรูปที่ 25 ได้ผลการทำงานดังนี้ เมื่อกดสวิตช์ Start K1 จะทำงานพร้อมกับ K2 ส่วน K3 ไม่ทำงาน ทำให้มอเตอร์สตาร์ทด้วยวงจรสตาร์ซึ่งจะทำให้กระแสขณะสตาร์ทลดลงประมาณ 1.732 เท่าของการสตาร์ทตรง หลังจากสตาร์ทได้ 3 วินาที K1 จะทำงานพร้อมกับ K3 ส่วน K2 ไม่ทำงาน ทำให้มอเตอร์รันด้วยวงจรเดลต้า ทำงานไปเรื่อยๆ จนกว่าจะกดสวิตช์ Stop มอเตอร์จะหยุดการทำงาน ซึ่งเป็นไปตามเงื่อนไขการควบคุมทุกประการ



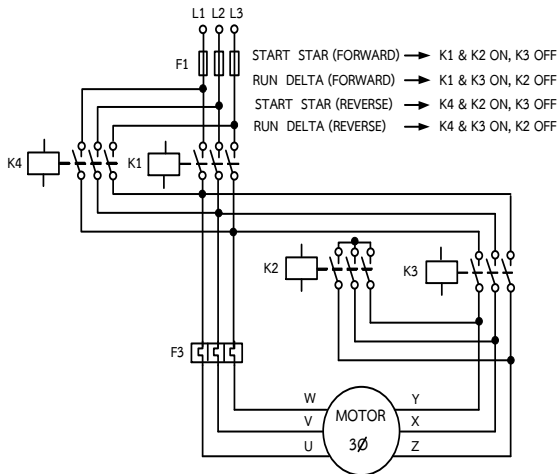
รูปที่ 25 การทดลองโปรแกรมสตาร์ทสตาร์-รันเดลต้า



## 6. วงจรสตาร์ทสตาร์-รันเดลต้า/กลับทางหมุน (Start Star-Run Delta/ Reversing)

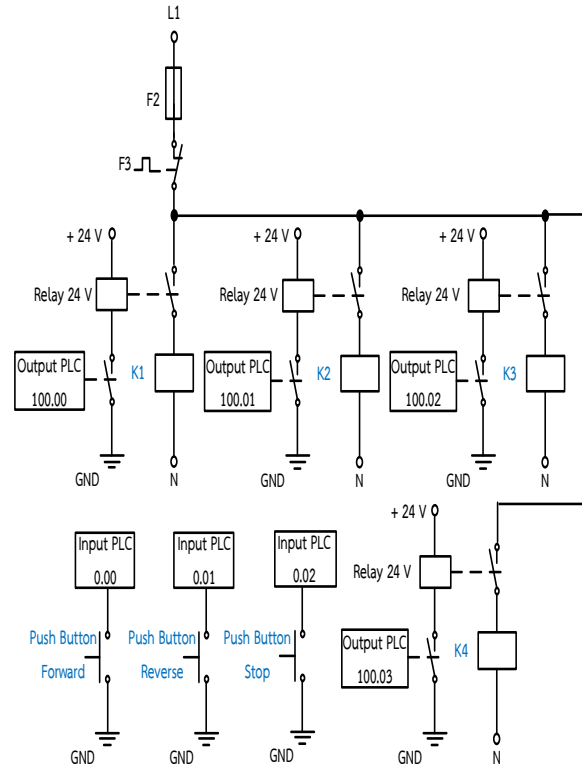
การออกแบบวงจรควบคุม ใช้ Magnetic Contactor 4 ตัว Push Button Switch 2 ตัว (Start & Stop) ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ 3 เฟส 1 ตัว ดังรูปที่ 26-29

### วงจรกำลัง



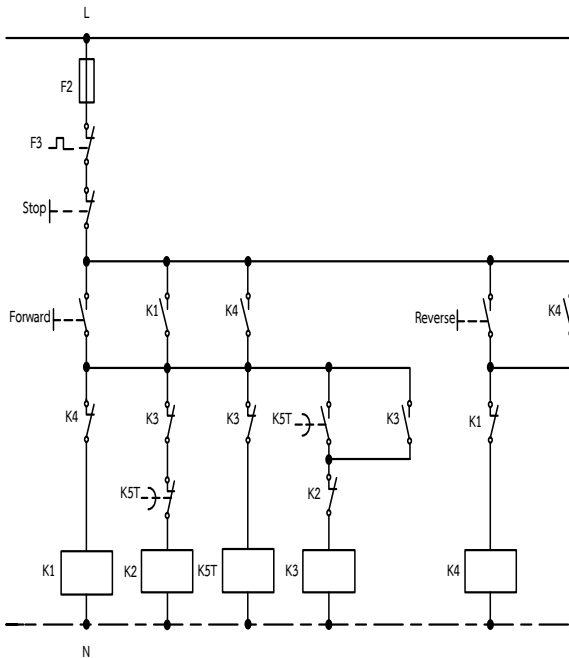
รูปที่ 26 วงจรกำลังการสตาร์ทสตาร์-รันเดลต้า/กลับทางหมุน

## วงจรควบคุมโดย PLC



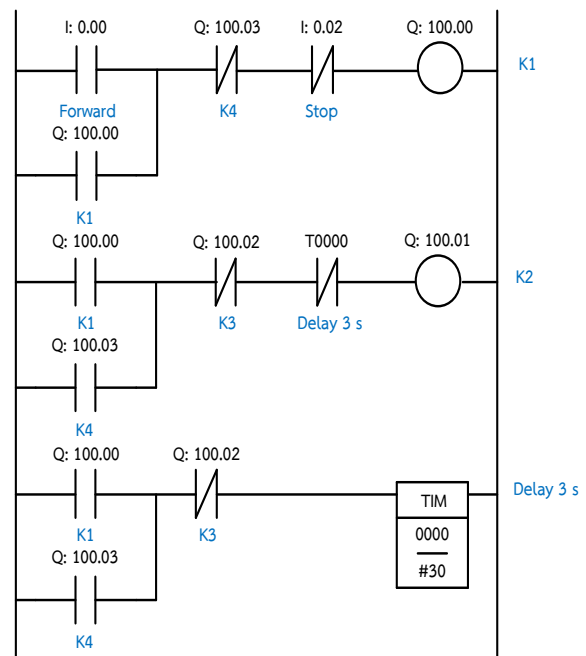
รูปที่ 28 วงจรควบคุมการสตาร์ทสตาร์-รันเดลต้า/กลับทางหมุนโดย PLC

## วงจรควบคุมโดย Magnetic Contactor

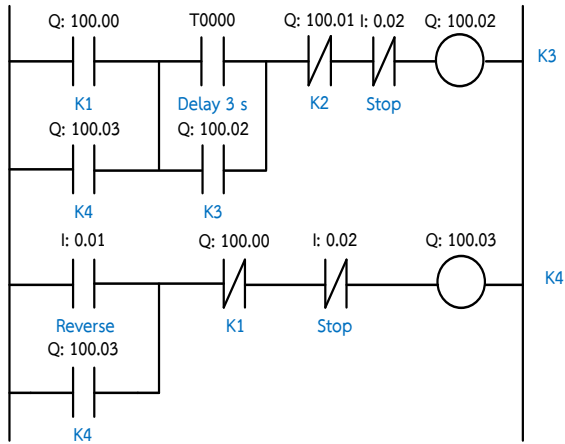


รูปที่ 27 วงจรควบคุมการสตาร์ทสตาร์-รันเดลต้า/กลับทางหมุน

## Ladder Diagram Program



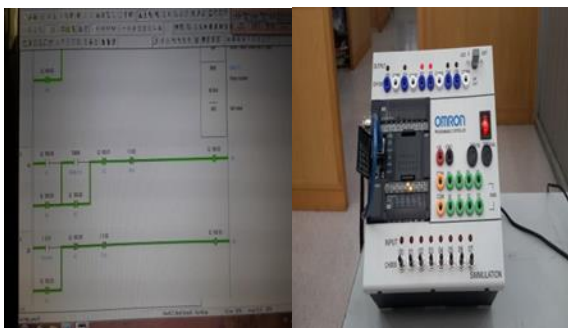
รูปที่ 29 โปรแกรมแลดเดอร์ไดอะแกรมการสตาร์ทสตาร์-รันเดลต้า/กลับทางหมุน



รูปที่ 29 โปรแกรมแลดเดอร์ไดอะแกรม การสตาร์ทสตาร์-รันเดลต้า/กลับทางหมุน (ต่อ)

### ผลการทำงานของโปรแกรม

เมื่อเขียน Ladder Diagram Program ลงใน CX-Programmer แล้ว Down Load Program ลง PLC เพื่อทดสอบการทำงาน ดังรูปที่ 30 ได้ผลการทำงานดังนี้ เมื่อกดสวิตช์ Forward K1 จะทำงานพร้อมกับ K2 ส่วน K3 และ K4 ไม่ทำงาน ทำให้มอเตอร์สตาร์ทด้วยวงจrstาร์ หลังจากสตาร์ทได้ 3 วินาที K1 จะทำงานพร้อมกับ K3 ส่วน K2 และ K4 ไม่ทำงาน ทำให้มอเตอร์รันด้วยวงจrstาร์ตามเข็มนาฬิกา เมื่อต้องการกลับทางหมุนให้กดสวิตช์ Stop ก่อน เมื่อกดสวิตช์ Reverse K4 จะทำงานพร้อมกับ K2 ส่วน K3 และ K1 ไม่ทำงาน ทำให้มอเตอร์สตาร์ทด้วยวงจrstาร์ หลังจากสตาร์ทได้ 3 วินาที K4 จะทำงานพร้อมกับ K3 ส่วน K2 และ K1 ไม่ทำงาน ทำให้มอเตอร์รันด้วยวงจrstาร์ตามเข็มนาฬิกา ซึ่งเป็นไปตามเงื่อนไขการควบคุมทุกประการ



รูปที่ 30 การทดลองโปรแกรมสตาร์ทสตาร์-รันเดลต้า/กลับทางหมุน

### สรุปผล

จากการทดลองเพื่อดูผลการออกแบบวงจรควบคุมมอเตอร์ 3 เฟสด้วยโปรแกรม CX-Programmer ร่วมกับชุดทดลอง PLC รุ่น CP1L บริษัทออมนอน ทั้ง 6 วงจร ได้แก่ 1. วงจรสตาร์ทตรง (Direct Start) 2. วงจรกลับทางหมุนหลังจากหยุด (Reversing after Stop) 3. วงจรทำงานตามลำดับ (Sequence Run) 4. วงจรสตาร์ทตามลำดับ (Sequence Start) 5. วงจรสตาร์ทสตาร์-รันเดลต้า (Start Star-Run Delta) และ 6. วงจรสตาร์ทสตาร์-รันเดลต้า/กลับทางหมุน (Start Star-Run Delta/Reversing) โดยทั้ง 6 วงจรได้ผลการทดลองเป็นไปตามหลักการที่นำเสนอทุกประการ จึงสรุปว่า วงจรที่ออกแบบทั้งหมดนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อการควบคุมมอเตอร์ในงานอุตสาหกรรมได้ นอกจากนี้ยังสามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาต่อยอดการออกแบบระบบควบคุมอัตโนมัติโดยพีแอลซีได้

### ข้อเสนอแนะ

- นำหลักการออกแบบวงจรที่นำเสนอไปสร้างชุดทดลองการควบคุมมอเตอร์ 3 เฟสโดยใช้แม่เหล็กคอนแทคเตอร์ร่วมกับพีแอลซี เพื่อใช้เป็นสื่อการสอน
- ออกแบบและสร้างระบบควบคุมอัตโนมัติโดยพีแอลซี
- ออกแบบโปรแกรมการควบคุมระยะไกล (Scada) โดยใช้พีแอลซีร่วมกับระบบอินเทอร์เน็ต

### เอกสารอ้างอิง

- พิพัฒน์ พุทธิธา และอาคม ศรีวรรณ. 2548. แบบจำลองการควบคุมด้วยพีแอลซี. สืบค้นเมื่อ 10 มกราคม 2560. จาก <http://mis.en.kku.ac.th>.
- สุเมธ สงวนใจ. 2554. ชุดทดลองปฏิบัติการควบคุมมอเตอร์ด้วยพีแอลซี. สืบค้นเมื่อ 10 มกราคม 2560. จาก <http://research.pcru.ac.th>.
- อำนาจ ทองผาสุก และวิทยา ประยงค์พันธ์. 2542. การควบคุมมอเตอร์. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.