



บทที่ 4

การควบคุม มอเตอร์ไฟฟ้า

วัตถุประสงค์

1. อธิบายการทำงานของวงจรการสตาร์ทมอเตอร์ 1 เฟสและ 3 เฟสได้
2. อธิบายการกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟสและ 3 เฟสได้

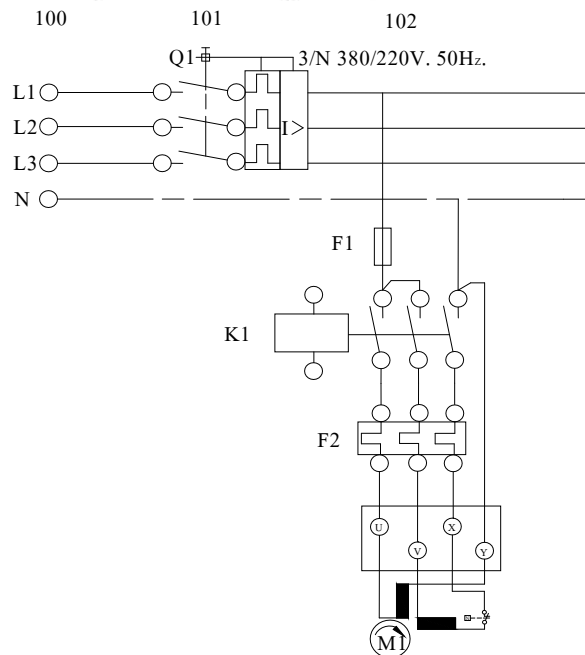
4.1 บทนำ

การนำมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับทั้งชนิด 1 เฟส และ 3 เฟสไปใช้งาน จะต้องมีการต่อวงจรไฟฟ้าที่ถูกต้องเพื่อให้มอเตอร์ทำงานได้อย่างปลอดภัย วงจรการควบคุมมอเตอร์จึงมีความสำคัญ เพราะจะต้องประกอบไปด้วย อุปกรณ์ควบคุม คอนแท็คเตอร์(Contactor) อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน และอุปกรณ์ตั้งเวลา ฯลฯ ในบทเรียนนี้จะอธิบายถึงการต่อวงจรสตาร์ทมอเตอร์ วงจรกลับทางหมุนมอเตอร์ ทั้ง 1 เฟส และ 3 เฟส โดยใช้วงจรกำลัง(Power Circuits) และวงจรควบคุม(Control Circuits) เป็นการอธิบายการทำงาน การควบคุมมอเตอร์ชนิดต่างๆ และอุปกรณ์ที่ใช้ในวงจรเหล่านั้น โดยใช้สัญลักษณ์ไฟฟ้าตามมาตรฐานเยอรมัน

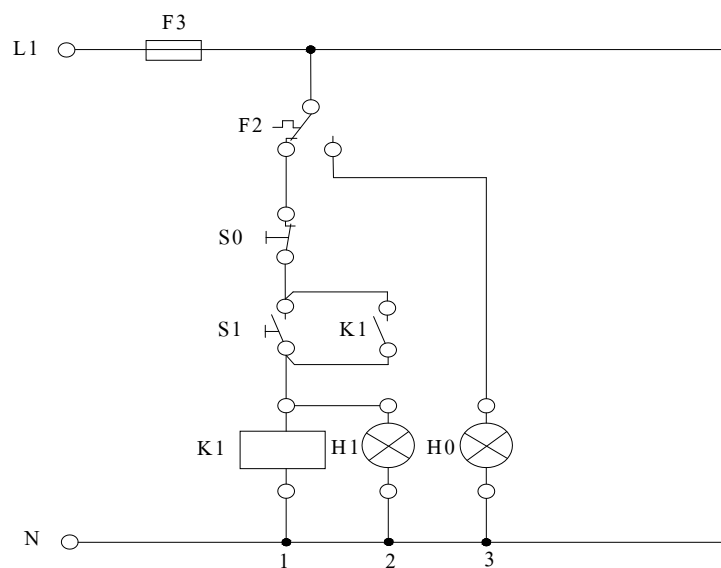
4-1-1 การสตาร์ทมอเตอร์ 1 เฟสโดยตรง

การสตาร์ทโดยตรง คือ การสตาร์ทด้วยแรงดันเต็มพิกัด (Full-Voltage Starting) วิธีการสตาร์ทมอเตอร์แบบนี้เหมาะสมกับมอเตอร์ที่มีขนาดเล็กซึ่ง

มอเตอร์จะถูกต่อผ่านอุปกรณ์สตาร์ทแล้วต่อเข้ากับสายไฟกำลังโดยตรงทำให้มอเตอร์สตาร์ทด้วยแรงดันเท่ากับสายจ่ายแรงดันทันทีทันใด และกระแสขณะสตาร์ทสูงถึงประมาณ 600 % ของกระแสไฟฟ้าที่พิกัดของมอเตอร์ อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อมอเตอร์ หรือวงจรไฟฟ้าอื่น ๆ ที่ต่อร่วมสายจ่ายกำลังมอเตอร์ได้ วงจรกำลัง และวงจรควบคุมจะแสดงในรูปที่ 4-1



(ก) วงจรกำลัง



(ข) วงจรควบคุม

รูปที่ 4-1 วงจรการสตาร์ทมอเตอร์ 1 เฟส โดยตรง

รายการอุปกรณ์ของวงจรสตาร์ทมอเตอร์ 1 เฟสโดยตรง

S0	Push button “ Stop ”	
S1	Push button “ Start ”	
K1	Contactor	
F1	Main fuses	
F2	Overload relay	
F3	Control fuse	
M1	Single phase motor	
H1	"ON" pilot lamp	
H0	"Over Load" pilot lamp	

ขั้นตอนการทำงานของวงจรสตาร์ทมอเตอร์ 1 เฟสโดยตรง

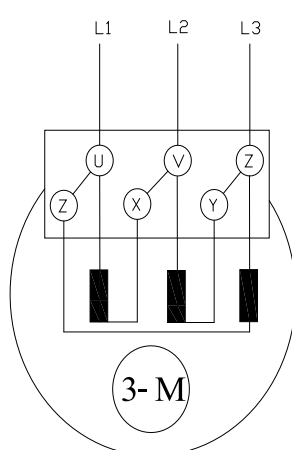
1. คอนแทคเตอร์ K1 ยังไม่ทำงานเพราะ Push button S1 ยังไม่ถูกกดจึงไม่มีกระแสไหลในแถวที่ 1
2. เมื่อกด Push button S1 ทำให้มีกระแสไหลในแถวที่ 1 และ K1 ทำงานทำให้คอนแทคช่วยปกติเปิด(Normally open:NO)เปลี่ยนเป็นปกติปิดในแถวที่ 2 จึงทำให้วงจรนี้ทำงานด้วยตัวเอง หลอดสีเขียว H1 ติด
3. เมื่อกด Push button S0 เพื่อต้องการหยุดมอเตอร์ K1 จะถูกตัดวงจรคอนแทคต่าง ๆ จะกลับมาสู่สภาวะปกติ

4. ถ้ามอเตอร์ทำงานเกินกำลังจะทำให้ Overload relay (F2) ตัดวงจรออกและจะแสดงผลโดยหลอด H0 ติดเตือนสัญญาณ สีส้ม ถ้าต้องการสตาร์ทมอเตอร์ใหม่ต้องทำการ Reset วงจรเสียก่อนจึงจะสตาร์ทมอเตอร์ได้อีกครั้ง

4-3 การสตาร์ทมอเตอร์ 3 เฟสโดยตรง

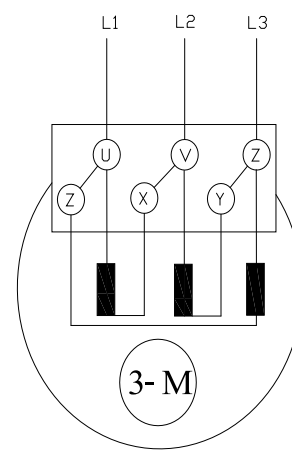
การสตาร์ทมอเตอร์โดยตรงหมายถึงการจ่ายมอเตอร์เข้ากับแหล่งจ่ายไฟเต็มพิกัด ตั้งแต่เริ่มสตาร์ทมอเตอร์ไปจนจบกระบวนการทำงานของเครื่องจักร โดยไม่มีการเพิ่มหรือลดแรงดันไฟฟ้าและปรับเปลี่ยนการต่อขดลวดในมอเตอร์ ซึ่งวิธีนี้เหมาะสำหรับมอเตอร์ 3 เฟสที่มีขนาดไม่เกิน 5.5 กิโลวัตต์กระแสใช้งานไม่สูงนัก กระแสสตาร์ทที่เพิ่มขึ้นอีกประมาณ 5-7 เท่าของกระแสพิกัดก็อยู่ในเกณฑ์ที่จะเลือกซื้อสายไฟฟ้าที่มีขนาดโตขึ้นแทนการซื้อหาอุปกรณ์ไฟฟ้ามาลดกระแสสตาร์ทจะเหมาะสมกว่าเพราะมีความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ

การต่อมอเตอร์ 3 เฟสเพื่อใช้งานนั้นขึ้นอยู่กับพิกัดแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟจะต้องอ่านข้อมูลจากแผ่นป้าย(Name plate)ที่ติดอยู่กับตัวมอเตอร์ และตรวจสอบค่าแรงดันไฟฟ้า และต่อมอเตอร์ให้ถูกต้องก่อนใช้งาน ดังรูปที่ 4-2 (ก) เป็นการต่อมอเตอร์ 3 เฟสแบบสตาร์ ถ้าใช้กับแรงดันไฟฟ้า เดลต้า/สตาร์ 220/380V หมายความว่า ต้องใช้กับแรงดันไฟฟ้า 3 เฟส 380V เป็นต้น



(ก) ต่อแบบสตาร์

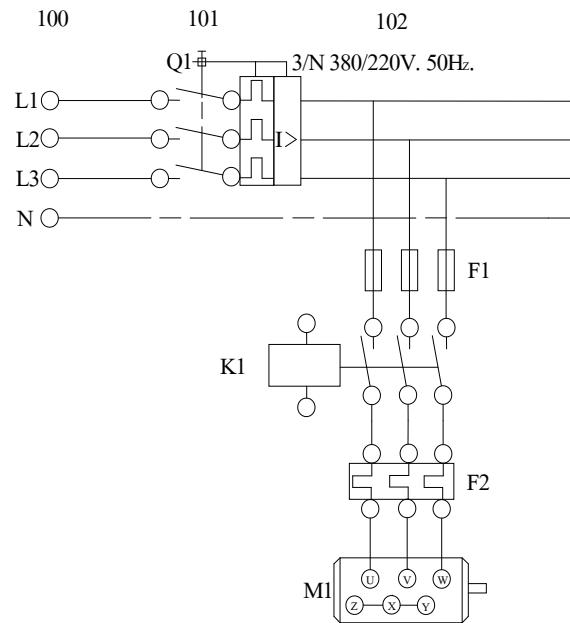
เดลต้า/สตาร์ 220/380 V 50 Hz.



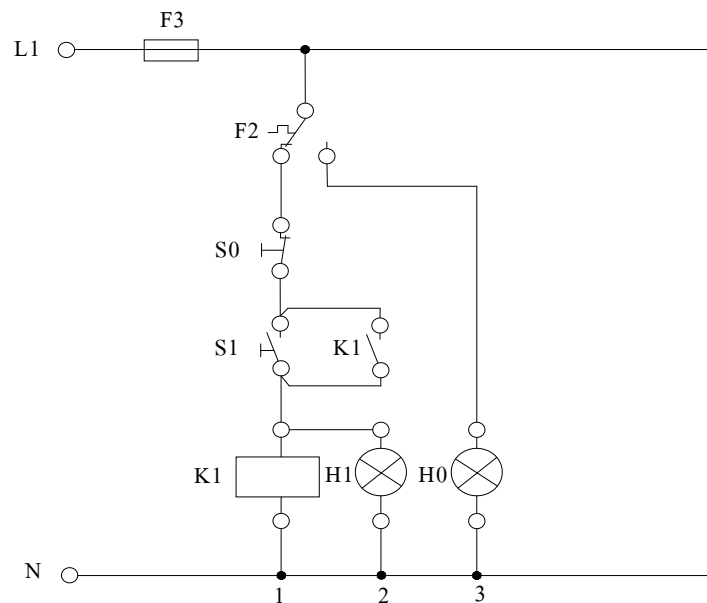
(ข) ต่อแบบเดลต้า

เดลต้า/สตาร์ 380/660 V 50 Hz.

รูปที่ 4-2 วงจรการต่อมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส



(ก) วงจรกำลัง



(ข) วงจรควบคุม

รูปที่ 4-3 วงจรการสตาร์ทมอเตอร์โดยตรง 3 เฟส

การนำเอาคอนแทคเตอร์มาทำหน้าที่เป็นสวิตช์ ตัดต่อวงจรกำลังช่วยให้ควบคุมมอเตอร์แบบควบคุมด้วยมือและแบบอัตโนมัติพร้อมอุปกรณ์ป้องกัน โดยใช้ร่วมกับโอเวอร์โหลดรีเลย์ เพื่อป้องกันมอเตอร์ทำงานเกินกำลังข้อดี

คอนแทคเตอร์จะมีความปลอดภัยแก่ผู้ปฏิบัติงานสามารถใช้กับแรงเคลื่อน ไฟฟ้าสูง ๆ และยังสามารถควบคุมวงจรจากระยะห่างไกลได้

รายการอุปกรณ์ของวงจรการสตาร์ทมอเตอร์โดยตรง 3 เฟส

S0	Push button “ Stop ”	
S1	Push button “ Start ”	
K1	Contactor	
F1	Main fuses	
F2	Overload relay	
F3	Control fuse	
M1	3 phase motor	
H1	"ON" pilot lamp	
H0	"Over Load" pilot lamp	

ขั้นตอนการทำงานการสตาร์ทมอเตอร์โดยตรง 3 เฟส

1. คอนแทคเตอร์ K1 ยังไม่ทำงานเพราะ Push button S1 ยังไม่ถูกกดจึงไม่มีกระแสไหลในแถวที่ 1

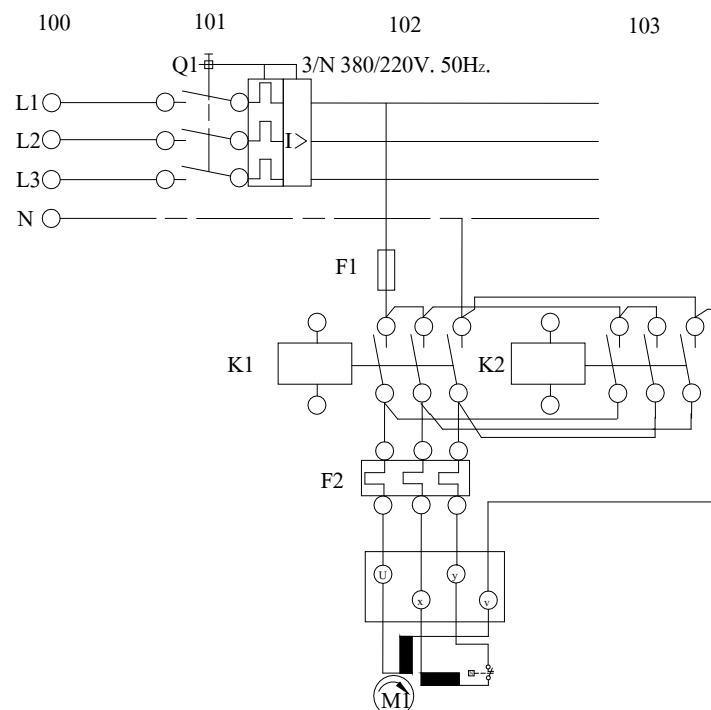
2. เมื่อกด Push button S1 ทำให้มีกระแสไหลในแถวที่ 1 และ K1 ทำงาน ทำให้คอนแทคช่วยปกติเปิด(NO)เปลี่ยนเป็นปกติปิด(NC)ในแถวที่ 2 จึงทำให้วงจรนี้ทำงานด้วยตัวเอง หลอดสีเขียว H1 ติด

3. เมื่อกด Push button S0 เพื่อต้องการหยุดมอเตอร์ K1 จะถูกตัดวงจร คอนแทคต่างๆ จะกลับมาสู่สภาวะปกติ

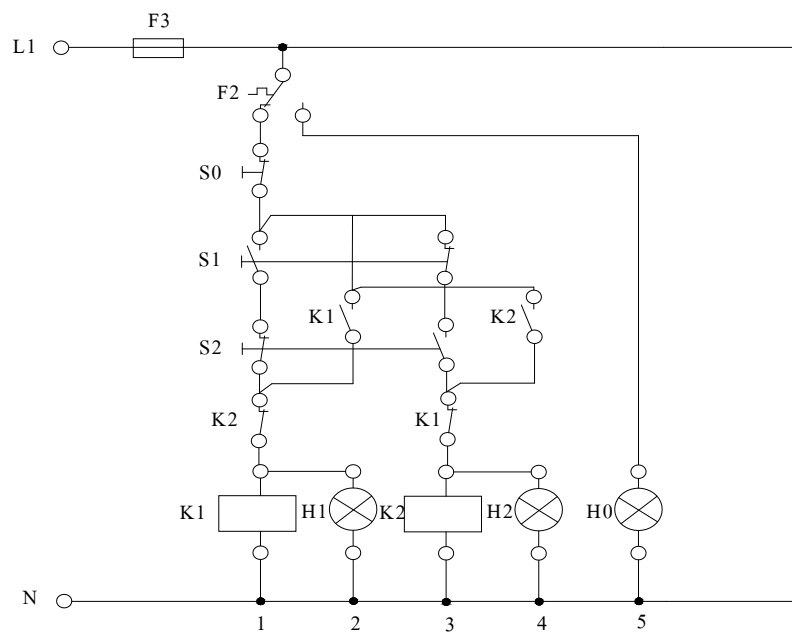
4. ถ้ามอเตอร์ทำงานเกินกำลังจะทำให้ Overload relay (F2) ตัดวงจรออก และจะแสดงผลโดยหลอด H0 ติดเตือนสัญญาณ สีส้ม ถ้าต้องการสตาร์ทมอเตอร์ใหม่ต้องทำการ Reset ก่อนจึงจะสตาร์ทมอเตอร์ได้อีกครั้ง

3-4 การกลับทางหมุนมอเตอร์ 1 เฟส

เมื่อต้องการกลับทางหมุนมอเตอร์ 1 เฟสแบบสปลิทเฟส ทำได้โดยการกลับขั้วสนามแม่เหล็กของขดลวด โดยการใช้อันเตอร์สวิตช์สองตัวในการกลับทางหมุนดังรูปที่ 4-4



(ก) วงจรกำลัง



(ข) วงจรควบคุม

รูปที่ 4-4 วงจรกลับทางหมุนมอเตอร์ 1 เฟส

รายการอุปกรณ์วงจรกลับทางหมุนมอเตอร์ 1 เฟส

S0	Push button “ Stop ”	
S1	Push button “ Forward ”	
S2	Push button “ Reverse ”	
K1	Forward Contactor	
K2	Reverse Contactor	
F1	Main fuses	
F2	Overload relay	

F3	Control fuse	
M1	Single phase motor	
H1	"Forward" pilot lamp	
H2	"Reverse" pilot lamp	
H0	"Over Load" pilot lamp	

ขั้นตอนการกลับทางหมุนมอเตอร์ 1 เฟส

การกลับทางหมุนมอเตอร์ทุกครั้งจะต้องทำการ หยุด ก่อน และในวงจรควบคุมจะมีคอนแทคช่วยทั้ง 2 ตัว ในแถว 1 และ 3 และคอนแทคปกติปิดของ Push button ทั้งสองช่วยกันทำงานแบบอินเตอร์ลอค(Interlock) ทำให้คอนแทคเตอร์ทั้งสองไม่มีโอกาสทำงานพร้อมกันได้

1. กดสวิตช์ Forward (S1) มอเตอร์หมุนขวา

กด S1 ทำให้คอนแทคเตอร์ K1 ทำงานและคอนแทคปกติปิดของ K1 ในแถว 3 ตัดวงจรไม่ให้ K2 ทำงาน หลอด H1 ติด มอเตอร์จะหมุนตามเข็มนาฬิกา

2. เมื่อต้องการกลับทางหมุนมอเตอร์ทุกครั้งจะต้องหยุดมอเตอร์หยุดก่อน โดย กด S0 แล้วจึงกลับทางหมุน

3. กดสวิตช์ Reverse (S2) มอเตอร์หมุนซ้าย

คอนแทคเตอร์ K2 จะทำงาน และ คอนแทคปกติปิดของ K2 ในแถว 1 ตัดวงจรไม่ให้ K1 ทำงาน หลอด H2 ติด มอเตอร์หมุนทวนเข็มนาฬิกา

4. ถ้ามอเตอร์ทำงานเกินกำลังจะทำให้ Overload relay (F2) ตัดวงจรออกและจะแสดงผลโดยหลอด H0 ติดเตือนสัญญาณสีส้ม ถ้าต้องการสตาร์ทมอเตอร์ใหม่ต้องทำการ Reset ก่อนจึงจะสตาร์ทมอเตอร์ได้อีกครั้ง

4-5 การกลับทางหมุนมอเตอร์ 3 เฟส

การนำมอเตอร์ไปใช้ในงานบางลักษณะ เช่น เปิด-ปิดประตูเลื่อน ขั้วเคลื่อนเครื่องกลึง ขั้วเคลื่อนลิฟท์ ขั้วเคลื่อนรอก ฯลฯ จะต้องมีการควบคุมให้มอเตอร์กลับทางหมุนได้

หลักการกลับทางหมุนมอเตอร์สามเฟสนั้นสามารถทำได้โดยการสลับปลายสายสองในสามสายของขดลวดสเตเตอร์ ผลคือการเรียงลำดับเฟส (Phase Sequence) จากปกติที่เรียงลำดับเฟสตามปกติ ซึ่งทำให้สนามแม่เหล็กหมุนไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกา จนเมื่อทำการสลับปลายสายสองในสามสายของขดลวดสเตเตอร์ จะทำให้การเรียงลำดับเฟสเปลี่ยนแปลงไปที่ทิศทางของสนามแม่เหล็กหมุนจะเปลี่ยนแปลงไปด้วยในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา เป็นผลให้มอเตอร์สามเฟสหมุนกลับทิศทางได้นั่นเอง

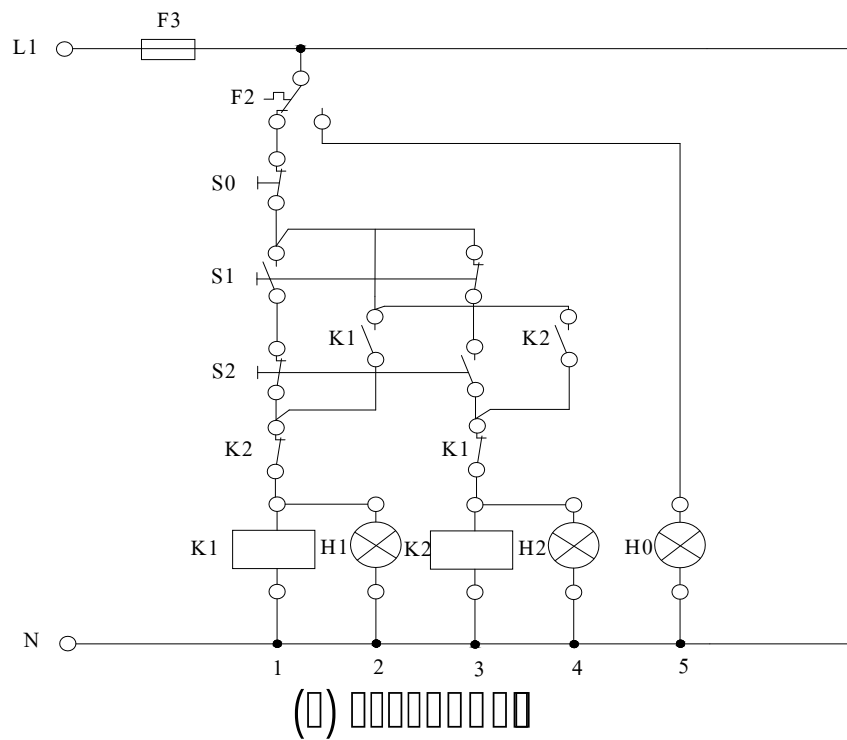
การกลับทางหมุนมอเตอร์สามเฟส ผู้ที่ใช้งานต้องเลือกสตาร์ทเตอร์หมุนไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่งก่อน หากมีความประสงค์จะกลับทางหมุนมอเตอร์ ต้องหยุดมอเตอร์ก่อนเสมอ แล้วจึงกลับทางหมุนมอเตอร์ หลังจากหยุดทุกครั้ง ทั้งนี้เพื่อป้องกันมิให้มอเตอร์เกิดการกระชากจากโหลดที่อาจสร้างความเสียหายทางกล และกระแสสตาร์ทสูง

ตัวอย่างการต่อวงจรเพื่อกลับทางหมุนมอเตอร์สามเฟส ที่มีพิกัดแรงดัน Δ/Y 220/380 V. 50 Hz. โดยต่อเข้ากับระบบแหล่งจ่ายไฟฟ้าสามเฟส $/N$ 380/220 V. 50 Hz. มีลักษณะดังนี้



รูปที่ 10.12 ลักษณะการต่อวงจรเพื่อกลับทางหมุนมอเตอร์สามเฟส

□□□□□□□□ Δ/Y 220/380 V. 50 Hz.

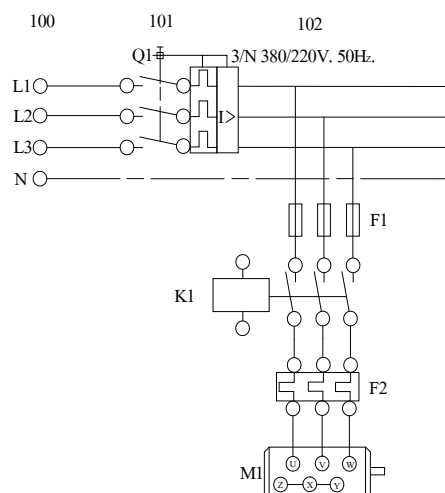


រូបទី ៤-6

รายการอุปกรณ์ของวงจรกลับทางหมุนมอเตอร์ 3 เฟส

S0	Push button “ Stop ”	
S1	Push button “ Forward ”	
S2	Push button “ Reverse ”	
K1	Forward Contactor	
K2	Reverse Contactor	
F1	Main fuses	
F2	Overload relay	
F3	Control fuse	
M1	3 phase motor	
H1	"Forward" pilot lamp	
H2	"Reverse" pilot lamp	
H0	"Over Load" pilot lamp	





รหัสวิชา 2104 – 2108

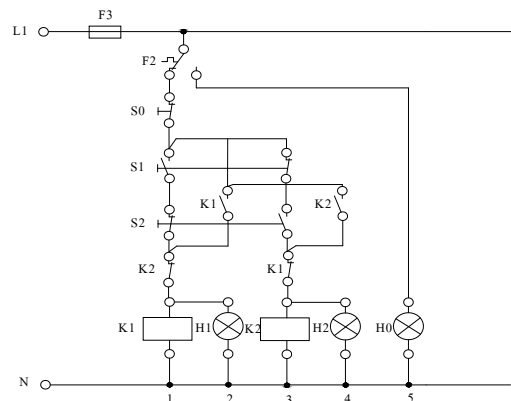
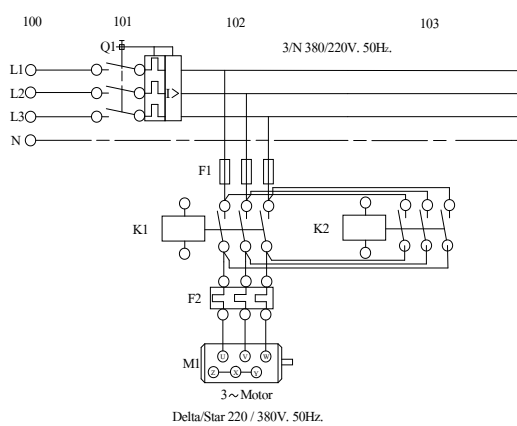
5. ข้อใดเป็นลักษณะของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ.....

- ☐ . มอเตอร์, มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ, 3 ☐ . มอเตอร์, มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ, 3
☐ . มอเตอร์, มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ, 3 ☐ . มอเตอร์, มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ, 1

6. ข้อใดเป็นลักษณะของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ.....

- ☐ . มอเตอร์ 3, 220 ☐ . มอเตอร์ 3, 380
☐ . มอเตอร์, 3, 220 ☐ . มอเตอร์, 3, 380

จากรูปต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 7-9



7. เมื่อกด s1 K2

- ☐ . K1 , , ☐ . K1 , ,
☐ . K1 , , ☐ . K1 , ,

8. เมื่อกด s0 เมื่อกด s2

- ☐ , ☐ ,
☐ , ☐ ,

9. วงจรควบคุมมอเตอร์นี้ทำหน้าที่.....

- ☐ 1 ☐ 3
☐ 1-3 ☐

10. ข้อใดเป็นลักษณะของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ.....

- ☐ . Over voltage relay ☐ . Contactor
☐ . Over load relay ☐ . Control fuse