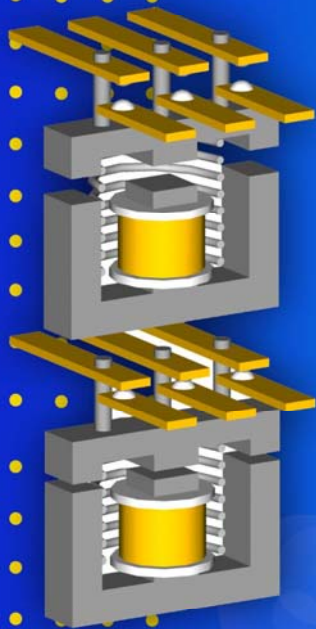


## หน่วยที่ 3

รหัสวิชา 2104-2109

เอกสารประกอบการเรียนการสอน วิชาการควบคุมเครื่องกลไฟฟ้า

# ขนาดสายไฟฟ้า อุปกรณ์ป้องกัน และดอบแตกเตอร์



ศุภชัย เก้าเอี้ยน  
ดร.วิทย์ฐานะชำนาญการ

วิทยาลัยการอาชีพนครศรีธรรมราช  
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา  
กระทรวงศึกษาธิการ

## คำนำ

เอกสารประกอบการเรียนการสอนชุดนี้ จัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนนักศึกษา ในรายวิชาการควบคุมเครื่องกลไฟฟ้า รหัสวิชา 2104 - 2109 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุงพุทธศักราช 2546) ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ เอกสารประกอบการเรียนการสอน ชุดนี้มีทั้งหมด 9 เล่ม คือ เล่มที่ 1 เรื่อง สัญลักษณ์ที่ใช้ในงานควบคุมเครื่องกลไฟฟ้า เล่มที่ 2 เรื่อง อุปกรณ์ควบคุมเครื่องกลไฟฟ้า เล่มที่ 3 เรื่อง ขนาดสายไฟฟ้า อุปกรณ์ป้องกันและคอนแทคเตอร์ เล่มที่ 4 เรื่อง มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและการควบคุม เล่มที่ 5 เรื่อง มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส และการควบคุม เล่มที่ 6 เรื่อง การเริ่มเดินและการหยุด มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส เล่มที่ 7 เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสทำงานเรียงลำดับ เล่มที่ 8 เรื่อง การกลับทิศทางหมุน มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส เล่มที่ 9 เรื่อง มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสหลายความเร็วและการควบคุม

เอกสารประกอบการเรียนการสอนเล่มที่ 3 เรื่อง ขนาดสายไฟฟ้า อุปกรณ์ป้องกันและคอนแทคเตอร์ มีเนื้อหาเกี่ยวกับ ส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์ สายไฟฟ้าสำหรับวงจรมอเตอร์ อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกิน อุปกรณ์ป้องกันโหลดเกินและคอนแทคเตอร์ นอกจากนี้ ภายในเล่มยังประกอบด้วยแบบฝึกหัด แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนไว้อย่างสมบูรณ์ นักศึกษาสามารถศึกษาได้ด้วยตนเอง

ขอขอบคุณคณะผู้บริหารวิทยาลัยการอาชีพนครศรีธรรมราช ที่ให้การสนับสนุนในการจัดทำเอกสารชุดนี้และเพื่อนครูแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลังทุกท่านที่ให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงจนเอกสารประกอบการเรียนการสอนเล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ศุภชัย เก้าเอี้ยน

ครูวิทยฐานะชำนาญการ

# สารบัญ

	หน้า
สารบัญ.....	ก
สารบัญรูป.....	ข
สารบัญตาราง.....	ค
คำแนะนำในการใช้.....	ง
หัวเรื่อง.....	1
จุดประสงค์การเรียนรู้.....	1
แบบทดสอบก่อนเรียน.....	2
ส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์.....	6
สายไฟฟ้าสำหรับวงจรมอเตอร์.....	9
อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกิน.....	20
อุปกรณ์ป้องกันโหลดเกิน.....	28
คอนแทคเตอร์.....	29
แบบฝึกหัดที่ 3.1.....	32
แบบฝึกหัดที่ 3.2.....	34
แบบทดสอบหลังเรียน.....	35
กระดาษคำตอบ.....	39
บรรณานุกรม.....	40

## สารบัญรูป

รูปที่	รายการ	หน้า
3.1	รูปแสดงส่วนประกอบของวงจรมอเตอร์.....	6
3.2	รูปแสดงวงจรมอเตอร์ตามตัวอย่างที่ 3.1.....	14
3.3	รูปแสดงสายไฟฟ้า มาตรฐาน มอก. 11-2531 ตารางที่ 4 สาย THW.....	14
3.4	รูปแสดงวงจรมอเตอร์แบบวาวด์โรเตอร์ ตามตัวอย่างที่ 3.2.....	18
3.5	รูปแสดงการเลือกขนาดสายป้อนสำหรับวงจรมอเตอร์หลายตัว.....	19
3.6	รูปแสดงวงจรย่อยขนาดไม่เกิน 15 แอมแปร์ ที่ไม่ต้องติดตั้งเซอร์กิตเบรกเกอร์ สำหรับมอเตอร์แต่ละเครื่อง.....	25
3.7	รูปแสดงวงจรการติดตั้งเซอร์กิตเบรกเกอร์ ตามตัวอย่างที่ 3.5.....	27
3.8	รูปแสดงโอเวอร์โหลดรีเลย์ (Overload relay).....	28
3.9	รูปแสดงแมกเนติกส์คอนแทคเตอร์ (Magnatic Contactor).....	30

## สารบัญตาราง

ตารางที่	รายการ	หน้า
3.1	พิกัดกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์กระแสสลับ 1 เฟส (แอมแปร์).....	7
3.2	พิกัดกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์กระแสสลับ 3 เฟส (แอมแปร์).....	8
3.3	ขนาดกระแสไฟฟ้าของสายไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์ที่ใช้งานไม่ต่อเนื่อง.....	10
3.4	ขนาดสายไฟฟ้าที่ต่อระหว่างเครื่องควบคุมกับตัวต้านทานที่ต่ออยู่กับขดลวด โรเตอร์.....	11
3.5	ขนาดกระแสสำหรับสายไฟฟ้าตาม มอก. 11-2531 จำนวนใช้กับตัวนำอุณหภูมิไม่ เกิน 75°C ขนาดแรงดัน 750 โวลต์ อุณหภูมิรอบตัวไม่เกิน 40°C .....	12
3.6	จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้าหุ้มฉนวนแกนเดียวตาม มอก. 11-2531.....	13
3.7	ขนาดกระแสของสายไฟฟ้า ตามมาตรฐาน มอก. 11-2531 อุณหภูมิ 70°C ขนาด แรงดัน 300 โวลต์และ 750 โวลต์ อุณหภูมิโดยรอบ 40°C (สำหรับวิธีการเดินสาย แบบ ก-ค) และ 30°C (สำหรับวิธีการเดินสายแบบ ง และ จ) .....	15
3.8	พิกัดหรือขนาดปรับตั้งสูงสุดของเครื่องป้องกันการลัดวงจรระหว่างสายและ ป้องกันการรั่วลงดินของวงจรไฟฟ้าย่อยของมอเตอร์.....	21
3.9	รหัสอักษรแสดงการลัดโรเตอร์.....	23
3.10	ขนาดแมกเนติกส์คอนแทคเตอร์ที่เหมาะสมกับพิกัดโหลดมอเตอร์.....	31

## คำแนะนำในการใช้

เอกสารประกอบการเรียนการสอน วิชาการควบคุมเครื่องกลไฟฟ้า รหัสวิชา 2104-2109  
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ขนาดสายไฟฟ้า อุปกรณ์ป้องกันและคอนแทคเตอร์

### สัปดาห์ที่ 4 เวลา 6 ชั่วโมง

1. นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 15 ข้อ
2. นักศึกษาแบ่งกลุ่มออกเป็น 5 กลุ่มตามความพอใจ
3. แต่ละกลุ่มอ่านและทำความเข้าใจเอกสารประกอบการเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 3  
เรื่อง ส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์  
เรื่อง สายไฟฟ้าสำหรับวงจรมอเตอร์
4. นักศึกษาแต่ละกลุ่มสรุปสาระสำคัญ
5. นักศึกษาทำแบบฝึกหัดที่ 3.1 จำนวน 3 ตอน รวม 15 ข้อ โดยการน้อมนำหลักปรัชญาเศรษฐกิจ

พอเพียงมาใช้

6. นักศึกษาตรวจแบบฝึกหัดที่ 3.1 โดยครูผู้สอนเฉลย
7. นักศึกษาแบ่งกลุ่มออกเป็น 5 กลุ่มตามเลขประจำตัว
8. แต่ละกลุ่มอ่านและทำความเข้าใจเอกสารประกอบการเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 3  
เรื่อง อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกิน  
เรื่อง อุปกรณ์ป้องกันโหลดเกิน  
เรื่อง คอนแทคเตอร์
9. นักศึกษาแต่ละกลุ่มสรุปสาระสำคัญ
10. นักศึกษาทำแบบฝึกหัดที่ 3.2 จำนวน 15 ข้อ
11. นักศึกษาตรวจแบบฝึกหัดที่ 3.2 โดยครูผู้สอนเฉลย
12. นักศึกษาทำแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 15 ข้อ



## หน่วยการเรียนรู้ที่ 3

### ขนาดสายไฟฟ้า อุปกรณ์ป้องกันและคอนแทคเตอร์

#### หัวข้อเรื่อง

1. ส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์
2. สายไฟฟ้าสำหรับวงจรมอเตอร์
3. อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกิน
4. อุปกรณ์ป้องกันโหลดเกิน
5. คอนแทคเตอร์

#### จุดประสงค์การเรียนรู้การสอน

1. ด้านความรู้
  - 1.1 บอกส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์ได้
  - 1.2 บอกชนิดของสายไฟฟ้าที่ใช้ในการติดตั้งมอเตอร์ได้
  - 1.3 บอกชนิดของอุปกรณ์ป้องกันการลัดวงจรมอเตอร์ได้
  - 1.4 อธิบายหน้าที่ของอุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ได้
  - 1.5 บอกชนิดของคอนแทคเตอร์ที่ใช้ในวงจรมอเตอร์ได้
2. ด้านทักษะและกระบวนการ
  - 2.1 แสดงวิธีการหาขนาดสายไฟฟ้าที่เหมาะสมกับวงจรมอเตอร์ตัวเดียวและหลายตัวได้โดยการน้อมนำหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงมาใช้
  - 2.2 แสดงวิธีการหาขนาดของอุปกรณ์ป้องกันการลัดวงจรมอเตอร์ได้
  - 2.3 แสดงวิธีการหาขนาดของอุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ได้
  - 2.4 เลือกใช้คอนแทคเตอร์ในวงจรมอเตอร์ตามมาตรฐาน IEC ได้
3. ด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์
  - 3.1 ความรับผิดชอบ
  - 3.2 ความมีวินัย
  - 3.3 ความสนใจใฝ่รู้

## แบบทดสอบก่อนเรียน

วิชา การควบคุมเครื่องกลไฟฟ้า หน่วยที่ 3 ขนาดสายไฟฟ้า อุปกรณ์ป้องกันและคอนแทคเตอร์

- คำชี้แจง
1. ข้อทดสอบมีจำนวน 15 ข้อ คะแนนเต็ม 15 คะแนน เวลา 20 นาที
  2. ให้นักศึกษาเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

\*\*\*\*\*

1. ข้อใดคือส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์

- ก. สายไฟฟ้าวงจรย่อย หลอดสัญญาณ เครื่องควบคุมมอเตอร์
- ข. เครื่องป้องกันการลัดวงจร เครื่องปลดวงจรมอเตอร์ เครื่องควบคุมมอเตอร์
- ค. เครื่องควบคุมแบบอัตโนมัติ เครื่องปลดวงจรมอเตอร์ เครื่องควบคุมมอเตอร์
- ง. เครื่องควบคุมด้วยมือ สายไฟฟ้าวงจรย่อย เครื่องปลดวงจรมอเตอร์ เครื่องควบคุมมอเตอร์

2. ค่ากระแส FLA หมายถึง

- ก. ค่าพิกัดกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์ตามแผ่นป้าย
- ข. ค่าพิกัดกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์
- ค. ค่าพิกัดกระแสของสายวงจรย่อย
- ง. ค่าพิกัดกระแสของสายป้อน

3. ค่ากระแส FLC หมายถึง

- ก. ค่าพิกัดกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์ตามแผ่นป้าย
- ข. ค่าพิกัดกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์
- ค. ค่าพิกัดกระแสของสายวงจรย่อย
- ง. ค่าพิกัดกระแสของสายป้อน

4. สายไฟฟ้าที่ใช้ในการติดตั้งมอเตอร์ตามมาตรฐาน มอก. 11-2531 ตารางที่ 4 คือ

- ก. สาย NYY
- ข. สาย VAF
- ค. สาย VFF
- ง. สาย THW



5. พิวส์ชนิดที่ถูกออกแบบมาเพื่อใช้งานกับวงจรมอเตอร์คือพิวส์ชนิดใด

- ก. พิวส์เส้น
- ข. พิวส์กระบอก
- ค. พิวส์หน่วยเวลา
- ง. พิวส์ตัดไว

6. การติดตั้งมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส 380 โวลต์ ขนาด 7.5 แรงม้า มีพิกัดกระแสโหลดเต็มที่ 11.5 แอมแปร์ มีค่าพิกัดกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์ตามแผ่นป้าย 9.75 แอมแปร์ ต้องใช้ขนาดของสายไฟฟ้าที่ทนกระแสไฟฟ้าไม่น้อยกว่าเท่าใด

- ก. 11.5 แอมแปร์
- ข. 9.75 แอมแปร์
- ค. 14.37 แอมแปร์
- ง. 12.18 แอมแปร์

7. การติดตั้งมอเตอร์เหนี่ยวนำ 1 เฟส 220 โวลต์ ขนาด 1.5 แรงม้า มีพิกัดกระแสโหลดเต็มที่ 9.6 แอมแปร์ มีค่าพิกัดกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์ตามแผ่นป้าย 7.5 แอมแปร์ ต้องใช้ขนาดของสายไฟฟ้าที่ทนกระแสไฟฟ้าไม่น้อยกว่าเท่าใด

- ก. 12 แอมแปร์
- ข. 10 แอมแปร์
- ค. 9.6 แอมแปร์
- ง. 7.5 แอมแปร์

8. การติดตั้งมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส 380 โวลต์ ขนาด 20 แรงม้า มีพิกัดกระแสโหลดเต็มที่ 30 แอมแปร์ กับ มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส 380 โวลต์ ขนาด 50 แรงม้า มีพิกัดกระแสโหลดเต็มที่ 72 แอมแปร์ ต้องใช้ขนาดของสายไฟฟ้าป้อนวงจรที่ทนกระแสไฟฟ้าไม่น้อยกว่าเท่าใด

- ก. 72 แอมแปร์
- ข. 90 แอมแปร์
- ค. 102 แอมแปร์
- ง. 120 แอมแปร์

9. การติดตั้งมอเตอร์กระแสสลับ 1 เฟส 220 โวลต์ ขนาด 1.5 แรงม้า มีพิกัดกระแสโหลดเต็มที่ 9.6 แอมแปร์ กับ มอเตอร์กระแสสลับ 1 เฟส 220 โวลต์ ขนาด 3 แรงม้า มีพิกัดกระแสโหลดเต็มที่ 18.6 แอมแปร์ ต้องใช้ขนาดของสายไฟฟ้าป้อนวงจรที่ทนกระแสไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่าเท่าใด
- 28.2 แอมแปร์
  - 32.8 แอมแปร์
  - 37.2 แอมแปร์
  - 47.8 แอมแปร์
10. การป้องกันการลัดวงจรของมอเตอร์กรงกระรอก 3 เฟส ขนาด 20 แรงม้า มีพิกัดกระแสโหลดเต็มที่ 30 แอมแปร์ รหัสอักษร V เริ่มเดินโดยรับแรงดันไฟฟ้าเต็มที่ ควรใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดเวลาพักสั้นขนาดเท่าใด
- 35 แอมแปร์
  - 60 แอมแปร์
  - 75 แอมแปร์
  - 90 แอมแปร์
11. อุปกรณ์ที่สามารถป้องกันอันตรายของมอเตอร์เนื่องจากกระแสไฟฟ้าไหลเกินพิกัด คือ
- แมกเนติกส์คอนแทคเตอร์
  - ทามเมอร์รีเลย์
  - สวิตช์แม่เหล็ก
  - โอเวอร์โหลดรีเลย์
12. ควรปรับตั้งอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ป้องกันมอเตอร์ที่ตำแหน่งเท่าไร สำหรับมอเตอร์แบบกรงกระรอก 3 เฟส 380 โวลต์ 25 แรงม้า มีค่ากระแสโหลดเต็มที่บนแผ่นป้ายประจำเครื่อง 32 แอมแปร์ และระบุนอุณหภูมิเพิ่มขึ้นขณะใช้งาน  $30^{\circ}\text{C}$
- 40 แอมแปร์
  - 64 แอมแปร์
  - 80 แอมแปร์
  - 88 แอมแปร์

13. ส่วนใดของคอนแทคเตอร์ที่ใช้สำหรับตัดและต่อการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้มอเตอร์

- ก. หน้าสัมผัสปกติเปิด
- ข. หน้าสัมผัสปกติปิด
- ค. หน้าสัมผัสหลัก
- ง. หน้าสัมผัสช่วย

14. ในวงจรควบคุมการเริ่มเดินและหยุดมอเตอร์ แบบ jogging และการกลับทิศทางหมุนของมอเตอร์ แบบกรงกระรอกควรใช้คอนแทคเตอร์รหัสใด

- ก. AC-1
- ข. AC-3
- ค. AC-2
- ง. AC-4

15. วงจรควบคุมมอเตอร์เหนี่ยวนำหรืออินดักชันมอเตอร์ทั่วไป จะใช้คอนแทคเตอร์รหัสใด

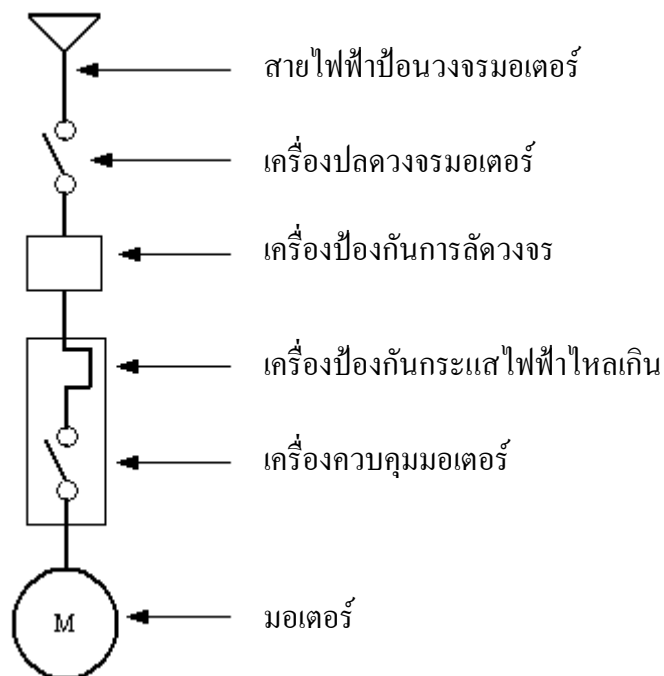
- ก. AC-1
- ข. AC-3
- ค. AC-2
- ง. AC-4

\*\*\*\*\*



1. ส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์

การออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับการติดตั้งมอเตอร์นั้น ผู้ออกแบบจะต้องออกแบบให้ถูกต้องและเป็นไปตามมาตรฐานเพื่อให้การใช้งานมอเตอร์เป็นไปอย่างปลอดภัย ประหยัดและเชื่อถือได้ วงจรไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์ประกอบด้วย สายไฟฟ้าสำหรับวงจรมอเตอร์ อุปกรณ์ป้องกันการลัดวงจร อุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ และอุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกิน



รูปที่ 3.1 รูปแสดงส่วนประกอบของวงจรมอเตอร์

ที่มา : ศุภชัย เก้าเอี้ยน : 2552

การออกแบบวงจรสำหรับติดตั้งมอเตอร์นั้น สิ่งที่สำคัญที่สุดที่ต้องทราบคือค่าพิกัดกระแสไฟฟ้าของมอเตอร์ การพิจารณาค่าพิกัดกระแสไฟฟ้าสำหรับการออกแบบวงจรมอเตอร์นั้น จะประกอบด้วย 2 ค่าคือค่าพิกัดกระแสไหลเต็มที่ตามแผ่นป้ายประจำเครื่อง (Rated Load Current) ซึ่งเป็นค่ากระแสไฟฟ้าของมอเตอร์ในขณะที่ใช้งานที่พิกัดโหลดปกติและค่าพิกัดกระแสไหลเต็มที่ของมอเตอร์ (Full Load Current) ซึ่งเป็นค่าพิกัดกระแสไฟฟ้าที่มอเตอร์ใช้เต็มที่ในการทำงาน

โดยที่มอเตอร์ไม่เป็นอันตราย ค่าพิกัดกระแสโหลดเต็มที่นี่เป็นค่าที่ได้จากการเปิดตาราง ตามตาราง ที่ 3.1 และ 3.2 โดยทั่วไปจะใช้ค่า FLC แทนค่าพิกัดกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์ที่อ่านได้จากตาราง และใช้ค่า FLA แทนค่าพิกัดกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์ตามแผ่นป้ายประจำเครื่อง (Name Plate)

ตารางที่ 3.1 พิกัดกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์กระแสสลับ 1 เฟส (แอมแปร์)

ขนาดมอเตอร์		มอเตอร์เหนี่ยวนำ 1 เฟส	
KW	HP	220V	240V
0.37	0.5	3.9	3.6
0.55	0.75	5.2	4.8
0.75	1	6.6	6.1
1.1	1.5	9.6	8.8
1.5	2	12.7	11.7
1.8	2.5	15.7	14.4
2.2	3	18.6	17.1
3	4	24.3	22.2
4	5	29.6	27.1
4.4	6	34.7	31.8
5.2	7	39.8	36.5
5.5	7.5	42.2	38.7
6	8	44.5	40.8
7	9	49.5	45.5
7.5	10	54.4	50

ที่มา : ชลชัย ธรรมวิวัฒนกูร (การออกแบบและติดตั้งไฟฟ้า.2546:212)

ตารางที่ 3.2 พิกัดกระแสโหลดเต็มชื่อของมอเตอร์กระแสสลับ 3 เฟส (แอมแปร์)

ขนาดมอเตอร์		มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส 4 ขั้ว 50/60 HZ						
KW	HP	220-240V	380V	415V	440V	500V	660V	1000V
0.37	0.5	1.8	1.03	-	0.99	1	0.6	0.4
0.55	0.75	2.75	1.6	-	1.36	1.21	0.9	0.6
0.75	1	3.5	2	2	1.68	1.5	1.1	0.75
1.1	1.5	4.4	2.6	2.5	2.37	2	1.5	1
1.5	2	6.1	3.5	3.5	3.06	2.8	2	1.3
2.2	3	8.7	5	5	4.42	3.8	2.8	1.9
3	4	11.5	6.6	6.5	5.77	5	3.8	2.5
3.7	5	13.5	7.7	7.5	7.1	5.9	4.4	3
4	5.5	14.5	8.5	8.4	7.9	6.5	4.9	3.3
5.5	7.5	20	11.5	11	10.4	9	6.6	4.5
7.5	10	27	15.5	14	13.7	12	8.9	6
9	12	32	18.5	17	16.9	13.9	10.6	7
10	13.5	35	20	-	-	15	11.5	7.5
11	15	39	22	21	20.1	18.4	14	9
15	20	52	30	28	26.5	23	17.3	12
22	30	75	44	40	39	33	25.4	17
30	40	103	60	55	51.5	45	34.6	23
37	50	126	72	66	64	55	42	28
40	54	134	79	71	67	60	44	30
45	60	150	85	80	76	65	49	33
55	75	182	105	100	90	80	61	40
63	85	203	117	115	109	89	69	45
75	100	240	138	135	125	105	82	53
80	110	260	147	138	131	112	86	57
90	125	295	170	165	146	129	98	65

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ขนาดมอเตอร์		มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส 4 ขั้ว 50/60 HZ						
KW	HP	220-240V	380V	415V	440V	500V	660V	1000V
100	136	325	188	182	162	143	107	71
110	150	356	208	200	178	156	118	78
132	180	425	245	240	215	187	140	90
140	190	450	260	250	227	200	145	95
150	205	483	280	270	246	210	159	102
160	220	520	300	280	256	220	170	115
180	245	578	333	320	289	254	190	135
200	270	626	370	340	321	281	215	150
250	340	800	460	425	401	360	274	200
280	380	900	510	475	450	400	305	220
300	410	980	565	510	481	420	325	230
355	480	1150	636	580	549	500	370	262
400	545	1250	710	650	611	540	410	288

ที่มา : ชลชัย ธรรมวิวัฒน์กูร. การออกแบบและติดตั้งไฟฟ้า. 2546:212-213

ตัวอย่างการใช้ตารางที่ 3.1 และ 3.2 เช่น มอเตอร์กระแสสลับ 1 เฟส 220 โวลต์ 1.5 แรงม้า อ่านค่ากระแสไฟฟ้าจากแผ่นป้ายประจำเครื่อง 7.5 แอมแปร์ หมายความว่าค่า FLA เท่ากับ 7.5 แอมแปร์ และค่ากระแส FLC จากตารางที่ 3.1 มีค่า 9.6 แอมแปร์ นั่นคือค่า FLC เท่ากับ 9.6 แอมแปร์



## 2. สายไฟฟ้าสำหรับวงจรมอเตอร์

ในการพิจารณาหาขนาดสายไฟฟ้าที่เหมาะสมกับวงจรมอเตอร์จะพิจารณาเป็น 2 กรณีคือ วงจรที่มีมอเตอร์ตัวเดียวและวงจรที่มีมอเตอร์หลายตัว

### 2.1 วงจรที่มีมอเตอร์ตัวเดียว

แยกพิจารณาเป็นวงจรที่ประกอบด้วยมอเตอร์ทั่วไปและวงจรที่ประกอบด้วยมอเตอร์แบบวาวด์โรเตอร์

**2.1.1 วงจรที่ประกอบด้วยมอเตอร์ทั่วไป** ขนาดสายไฟฟ้าซึ่งจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับมอเตอร์ทั่วไปและใช้งานต่อเนื่องจะต้องมีค่าไม่ต่ำกว่าร้อยละ 125 ของ FLC ยกเว้นมอเตอร์หลายความเร็วที่นำมาใช้งานประเภทใช้งานสั้น ใช้งานเป็นระยะ ใช้งานเป็นคาบหรือใช้งานที่เปลี่ยนแปลงขนาดสายไฟฟ้าจะต้องทนกระแสไฟฟ้าได้ไม่ต่ำกว่าร้อยละของพิกัดกระแสไฟฟ้าบนแผ่นป้ายประจำเครื่อง (Name Plate) ตามตารางที่ 3.3 และสายไฟฟ้าจะต้องมีขนาดไม่ต่ำกว่า 1.5 ตารางมิลลิเมตร

ตารางที่ 3.3 ขนาดกระแสไฟฟ้าของสายไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์ที่ใช้งานไม่ต่อเนื่อง

ประเภทการใช้งาน	ร้อยละของพิกัดกระแสบนแผ่นป้ายประจำเครื่อง			
	มอเตอร์พิกัดใช้งาน 5 นาที	มอเตอร์พิกัดใช้งาน 15 นาที	มอเตอร์พิกัดใช้งาน 30 และ 60 นาที	มอเตอร์พิกัดใช้งานต่อเนื่อง
ใช้งานระยะสั้น เช่น มอเตอร์หมุนเปิด-ปิดวาล์ว ฯลฯ	110	120	150	-
ใช้งานเป็นระยะ เช่น มอเตอร์ลิฟต์ มอเตอร์เปิด-ปิดสะพาน	85	85	90	140
ใช้งานเป็นคาบ เช่น มอเตอร์หมุนลูกกอล์ฟ ฯลฯ	85	90	95	140
ใช้งานที่เปลี่ยนแปลง	110	120	150	200

ที่มา : ชลชัย ธรรมวิวัฒนกุล. การออกแบบและติดตั้งไฟฟ้า.2546:215

**2.1.2 วงจรที่ประกอบด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าแบบวาวด์โรเตอร์** ขนาดสายไฟฟ้าซึ่งจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวดสเตเตอร์ (Stator) ใช้วิธีการเหมือนกับการหาขนาดสายไฟฟ้าที่ใช้กับมอเตอร์แบบต่างๆไป ส่วนขนาดสายไฟฟ้าสำหรับขดลวดโรเตอร์ (Rotor) พิจารณาดังนี้

มอเตอร์ประเภทใช้งานต่อเนื่อง ขนาดสายไฟฟ้าที่ต่อระหว่างขดลวดโรเตอร์กับเครื่องควบคุมจะต้องทนกระแสได้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 125 ของกระแสโหลดเต็มที่ของขดลวดโรเตอร์

มอเตอร์ประเภทใช้งานไม่ต่อเนื่อง ขนาดสายไฟฟ้าจะต้องทนกระแสได้ไม่ต่ำกว่าร้อยละของกระแสโหลดเต็มที่ของขดลวดโรเตอร์ตามตารางที่ 3.3



มอเตอร์ที่มีตัวต้านทานต่อแยกจากเครื่องควบคุม ขนาดสายไฟฟ้าที่ต่อระหว่างเครื่องควบคุมกับตัวต้านทานที่ต่ออยู่กับขดลวดโรเตอร์ ต้องทนกระแสไฟฟ้าได้ไม่ต่ำกว่าที่กำหนดในตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 ขนาดสายไฟฟ้าที่ต่อระหว่างเครื่องควบคุมกับตัวต้านทานที่ต่ออยู่กับขดลวดโรเตอร์

ประเภทการใช้งานของตัวต้านทาน	ขนาดกระแสไฟฟ้าของสายคิดเป็นร้อยละของกระแสโหลดเต็มที่ของขดลวดโรเตอร์
เริ่มเดินอย่างเบา	35
เริ่มเดินอย่างหนัก	45
เริ่มเดินอย่างหนักมาก	55
ใช้งานเป็นระยะห่างมาก	65
ใช้งานเป็นระยะห่างปานกลาง	75
ใช้งานเป็นระยะถี่	85
ใช้งานต่อเนื่อง	110

ที่มา : ชลชัย ธรรมวิวัฒน์นุชร.การออกแบบและติดตั้งไฟฟ้า.2546:216

ตัวอย่างที่ 3.1 จงหาขนาดสายไฟฟ้าของมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส 380 โวลต์ ขนาด 7.5 แรงม้ากำหนดให้ใช้สายไฟฟ้าตามมาตรฐาน มอก. 11-2531 ตารางที่ 4 (สาย THW) และใช้วิธีเดินสายไฟฟ้าโดยร้อยสายในท่อโลหะ

#### วิธีทำ

เปิดตารางที่ 3.2 หาพิกัดกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส 380 โวลต์ ขนาด 7.5 แรงม้า จะได้ค่า

$$FLC = 11.5 \text{ แอมแปร์}$$

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้นขนาดสายไฟฟ้าจะต้องทนกระแสไฟฟ้าได้ไม่ต่ำกว่า} &= 11.5 \times 1.25 \text{ แอมแปร์} \\ &= 14.375 \text{ แอมแปร์} \end{aligned}$$

กำหนดให้ใช้สายไฟฟ้าตาม มอก. 11-2531 ตารางที่ 4 คือ สาย THW นิยมใช้เป็นสายไฟฟ้าในวงจรย่อย สายป้อนและสายเมน การเดินสายไฟฟ้าโดยร้อยสายในท่อโลหะหรือรางเดินสายไฟฟ้า ดูขนาดของสายไฟฟ้าจากตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 ขนาดกระแสไฟฟ้าสำหรับสายไฟฟ้าตาม มอก. 11-2531 จนวนใช้กับตัวนำที่ อุณหภูมิไม่เกิน 75°C ขนาดแรงดัน 750 โวลต์ อุณหภูมิรอบตัวไม่เกิน 40°C

ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแสไฟฟ้าสูงสุดที่ทนได้ (แอมแปร์)	
	เดินสายในอากาศ	สายไม่เกิน 3 เส้น เดินในท่อโลหะร้อยสายเดียวกัน
1.5	13	8
2.5	19	15
4	27	21
6	41	30
10	66	45
16	94	63
25	122	84
35	152	104
50	194	129
70	241	159
95	295	190
120	345	222
150	397	252
185	456	285
240	533	325
300	610	368
400	712	427
500	806	479

ที่มา : ราชทัณฑ์ อุตวิบูลย์กุลและคณะ. การควบคุมเครื่องกลไฟฟ้า.145

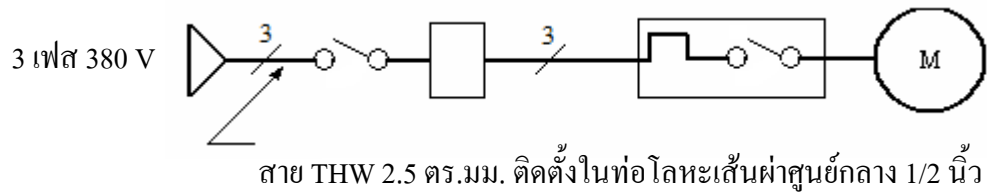
จากตาราง 3.5 จะต้องใช้สายขนาด 2.5 ตร.มม. ซึ่งทนกระแสไฟฟ้าได้ 15 แอมแปร์ ดังนั้น จะต้องใช้สาย THW ขนาด 2.5 ตารางมิลติเมตรจำนวน 3 เส้นสำหรับติดตั้งเข้ามอเตอร์และใช้วิธีเดินสายโดยร้อยสายในท่อโลหะ คูขนาดท่อโลหะจากตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้าหุ้มฉนวนแกนเดี่ยวตาม มอก. 11-2531

พื้นที่หน้าตัดของ สายไฟฟ้าเป็น ตารางมิลลิเมตร(ตร.มม.)	จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้าในท่อโลหะร้อยสาย											
	5	5	10	14	25	35	-	-	-	-	-	-
1.5	5	5	10	14	25	35	-	-	-	-	-	-
2.5	3	3	5	9	16	22	38	-	-	-	-	-
4	3	3	5	7	13	18	30	47	-	-	-	-
6	2	2	4	5	10	14	23	36	48	-	-	-
10	1	1	3	4	6	9	15	22	32	44	50	-
16	1	1	2	3	4	5	9	14	21	28	37	-
25	-	-	-	-	3	4	7	11	16	22	28	-
35	-	-	-	-	2	3	5	8	13	18	23	-
50	-	-	-	-	1	2	4	6	9	13	16	-
70	-	-	-	-	1	1	3	5	8	10	13	-
95	-	-	-	-	1	1	2	3	6	8	11	-
120	-	-	-	-	1	1	2	3	6	8	10	-
150	-	-	-	-	1	1	2	3	5	7	9	-
185	-	-	-	-	1	1	1	2	4	5	7	-
240	-	-	-	-	1	1	1	1	3	4	6	-
300	-	-	-	-	-	1	1	1	3	4	5	-
400	-	-	-	-	-	-	1	1	1	3	4	-
500	-	-	-	-	-	-	1	1	1	2	3	-
เส้นผ่าศูนย์กลาง ของท่อร้อย สายไฟฟ้า	มม.	12.7	16	19	25	32	38	50	60	75	90	100
	นิ้ว	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	1	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{2}$	2	$2\frac{1}{2}$	3	$3\frac{1}{2}$	4

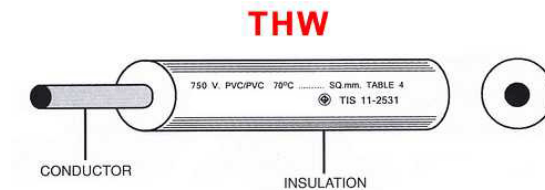
ที่มา : รัชชัย จารุจิตร. การติดตั้งไฟฟ้าในอาคารและในโรงงาน.2546:160

จากตารางที่ 3.6 ต้องใช้ท่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1/2 นิ้วหรือ 12.7 มม. สำหรับร้อยสายไฟฟ้า THW ขนาด 2.5 ตารางมิลลิเมตร จำนวน 3 เส้น



รูปที่ 3.2 รูปแสดงวงจรมอเตอร์ตามตัวอย่างที่ 3.1

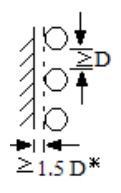
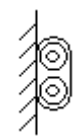
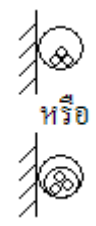

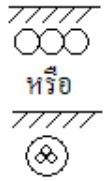
ที่มา : ศุภชัย แก้วเอี่ยม : 2552



รูปที่ 3.3 รูปแสดงสายไฟฟ้า มาตรฐาน มอก. 11-2531 ตารางที่ 4 สาย THW

ที่มา : <http://www.engineerthai.com/electrical.htm>

ตารางที่ 3.7 ขนาดกระแสไฟฟ้าของสายไฟฟ้า ตามมาตรฐาน มอก. 11-2531 อุณหภูมิ 70°C ขนาด  
แรงดัน 300 โวลต์และ 750 โวลต์ อุณหภูมิโดยรอบ 40°C  
(สำหรับวิธีการเดินสายแบบ ก - ค) และ 30°C (สำหรับวิธีการเดินสายแบบ ง และ จ)

ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแสไฟฟ้า (แอมแปร์)						
	วิธีเดินสาย (หมายเหตุ 1)						
							
	ก	ข	ค		ง		จ
		ท่อโลหะ	ท่อโลหะ	ท่อโลหะ	ท่อโลหะ		
1	14	11	11	10	15	13	21
1.5	17	15	14	13	18	16	26
2.5	23	20	18	17	24	21	34
4	31	27	24	23	32	28	45
6	42	35	31	30	42	36	56
10	60	50	43	42	58	50	75
16	81	66	56	54	77	65	97
25	111	89	77	74	103	87	125
35	137	110	95	91	126	105	150
50	169	-	119	114	156	129	177
70	217	-	148	141	195	160	216
95	271	-	187	180	242	200	259
120	316	-	214	205	279	228	294
150	364	-	251	236	322	259	330
185	424	-	287	269	370	296	372

ตารางที่ 3.7 (ต่อ)

ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแสไฟฟ้า (แอมแปร์)						
	วิธีเดินสาย (หมายเหตุ 1)						
	ก	ข	ค		ง		จ
		ท่อโลหะ	ท่อโลหะ	ท่อโลหะ	ท่อโลหะ		
240	509	-	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

ที่มา : รัชชัย จารุจิตร. การติดตั้งไฟฟ้าในอาคารและในโรงงาน.2546:46-47

D\* คือ เส้นผ่าศูนย์กลางกลางภายนอกของสายไฟฟ้า

หมายเหตุ สำหรับตารางที่ 3-7

1. ชนิดของตัวนำและรูปแบบของการติดตั้งเป็นไปดังนี้

วิธีเดินสาย	ชนิดของตัวนำและรูปแบบการติดตั้ง
ก	สายแกนเดี่ยวหุ้มฉนวนเดินในอากาศ
ข	สายแบนหุ้มฉนวนมีเปลือกเดินเกาะผนัง
ค	สายแกนเดี่ยวหุ้มฉนวน ไม่เกิน 3 เส้น หรือสายหุ้มฉนวนมีเปลือก ไม่เกิน 3 แกน เดินในท่อในอากาศ ในท่อฝังในผนังปูนฉาบ หรือในท่อในฝ้าเพดาน
ง	สายแกนเดี่ยวหุ้มฉนวน ไม่เกิน 3 เส้น หรือสายหุ้มฉนวนมีเปลือกไม่เกิน 3 แกน เดินในท่อฝังดิน
จ	สายแกนเดี่ยวหุ้มฉนวนมีเปลือกไม่เกิน 3 เส้นหรือสายหุ้มฉนวนมีเปลือกไม่เกิน 3 แกน ฝังดินโดยตรง



ข. หาขนาดสายไฟฟ้าด้านขดลวดโรเตอร์ไปเครื่องควบคุม

ขนาดสายไฟฟ้าทนกระแสไฟฟ้าได้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 125 ของกระแสโรเตอร์

$$= 115 \times 1.25 \text{ แอมแปร์}$$

$$= 143.75 \text{ แอมแปร์}$$

จะต้องใช้สายไฟฟ้าตาม มอก. 11-2531 ตารางที่ 4 สาย THW ขนาด 70 ตร.มม. ทนกระแสไฟฟ้าได้ 148 แอมแปร์ (จากตารางที่ 3.7) ติดตั้งในท่อโลหะเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว เกะผนัง

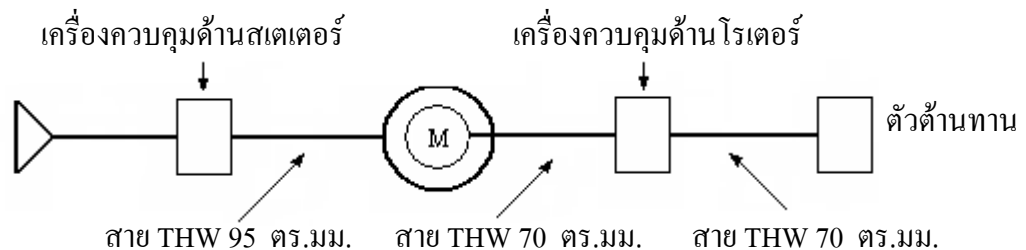
ค. หาขนาดสายไฟฟ้าด้านขดลวดโรเตอร์จากเครื่องควบคุมไปยังตัวต้านทาน

ขนาดสายไฟฟ้าทนกระแสไฟฟ้าได้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 110 ของกระแสโรเตอร์ (จากตารางที่ 3.4)

$$= 115 \times 1.10 \text{ แอมแปร์}$$

$$= 126.5 \text{ แอมแปร์}$$

จะต้องใช้สายไฟฟ้าตาม มอก. 11-2531 ตารางที่ 4 สาย THW ขนาด 70 ตร.มม. ทนกระแสไฟฟ้าได้ 148 แอมแปร์ (จากตารางที่ 3.7) ติดตั้งในท่อโลหะเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว เกะผนัง



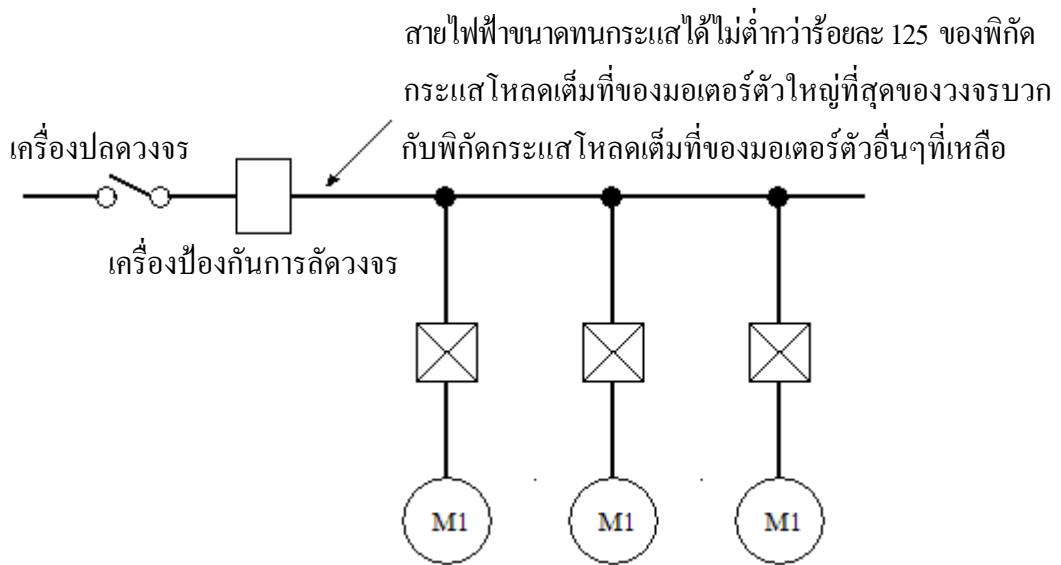
รูปที่ 3.4 รูปแสดงวงจรมอเตอร์แบบวาวด์โรเตอร์ ตามตัวอย่างที่ 3.2

ที่มา : ศุภชัย เก้าเอี้ยน : 2552

## 2.2 วงจรที่มีมอเตอร์หลายตัว

ขนาดสายไฟฟ้าป้อนวงจรให้พิจารณาจาก ผลรวมของพิกัดกระแสไฟฟ้าโหลดเต็มที่ของมอเตอร์ทุกตัวในวงจรนั้นบวกกับ 125 % ของพิกัดกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์ตัวใหญ่ที่สุดในวงจร แต่ในกรณีที่มีมอเตอร์ตัวใหญ่ที่สุดหลายตัวให้บวกกับ 125 % ของพิกัดกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์ตัวใหญ่ที่สุดเพียงตัวเดียว





รูปที่ 3.5 รูปแสดงการเลือกขนาดสายไฟฟ้าป้อนสำหรับวงจรมอเตอร์หลายตัว  
ที่มา : ศุภชัย เก้าเอี้ยน : 2552

ตัวอย่างที่ 3.3 จงหาขนาดสายไฟฟ้าป้อนวงจรมอเตอร์ซึ่งจ่ายโหลดให้กับมอเตอร์ 3 ตัว ดังนี้

M 1 มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส 380 โวลต์ขนาด 20 แรงม้า

M 2 มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส 380 โวลต์ขนาด 50 แรงม้า

M 3 มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส 380 โวลต์ขนาด 100 แรงม้า

ใช้สายไฟฟ้าตามมาตรฐาน มอก. 11-2531 ตารางที่ 4 เดินสายไฟฟ้าโดยร้อยสายในท่อโลหะ

### วิธีทำ

เปิดตารางที่ 3.2 หาพิกัดกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์ (FLC)

กระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์ (FLC) ของ M 1 = 30 แอมแปร์

กระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์ (FLC) ของ M 2 = 72 แอมแปร์

กระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์ (FLC) ของ M 3 = 138 แอมแปร์

จากกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์แสดงว่า มอเตอร์ M 3 มีขนาดใหญ่ที่สุด

ขนาดของสายไฟฟ้าป้อนต้องทนกระแสได้ไม่ต่ำกว่า  $(1.25 \times 138) + 72 + 30 = 274.5$  แอมแปร์

เปิดตารางที่ 3.7 ได้สายไฟฟ้าป้อนวงจรขนาด 185 ตารางมิลลิเมตร ทนกระแสไฟฟ้าได้ 287 แอมแปร์

เปิดตารางที่ 3.6 ได้ท่อโลหะร้อยสาย เส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 3 นิ้ว ร้อยสายไฟฟ้าขนาด 185 ตารางมิลลิเมตรได้ 4 เส้น



### 3. อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกิน

อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินจะต้องสามารถป้องกันสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้าอันเนื่องมาจากกระแสไฟฟ้าไหลเกินหรือจากการลัดวงจร โดยจะต้องเปิดวงจรเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านมากกว่าค่าที่ตั้งไว้ อุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกินควรมีหลักการทำงานดังนี้

- ทำงานอัตโนมัติ
- ไม่เปิดวงจร เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลปกติ
- เปิดวงจรทันที เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลเกินเกิดขึ้น
- สามารถปรับตั้งหรือเปลี่ยนได้สะดวก
- มีความปลอดภัยในการใช้งาน ทั้งในกรณีปกติและกรณีกระแสไฟฟ้าไหลเกิน

ในวงจรไฟฟ้าควบคุมมอเตอร์ทั่วไป สายไฟฟ้าป้อนวงจรและสายไฟฟ้าวงจรรย่อยจะต้องมีการติดตั้งอุปกรณ์สำหรับป้องกันการลัดวงจร ทั้งนี้อุปกรณ์ป้องกันการลัดวงจรนี้จะต้องสามารถทนกระแสไฟฟ้าขณะที่มอเตอร์เริ่มเดิน (Starting Current) ได้โดยไม่เปิดวงจร อุปกรณ์ป้องกันการลัดวงจรมิใช่คือ ฟิวส์ (Fuse) หรือเซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker) โดยทั่วไปมักออกแบบใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดเวลาผกผัน เนื่องจากมีความสะดวกในการใช้งานสามารถสับเข้าทำงานใหม่ได้ทันทีหลังจากแก้ปัญหาการเกิดการลัดวงจรได้แล้ว ไม่ยุ่งยากเหมือนในการใช้ฟิวส์ และมีราคาถูกกว่าเซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดปลดทันที

ฟิวส์ที่ใช้ป้องกันการลัดวงจรของวงจรมอเตอร์มี 2 ประเภทคือ

1. ฟิวส์ทำงานไว (Non time-delay Fuse) คือฟิวส์ที่ใช้งานในวงจรไฟฟ้าทั่วไป
2. ฟิวส์หน่วงเวลา (Time-delay Fuse) คือ ฟิวส์ที่ออกแบบเพื่อใช้งานกับวงจรมอเตอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์ ที่ใช้งานกับวงจรไฟฟ้าควบคุมมอเตอร์มี 2 ประเภทคือ

1. เซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดเวลาผกผัน (Inverse Time Circuit Breaker) คือ เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ใช้งานทั่วไป

2. เซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดปลดทันที (Instantaneous Circuit Breaker) คือ เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่มีช่วงปลดวงจรทันทีอย่างเฉียบ

#### 3.1 ขนาดอุปกรณ์ป้องกันการลัดวงจรของวงจรรไฟฟ้าย่อยที่มีมอเตอร์ตัวเดียว

ในวงจรรไฟฟ้าย่อยที่มีมอเตอร์ตัวเดียว อุปกรณ์ป้องกันการลัดวงจรจะกำหนดตามร้อยละของกระแสไหลเต็มที่ของมอเตอร์ ค่าที่ปรับตั้งต้องไม่เกินกว่าค่าที่กำหนดในตารางที่ 3.8 แต่ถ้าค่าที่คำนวณได้ไม่ตรงกับมาตรฐานของฟิวส์หรือเซอร์กิตเบรกเกอร์ก็อาจเลือกค่าใกล้เคียงที่สูงกว่า

ตารางที่ 3.8 พิกัดหรือขนาดปรับตั้งสูงสุดของเครื่องป้องกันการลัดวงจรระหว่างสายและป้องกัน  
การรั่วลงดินของวงจรไฟฟ้าย่อยของมอเตอร์

ชนิดของมอเตอร์	ร้อยละของกระแสโหลดเต็มที่			
	ฟิวส์	ฟิวส์	เซอร์กิตเบรกเกอร์	เซอร์กิตเบรกเกอร์
	ทำงานไว	หน่วงเวลา	ปลดทันที	เวลาผกผัน
<b>มอเตอร์ 1 เฟสไม่มีรหัสอักษร</b>	<b>300</b>	<b>175</b>	<b>700</b>	<b>250</b>
มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส ทั้งหมดและมอเตอร์ 3 เฟสแบบกรง กระรอกและแบบซิงโครนัส ซึ่งเริ่ม เดินโดยรับแรงดันไฟฟ้าเต็มที่หรือ เริ่มเดินผ่านตัวต้านทานหรือ รีแอ็กเตอร์				
- ไม่มีรหัสอักษร กระแสเกิน 30 แอมแปร์	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
มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับทั้งหมด แบบกรงกระรอกและแบบซิงโครนัส ซึ่งเริ่มเดินโดยผ่านหม้อแปลงออโต้ กระแสเกิน 30 แอมแปร์				
- ไม่มีรหัสอักษร กระแสเกิน 30 แอมแปร์	250	175	700	200
- ไม่มีรหัสอักษร	200	175	700	200
- รหัสอักษร F ถึง V	250	175	700	200
- รหัสอักษร B ถึง E	200	175	700	200
- รหัสอักษร A	150	150	700	150

ตารางที่ 3.8 (ต่อ)

ชนิดของมอเตอร์	ร้อยละของกระแสโหลดเต็มที่			
	ฟิวส์	ฟิวส์	เซอร์กิตเบรกเกอร์	เซอร์กิตเบรกเกอร์
	ทำงานไว	หน่วงเวลา	ปลดทันที	เวลาผกผัน
มอเตอร์แบบกรงกระรอก กระแสเกิน 30 แอมแปร์ - ไม่มีรหัสอักษร	250	175	700	250
กระแสเกิน 30 แอมแปร์ - ไม่มีรหัสอักษร	200	175	700	200
มอเตอร์แบบวาล์วโรเตอร์ - ไม่มีรหัสอักษร	150	150	700	150
มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (แรงดันคงที่) ขนาดไม่เกิน 50 แอมป์ - ไม่มีรหัสอักษร	150	150	250	150
ขนาด 50 แอมป์ - ไม่มีรหัสอักษร	150	150	175	150

หมายเหตุ

- 1) การกำหนดรหัสอักษรให้ดูได้จากตารางที่ 3.9
- 2) มอเตอร์ที่ไม่มีรหัสอักษร หมายถึงมอเตอร์ที่ผลิตก่อนมีการกำหนดรหัสอักษรโดย NEMA Standard และมอเตอร์ที่ขนาดเล็กกว่า 1/2 แอมป์
- 3) มอเตอร์ที่ผลิตตามมาตรฐานอื่นให้พิจารณาการเปรียบเทียบรหัสอักษรจากตารางที่ 3.9

ที่มา : ชลชัย ธรรมวิวัฒนกุล. การออกแบบและติดตั้งไฟฟ้า.2546:221

ตารางที่ 3.9 รหัสอักษรแสดงการล๊อคโรเตอร์

รหัสอักษร	เควีเอต่อแรงม้าขณะล๊อคโรเตอร์
A	0.00 - 3.14
B	3.15 - 3.54
C	3.56 - 3.99
D	4.00 - 4.49
E	4.50 - 4.99
F	5.00 - 5.59
G	5.60 - 6.29
H	6.30 - 7.09
J	7.10 - 7.99
K	8.00 - 8.99
L	9.00 - 9.99
M	10.00 - 11.19
N	11.20 - 12.49
P	12.50 - 13.99
R	14.00 - 15.99
S	16.00 - 17.99
T	18.00 - 19.99
U	20.00 - 22.39
V	ตั้งแต่ 22.4 ขึ้นไป

ที่มา : ชลชัย ธรรมวิวัฒนกุล. การออกแบบและติดตั้งไฟฟ้า.2546:222

ตัวอย่างที่ 3.4 จงหาขนาดของฟิวส์และเซอร์กิตเบรกเกอร์ สำหรับใช้ป้องกันการลัดวงจรของมอเตอร์กรงกระรอก 3 เฟส ขนาด 20 แรงม้า รหัสอักษร V เริ่มเดินโดยรับแรงดันไฟฟ้าเต็มที่

วิธีทำ

ก. การหาขนาดของฟิวส์

เปิดตารางที่ 3.2 หาพิคัดกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์ (FLC) ของมอเตอร์กรงกระรอก 3 เฟส ขนาด 20 แรงม้า ได้ค่าเท่ากับ 30 แอมแปร์

ถ้าใช้ฟิวส์ชนิดทำงานไวต้องใช้ค่า 300 % ของพิคัดกระแสโหลดเต็มที่ (จากตารางที่ 3.8)

$$\begin{aligned}\text{ขนาดฟิวส์ชนิดทำงานไว} &= 30 \times 300 \% \\ &= 90 \text{ แอมแปร์}\end{aligned}$$

ดังนั้นเลือกใช้ฟิวส์ชนิดทำงานไวขนาด 90 แอมแปร์เป็นอุปกรณ์ป้องกันการลัดวงจรมอเตอร์

ถ้าใช้ฟิวส์ชนิดหน่วงเวลาต้องใช้ค่า 175 % ของพิคัดกระแสโหลดเต็มที่ (จากตารางที่ 3.8)

$$\begin{aligned}\text{ขนาดฟิวส์ชนิดหน่วงเวลา} &= 30 \times 175 \% \\ &= 52.5 \text{ แอมแปร์}\end{aligned}$$

ดังนั้นเลือกใช้ฟิวส์ชนิดหน่วงเวลาขนาด 50 แอมแปร์เป็นอุปกรณ์ป้องกันการลัดวงจรมอเตอร์

ข. การหาขนาดของเซอร์กิตเบรกเกอร์

ถ้าใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดปลดทันทีต้องใช้ค่า 700 % ของพิคัดกระแสโหลดเต็มที่ (จากตารางที่ 3.8)

$$\begin{aligned}\text{ขนาดเซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดปลดทันที} &= 30 \times 700 \% \\ &= 210 \text{ แอมแปร์}\end{aligned}$$

ดังนั้นเลือกใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดปลดทันทีขนาด 210 แอมแปร์เป็นอุปกรณ์ป้องกันการลัดวงจรมอเตอร์

ถ้าใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดเวลาผกผันต้องใช้ค่า 250 % ของพิคัดกระแสโหลดเต็มที่

(จากตารางที่ 3.8)

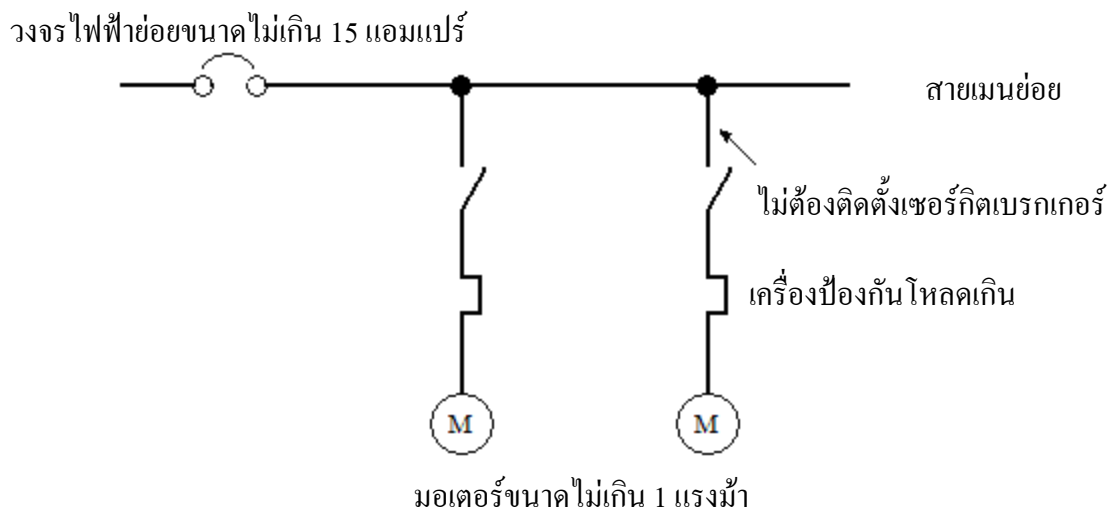
$$\begin{aligned}\text{ขนาดเซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดเวลาผกผัน} &= 30 \times 250 \% \\ &= 75 \text{ แอมแปร์}\end{aligned}$$

ดังนั้นเลือกใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดเวลาผกผันขนาด 70 แอมแปร์ เป็นอุปกรณ์ป้องกันการลัดวงจรมอเตอร์

### 3.2 ขนาดอุปกรณ์ป้องกันการลัดวงจรของวงจรไฟฟ้าย่อยที่มีมอเตอร์หลายตัว

สำหรับวงจรไฟฟ้าย่อยขนาดไม่เกิน 15 แอมแปร์ ขอมให้มีมอเตอร์ขนาดไม่เกิน 1 แรงม้า ตัวเดียวหรือหลายตัวได้โดยไม่ต้องมีอุปกรณ์ป้องกันการลัดวงจรประจำเครื่อง ถ้ามอเตอร์เป็นไปตามข้อกำหนดต่อไปนี้

1. กระแสไหลลัดเต็มทีของมอเตอร์แต่ละตัวไม่เกิน 6 แอมแปร์
2. ขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกินของมอเตอร์แต่ละตัวที่ระบุไว้ที่เครื่องควบคุมมอเตอร์ต้องไม่น้อยกว่าขนาดเครื่องป้องกันกระแสของวงจรไฟฟ้าย่อย
3. มอเตอร์แต่ละตัวมีการติดตั้งเครื่องป้องกันไหลลัดเกิน



รูปที่ 3.6 รูปแสดงวงจรไฟฟ้าย่อยขนาดไม่เกิน 15 แอมแปร์ ที่ไม่ต้องติดตั้งเซอร์กิตเบรกเกอร์ สำหรับมอเตอร์แต่ละตัว

ที่มา : สุกชัย เก้าเอี้ยน : 2552

### 3.3 ขนาดอุปกรณ์ป้องกันการลัดวงจรของสายไฟฟ้าป้อนวงจร

อุปกรณ์ป้องกันการลัดวงจรของสายไฟฟ้าป้อนวงจรต้องมีขนาดไม่เกินพิกัดหรือขนาดปรับตั้งของเครื่องป้องกันกระแสลัดวงจรของมอเตอร์ตัวใหญ่ที่สุดในกลุ่มบวกกับผลรวมของพิกัดกระแสไหลลัดเต็มทีของมอเตอร์ตัวอื่นๆ ในกรณีที่มีมอเตอร์ตัวใหญ่ที่สุดมากกว่า 1 ตัว ให้เลือกใช้มอเตอร์เพียงตัวเดียวเท่านั้นเป็นตัวที่ใหญ่ที่สุด

ตัวอย่างที่ 3.5 จงหาขนาดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดเวลาผกผันสำหรับใช้ป้องกันการลัดวงจรของสายไฟฟ้าป้อนวงจรและป้องกันวงจรไฟฟ้าของมอเตอร์แต่ละตัวเมื่อโหลดของสายไฟฟ้าป้อนประกอบด้วย

M1 มอเตอร์แบบกรงกระรอก 3 เฟส 380 โวลต์ 10 แรงม้า รหัสอักษร V เริ่มเดินโดยรับแรงดันไฟฟ้าเต็มที่

M2 มอเตอร์แบบกรงกระรอก 3 เฟส 380 โวลต์ 10 แรงม้า รหัสอักษร V เริ่มเดินโดยรับแรงดันไฟฟ้าเต็มที่

M3 มอเตอร์แบบกรงกระรอก 3 เฟส 380 โวลต์ 5 แรงม้า รหัสอักษร B เริ่มเดินโดยรับแรงดันไฟฟ้าเต็มที่

### วิธีทำ

เปิดตารางที่ 3.2 หาพิคัดกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์ (FLC)

กระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์ (FLC) ของ M 1 = 15.5 แอมแปร์

กระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์ (FLC) ของ M 2 = 15.5 แอมแปร์

กระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์ (FLC) ของ M 3 = 7.7 แอมแปร์

หาขนาดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดเวลาผกผันของมอเตอร์แต่ละตัว จากตารางที่ 3.8

สำหรับมอเตอร์ M1 มอเตอร์แบบกรงกระรอก 3 เฟส 380 โวลต์ 10 แรงม้า รหัสอักษร V เริ่มเดินโดยรับแรงดันไฟฟ้าเต็มที่ ค่าพิคัดขนาดปรับตั้งสูงสุดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดเวลาผกผันตามตารางที่ 3.8 ได้ 250 % ของกระแสโหลดเต็มที่

$$\begin{aligned} \text{จะได้ขนาดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดเวลาผกผัน} &= 15.5 \times 250 \% \\ &= 38.75 \text{ แอมแปร์} \end{aligned}$$

ดังนั้นเลือกใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดเวลาผกผันขนาด 40 แอมแปร์เป็นอุปกรณ์ป้องกันการลัดวงจรไฟฟ้ามอเตอร์

สำหรับมอเตอร์ M2 มอเตอร์แบบกรงกระรอก 3 เฟส 380 โวลต์ 10 แรงม้า รหัสอักษร V เริ่มเดินโดยรับแรงดันไฟฟ้าเต็มที่ ค่าพิคัดขนาดปรับตั้งสูงสุดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดเวลาผกผันตามตารางที่ 3.8 ได้ 250 % ของกระแสโหลดเต็มที่

$$\begin{aligned} \text{จะได้ขนาดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดเวลาผกผัน} &= 15.5 \times 250 \% \\ &= 38.75 \text{ แอมแปร์} \end{aligned}$$

ดังนั้นเลือกใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดเวลาผกผันขนาด 40 แอมแปร์เป็นอุปกรณ์ป้องกันการลัดวงจรไฟฟ้ามอเตอร์



สำหรับมอเตอร์ M3 มอเตอร์แบบกรงกระรอก 3 เฟส 380 โวลต์ 5 แรงม้า รหัสอักษร B เริ่มเดินโดยรับแรงดันไฟฟ้าเต็มที ค่าพิกัดขนาดปรับตั้งสูงสุดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดเวลาผกผันตามตารางที่ 3.8 ได้ 200 % ของกระแสโหลดเต็มที

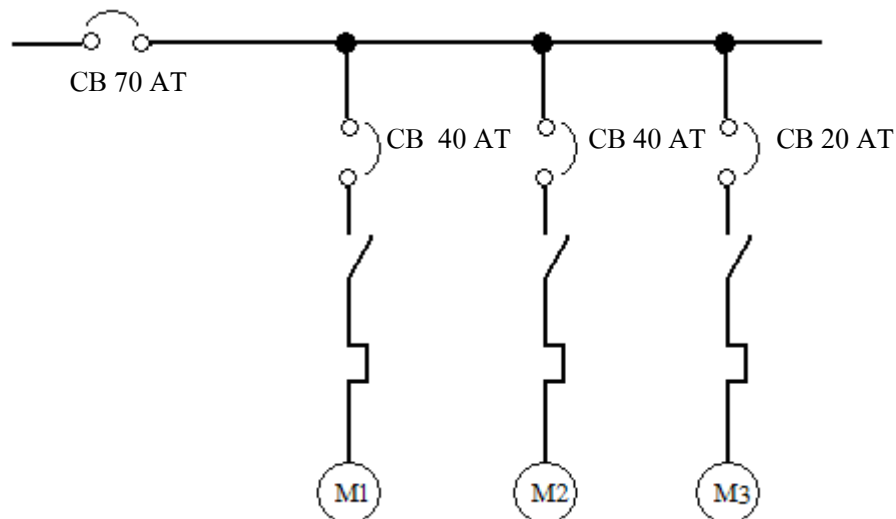
$$\begin{aligned} \text{จะได้ขนาดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดเวลาผกผัน} &= 7.7 \times 200 \% \\ &= 15.4 \text{ แอมแปร์} \end{aligned}$$

ดังนั้นเลือกใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดเวลาผกผันขนาด 20 แอมแปร์เป็นอุปกรณ์ป้องกันการลัดวงจรไฟฟ้ามอเตอร์

การเลือกใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดเวลาผกผันสำหรับสายไฟฟ้าป้อนวงจร พบว่ามอเตอร์ขนาดใหญ่ที่สุดมี 2 ตัว มีพิกัดกระแสโหลดเต็มที 15.5 แอมแปร์และใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาด 40 แอมแปร์เป็นอุปกรณ์ป้องกันการลัดวงจรมอเตอร์ ดังนั้นขนาดเซอร์กิตเบรกเกอร์ของสายไฟฟ้าป้อนวงจร หาได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ขนาดเซอร์กิตเบรกเกอร์ของสายป้อน} &= 40 + 15.5 + 7.7 \\ &= 63.2 \text{ แอมแปร์} \end{aligned}$$

ดังนั้นเลือกใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดเวลาผกผันขนาด 70 แอมแปร์เป็นอุปกรณ์ป้องกันการลัดวงจรของสายไฟฟ้าป้อนวงจร



รูปที่ 3.7 รูปแสดงวงจรการติดตั้งเซอร์กิตเบรกเกอร์ ตามตัวอย่างที่ 3.5

ที่มา : ศุภชัย เก้าเอี้ยน : 2552



#### 4. อุปกรณ์ป้องกันโหลดเกิน

การใช้งานมอเตอร์นั้น บางครั้งมีการใช้งานมอเตอร์เกินพิกัดกำลังจนทำให้มอเตอร์เกิดความร้อนสูงซึ่งจะทำให้เกิดอันตรายแก่มอเตอร์ได้ ทำให้ต้องมีการติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกิน เพื่อทำหน้าที่ป้องกันมอเตอร์ในกรณีที่มีการใช้โหลดเกินพิกัด อุปกรณ์ดังกล่าวเรียกว่า รีเลย์โหลดเกินหรือโอเวอร์โหลดรีเลย์ (Overload Relay) โดยต่ออนุกรมกับมอเตอร์ โอเวอร์โหลดรีเลย์สามารถปรับตั้งค่ากระแสได้โดยจะปรับค่าให้มีค่าใกล้เคียงกับค่ากระแสพิกัดของมอเตอร์



รูปที่ 3.8 รูปแสดง โอเวอร์โหลดรีเลย์ (Overload Relay)

ที่มา : <http://www.lpc.rmutl.ac.th/elcen/elearning/motorcontrol/module6/overload.html>

#### การกำหนดขนาดปรับตั้งโอเวอร์โหลดรีเลย์

กรณีมอเตอร์ประเภทใช้งานต่อเนื่อง โอเวอร์โหลดรีเลย์ที่ติดตั้งแยกต่างหากจากตัวมอเตอร์ และทำงานสัมพันธ์กับกระแสของมอเตอร์ ขนาดปรับตั้งของโอเวอร์โหลดรีเลย์ต้องไม่เกินร้อยละของ พิกัดกระแสโหลดเต็มทีบนแผ่นป้ายประจำเครื่อง (FLA) ดังนี้

มอเตอร์ที่ระบุตัวประกอบใช้งาน (Service Factor) ไม่น้อยกว่า 1.15	ร้อยละ 125
มอเตอร์ที่ระบุอุณหภูมิเพิ่มขึ้นไม่เกิน 40°C	ร้อยละ 125
มอเตอร์อื่นๆ	ร้อยละ 125

ตัวประกอบใช้งาน (Service Factor) หมายถึงตัวประกอบเมื่อใช้คูณกับพิกัดแรงม้าของมอเตอร์แล้วจะได้ค่าแรงม้าจริงที่มอเตอร์สามารถทำงานได้โดยไม่เกิดอันตราย จะมีค่าตั้งแต่ 1.00 ถึง 1.35 เช่นมอเตอร์ขนาด 10 แรงม้า มีค่าตัวประกอบใช้งาน (Service Factor) 1.2 แสดงว่ามอเตอร์เครื่องนี้สามารถทำงานติดต่อดีเท่ากับ  $1.2 \times 10 = 12$  แรงม้า โดยไม่เกิดอันตราย

กรณีมอเตอร์ประเภทใช้งานต่อเนื่องติดตั้งเครื่องป้องกันอุณหภูมิสูงเกินที่ตัวมอเตอร์ซึ่งได้ออกแบบเพื่อป้องกันมอเตอร์เสียหายจากอุณหภูมิสูงเกินกำหนดเนื่องจากใช้งานเกินกำลังหรือเริ่มเดิน

ไม่สำเร็จ ต้องตัดกระแสที่เข้ามอเตอร์ไม่เกินร้อยละของพิกัดกระแสโหลดเต็มที่ (FLC) ดังนี้

มอเตอร์ที่มีกระแสโหลดเต็มที่ไม่เกิน 9 แอมแปร์ ร้อยละ 170

มอเตอร์ที่มีกระแสโหลดเต็มที่ตั้งแต่ 9.1 ถึง 20 แอมแปร์ ร้อยละ 156

มอเตอร์ที่มีกระแสโหลดเต็มที่เกินกว่า 20 แอมแปร์ ร้อยละ 140

โดยมาตรฐานทั่วไปแนะนำให้ปรับตั้งค่ากระแสของโอเวอร์โหลดรีเลย์ไว้ที่ 115 % ของกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์

ตัวอย่างที่ 3.6 มอเตอร์แบบกรงกระรอก 3 เฟส 380 โวลต์ 25 แรงม้า มีค่ากระแสโหลดเต็มที่บนแผ่นป้ายประจำเครื่อง 32 แอมแปร์และระบุอุณหภูมิเพิ่มขึ้นขณะใช้งาน (Temperture Rise) 30°C ควรจะเลือกขนาดปรับตั้งของรีเลย์โหลดเกินอย่างไร

### วิธีทำ

มอเตอร์เครื่องนี้ไม่มีข้อมูลตัวประกอบใช้งาน (Service Factor) แต่ระบุค่าอุณหภูมิเพิ่มขึ้นไม่เกิน 30°C สามารถเลือกขนาดปรับตั้งรีเลย์โหลดเกินไม่เกินร้อยละ 125 ของพิกัดกระแสโหลดเต็มที่ บนแผ่นป้ายประจำเครื่อง (FLA)

$$= 32 \times 125 \%$$

ดังนั้นขนาดปรับตั้งรีเลย์โหลดเกิน

$$= 40 \text{ A}$$



### 5. คอนแทคเตอร์

คอนแทคเตอร์ (Contactor) หรือแมกเนติกส์คอนแทคเตอร์ (Magnetic Contactor) ประกอบด้วยชุดขดลวด (Coil) สำหรับรับกระแสไฟฟ้าเข้าและชุดหน้าสัมผัส (Contact) จะมีทั้งแบบปกติเปิด (Normally Open ; NO) แบบปกติปิด (Normally Close ; NC) จำนวนหน้าสัมผัสทั้งสองแบบจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับการนำคอนแทคเตอร์ไปใช้งาน เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าที่ขดลวด คอนแทคเตอร์จะทำงานโดยการสับเปลี่ยนตำแหน่งหน้าสัมผัสทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านหรือหยุดไหลผ่านหน้าสัมผัสตามวงจรที่ต่อไว้ ในวงจรควบคุมมอเตอร์วงจรหนึ่ง ๆ อาจจะใช้คอนแทคเตอร์มากกว่า 1 ตัวก็ได้

คอนแทคเตอร์จะมีหน้าสัมผัส 2 ชุดคือหน้าสัมผัสหลัก (Main Contact) เป็นหน้าสัมผัสแบบปกติเปิด (Normally Open ; NO) ซึ่งสามารถทนกระแสไฟฟ้าได้สูง ใช้ต่อในวงจรกำลัง (Power Circuit) สำหรับเปิดหรือปิดวงจรจ่ายกระแสไฟฟ้าให้มอเตอร์ทำงาน และ หน้าสัมผัสช่วย (Auxiliary Contact) หน้าสัมผัสจะเป็นแบบปกติเปิด (Normally Open ; NO) หรือแบบปกติปิด (Normally Close ; NC) ก็ได้แล้วแต่ความต้องการของผู้ใช้งาน หน้าสัมผัสช่วยนั้นจะมีขนาดเล็ก จึงทนกระแสไฟฟ้าได้น้อย จึงใช้เฉพาะในวงจรควบคุม (Control Circuit) เท่านั้น



รูปที่ 3.9 รูปแสดงแมกเนติกส์คอนแทคเตอร์ (Magnetic Contactor)

ที่มา : <http://edu.e-tech.ac.th/mdec/learning/e-web/sara010.html>

ขนาดพิกัดกำลังของคอนแทคเตอร์ที่จะใช้สำหรับควบคุมมอเตอร์จะต้องไม่น้อยกว่าขนาดพิกัดกำลังของมอเตอร์ และนอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงลักษณะการใช้งานของมอเตอร์และจำนวนครั้งในการตัดและต่อวงจรด้วยซึ่งจะมีผลต่อหน้าสัมผัสของคอนแทคเตอร์ ดังนั้นการเลือกใช้คอนแทคเตอร์จะเป็นไปตามมาตรฐาน IEC 947-4-1 ซึ่งแบ่งระดับการใช้งานคอนแทคเตอร์เป็นรหัสดังนี้

AC-1 เป็นคอนแทคเตอร์ที่ใช้กับโหลดที่เป็นความต้านทาน หรือในวงจรที่มีค่าอินดักทีฟต่ำๆ กระแสขณะเริ่มเดินเครื่องและหยุดเดินเครื่องจะคงที่

AC-2 เป็นคอนแทคเตอร์ที่ใช้กับโหลดที่เป็นสลิปริงมอเตอร์ ซึ่งมีกระแสขณะเริ่มเดินเครื่องและหยุดเดินเครื่องประมาณ 2.5 เท่าของพิกัดกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์

AC-3 เป็นคอนแทคเตอร์ที่ใช้กับโหลดที่เป็นมอเตอร์กรงกระรอก ซึ่งมีกระแสขณะเริ่มเดินเครื่องประมาณ 5-7 เท่าของพิกัดกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์ และกระแสขณะหยุดเดินเครื่องเท่ากับพิกัดกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์

AC-4 เป็นคอนแทคเตอร์ที่ใช้สำหรับการเริ่มเดินและหยุดมอเตอร์ ในวงจรควบคุมแบบ jogging และการกลับทิศทางหมุนมอเตอร์แบบกรงกระรอก และกระแสขณะเริ่มเดินเครื่องเท่ากับกระแสขณะหยุดเดินเครื่อง

สำหรับมอเตอร์ที่นิยมใช้กันทั่วไปมากที่สุดจะเป็นมอเตอร์เหนี่ยวนำหรืออินดักชันมอเตอร์ ควรจะเลือกใช้คอนแทคเตอร์รหัส AC-3

ตารางที่ 3.10 ขนาดเมกเนติกส์คอนแทคเตอร์ที่เหมาะสมกับฟักัดโหลดมอเตอร์

ฟักัดโหลดมอเตอร์		ฟักัดกระแสไฟฟ้า		ขนาด คอนแทคเตอร์	จำนวน คอนแทคช่วย	
AC 3/AC 4 380/415/440 VAC		AC 1	AC 3 380/415/440 VAC		NO	NC
KW	HP	A	A			
4	5.5	16	8.5	00	- 1 1 2	1 - 1 2
5.5	7.5	16	11.5	0	- 1 1 2	1 - 1 2
7.5	10	20	16	0	1 2	1 2
11	15	32	22	1	1 2	1 2
18.5	25	40	37	2	2	2
22	30	60	44	2	2	2
30	40	90	60	3	2	2
37	50	100	72	3	2	2
45	60	120	85	3	2	2
55	75	150	105	4	2	2
75	100	210	140	4	2	2
110	150	280	205	5	2	2
160	220	420	300	6	2	2
250	340	600	475	6	2	2

ที่มา : รัชชัย อรรถวิบูลย์กุลและคณะ. การควบคุมเครื่องกลไฟฟ้า.173

## แบบฝึกหัด

### แบบฝึกหัดที่ 3.1 หน่วยที่ 3 ขนาดสายไฟฟ้า อุปกรณ์ป้องกันและคอนแทคเตอร์

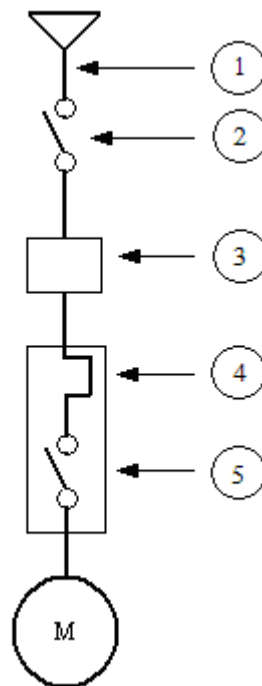
คำชี้แจง แบบฝึกหัดมีทั้งหมด 3 ตอน คะแนนเต็ม 15 คะแนน เวลา 25 นาที

ตอนที่ 1 คะแนนเต็ม 5 คะแนน

ตอนที่ 2 คะแนนเต็ม 5 คะแนน

ตอนที่ 3 คะแนนเต็ม 5 คะแนน

ตอนที่ 1 ให้นักศึกษาจบบอกส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์ตามผังที่กำหนดให้



1. หมายเลข 1 คือ.....
2. หมายเลข 2 คือ.....
3. หมายเลข 3 คือ.....
4. หมายเลข 4 คือ.....
5. หมายเลข 5 คือ.....

ตอนที่ 2 ให้นักศึกษาอ่านข้อมูลของมอเตอร์ที่กำหนดให้และตอบคำถามตามข้อ 1-5

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส 380 โวลต์ 15 แรงม้า อ่านค่ากระแสไฟฟ้าจากแผ่นป้ายประจำเครื่อง 18.5 แอมแปร์ และจากตารางที่ 3.2 พบว่าพิกัดกระแสโหลดเต็มตัวของมอเตอร์ตัวนี้มีค่า 22 แอมแปร์ ใช้งานต่อเนื่อง

1. ค่ากระแส FLA ของมอเตอร์ตัวนี้มีค่า.....แอมแปร์
2. ค่ากระแส FLC ของมอเตอร์ตัวนี้มีค่า.....แอมแปร์
3. สายไฟฟ้าที่จะติดตั้งสำหรับมอเตอร์ตัวนี้จะต้องทนกระแสไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า.....แอมแปร์
4. สายไฟฟ้าตามมาตรฐาน มอก. 11-2531 ตารางที่ 4 ที่ใช้สำหรับงานติดตั้งวงจรมอเตอร์ตัวนี้คือสาย.....
5. สายไฟฟ้าที่จะติดตั้งสำหรับมอเตอร์จะต้องมีขนาดไม่ต่ำกว่า.....ตร.มม.

ตอนที่ 3 ให้นักศึกษาอ่านข้อมูลของมอเตอร์ 3 ตัวที่กำหนดให้และตอบคำถามตามข้อ 1-5

M 1 มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส 380 โวลต์ ขนาด 5 แรงม้า พิกัดกระแสโหลดเต็มที่ 7.7 แอมแปร์ (ตารางที่ 3.2)

M 2 มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส 380 โวลต์ ขนาด 10 แรงม้า พิกัดกระแสโหลดเต็มที่ 15.5 แอมแปร์ (ตารางที่ 3.2)

M 3 มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส 380 โวลต์ ขนาด 20 แรงม้า พิกัดกระแสโหลดเต็มที่ 30 แอมแปร์ (ตารางที่ 3.2)

1. มอเตอร์ตัวใหญ่ที่สุดในวงจรนี้คือ.....
2. สายไฟฟ้าที่จะติดตั้งสำหรับมอเตอร์ M 1 จะต้องทนกระแสไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า.....แอมแปร์
3. สายไฟฟ้าที่จะติดตั้งสำหรับมอเตอร์ M 2 จะต้องทนกระแสไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า.....แอมแปร์
4. สายไฟฟ้าที่จะติดตั้งสำหรับมอเตอร์ M 3 จะต้องทนกระแสไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า.....แอมแปร์
5. ขนาดของสายไฟฟ้าป้อนวงจรสำหรับติดตั้งมอเตอร์ทั้ง 3 ตัวจะต้องทนกระแสไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า.....แอมแปร์

## แบบฝึกหัด

### แบบฝึกหัดที่ 3.2 หน่วยที่ 3 ขนาดสายไฟฟ้า อุปกรณ์ป้องกันและคอนแทคเตอร์

คำชี้แจง แบบฝึกหัดมีทั้งหมด 10 ข้อ คะแนนเต็ม 10 คะแนน เวลา 20 นาที

1. ฟิวส์ (Fuse) ที่ใช้ป้องกันการลัดวงจรมอเตอร์มี 2 ประเภทคือ  
ก.....  
ข.....
2. เซอร์คิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker) ที่ใช้งานกับวงจรมอเตอร์มี 2 ประเภทคือ  
ก.....  
ข.....
3. อุปกรณ์ป้องกันวงจรทำหน้าที่.....
4. อุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ทำหน้าที่.....
5. มอเตอร์ 3 เฟส 380 โวลต์ ตัวที่ 1 มีค่ากระแสโหลดเต็มที่ 3.5 แอมแปร์ ใช้เซอร์คิตเบรกเกอร์ขนาด 10 แอมแปร์  
มอเตอร์ 3 เฟส 380 โวลต์ ตัวที่ 2 มีค่ากระแสโหลดเต็มที่ 6.6 แอมแปร์ ใช้เซอร์คิตเบรกเกอร์ขนาด 20 แอมแปร์  
มอเตอร์ 3 เฟส 380 โวลต์ ตัวที่ 3 มีค่ากระแสโหลดเต็มที่ 2 แอมแปร์ ใช้เซอร์คิตเบรกเกอร์ขนาด 5 แอมแปร์  
เซอร์คิตเบรกเกอร์ของสายไฟฟ้าป้อนวงจรควรใช้ขนาด.....แอมแปร์
6. มอเตอร์ 3 เฟส 380 โวลต์ 15 แรงม้าค่ากระแสไฟฟ้าจากแผ่นป้ายประจำเครื่อง 18.5 แอมแปร์ และมีค่าพิคตกระแสโหลดเต็มที่ 22 แอมแปร์ ใช้งานต่อเนื่อง อุณหภูมิเพิ่มขึ้นขณะใช้งาน 30°C จะต้องปรับตั้งรีเลย์โหลดเกิน.....แอมแปร์
7. หน้าสัมผัสหลัก (Main Contact) ของคอนแทคเตอร์จะใช้ต่อในวงจร.....
8. หน้าสัมผัสช่วย (Auxiliary Contact) ของคอนแทคเตอร์จะใช้ต่อในวงจร.....
9. ตามมาตรฐาน IEC มอเตอร์เหนี่ยวนำหรืออินดักชันมอเตอร์ ควรจะเลือกใช้คอนแทคเตอร์รหัส.....
10. ตามมาตรฐาน IEC มอเตอร์กรงกระรอกที่มีการเริ่มเดินและหยุดมอเตอร์ ในวงจรควบคุมแบบ jogging และการกลับทิศทางหมุนควรเลือกใช้คอนแทคเตอร์รหัส.....



## แบบทดสอบหลังเรียน

วิชา การควบคุมเครื่องกลไฟฟ้า หน่วยที่ 3 ขนาดสายไฟฟ้า อุปกรณ์ป้องกันและคอนแทคเตอร์

คำชี้แจง

1. ข้อทดสอบมีจำนวน 15 ข้อ คะแนนเต็ม 15 คะแนน เวลา 20 นาที
2. ให้นักศึกษาเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

\*\*\*\*\*

1. ข้อใดคือส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์

- ก. สายไฟฟ้าวงจรรย่อย หลอดสัญญาณ เครื่องควบคุมมอเตอร์
- ข. เครื่องป้องกันการลัดวงจร เครื่องปลดวงจรมอเตอร์ เครื่องควบคุมมอเตอร์
- ค. เครื่องควบคุมแบบอัตโนมัติ เครื่องปลดวงจรมอเตอร์ เครื่องควบคุมมอเตอร์
- ง. เครื่องควบคุมด้วยมือ สายไฟฟ้าวงจรรย่อย เครื่องปลดวงจรมอเตอร์ เครื่องควบคุมมอเตอร์

2. ค่ากระแส FLA หมายถึง

- ก. ค่าพิกัดกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์ตามแผ่นป้าย
- ข. ค่าพิกัดกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์
- ค. ค่าพิกัดกระแสของสายวงจรรย่อย
- ง. ค่าพิกัดกระแสของสายป้อน

3. ค่ากระแส FLC หมายถึง

- ก. ค่าพิกัดกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์ตามแผ่นป้าย
- ข. ค่าพิกัดกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์
- ค. ค่าพิกัดกระแสของสายวงจรรย่อย
- ง. ค่าพิกัดกระแสของสายป้อน

4. สายไฟฟ้าที่ใช้ในการติดตั้งมอเตอร์ตามมาตรฐาน มอก. 11-2531 ตารางที่ 4 คือ

- ก. สาย NYY
- ข. สาย VAF
- ค. สาย VFF
- ง. สาย THW

5. พิวส์ชนิดที่ถูกออกแบบมาเพื่อใช้งานกับวงจรมอเตอร์คือพิวส์ชนิดใด

- ก. พิวส์เส้น
- ข. พิวส์กระบอก
- ค. พิวส์หน่วยเวลา
- ง. พิวส์ตัดไว

6. การติดตั้งมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส 380 โวลต์ขนาด 7.5 แรงม้า มีพิกัดกระแสโหลดเต็มที่ 11.5 แอมแปร์ มีค่าพิกัดกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์ตามแผ่นป้าย 9.75 แอมแปร์ ต้องใช้ขนาดของสายไฟฟ้าที่ทนกระแสไฟฟ้าไม่น้อยกว่าเท่าใด

- ก. 11.5 แอมแปร์
- ข. 9.75 แอมแปร์
- ค. 14.37 แอมแปร์
- ง. 12.18 แอมแปร์

7. การติดตั้งมอเตอร์เหนี่ยวนำ 1 เฟส 220 โวลต์ขนาด 1.5 แรงม้ามีพิกัดกระแสโหลดเต็มที่ 9.6 แอมแปร์ มีค่าพิกัดกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์ตามแผ่นป้าย 7.5 แอมแปร์ ต้องใช้ขนาดของสายไฟฟ้าที่ทนกระแสไฟฟ้าไม่น้อยกว่าเท่าใด

- ก. 12 แอมแปร์
- ข. 10 แอมแปร์
- ค. 9.6 แอมแปร์
- ง. 7.5 แอมแปร์

8. การติดตั้งมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส 380 โวลต์ขนาด 20 แรงม้า มีพิกัดกระแสโหลดเต็มที่ 30 แอมแปร์ กับ มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส 380 โวลต์ ขนาด 50 แรงม้า มีพิกัดกระแสโหลดเต็มที่ 72 แอมแปร์ ต้องใช้ขนาดของสายไฟฟ้าป้อนวงจรที่ทนกระแสไฟฟ้าไม่น้อยกว่าเท่าใด

- ก. 72 แอมแปร์
- ข. 90 แอมแปร์
- ค. 102 แอมแปร์
- ง. 120 แอมแปร์

9. การติดตั้งมอเตอร์กระแสสลับ 1 เฟส 220 โวลต์ ขนาด 1.5 แรงม้า มีพิกัดกระแสโหลดเต็มที่ 9.6 แอมแปร์ กับ มอเตอร์กระแสสลับ 1 เฟส 220 โวลต์ ขนาด 3 แรงม้า มีพิกัดกระแสโหลดเต็มที่ 18.6 แอมแปร์ ต้องใช้ขนาดของสายไฟฟ้าป้อนวงจรที่ทนกระแสไฟฟ้าไม่น้อยกว่าเท่าใด
- ก. 28.2 แอมแปร์
  - ข. 32.8 แอมแปร์
  - ค. 37.2 แอมแปร์
  - ง. 47.8 แอมแปร์
10. การป้องกันการลัดวงจรของมอเตอร์กรงกระรอก 3 เฟส ขนาด 20 แรงม้า มีพิกัดกระแสโหลดเต็มที่ 30 แอมแปร์ รหัสอักษร V เริ่มเดินโดยรับแรงดันไฟฟ้าเต็มที่ ควรใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดเวลาพักสั้นขนาดเท่าใด
- ก. 35 แอมแปร์
  - ข. 60 แอมแปร์
  - ค. 75 แอมแปร์
  - ง. 90 แอมแปร์
11. อุปกรณ์ที่สามารถป้องกันอันตรายของมอเตอร์เนื่องจากกระแสไฟฟ้าไหลเกินพิกัด คือ
- ก. แมกเนติกส์คอนแทคเตอร์
  - ข. ทามเมอร์รีเลย์
  - ค. สวิตช์แม่เหล็ก
  - ง. โอเวอร์โหลดรีเลย์
12. ควรปรับตั้งอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ป้องกันมอเตอร์ที่ตำแหน่งเท่าไร สำหรับมอเตอร์แบบกรงกระรอก 3 เฟส 380 โวลต์ 25 แรงม้า มีค่ากระแสโหลดเต็มที่บนแผ่นป้ายประจำเครื่อง 32 แอมแปร์และระบุนอุณหภูมิเพิ่มขึ้นขณะใช้งาน  $30^{\circ}\text{C}$
- ก. 40 แอมแปร์
  - ข. 64 แอมแปร์
  - ค. 80 แอมแปร์
  - ง. 88 แอมแปร์

13. ส่วนใดของคอนแทคเตอร์ที่ใช้สำหรับตัดและต่อการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้มอเตอร์

- ก. หน้าสัมผัสปกติเปิด
- ข. หน้าสัมผัสปกติปิด
- ค. หน้าสัมผัสหลัก
- ง. หน้าสัมผัสช่วย

14. ในวงจรควบคุมการเริ่มเดินและหยุดมอเตอร์ แบบ jogging และการกลับทิศทางหมุนมอเตอร์ แบบกรงกระรอกควรใช้คอนแทคเตอร์รหัสใด

- ก. AC-1
- ข. AC-3
- ค. AC-2
- ง. AC-4

15. วงจรควบคุมมอเตอร์เหนี่ยวนำหรืออินดักชันมอเตอร์ทั่วไป จะใช้คอนแทคเตอร์รหัสใด

- ก. AC-1
- ข. AC-3
- ค. AC-2
- ง. AC-4

\*\*\*\*\*

### กระดาษคำตอบ

หน่วยที่ 3 ขนาดสายไฟฟ้า อุปกรณ์ป้องกันและคอนแทคเตอร์

ชื่อ.....แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ชั้น ปวช. 3 กลุ่มที่....เลขที่.....

ทดสอบก่อนเรียน

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				

ทดสอบหลังเรียน

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				

คะแนนทดสอบก่อนเรียน

คะแนนทดสอบหลังเรียน

## บรรณานุกรม

ชลชัย ธรรมวิวัฒน์นุกร. การออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้า. กรุงเทพฯ: เอ็มแอนด์อี, 2546.

รัชชัย อรรถวิบูลย์กุลและคณะ. การควบคุมเครื่องกลไฟฟ้า. นนทบุรี: เจริญรุ่งเรืองการพิมพ์,  
2548.

[http://: www.lpc.rmutl.ac.th/](http://www.lpc.rmutl.ac.th/)

[http://: www\\_educ.e-tech.ac.th/](http://: www_educ.e-tech.ac.th/)