

การออกแบบและสร้างชุดทดลองการควบคุมมอเตอร์สามเฟสด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

Design and Construction of 3 Phases Motors Control Experiment Set by Programmable Logic Controller

สันติสุข สว่างกล้า¹ และ ไวยพจน์ สุภวรสเกียรติ¹

¹ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

38 ถนนเพชรเกษม แขวงบางหว้า เขตภาษีเจริญ กรุงเทพมหานคร 10160 โทรศัพท์ 086-412-2995

E-mail: santisuk_06@hotmail.com, vyapote.sup@siam.edu

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการออกแบบและสร้างชุดทดลองการควบคุมมอเตอร์สามเฟสด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ชุดทดลองนี้ประกอบไปด้วย 1. แมกเนติกคอนแทคเตอร์ 2. รีเลย์ 24 โวลต์ 3. มอเตอร์สามเฟส 4. โอเวอร์โวลต์รีเลย์ 5. สวิตช์กดติดปล่อยดับ 6. หลอดไฟแสดงผล 7. โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์และ 8. ใบงานที่ใช้ในการทดลอง โดยสามารถต่อวงจรทดลองและเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของมอเตอร์ได้ 4 แบบ คือ การทำงานแบบสตาร์ทตรง แบบตามลำดับ แบบกลับทางหมุนและแบบสตาร์ทสตาร์-รันเดลต้า ชุดทดลองที่นำเสนอนี้ได้ถูกสร้างขึ้นและทำการทดสอบ ผลการทดสอบแสดงให้เห็นถึงการทำงานที่น่าพอใจของชุดทดลองนี้

คำสำคัญ : ชุดทดลองการควบคุมมอเตอร์สามเฟส, โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์, แมกเนติกคอนแทคเตอร์

Abstract

This article presents the design and construction of 3 phases motors control experiment set by programmable logic controller. The experiment set composes of 8 parts (1. Magnetic Contactors, 2. Relays 24 V, 3. Three Phases Motors, 4. Over Load Relays, 5. Push Button Switches, 6. Pilot Lamps, 7. Programmable Logic Controller and 8. Laboratory Sheet). All circuits can connect and programmable to control performance of motors into 4 types (Direct Start, Sequence Run, Direction Movement and Start Star-Run Delta). This experiment set is constructed and tested and its performance is demonstrated to be satisfactory.

Keywords : 3 Phases Motors Control Experiment Set, Programmable Logic Controller, Magnetic Contactors

1. บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม มีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็วและมีความต้องการที่จะลดต้นทุนและเพิ่มผลผลิต ดังนั้นจึงได้มีการนำโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์มาใช้ในการควบคุมการผลิต เพื่อที่จะทำให้ขบวนการผลิตมีประสิทธิภาพ รวดเร็ว และเป็นการประหยัดต้นทุน เรื่องค่าแรงงานและค่าใช้จ่ายต่าง ๆ โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์จึงได้เข้ามามีบทบาทในงานอุตสาหกรรม เช่น อุตสาหกรรมรถยนต์ อุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ถูกนำมาใช้สำหรับการควบคุมเครื่องจักร ควบคุมมอเตอร์ ควบคุมสายพานลำเลียง หรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ในงานอุตสาหกรรม การนำโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์มาใช้งานในโรงงานอุตสาหกรรมสามารถช่วยลดแรงงานของคณงาน ทำให้ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการผลิตได้ โรงงานอุตสาหกรรมจึงใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมแบบอัตโนมัติแทนการควบคุมแบบใช้คนซึ่งใช้แมกเนติกคอนแทคเตอร์ร่วมกับรีเลย์เท่านั้น ดังนั้นความรู้และทักษะเกี่ยวกับ โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์จึงเป็นส่วนหนึ่งที่ทางสถานประกอบการ เช่น โรงงานอุตสาหกรรมจะพิจารณาปรับพนักงานเข้าไปทำงาน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน มีผู้วิจัยหลาย ๆ ท่านได้ออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบของการควบคุมมอเตอร์สามเฟสแบบอัตโนมัติด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ [1] คณะผู้จัดทำจึงเกิดแนวความคิดในการออกแบบและสร้างชุดทดลองการควบคุมมอเตอร์สามเฟสด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดทักษะในการต่อวงจรจริงในการควบคุมมอเตอร์และลดต้นทุนในการซื้อชุดทดลองที่มีราคาแพง โดยมีขอบเขตการทำงานดังนี้

1. ใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุม
2. ใช้ต่อวงจรทดลองและเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของมอเตอร์ได้ 4 แบบ คือ การทำงานแบบสตาร์ทตรง แบบตามลำดับแบบกลับทางหมุนและแบบสตาร์ทสตาร์-รันเดลต้า
3. มีใบงานที่ใช้ในการทดลองได้ 4 การทดลอง

2. การออกแบบและดำเนินการสร้าง

2.1 โครงสร้างของงานที่นำเสนอ

การออกแบบและสร้างชุดทดลองการควบคุมมอเตอร์สามเฟสด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ มีโครงสร้างแสดงดังรูปที่ 1-3 โดยชุดทดลองประกอบไปด้วย [2] 1. แมกเนติกคอนแทคเตอร์ 2. รีเลย์ 24 V 3. มอเตอร์สามเฟส 4. โอเวอร์โวลต์รีเลย์ 5. สวิตช์กดติดปล่อยดับ 6. หลอดไฟแสดงผล 7. โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ และ 8. ใบบางที่ใช้ในการทดลอง โดยสามารถต่อวงจรทดลองและเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของมอเตอร์ได้ 4 แบบ [3] คือ การทำงานแบบสตาร์ทตรง แบบตามลำดับ แบบกลับทางหมุนและแบบสตาร์ทสตาร์-รันเซลล์



รูปที่ 1 โครงสร้างของชุดทดลองด้านหน้า



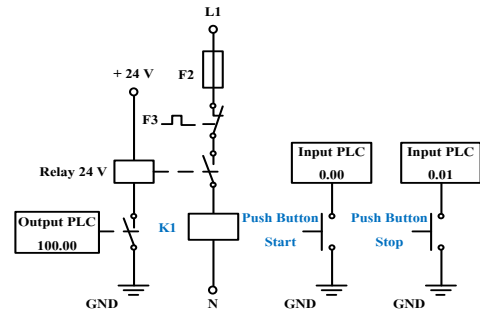
รูปที่ 2 โครงสร้างของชุดทดลองด้านใน



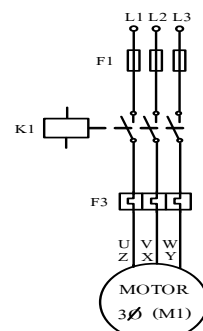
รูปที่ 3 โครงสร้างของชุดทดลองด้านข้าง

2.2 การออกแบบวงจรรวมของงานที่นำเสนอ

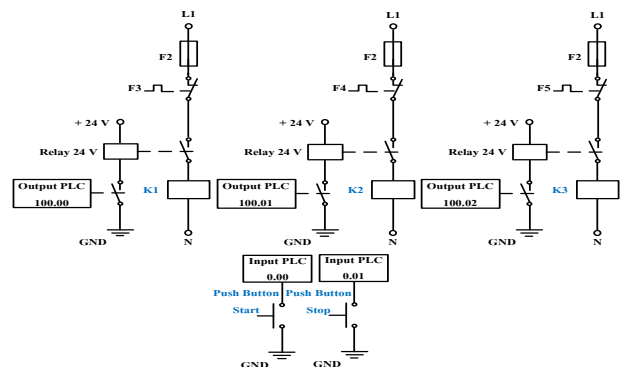
การออกแบบและสร้างชุดทดลองการควบคุมมอเตอร์สามเฟสด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ประกอบไปด้วยวงจรควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์และวงจรถูกกำลัง ดังรูปที่ 4-11



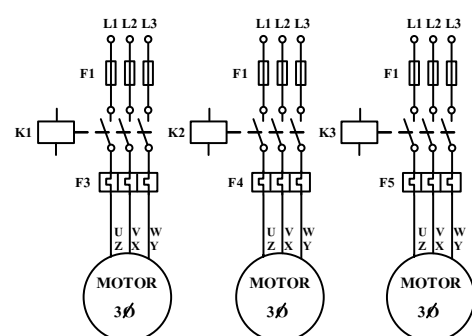
รูปที่ 4 วงจรควบคุมการทำงานของมอเตอร์แบบสตาร์ทตรง



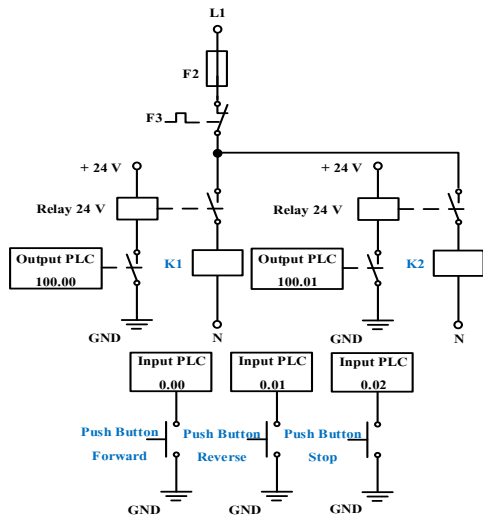
รูปที่ 5 วงจรกำลังแบบสตาร์ทตรง



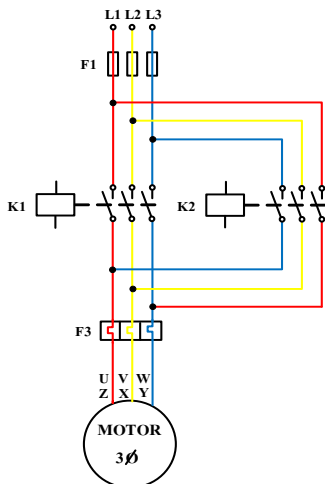
รูปที่ 6 วงจรควบคุมการทำงานของมอเตอร์แบบตามลำดับ



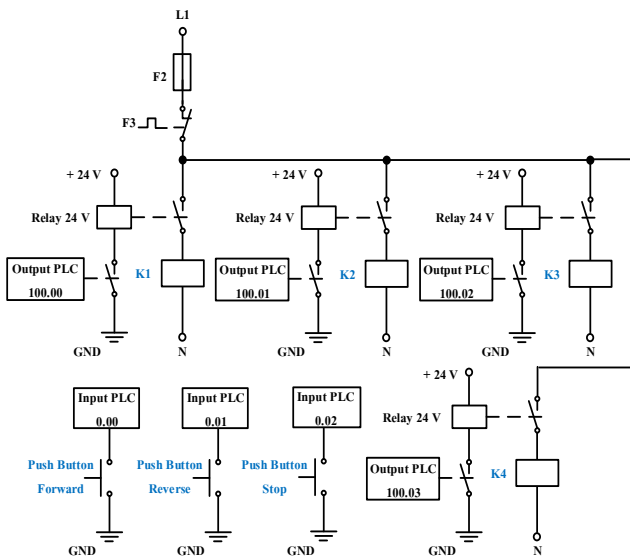
รูปที่ 7 วงจรกำลังแบบตามลำดับ



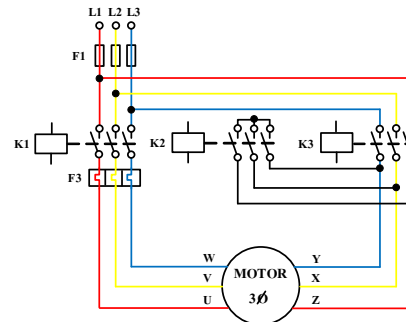
รูปที่ 8 วงจรควบคุมการทำงานของมอเตอร์แบบกลับทางหมุน



รูปที่ 9 วงจรกำลังแบบกลับทางหมุน



รูปที่ 10 วงจรควบคุมการทำงานของมอเตอร์แบบสแตร์-รันเดลต้า



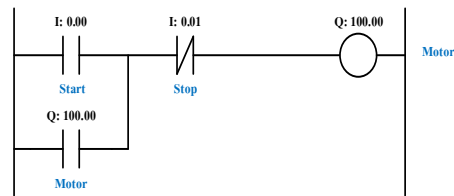
รูปที่ 11 วงจรกำลังแบบสแตร์-รันเดลต้า

3. การทดลองและผลการทดลอง

3.1 การควบคุมการทำงานของมอเตอร์แบบสแตร์ตรง

ตัวอย่างควบคุมและวงจรกำลังตามรูปที่ 4 และ 5 แล้วเขียน

โปรแกรม Ladder Diagram ตามรูปที่ 12



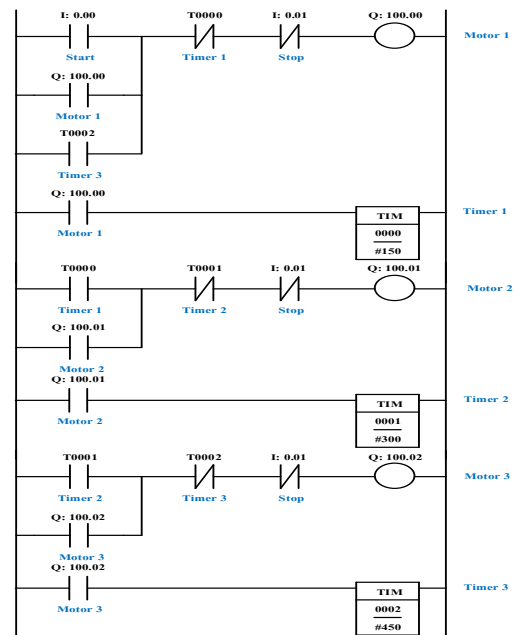
รูปที่ 12 Ladder Diagram ควบคุมการทำงานแบบสแตร์ตรง

หลังจากตัวอย่างและโปรแกรมลง PLC เรียบร้อยแล้ว ทดลองกดสวิตซ์ Start มอเตอร์จะหมุนตามเข็มนาฬิกา เมื่อกดสวิตซ์ Stop มอเตอร์จะหยุดหมุน

3.2 การควบคุมการทำงานของมอเตอร์แบบตามลำดับ

ตัวอย่างควบคุมและวงจรกำลังตามรูปที่ 6 และ 7 แล้วเขียน

โปรแกรม Ladder Diagram ตามรูปที่ 13



รูปที่ 13 Ladder Diagram ควบคุมการทำงานแบบตามลำดับ

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 13

13th Conference of Electrical Engineering Network 2021 (EENET 2021)

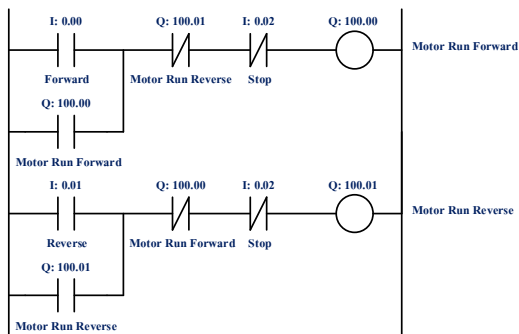


หลังจากต่อวงจรและโปรแกรมลง PLC เรียบร้อยแล้ว ทดลองกดสวิทช์ Start มอเตอร์ตัวที่ 1 จะหมุนตามเข็มนาฬิกา 15 วินาทีแล้วหยุด หลังจากนั้นมอเตอร์ตัวที่ 2 จะหมุนตามเข็มนาฬิกา 30 วินาทีแล้วหยุด หลังจากนั้นมอเตอร์ตัวที่ 3 จะหมุนตามเข็มนาฬิกา 45 วินาทีแล้วหยุดย้อนกลับไปที่มอเตอร์ตัวที่ 1 ทำงาน วนเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะกดสวิทช์ Stop เมื่อกดสวิทช์ Stop มอเตอร์ทุกตัวจะหยุดหมุน

3.3 การควบคุมการทำงานของมอเตอร์แบบกลับทางหมุน

ต่อวงจรควบคุมและวงจรกำลังตามรูปที่ 8 และ 9 แล้วเขียน

โปรแกรม Ladder Diagram ตามรูปที่ 14



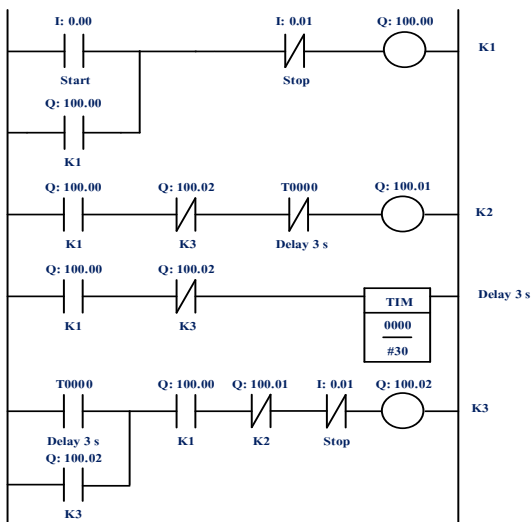
รูปที่ 14 Ladder Diagram ควบคุมการทำงานแบบกลับทางหมุน

หลังจากต่อวงจรและโปรแกรมลง PLC เรียบร้อยแล้ว ทดลองกดสวิทช์ Forward มอเตอร์จะหมุนตามเข็มนาฬิกา เมื่อต้องการกลับทางหมุนให้กดสวิทช์ก่อนแล้วจึงกดสวิทช์ Reverse มอเตอร์จะหมุนทวนเข็มนาฬิกา กดสวิทช์ Stop มอเตอร์จะหยุดหมุน

3.4 การควบคุมการทำงานของมอเตอร์แบบสตาร์ทสตาร์-รันเดลต้า

ต่อวงจรควบคุมและวงจรกำลังตามรูปที่ 10 และ 11 แล้วเขียน

โปรแกรม Ladder Diagram ตามรูปที่ 15



รูปที่ 15 Ladder Diagram ควบคุมการทำงานแบบสตาร์ทสตาร์-รันเดลต้า หลังจากต่อวงจรและโปรแกรมลง PLC เรียบร้อยแล้ว ทดลองกดสวิทช์ Start มอเตอร์จะหมุนตามเข็มนาฬิกาแบบออกตัวช้า ๆ (Start Star) เป็น

เวลา 3 วินาที หลังจากนั้นมอเตอร์จะหมุนแบบเต็มพิกัด (Run Delta) เมื่อกดสวิทช์ Stop มอเตอร์จะหยุดหมุน จากการควบคุมการทำงานของมอเตอร์ทั้ง 4 แบบ นำไปสรุปผลการทดลองได้ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สรุปผลการทดลองควบคุมการทำงานของมอเตอร์ทั้ง 4 แบบ

Control Motor	Push Button Switches			Working of Motor			Time (s)
	Start	Stop	REV	M1	M2	M3	
Direct Start	Press			FWD	-	-	-
		Press		Stop	-	-	-
Sequence Run	Press			FWD	-	-	15
				-	FWD	-	30
				-	-	FWD	45
		Press		Stop	Stop	Stop	-
Reversing After Stop	Press			FWD	-	-	-
		Press		Stop	-	-	-
			Press	REV	-	-	-
Start Star Run Delta	Press			FWD	-	-	3
				FWD	-	-	-
			Press	Stop	-	-	-

4. สรุป

จากผลการทดลองการควบคุมมอเตอร์สามเฟสด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้นนี้ พบว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์และขอบเขตที่ทางคณะผู้จัดทำคาดหวังไว้ คือ การทำงานในทุกแบบของการควบคุมมีการควบคุมการทำงานของมอเตอร์ได้ตามที่ต้องการ โดยไม่มีข้อผิดพลาดเลย สรุปได้ว่าชุดทดลองการควบคุมมอเตอร์ที่ทางคณะผู้จัดทำ ได้ออกแบบและสร้างขึ้นนี้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ นำไปใช้งานได้จริงในการเรียนการสอน ลดต้นทุนในการจัดซื้อได้ถึง 100 % เนื่องจากถ้าสั่งซื้อชุดทดลองนี้จำนวน 4 ชุดเป็นจำนวนเงิน 50,000 บาทแต่ชุดทดลองนี้ใช้งบประมาณเพียง 25,000 บาท นอกจากนี้ยังสามารถใช้เป็นเครื่องต้นแบบเพื่อพัฒนาต่อยอดในเรื่องการออกแบบและสร้างชุดทดลองที่ควบคุมการทำงานโดยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ได้

เอกสารอ้างอิง

- [1] ไวยพจน์ สุภบรรเสถียร และวิภาวัลย์ นาคทรัพย์. (2558). การออกแบบและสร้างชุดสาธิตการควบคุมมอเตอร์ 3 เฟสด้วยพีแอลซี. EENET 2015 หน้า 424-427.
- [2] มอเตอร์คอนแทกเตอร์ รีเลย์ สวิตช์ควบคุม. (ม.ป.ป.). เข้าถึงได้จาก <https://mall.factomart.com/principle-of-magnetic-contactor/>
- [3] การสตาร์ทมอเตอร์. (ม.ป.ป.). เข้าถึงได้จาก https://www.tngroup.co.th/media/article_detail/316