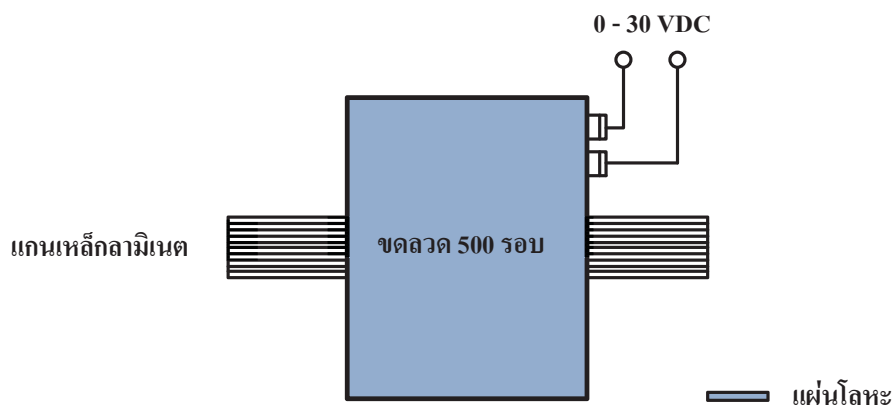


ใบงานปฏิบัติงานมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ



รูปที่ 1.2 จ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. นำแกนเหล็กกลาไมเนตใส่ลงในแกนกลางของขดลวดทองแดง
2. นำแผ่นโลหะมาวางในตำแหน่งตามรูป
3. ต่อวงจรตามรูปที่ 1.1 โดยจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเข้าที่ปลายสายของลวดทองแดง
4. ทำการเพิ่มค่าแรงดันไฟฟ้า ดังตารางที่ 1 สังเกตปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นและบันทึกผลลงในตาราง
5. ต่อวงจรตามรูปที่ 1.2 โดยจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงเข้าที่ปลายสายของลวดทองแดง
6. ทำการเพิ่มค่าแรงดันไฟฟ้า ดังตารางที่ 2 สังเกตปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นและบันทึกผลลงในตาราง

ตารางที่ 1.1 ทดสอบการสร้างอำนาจแม่เหล็กไฟฟ้าด้วยไฟฟ้ากระแสสลับ

ระดับแรงดันไฟฟ้า (V)	ปฏิกิริยาอำนาจแม่เหล็ก (ดูดแผ่นโลหะ)	ปฏิกิริยาอำนาจแม่เหล็ก (ไม่ดูดแผ่นโลหะ)
5 (V)	-	ไม่ดูดแผ่น โลหะ
10 (V)	-	ไม่ดูดแผ่น โลหะ
15 (V)	-	ไม่ดูดแผ่น โลหะ
20 (V)	ดูดแผ่น โลหะ	-
25 (V)	ดูดแผ่น โลหะ	-
30 (V)	ดูดแผ่น โลหะ	-

ตารางที่ 1.2 ทดสอบการสร้างอำนาจแม่เหล็กไฟฟ้าด้วยไฟฟ้ากระแสตรง

ระดับแรงดันไฟฟ้า (V)	ปฏิกิริยาอำนาจแม่เหล็ก (ดูดแผ่นโลหะ)	ปฏิกิริยาอำนาจแม่เหล็ก (ไม่ดูดแผ่นโลหะ)
5 (V)	-	ไม่ดูดแผ่นโลหะ
10 (V)	-	ไม่ดูดแผ่นโลหะ
15 (V)	-	ไม่ดูดแผ่นโลหะ
20 (V)	ดูดแผ่นโลหะ	-
25 (V)	ดูดแผ่นโลหะ	-
30 (V)	ดูดแผ่นโลหะ	-

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองหลักการพื้นฐานของแม่เหล็กไฟฟ้า เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวดที่ล้อมแกนเหล็กกลาไมเนตจะเกิดการเหนี่ยวนำทำให้แกนเหล็กกลาไมเนตแสดงอำนาจแม่เหล็กที่สามารถดึงดูดแผ่นโลหะให้ติดกับแกนเหล็กได้ อำนาจและแรงดึงดูดที่เกิดขึ้นจากแกนเหล็กกลาไมเนต เรียกว่า อำนาจแม่เหล็กไฟฟ้า เมื่อนำมาทดลองกับแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับและไฟฟ้ากระแสตรง มีลักษณะในการสร้างอำนาจแม่เหล็กใกล้เคียงกัน แรงดึงดูดของอำนาจแม่เหล็กไฟฟ้าที่ทำให้แผ่นโลหะเคลื่อนที่ติดกับแกนเหล็ก อยู่ที่ 17 - 18 โวลต์ ถ้ายังเพิ่มแรงดันไฟฟ้าสูงขึ้นอำนาจแม่เหล็กไฟฟ้าก็จะเพิ่มแรงดึงดูดมากขึ้น จากการสังเกต เมื่อเคลื่อนที่แผ่นโลหะไปไว้บริเวณใต้หรือกึ่งกลางของแกนเหล็กแรงดึงดูดของแกนเหล็กกับแผ่นโลหะจะลดลงอย่างเห็นได้ชัด และเมื่อนำกลับมาวางในตำแหน่งเดิมดังรูปการทดลอง ทำให้แผ่นโลหะสามารถเคลื่อนที่เข้าหาแกนเหล็กได้ดีกว่า จึงสรุปได้ว่า แกนเหล็กกลาไมเนตจะแสดงอำนาจแม่เหล็กมากที่บริเวณส่วนปลายของแกนเหล็ก ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีแม่เหล็ก คือ อำนาจแรงดึงดูดของแม่เหล็กจะมีมากที่สุดบริเวณปลายขั้วทั้งสองของแม่เหล็ก ทำให้สามารถดูดสารแม่เหล็กได้

แบบประเมินผล ใบงานที่ 1

แม่เหล็กไฟฟ้า

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....

ที่	รายการประเมินผล	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1.	การปฏิบัติงาน (40 คะแนน)		
	1.1 การเตรียมวัสดุอุปกรณ์	(10)	
	1.2 การใช้เครื่องมือ	(10)	
	1.3 ปฏิบัติงานตามขั้นตอน	(10)	
	1.4 ปฏิบัติงานเสร็จตามกำหนด	(10)	
2.	ผลการปฏิบัติงาน (30 คะแนน)		
	2.1 ต่อวงจรได้ถูกต้อง	(10)	
	2.2 อ่านค่าจากเครื่องวัดได้ถูกต้อง	(10)	
	2.3 สรุปผลการทดลองได้อย่างถูกต้อง	(10)	
3.	กิจนิสัยในการปฏิบัติงาน (30 คะแนน)		
	3.1 ความปลอดภัยขณะปฏิบัติงาน	(10)	
	3.2 ตรงต่อเวลาและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้	(10)	
	3.3 การเก็บรักษาเครื่องมืออุปกรณ์ พื้นที่ปฏิบัติงานมีความเรียบร้อย	(10)	
	รวมคะแนน	(100)	

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ใบงานที่ 2

การถอดและประกอบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส

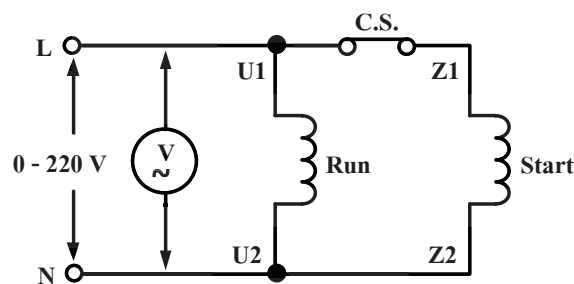
จุดประสงค์การทดลอง

ปฏิบัติการถอดและประกอบชิ้นส่วนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส เพื่อศึกษาโครงสร้าง ส่วนประกอบและหลักการทำงานพื้นฐานของมอเตอร์ไฟฟ้า

เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทดลอง

- | | |
|--|--------|
| 1. สปลิตเฟสมอเตอร์ (ยี่ห้อมิตซูบิชิ) ชนิด SP-KR
ขนาด 1/4 แรงม้า 220 V , 2.8 A | 1 ตัว |
| 2. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 0 - 220 VAC | 1 ชุด |
| 3. แทคโอมิเตอร์ | 1 ตัว |
| 4. ไขควงปากแบน | 1 อัน |
| 5. ไขควงปลายแฉก | 1 อัน |
| 6. คีมรวม | 1 อัน |
| 7. ปากกาเคมี | 1 ค้าม |
| 8. สายต่อวงจร | 5 เส้น |

วงจรการทดลอง



รูปที่ 2.1 วงจรการต่อสปลิตเฟสมอเตอร์

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ก่อนทำการถอดและประกอบชิ้นส่วนของมอเตอร์ไฟฟ้า ควรทำการทดสอบการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าในสภาวะปกติโดยการจ่ายแรงดันไฟฟ้าที่ 220 VAC สังเกตความเร็วรอบและ

การทำงานของสวิตช์แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางของมอเตอร์ไฟฟ้า

2. เตรียมเครื่องมือในการถอดและประกอบมอเตอร์ไฟฟ้า



รูปที่ 2.2 การจัดเตรียมเครื่องมือ

3. ทำเครื่องหมายที่บริเวณฝาปิดทั้ง 2 ข้าง ของมอเตอร์ไฟฟ้า



รูปที่ 2.3 ทำเครื่องหมายที่บริเวณฝาปิดทั้ง 2 ข้าง

4. ขันนอตที่ยึดฝาปิดทั้ง 2 ข้างออก โดยใช้กิมจับยึดปลายนอตตัวเมียให้แน่นและใช้ไขควงปลายแฉกขันนอตอีกด้านหนึ่งเพื่อให้ขันนอตให้หลุดจากโครงของมอเตอร์ไฟฟ้า



รูปที่ 2.4 การขันนอตที่ยึดฝาปิดทั้ง 2 ข้าง

5. สังเกตบริเวณฝาปิดด้านข้างของมอเตอร์ไฟฟ้าจะมีร่องไว้สำหรับเคาะให้หลุดออกจากโครงของมอเตอร์ไฟฟ้า



รูปที่ 2.5 การใช้ไขควงแกะฝาปิดให้หลุดออกจากโครง

6. ถอดฝาปิดด้านที่มีสวิตช์แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางออกก่อนแล้วจึงถอดฝาปิดอีกข้างหนึ่ง



รูปที่ 2.6 การถอดฝาปิดทั้ง 2 ข้าง

7. ถอดขั้วต่อสายและสวิตช์แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางออกจากฝาปิด



รูปที่ 2.7 การถอดขั้วต่อสายและสวิตช์แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง

8. ถอดโรเตอร์ออกจากโครงและฝาปิดซึ่งภายในประกอบด้วยตลับลูกปืนทั้ง 2 ข้าง



รูปที่ 2.8 ถอดโรเตอร์ออกจากโครงและฝาปิด

9. ศึกษาโครงสร้างส่วนประกอบและหลักการพื้นฐานของมอเตอร์ไฟฟ้า



รูปที่ 2.9 จัดวางส่วนประกอบมอเตอร์ไฟฟ้าให้เป็นระเบียบ

10. ประกอบชิ้นส่วนของมอเตอร์ไฟฟ้าเข้าไปใหม่
11. ประกอบโรเตอร์เข้ากับโครงและฝาปิดอย่างระมัดระวัง
12. ต่อขั้วสายของขดลวดเข้ากับสวิตช์แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางที่ยึดติดกับฝาปิดให้เรียบร้อย
13. ประกอบฝาปิดทั้ง 2 ข้าง ตามเครื่องหมายที่ทำไว้แล้วขันนอตให้แน่น
14. ทดสอบการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าในสภาวะปกติโดยการจ่ายแรงดันไฟฟ้า
ให้มอเตอร์ไฟฟ้าเริ่มหมุนจนถึงความเร็วรอบเต็มพิกัด โดยต้องวงจรตามรูปที่ 2.1
15. ปรับระดับแรงดันไฟฟ้า วัดความเร็วรอบโดยใช้แทคโคมิเตอร์วัดที่แกนเพล่า
เพื่อบันทึกค่าความเร็วรอบและการทำงานของสวิตช์แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางมอเตอร์ไฟฟ้า
พร้อมทั้งบันทึกผลลงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 การทดสอบการทำงานของสปลิตเฟสมอเตอร์

ระดับแรงดันไฟฟ้า (V)	ความเร็วรอบมอเตอร์ไฟฟ้า (รอบต่อนาที)	การทำงานของสวิตช์แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง
50 V	1,438 รอบ	สวิตช์ทำงาน
120 V	1,441 รอบ	สวิตช์ทำงาน
180 V	1,445 รอบ	สวิตช์ทำงาน
220 V	1,450 รอบ	สวิตช์ทำงาน

สรุปผลการทดลอง

จากการปฏิบัติงานถอดและประกอบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส ทำให้มีทักษะในการทำงานที่ต้องใช้ความรู้ ความเข้าใจ รวมถึงการปฏิบัติงานตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ และรู้จักแก้ปัญหาสามารถวางแผนวางแผนในการปฏิบัติงานได้ จุดมุ่งหมายในการปฏิบัติงานครั้งนี้เพื่อศึกษาโครงสร้างและส่วนประกอบที่สำคัญของมอเตอร์ไฟฟ้าที่ทำให้เกิดการหมุนของโรเตอร์ได้อย่างไร เมื่อประกอบชิ้นส่วนมอเตอร์ไฟฟ้าเข้าไปใหม่ ก็ทำการทดสอบด้วยการจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า เพื่อศึกษาความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้า จากการทดลองพบว่า การเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าในมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ โรเตอร์แบบกรงกระรอก ความเร็วรอบที่วัดได้มีความแตกต่างกันไม่มากนัก เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับความเร็วที่แผ่นป้ายข้อมูลมอเตอร์ไฟฟ้า และสวิตช์แรงห่วยงหนีสุนย์กลางย้งกงทำงานอยู่ในสภาวะปกติ

แบบประเมินผล ใบงานที่ 2
การถอดและประกอบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....

ที่	รายการประเมินผล	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1.	การปฏิบัติงาน (40 คะแนน)		
	1.1 การเตรียมวัสดุอุปกรณ์	(10)	
	1.2 การใช้เครื่องมือ	(10)	
	1.3 ปฏิบัติงานตามขั้นตอน	(10)	
	1.4 ปฏิบัติงานเสร็จตามกำหนด	(10)	
2.	ผลการปฏิบัติงาน (30 คะแนน)		
	2.1 ต่อวงจรได้ถูกต้อง	(10)	
	2.2 อ่านค่าจากเครื่องวัดได้ถูกต้อง	(10)	
	2.3 สรุปผลการทดลองได้อย่างถูกต้อง	(10)	
3.	กิจนิสัยในการปฏิบัติงาน (30 คะแนน)		
	3.1 ความปลอดภัยขณะปฏิบัติงาน	(10)	
	3.2 ตรงต่อเวลาและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้	(10)	
	3.3 การเก็บรักษาเครื่องมืออุปกรณ์		
	พื้นที่ปฏิบัติงานมีความเรียบร้อย	(10)	
	รวมคะแนน	(100)	

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ใบงานที่ 3

การถอดและประกอบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส

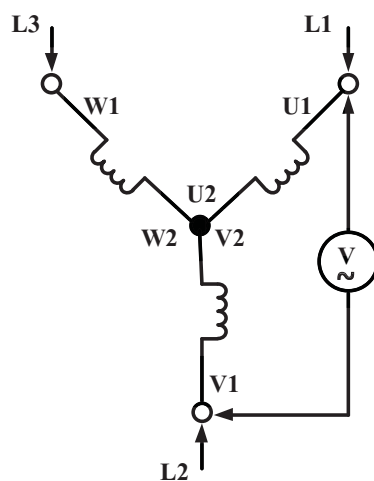
จุดประสงค์การทดลอง

ปฏิบัติการถอดและประกอบชิ้นส่วนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส เพื่อศึกษาโครงสร้างส่วนประกอบและหลักการทำงานพื้นฐานของมอเตอร์ไฟฟ้า

เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทดลอง

- | | |
|--|---------|
| 1. มอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ 3 เฟส (ยี่ห้อมิตซูบิชิ) ชนิด SF-JR
ขนาด 1 แรงม้า 220/380 V , 1.9 A | 1 ตัว |
| 2. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 0 - 380 VAC | 1 ชุด |
| 3. แทคโคมิเตอร์ | 1 ตัว |
| 4. ประแจควีที เบอร์ 8 | 1 อัน |
| 5. ประแจปากตาย เบอร์ 8 | 1 อัน |
| 6. ไขควงปลายแบน | 1 อัน |
| 7. ไขควงปลายแฉก | 1 อัน |
| 8. ปากกาเคมี | 1 อัน |
| 9. สายต่อวงจร | 10 เส้น |

วงจรการทดลอง



รูปที่ 3.1 การต่อมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส แบบสตาร์

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ก่อนทำการถอดและประกอบชิ้นส่วนของมอเตอร์ไฟฟ้า ควรทำการทดสอบการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าในสภาวะปกติโดยการจ่ายแรงดันไฟฟ้าที่ 380 VAC สังเกตความเร็วรอบ
2. เตรียมเครื่องมือในการถอดและประกอบมอเตอร์ไฟฟ้า



รูปที่ 3.2 การจัดเตรียมเครื่องมือ

3. ใช้ไขควงปลายแหลมขันนอตที่ฝาปิดของใบพัดระบายความร้อน



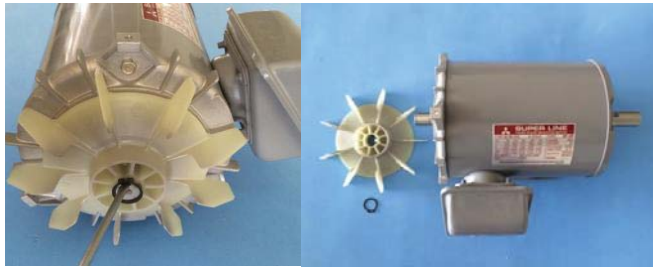
รูปที่ 3.3 การใช้ไขควงปลายแหลมขันนอตที่ฝาปิด

4. เมื่อถอดฝาปิดจะพบว่าการติดตั้งใบพัดระบายความร้อนไว้ที่เพลาลูกของมอเตอร์ไฟฟ้า



รูปที่ 3.4 การถอดฝาปิดด้านที่ติดตั้งใบพัดระบายความร้อน

5. ใช้ไขควงปลายแบนจ้ำงหรือคีมถ่างแหวนล๊อคให้หลุดออกจากใบพัดระบายความร้อน



รูปที่ 3.5 การใช้ไขควงปลายแบนจ้ำงแหวนล๊อค

6. ทำเครื่องหมายที่บริเวณฝาปิดทั้ง 2 ข้าง ของมอเตอร์ไฟฟ้า



รูปที่ 3.5 การทำเครื่องหมายที่บริเวณฝาปิดทั้ง 2 ข้าง

7. สังเกตบริเวณฝาปิดทั้ง 2 ข้าง ของมอเตอร์ไฟฟ้าจะพบว่ามินอตยึดฝาปิดซึ่งต้องใช้
ประแจตัวที่และคีมล๊อค สำหรับขันนอตออกจากฝาปิด
8. ขันนอตที่ยึดฝาปิดทั้ง 2 ข้างออก ด้วยประแจตัวที่ เบอร์ 8 และประแจปากตาย
เบอร์ 8 จับยึดนอตตัวเมียให้แน่นและใช้ประแจตัวที่ เบอร์ 8 ขันนอตอีกด้านหนึ่งออก



รูปที่ 3.6 การขันนอตที่ยึดฝาปิดทั้ง 2 ข้าง ด้วยประแจตัวที่และประแจปากตาย

9. ถอดโรเตอร์ออกจากโครงและฝาปิดมอเตอร์ไฟฟ้า



รูปที่ 3.7 การถอดโรเตอร์ออกจากโครงและฝาปิด

10. ศึกษาโครงสร้างส่วนประกอบและหลักการพื้นฐานของมอเตอร์ไฟฟ้า



รูปที่ 3.8 จัดวางส่วนประกอบมอเตอร์ไฟฟ้าให้เป็นระเบียบ

11. ประกอบชิ้นส่วนของมอเตอร์ไฟฟ้าเข้าไปใหม่
12. ประกอบโรเตอร์เข้ากับโครงและฝาปิดอย่างระมัดระวัง
13. ต่อขั้วสายของขดลวดแต่ละเฟสให้ถูกต้อง และทำการประกอบฝาปิดทั้ง 2 ข้างตามเครื่องหมายที่ทำไว้แล้วขันนอตให้แน่น
14. ทดสอบการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าในสภาวะปกติโดยการจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้มอเตอร์ไฟฟ้าเริ่มหมุนจนถึงความเร็วรอบเต็มพิกัด โดยต้องวงจรตามรูปที่ 3.1
15. ปรับระดับแรงดันไฟฟ้า และวัดความเร็วรอบโดยใช้แทคโคมิเตอร์วัดที่แกนเพลาร่วมทั้งบันทึกผลลงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 การทดสอบการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ 3 เฟส โรเตอร์แบบกรงกระรอก

ระดับแรงดันไฟฟ้า (V)	ความเร็วรอบมอเตอร์ไฟฟ้า (รอบต่อนาที)
110 V	1,389
220 V	1,393
300 V	1,396
380 V	1,400

สรุปผลการทดลอง

จากการปฏิบัติงานถอดและประกอบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส เพื่อศึกษาโครงสร้างและส่วนประกอบที่สำคัญของมอเตอร์ไฟฟ้าที่ทำให้เกิดการหมุนของโรเตอร์ เมื่อประกอบชิ้นส่วนของมอเตอร์ไฟฟ้า ก็ทำการทดสอบด้วยการจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ แบบปรับค่าได้ 0 - 380 โวลต์ และวัดหาความเร็วรอบ จากการทดลองพบว่า การเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าในมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับโรเตอร์แบบกรงกระรอก ความเร็วรอบที่วัดได้จะมีความแตกต่างกันไม่มากนัก เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับความเร็วที่แผ่นป้ายข้อมูลมอเตอร์ไฟฟ้า ในการเปลี่ยนความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้าต้องใช้วิธีการเปลี่ยนจำนวนขั้วแม่เหล็กหรือวิธีการเปลี่ยนแปลงความถี่ไฟฟ้า

แบบประเมินผล ใบงานที่ 3
การถอดและประกอบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....

ที่	รายการประเมินผล	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1.	การปฏิบัติงาน (40 คะแนน)		
	1.1 การเตรียมวัสดุอุปกรณ์	(10)	
	1.2 การใช้เครื่องมือ	(10)	
	1.3 ปฏิบัติงานตามขั้นตอน	(10)	
	1.4 ปฏิบัติงานเสร็จตามกำหนด	(10)	
2.	ผลการปฏิบัติงาน (30 คะแนน)		
	2.1 ต่อวงจรได้ถูกต้อง	(10)	
	2.2 อ่านค่าจากเครื่องวัดได้ถูกต้อง	(10)	
	2.3 สรุปผลการทดลองได้อย่างถูกต้อง	(10)	
3.	กิจนิสัยในการปฏิบัติงาน (30 คะแนน)		
	3.1 ความปลอดภัยขณะปฏิบัติงาน	(10)	
	3.2 ตรงต่อเวลาและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้	(10)	
	3.3 การเก็บรักษาเครื่องมืออุปกรณ์		
	พื้นที่ปฏิบัติงานมีความเรียบร้อย	(10)	
	รวมคะแนน	(100)	

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ใบงานที่ 4

การต่อวงจรมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส

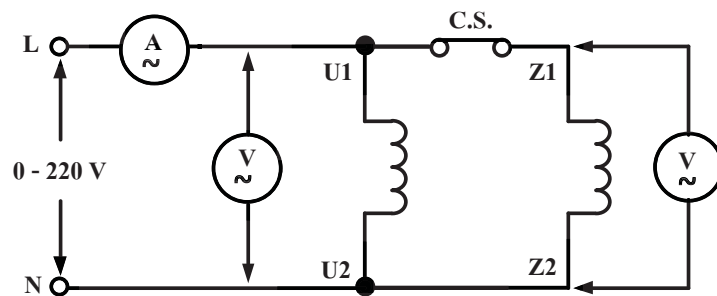
จุดประสงค์การทดลอง

ปฏิบัติการต่อวงจรควบคุมของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส ให้สามารถเริ่มหมุนและกลับทิศทางการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้าได้

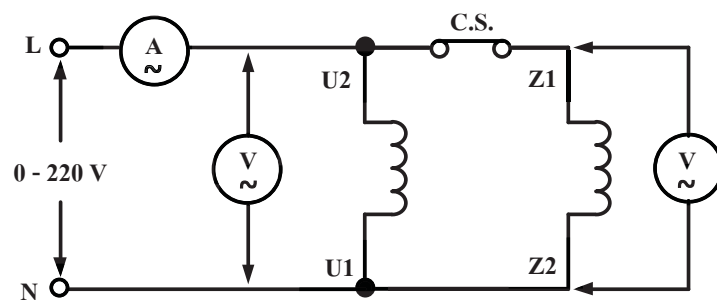
เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทดลอง

- | | |
|--|---------|
| 1. สปลิตเฟสมอเตอร์ ขนาด 1/4 แรงม้า 220 V , 2.8 A | 1 ตัว |
| 2. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 0 - 220 VAC | 1 ชุด |
| 3. โวลต์มิเตอร์ | 1 ตัว |
| 4. แอมมิเตอร์ | 1 อัน |
| 5. สายต่อวงจร | 10 เส้น |

วงจรการทดลอง



รูปที่ 4.1 วงจรการต่อควบคุมของสปลิตเฟสมอเตอร์



รูปที่ 4.2 วงจรการต่อควบคุมของสปลิตเฟสมอเตอร์ แบบกลับทางหมุน

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อดังตามรูปที่ 4.1
2. จ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่ 50 V , 120 V , 170 V และ 220 V ตามลำดับ
3. อ่านค่าแรงดันไฟฟ้าและค่ากระแสไฟฟ้า สังเกตการทำงานของสวิตช์แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง พร้อมทั้งบันทึกค่าในตารางที่ 4.1
4. ต่อดังตามรูปที่ 4.2
5. จ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่ 50 V , 120 V , 170 V และ 220 V ตามลำดับ
6. อ่านค่าแรงดันไฟฟ้าและค่ากระแสไฟฟ้า สังเกตการทำงานของสวิตช์แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง พร้อมทั้งบันทึกค่าลงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.1 การต่อวงจรขดลวดของสปลิตเฟสมอเตอร์แบบเริ่มหมุนปกติ

การต่อวงจรขดลวดสปลิตเฟสมอเตอร์หมุนตามเข็มนาฬิกา		
ระดับแรงดันไฟฟ้า (V)	กระแสไฟฟ้า (A)	การทำงานของสวิตช์แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง
50 V	0.35 A	สวิตช์ทำงาน
120 V	1.15 A	สวิตช์ทำงาน
170 V	1.7 A	สวิตช์ทำงาน
220 V	2.8 A	สวิตช์ทำงาน

ตารางที่ 4.2 การต่อวงจรขดลวดของสปลิตเฟสมอเตอร์แบบกลับทิศทางการหมุน

การต่อวงจรขดลวดสปลิตเฟสมอเตอร์ หมุนทวนเข็มนาฬิกา		
ระดับแรงดันไฟฟ้า (V)	กระแสไฟฟ้า (A)	การทำงานของสวิตช์แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง
50 V	0.35 A	สวิตช์ทำงาน
120 V	1.15 A	สวิตช์ทำงาน
170 V	1.7 A	สวิตช์ทำงาน
220 V	2.8 A	สวิตช์ทำงาน

สรุปผลการทดลอง

จากการปฏิบัติงานการต่อวงจรมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส เพื่อให้มีทักษะในการทำงานที่ใช้ความรู้ ความเข้าใจ รวมถึงการปฏิบัติงานตามขั้นตอนที่ได้กำหนดไว้ การต่อวงจรขดลวดเพื่อให้มอเตอร์ไฟฟ้าทำงาน ให้ทำการต่อวงจรและทดสอบด้วยการจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า เพื่ออ่านค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้ในขณะที่มอเตอร์ไฟฟ้าเริ่มหมุน การเปรียบเทียบความแตกต่างของกระแสไฟฟ้าและการทำงานของสวิตช์แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง จากการทดลองพบว่า การเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าในมอเตอร์ไฟฟ้า ส่งผลให้กระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้นตามปริมาณของแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า เมื่อทำการต่อวงจรแบบกลับทางหมุน โดยการสลับปลายของขดลวดชุดหนึ่งเพียงชุดเดียวก็สามารถกลับทิศทางการหมุนได้ และสวิตช์แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางยังคงทำงานในสภาวะปกติ การสลับสายที่จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับมอเตอร์ไฟฟ้าจะไม่มีผลต่อการกลับทิศทางการหมุน

แบบประเมินผล ใบงานที่ 4

การต่อวงจรมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....

ที่	รายการประเมินผล	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1.	การปฏิบัติงาน (40 คะแนน)		
	1.1 การเตรียมวัสดุอุปกรณ์	(10)	
	1.2 การใช้เครื่องมือ	(10)	
	1.3 ปฏิบัติงานตามขั้นตอน	(10)	
	1.4 ปฏิบัติงานเสร็จตามกำหนด	(10)	
2.	ผลการปฏิบัติงาน (30 คะแนน)		
	2.1 ต่อวงจรได้ถูกต้อง	(10)	
	2.2 อ่านค่าจากเครื่องวัดได้ถูกต้อง	(10)	
	2.3 สรุปผลการทดลองได้อย่างถูกต้อง	(10)	
3.	กิจนิสัยในการปฏิบัติงาน (30 คะแนน)		
	3.1 ความปลอดภัยขณะปฏิบัติงาน	(10)	
	3.2 ตรงต่อเวลาและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้	(10)	
	3.3 การเก็บรักษาเครื่องมืออุปกรณ์ พื้นที่ปฏิบัติงานมีความเรียบร้อย	(10)	
	รวมคะแนน	(100)	

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ใบงานที่ 5

การต่อวงจรมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส

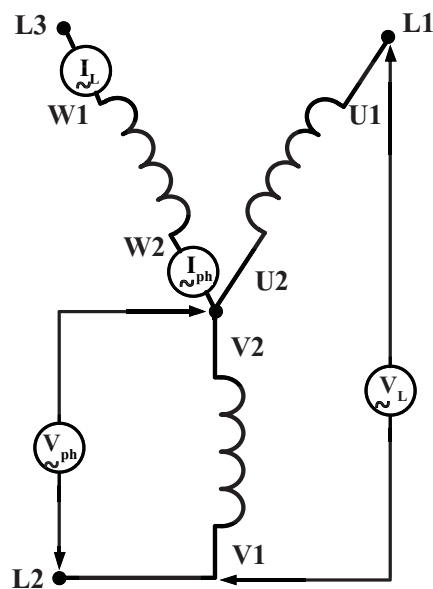
จุดประสงค์การทดลอง

ปฏิบัติการต่อวงจรขดลวดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส ให้สามารถเริ่มหมุนและกลับทิศทางการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้าได้

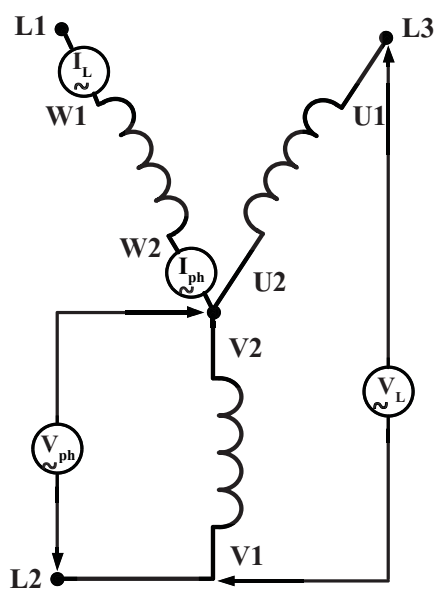
เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทดลอง

- | | |
|--|---------|
| 1. มอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ 3 เฟส โรเตอร์แบบกรงกระรอก | 1 ตัว |
| ขนาด 1/2 แรงม้า 380/660V , 0.69 A | |
| 2. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสลับ 0 - 380 VAC (5A) | 1 ชุด |
| 3. โวลต์มิเตอร์ | 1 ตัว |
| 4. แอมมิเตอร์ | 1 ตัว |
| 5. สายต่อวงจร | 10 เส้น |

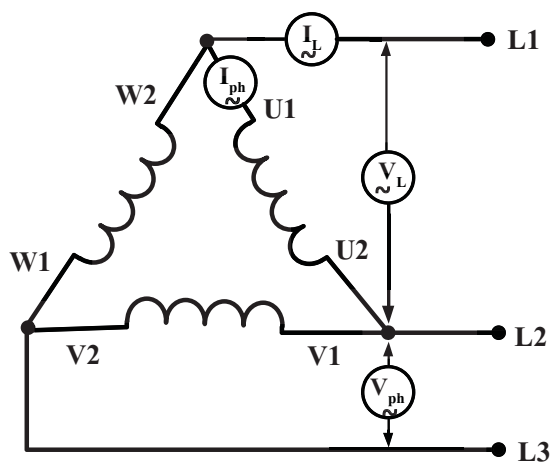
วงจรการทดลอง



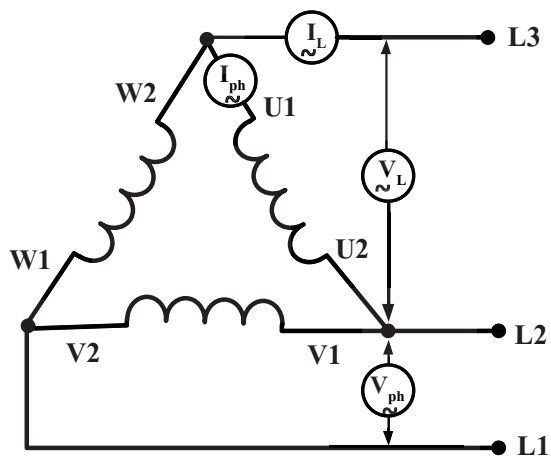
รูปที่ 5.1 วงจรการต่อวงจรขดลวดมอเตอร์แบบสตาร์ (หมุนตามเข็มนาฬิกา)



รูปที่ 5.2 วงจรการต่อวงจรคลวดมอเตอร์แบบสตาร์ (หมุนทวนเข็มนาฬิกา)



รูปที่ 5.3 วงจรการต่อวงจรคลวดมอเตอร์แบบเดลตา (หมุนตามเข็มนาฬิกา)



รูปที่ 5.4 วงจรการต่อวงจรคลวดมอเตอร์แบบเดลตา (หมุนทวนเข็มนาฬิกา)

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อวงจรตามรูปที่ 5.1 ถ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับระหว่างสาย (V_L) ที่ระดับแรงดันไฟฟ้า 110 V , 180 V , 280 V และ 380 V ตามลำดับ
2. อ่านค่าแรงดันไฟฟ้าระหว่างเฟส (V_{ph}) และค่ากระแสไฟฟ้า (I_{ph}) และ (I_L) พร้อมทั้งบันทึกค่าลงในตารางที่ 5.1
3. ต่อวงจรตามรูปที่ 5.2 ถ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับระหว่างสาย (V_L) ที่ระดับแรงดันไฟฟ้า 110 V , 180 V , 280 V และ 380 V ตามลำดับ
4. อ่านค่าแรงดันไฟฟ้าระหว่างเฟส (V_{ph}) และค่ากระแสไฟฟ้า (I_{ph}) และ (I_L) พร้อมทั้งบันทึกค่าลงในตารางที่ 5.2
5. สังเกตทิศทางการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้า
6. ต่อวงจรตามรูป 5.3 ถ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับระหว่างสาย (V_L) ที่ระดับแรงดันไฟฟ้า 110 V , 180 V , 280 V และ 380 V ตามลำดับ
7. อ่านค่าแรงดันไฟฟ้าระหว่างเฟส (V_{ph}) และค่ากระแสไฟฟ้า (I_{ph}) และ (I_L) พร้อมทั้งบันทึกค่าลงในตารางที่ 5.3 สังเกตทิศทางการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้า
8. ต่อวงจรตามรูป 5.4 ถ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับระหว่างสาย (V_L) ที่ระดับแรงดันไฟฟ้า 110 V , 180 V , 280 V และ 380 V ตามลำดับ
9. อ่านค่าแรงดันไฟฟ้าระหว่างเฟส (V_{ph}) และค่ากระแสไฟฟ้า (I_{ph}) และ (I_L) พร้อมทั้งบันทึกค่าลงในตารางที่ 5.4
10. สังเกตทิศทางการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้า

ตารางที่ 5.1 การต่อวงจรขดลวดมอเตอร์แบบสตาร์ ดังรูปที่ 5.1

การต่อวงจรขดลวดมอเตอร์แบบสตาร์ (หมุนตามเข็มนาฬิกา)			
แรงดันไฟฟ้า (V_L)	แรงดันไฟฟ้า (V_{ph})	กระแสไฟฟ้า (I_L)	กระแสไฟฟ้า (I_{ph})
110 V	58 V	0.9 A	0.9 A
180 V	104 V	0.9 A	0.9 A
280 V	162 V	0.9 A	0.9 A
380 V	220 V	0.9 A	0.9 A

ตารางที่ 5.2 การต่อวงจรขดลวดมอเตอร์แบบสตาร์ ดังรูปที่ 5.2

การต่อวงจรขดลวดมอเตอร์แบบสตาร์ (หมุนทวนเข็มนาฬิกา)			
แรงดันไฟฟ้า (V_L)	แรงดันไฟฟ้า (V_{ph})	กระแสไฟฟ้า (I_L)	กระแสไฟฟ้า (I_{ph})
110 V	58 V	0.69 A	0.69 A
180 V	104 V	0.69 A	0.69 A
280 V	162 V	0.69 A	0.69 A
380 V	220 V	0.69 A	0.69 A

ตารางที่ 5.3 การต่อวงจรขดลวดมอเตอร์แบบเดลตา ดังรูปที่ 5.3

การต่อวงจรขดลวดมอเตอร์แบบเดลตา (หมุนตามเข็มนาฬิกา)			
แรงดันไฟฟ้า (V_L)	แรงดันไฟฟ้า (V_{ph})	กระแสไฟฟ้า (I_L)	กระแสไฟฟ้า (I_{ph})
110 V	58 V	0.69 A	0.69 A
180 V	104 V	0.69 A	0.69 A
280 V	162 V	0.69 A	0.69 A
380 V	220 V	0.69 A	0.69 A

ตารางที่ 5.4 การต่อวงจรขดลวดมอเตอร์แบบเดลตา ดังรูปที่ 5.4

การต่อวงจรขดลวดมอเตอร์แบบเดลตา (หมุนทวนเข็มนาฬิกา)			
แรงดันไฟฟ้า (V_L)	แรงดันไฟฟ้า (V_{ph})	กระแสไฟฟ้า (I_L)	กระแสไฟฟ้า (I_{ph})
110 V	110 V	1 A	0.58 A
180 V	180 V	1 A	0.58 A
280 V	280 V	1 A	0.58 A
380 V	380 V	1 A	0.58 A

สรุปผลการทดลอง

การปฏิบัติงานการต่อวงจรมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส เพื่อให้มีทักษะในการทำงานที่ใช้ความรู้ ความเข้าใจ รวมถึงการปฏิบัติงานตามขั้นตอนที่ได้กำหนดไว้ การต่อวงจรขดลวดเพื่อให้มอเตอร์ไฟฟ้าทำงาน โดยการต่อวงจรขดลวดมอเตอร์ไฟฟ้าแบบสตาร์ และทดสอบการจ่ายแรงดันไฟฟ้าที่ปรับค่าได้ 0 - 380 โวลต์ให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า เพื่ออ่านค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้ในขณะที่มอเตอร์ไฟฟ้าเริ่มหมุน จากการทดลองพบว่า การเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าในมอเตอร์ไฟฟ้า ส่งผลให้กระแสไฟฟ้าขณะเริ่มหมุนมีค่าเท่ากัน $I_L = I_{ph}$ และ $V_L = \sqrt{3} \cdot V_{ph}$ เมื่อทำการต่อวงจรแบบกลับทางหมุน โดยการสลับปลายของที่จ่ายแรงดันไฟฟ้าเพียงคู่เดียว ก็สามารถกลับทิศทางการหมุนได้ ค่าของแรงดันกระแสไฟฟ้าที่วัดได้จะมีค่าเท่ากัน สำหรับการต่อวงจรขดลวดมอเตอร์ไฟฟ้าแบบเดลตา และทดสอบการจ่ายแรงดันไฟฟ้าที่ปรับค่าได้ 0 - 380 โวลต์ให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า เพื่ออ่านค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้ในขณะที่มอเตอร์ไฟฟ้าเริ่มหมุน จากการทดลองพบว่า การเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าในมอเตอร์ไฟฟ้า ส่งผลให้กระแสไฟฟ้าขณะเริ่มหมุนมีค่าเท่ากัน $I_L = \sqrt{3} \cdot I_{ph}$ และ $V_L = V_{ph}$ เมื่อทำการต่อวงจรแบบกลับทางหมุน โดยการสลับปลายของที่จ่ายแรงดันไฟฟ้าเพียงคู่เดียว ก็สามารถกลับทิศทางการหมุนได้ ค่าของแรงดันกระแสไฟฟ้าที่วัดได้จะมีค่าเท่ากัน

แบบประเมินผล ใบงานที่ 5
การต่อวงจรมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....

ที่	รายการประเมินผล	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1.	การปฏิบัติงาน (40 คะแนน)		
	1.1 การเตรียมวัสดุอุปกรณ์	(10)	
	1.2 การใช้เครื่องมือ	(10)	
	1.3 ปฏิบัติงานตามขั้นตอน	(10)	
	1.4 ปฏิบัติงานเสร็จตามกำหนด	(10)	
2.	ผลการปฏิบัติงาน (30 คะแนน)		
	2.1 ต่อวงจรได้ถูกต้อง	(10)	
	2.2 อ่านค่าจากเครื่องวัดได้ถูกต้อง	(10)	
	2.3 สรุปผลการทดลองได้อย่างถูกต้อง	(10)	
3.	กิจนิสัยในการปฏิบัติงาน (30 คะแนน)		
	3.1 ความปลอดภัยขณะปฏิบัติงาน	(10)	
	3.2 ตรงต่อเวลาและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้	(10)	
	3.3 การเก็บรักษาเครื่องมืออุปกรณ์ พื้นที่ปฏิบัติงานมีความเรียบร้อย	(10)	
	รวมคะแนน	(100)	

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ใบงานที่ 6

การต่อวงจรมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส แบบหลายความเร็ว

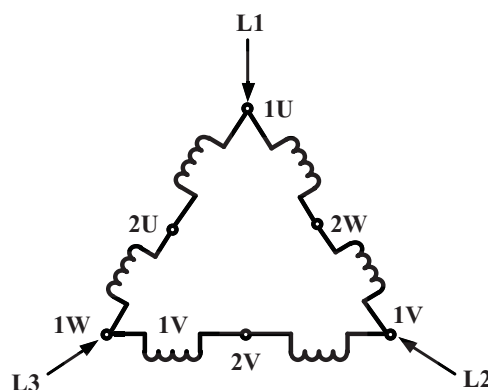
จุดประสงค์การทดลอง

ปฏิบัติการทดลองการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส โรเตอร์กรงกระรอก ด้วยวิธีการปรับค่าความถี่ของระบบไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า โดยควบคุมให้มอเตอร์ไฟฟ้าสามารถหมุนได้แบบหลายความเร็วรอบ

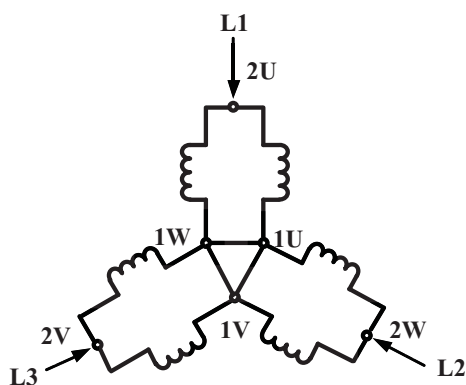
เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทดลอง

- | | |
|--|---------|
| 1. มอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ 3 เฟส แบบดาลานเดอร์ | 1 ตัว |
| ขนาด 1 แรงม้า 380/660 V 2.5 A | |
| 2. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสลับ 0 - 380 VAC (5A) | 1 ชุด |
| 3. แทคโอมิเตอร์ | 1 ชุด |
| 4. โวลต์มิเตอร์ | 1 ตัว |
| 5. แอมมิเตอร์ | 1 ตัว |
| 6. สายต่อวงจร | 10 เส้น |

วงจรการทดลอง



รูปที่ 6.1 การต่อขดลวดมอเตอร์ไฟฟ้าความเร็วรอบต่ำ



รูปที่ 6.2 การต่อขดลวดมอเตอร์ไฟฟ้าความเร็วรอบสูง

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. ศึกษาข้อมูลการต่อขั้วสายมอเตอร์แบบดาวสามเฟส แบบ 2 ความเร็ว จากตารางที่ 6.1
2. ต่อวงจรขดลวดมอเตอร์แบบดาวสามเฟส ความเร็วรอบต่ำ ตามรูปที่ 6.1
3. จ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่ 0 - 380 VAC
4. ใช้แทคโคมิเตอร์วัดความเร็วรอบ สังเกตผลการทดลองและบันทึกค่าลงในตารางที่ 6.2
5. ต่อวงจรขดลวดมอเตอร์แบบดาวสามเฟส ความเร็วรอบสูง ตามรูปที่ 6.2
6. จ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่ 0 - 380 VAC
7. ใช้แทคโคมิเตอร์วัดความเร็วรอบ สังเกตผลการทดลองและบันทึกค่าลงในตารางที่ 6.3

ตารางที่ 6.1 การต่อขั้วสายมอเตอร์แบบดาวสามเฟส แบบ 2 ความเร็ว

ความเร็วรอบ	สายป้อนแรงดันไฟฟ้าอินพุต 3 เฟส			ลักษณะขั้วต่อสาย
	L1	L2	L3	
ต่ำ	1U	1V	1W	2U, 2V, 2W เป็ดวงจร
สูง	2U	2V	2W	1U, 1V, 1W ต่อเข้าด้วยกัน

ตารางที่ 6.2 มอเตอร์ไฟฟ้าความเร็วรอบต่ำ

ระดับแรงดันไฟฟ้า (V_L)	ความเร็วรอบ (รอบ/นาที)
110 V	1,441 รอบ
220 V	1,447 รอบ
380 V	1,450 รอบ

ตารางที่ 6.3 มอเตอร์ไฟฟ้าความเร็วรอบสูง

ระดับแรงดันไฟฟ้า (V_L)	ความเร็วรอบ (รอบ/นาที)
110 V	2,927 รอบ
220 V	2,941 รอบ
380 V	2,950 รอบ

สรุปผลการทดลอง

การปฏิบัติงานต้องจรมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบหลายความเร็ว การเปลี่ยนแปลงวิธีการต่อสายของขดลวดสเตเตอร์ ในมอเตอร์แบบคาลานเดอร์ ซึ่งวิธีนี้ใช้ได้กับมอเตอร์ไฟฟ้า 2 ความเร็ว โดยมีอัตราส่วนของความเร็วรอบ 2 : 1 เมื่อต้องจรมตามรูปที่ 6.1 เป็นการต่อให้มอเตอร์ไฟฟ้ามีขั้วแม่เหล็กจำนวน 4 ขั้ว ค่าความเร็วรอบสูงสุดอยู่ที่ 1,450 รอบต่อนาที และเมื่อต้องจรมตามรูปที่ 6.2 เป็นการต่อให้มอเตอร์ไฟฟ้ามีขั้วแม่เหล็กจำนวน 2 ขั้ว ค่าความเร็วรอบสูงสุดอยู่ที่ 2,950 รอบต่อนาที ดังนั้นในการเปลี่ยนความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้าจะใช้หลักการเปลี่ยนจำนวนขั้วแม่เหล็ก

แบบประเมินผล ใบงานที่ 6

การต่อวงจรมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบหลายความเร็ว

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....

ที่	รายการประเมินผล	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1.	การปฏิบัติงาน (40 คะแนน)		
	1.1 การเตรียมวัสดุอุปกรณ์	(10)	
	1.2 การใช้เครื่องมือ	(10)	
	1.3 ปฏิบัติงานตามขั้นตอน	(10)	
	1.4 ปฏิบัติงานเสร็จตามกำหนด	(10)	
2.	ผลการปฏิบัติงาน (30 คะแนน)		
	2.1 ต่อวงจรได้ถูกต้อง	(10)	
	2.2 อ่านค่าจากเครื่องวัดได้ถูกต้อง	(10)	
	2.3 สรุปผลการทดลองได้อย่างถูกต้อง	(10)	
3.	กิจนิสัยในการปฏิบัติงาน (30 คะแนน)		
	3.1 ความปลอดภัยขณะปฏิบัติงาน	(10)	
	3.2 ตรงต่อเวลาและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้	(10)	
	3.3 การเก็บรักษาเครื่องมืออุปกรณ์		
	พื้นที่ปฏิบัติงานมีความเรียบร้อย	(10)	
	รวมคะแนน	(100)	

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ใบงานที่ 7

การพันขดลวดมอเตอร์ไฟฟ้า 1 เฟส

จุดประสงค์การทดลอง

ปฏิบัติการพันขดลวดมอเตอร์ไฟฟ้า 1 เฟส เพื่อศึกษาข้อมูลรายละเอียดที่มาจากโรงงานผู้ผลิต และพัฒนาทักษะการพันขดลวดมอเตอร์ไฟฟ้าให้สามารถนำไปใช้งานได้

เครื่องมืออุปกรณ์และวัสดุในการพันขดลวดมอเตอร์ไฟฟ้า 1 เฟส

1. สปลิตเฟสมอเตอร์ (ยี่ห้อมิตซูบิชิ) ชนิด SP-KR ขนาด 1/4 แรงม้า 4 ขั้วแม่เหล็ก	1 ตัว
2. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 0 - 220 VAC	1 ชุด
3. แทคโคมิเตอร์	1 ตัว
4. แคลมป์มิเตอร์	1 ตัว
5. จนวนไมล่า	1 แผ่น
6. ไม้อัด ขนาด 6" × 6" หน้า 4 มม.	11 แผ่น
7. ไม้อัด ขนาด 5" × 5" หน้า 8 มม.	8 แผ่น
8. ลวดทองแดง เบอร์ 22 S.W.G.	1 ม้วน
9. ลวดทองแดง เบอร์ 28 S.W.G.	1 ม้วน
10. เทปพันสายไฟ	1 ม้วน
11. เชือกฟ้าย (สำหรับมัดขดลวด) ยาว 2.5 เมตร	1 เส้น
12. หางปลากลม ขนาด 1.5 มม.	6 ตัว
13. ปลอกสายไฟขนาด 2 มม. และ 3 มม.	1 เส้น
14. สายไฟ VSF ขนาด 1.5 ตร.มม.	2 เมตร
15. ชุดหัวแรงและตะกั่วบัดกรี	1 ชุด
16. เลื่อยตัดไม้	1 อัน
17. ตะไบหยาบ	1 อัน
18. ปากกาจับจิ้งจาง	1 อัน
19. ค้อนพลาสติกหรือค้อนยาง	1 ตัว
20. สว่านและดอกสว่าน 10 มม.	1 ชุด
21. ไขควงปลายแบนและปลายแฉก	1 ชุด

22. คีมตัดและคีมปากแหลม	1 ชุด
23. คัตเตอร์	1 อัน
24. ไม้บรรทัดหรือฟุตเหล็ก	1 อัน
25. ปากกาเคมี	1 อัน
26. เครื่องพันขดลวด	1 เครื่อง
27. กระดาษทรายขัดไม้เบอร์ 1	1 แผ่น
28. ผ้าทำความสะอาด	1 ผืน
29. สายต่อวงจร	10 เส้น

ลำดับขั้นการพันขดลวดสปลิตเฟสมอเตอร์

1. การบันทึกข้อมูลมอเตอร์ไฟฟ้า

- 1) ก่อนถอดส่วนประกอบหรือรี้อขดลวดมอเตอร์ไฟฟ้าให้บันทึกข้อมูลจากแผ่นป้ายของมอเตอร์ไฟฟ้า ลงในตารางที่ 7.1 เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการพันขดลวดใหม่
- 2) เตรียมเครื่องมือในการถอดส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้า



รูปที่ 7.1 เครื่องมือสำหรับถอดส่วนประกอบสปลิตเฟสมอเตอร์

2. การถอดฝาปิดและส่วนประกอบมอเตอร์ไฟฟ้า

- 1) ทำเครื่องหมายที่บริเวณฝาปิดทั้ง 2 ข้าง



รูปที่ 7.2 การทำเครื่องหมายที่ฝาปิดทั้ง 2 ข้าง

ตารางที่ 7.1

DATA SHEET FOR SPLITPHASE MOTOR																																						
Brand																																						
HP				rpm										Volt										Amp														
Cycle				Type										Frame										Style														
Temp. Rise				Model										Serial No.										Bearing														
No. of Poles				Code										No. of Slots										Time Rating														
Winding		Size Wire										End Room										Pitch						Turn										
Running																																						
Starting																																						
Slot No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	1	
Starting																																						
Running																																						
Rotation <input type="checkbox"/> Clockwise <input type="checkbox"/> Counter Clockwise																																						

2) ขันนอตที่ยึดฝาปิดทั้ง 2 ข้างออก โดยใช้กิมจับยึดปลายนอตด้วยมือให้แน่นและใช้ไขควงปลายแบนขันนอตอีกด้านหนึ่งเพื่อให้ขันนอตให้หลุดจากโครงของมอเตอร์ไฟฟ้า



รูปที่ 7.3 การขันนอตที่ยึดฝาปิดทั้ง 2 ข้าง

3) สังเกตบริเวณฝาปิดด้านข้างของมอเตอร์ไฟฟ้าจะมีร่องไว้สำหรับเคาะหรือเซาะให้หลุดออกจากโครงของมอเตอร์ไฟฟ้า



รูปที่ 7.4 การใช้ไขควงปลายแบนเคาะบริเวณร่องของฝาปิด

4) ถอดฝาปิดด้านที่มีสวิตช์แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางออกก่อนแล้วจึงถอดฝาปิดอีกข้างหนึ่ง



รูปที่ 7.5 การถอดฝาปิดทั้ง 2 ข้าง

5) ถอดขั้วต่อสายขดลวดและสวิตช์แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางออกจากฝาปิด



รูปที่ 7.6 การถอดขั้วต่อสายขดลวดและสวิตช์แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางออกจากฝาปิด

6) ถอดโรเตอร์ออกจากโครงและฝาปิดซึ่งภายในประกอบด้วยตลับลูกปืนทั้ง 2 ข้าง



รูปที่ 7.7 การถอดโรเตอร์ออกจากโครงและฝาปิดมอเตอร์ไฟฟ้า

3. การรื้อขดลวดมอเตอร์ไฟฟ้า

1) วางมอเตอร์ไฟฟ้าในแนวราบใช้ส่วสกัดขดลวดด้านที่อยู่ตรงข้ามสวิตช์แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางกับจุดต่อปลายสายของขดลวด



รูปที่ 7.8 การใช้ส่วสกัดขดลวดรอบสเตเตอร์

- 2) สกัดขดลวดรอบสเตเตอร์เพื่อให้ขดลวดทองแดงหลุดออกมา และควรระมัดระวังไม่ให้ลวดเสียดแน่นกับแกนเหล็กและใช้คีมดึงขดลวดออกจากร่องสลอต
- 3) ให้หยางมอเตอร์ไฟฟ้าด้านที่สกัดขดลวดออกตั้งขึ้น ใช้ค้อนเหล็กพร้อมกับเหล็กทรงกลมตอกเข้าไปในร่องสลอตด้วยแรงตอกอย่างสม่ำเสมอเพื่อให้ขดลวดหลุดออกจากร่องสลอต

4. การตัดฉนวนร่องสลอตมอเตอร์ไฟฟ้า

- 1) ใช้ไม้บรรทัดวัดความยาวของร่องสลอตให้อ่านค่าการวัดเป็นเซนติเมตรและจดบันทึกไว้



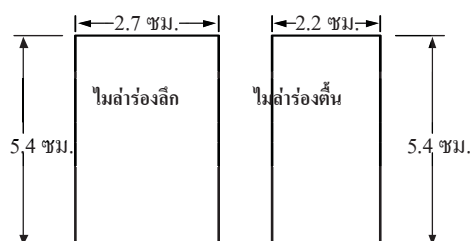
รูปที่ 7.9 การใช้ไม้บรรทัดวัดความยาวร่องสลอต

- 2) ตัดไม้ลำใส่ลงในร่องสลอตวัดความถี่รอบร่องสลอต เพื่อนำมาทำเป็นคั่นแบบไม้ลำ



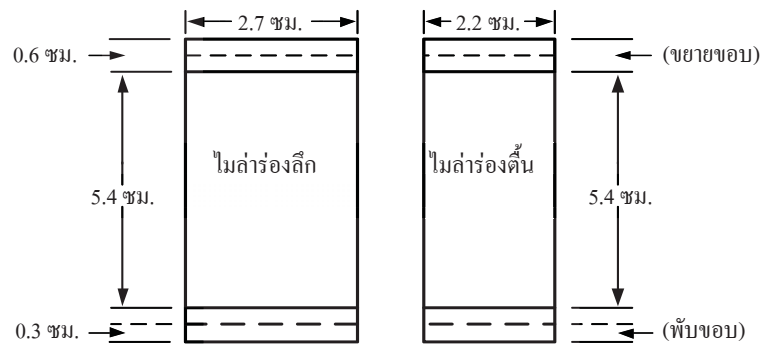
รูปที่ 7.10 การใส่ไม้ลำเพื่อวัดความถี่รอบร่องสลอต

- 3) นำไม้ลำที่วัดความถี่รอบร่องสลอตมากลื่นออก โดยกำหนดให้กระดาษที่ห่อพับในร่องสลอตเป็นความกว้าง และนำค่าความยาวของร่องสลอตที่บันทึกไว้มาเขียนเป็นรูปสี่เหลี่ยม



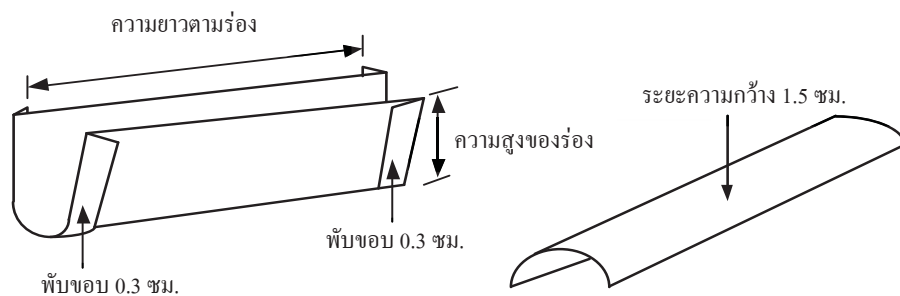
รูปที่ 7.11 ฉนวนไม้ลำที่เขียนเป็นรูปสี่เหลี่ยม

4) เมื่อวัดไมลาได้รูปสี่เหลี่ยมให้เพิ่มความยาวจากเดิมออกไปข้างละ 0.6 เซนติเมตร



รูปที่ 7.12 การขยายความยาวของฉนวนไมลา

5) นำแผ่นไมลาที่ตัดความกว้างและความยาวมาพับขอบด้านบนและขอบด้านล่างความยาวข้างละ 0.3 เซนติเมตร และจัดทำไมลาใช้สำหรับรองระหว่างชั้นของขดลวดและสำหรับปิดปากช่อง ตัดให้มีความยาวเท่ากับร่องสลอต ส่วนความกว้างมีระยะเท่ากับ 1.5 เซนติเมตร



รูปที่ 7.13 การพับขอบและตัดไมลาช่องระหว่างชั้นของขดลวด

6) เมื่อพับขอบของไมลาเสร็จเรียบร้อยแล้วให้นำแผ่นไมลามาลงในร่องสลอตของมอเตอร์ไฟฟ้า



รูปที่ 7.14 การพับขอบและใส่ไมลาลงในร่องสลอต

5. การทำแบบฟอร์มของขดลวดมอเตอร์ไฟฟ้า 1 เฟส

1) การทำแบบฟอร์มขดลวด ใช้เส้นลวดทองแดงจำนวน 1 เส้น ตัดให้มีความยาวพอประมาณ และวางลงในร่องสล็อตตามระยะพิตช์ของขดลวด โดยทำเป็นบ่วงให้มีความโค้งเท่ากับขนาดขดลวดที่ต้องการพันลงในร่องสล็อต

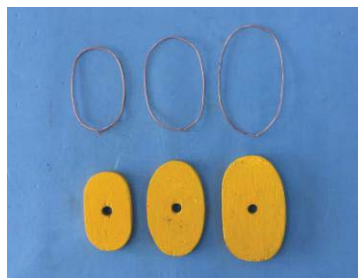


รูปที่ 7.15 การวัดขนาดของขดลวดในร่องสล็อต

2) การทำแบบฟอร์มของขดลวด ให้นำไม้อัดหนาขนาด 8 มิลลิเมตร หรือ 0.8 เซนติเมตร มาตัดตามขนาดของห่วงที่ได้ทำการวัดไว้ เจาะรูตรงกลางและตกแต่งให้ได้ตามขนาด



รูปที่ 7.16 การทำแบบฟอร์มขดลวดชุดรัน

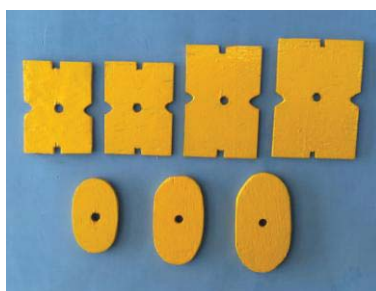


รูปที่ 7.17 การทำแบบฟอร์มขดลวดชุดสตาร์ท ชุดที่ 1 และชุดที่ 3

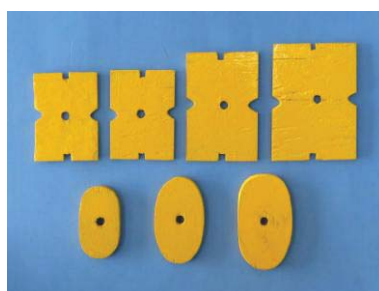


รูปที่ 7.18 การทำแบบฟอร์มขดลวดชุดสตาร์ท ชุดที่ 2 และชุดที่ 4

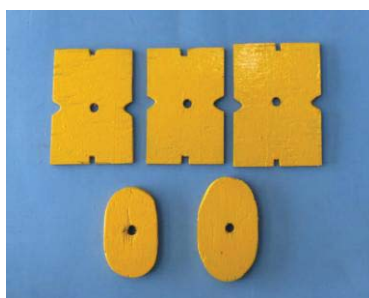
3) การทำไม้ประกบด้านข้างแบบฟอร์มของขดลวด ให้นำไม้อัดหนาขนาด 4 มิลลิเมตร หรือ 0.4 เซนติเมตร ให้มีขนาดใหญ่กว่าแบบฟอร์มของขดลวด เมื่อต้องการพันขดลวดก็นำไม้มาประกบด้านข้างช่วยให้ขดลวดมีความเป็นระเบียบและนำไปพันลงในสลอตได้สะดวก



รูปที่ 7.19 การทำไม้ประกบด้านข้างขดลวดชุดรัน



รูปที่ 7.20 การทำไม้ประกบด้านข้างขดลวดชุดสตาร์ท ชุดที่ 1 และชุดที่ 3



รูปที่ 7.21 การทำไม้ประกอบด้านข้างขดลวดชุดสตาร์ท ชุดที่ 2 และชุดที่ 4

6. การพันขดลวดในร่องสลอตมอเตอร์ไฟฟ้า 1 เฟส

1) การพันขดลวดด้วยแบบฟอร์มของขดลวด สำหรับขดลวดชุดรัน 4 ชุด แต่ละชุดประกอบด้วยขดลวดจำนวน 3 ชุด เลือกใช้เส้นลวดทองแดงเบอร์ 22 S.W.G. ประกอบแบบฟอร์มขดลวดชุดรันเข้ากับเครื่องพันขดลวด ขันนอตยึดแบบฟอร์มขดลวดให้แน่น และตั้งค่าการนับจำนวนรอบเครื่องพันขดลวดให้มีความพร้อมก่อนใช้งาน การเริ่มพันขดลวดจะเริ่มพันจากขดลวดชุดเล็ก (จำนวน 44 รอบ) ต่อด้วยการพันขดลวดชุดกลาง (จำนวน 60 รอบ) และขดลวดชุดใหญ่ (จำนวน 67 รอบ) เมื่อพันขดลวดแต่ละชุดเสร็จให้นำเชือกมามัดขดลวดไว้ด้วย

สำหรับขดลวดชุดที่ 2 ชุดที่ 3 และชุดที่ 4 ปฏิบัติเหมือนกับการพันขดลวดชุดที่ 1



รูปที่ 7.22 การพันขดลวดด้วยเครื่องพันขดลวดแบบดิจิทัล

2) การพันขดลวดชุดสตาร์ท เลือกใช้เส้นลวดทองแดงเบอร์ 28 S.W.G. การพันขดลวดชุดที่ 1 และชุดที่ 3 มีขดลวดจำนวน 3 ชุด พันเหมือนกับขดลวดชุดรัน ประกอบด้วยขดลวดชุดเล็ก (จำนวน 35 รอบ) ชุดกลาง (จำนวน 41 รอบ) และชุดใหญ่ (จำนวน 47 รอบ) สำหรับการพันขดลวดชุดที่ 2 และชุดที่ 4 มีขดลวดจำนวน 2 ชุด ประกอบด้วยขดลวดชุดเล็ก (จำนวน 34 รอบ) และชุดใหญ่ (จำนวน 44 รอบ) การพันขดลวดทั้ง 2 ชุด ให้พันขดลวดชุดเล็กก่อนต่อด้วยชุดใหญ่ต่อไปในทิศทางเดียวกัน เมื่อพันขดลวดแต่ละชุดเรียบร้อยแล้วให้นำเชือกมามัดไว้ทั้ง 2 ข้าง ของขดลวดแต่ละชุดช่วยให้การพันขดลวดในสลอตสะดวกขึ้น



รูปที่ 7.23 ขดลวดชุดรันและขดลวดชุดสตาร์ที่พันด้วยแบบฟอร์มของขดลวด

3) นำแผ่นไมล้าที่ตัดไว้มาใส่ในร่องสลอตที่สเตเตอร์ เพื่อป้องกันขดลวดทองแดงเสียดสีกับของร่องสลอต



รูปที่ 7.24 การใส่ไมล้าลงในร่องสลอต

4) การพันขดลวดสปลิตเฟสมอเตอร์ ให้พันขดลวดชุดรันลงไปร่องสลอตก่อน และพันลงในร่องสลอตที่สเตเตอร์ตามระยะพิตช์ที่บันทึกไว้ และทำการพันขดลวดให้ครบทั้ง 4 ชุด

5) ใช้ค้อนพลาสติกกดกแต่งขดลวดที่พันลงในร่องสลอตให้เป็นระเบียบ และทำเครื่องหมายที่ปลายสายของขดลวดชุดรัน ก่อนจะนำไปต่อวงจรขดลวด

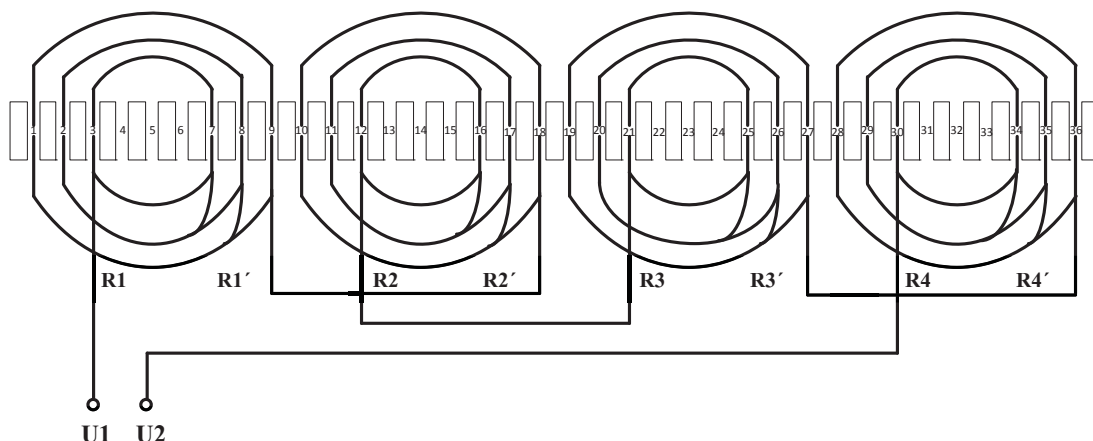
6) กำหนดรหัสการต่อวงจรขดลวดชุดรัน โดยใช้วิธีการดังนี้ เมื่อขดลวดชุดรัน มีจำนวน 4 ชุด

กำหนดดังนี้ ชุดที่ 1 ต้นขดลวด คือ R1 และปลายขดลวด คือ R1' (ร่องสลอตที่ 1 - 9)

ชุดที่ 2 ต้นขดลวด คือ R2 และปลายขดลวด คือ R2' (ร่องสลอตที่ 10 - 18)

ชุดที่ 3 ต้นขดลวด คือ R3 และปลายขดลวด คือ R3' (ร่องสลอตที่ 19 - 27)

ชุดที่ 4 ต้นขดลวด คือ R4 และปลายขดลวด คือ R4' (ร่องสลอตที่ 28 - 36)



รูปที่ 7.25 การพันขดลวดชุดรีเลย์ในร่องสลอต

7) เมื่อลงขดลวดชุดรีเลย์เสร็จเรียบร้อยแล้วให้นำแผ่นไมลาม่ากันเป็นฉนวนอีกชั้นหนึ่ง โดยตัดแผ่นไมลาม่าเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีขนาดความกว้างเท่ากับ 1.8 เซนติเมตร มีความยาวเท่ากับ 32 เซนติเมตร จำนวน 2 แผ่น เพื่อเป็นฉนวนกันระหว่างขดลวดชุดรีเลย์กับขดลวดชุดสตาร์ท ไม่ให้สัมผัสถึงกันที่บริเวณหัวท้ายของขดลวด

8) เมื่อลงขดลวดชุดรีเลย์ในร่องสลอตเรียบร้อยแล้วให้นำขดลวดชุดสตาร์ทมาพันลงในร่องสลอตที่สแตเตอร์ตามระยะพิคช์ที่บันทึกไว้ และให้ลงขดลวดให้ครบทั้ง 4 ชุด และใช้ก้อนพลาสติกกักแต่งขดลวดให้เป็นระเบียบ

9) กำหนดรหัสการต่อวงจรขดลวดชุดสตาร์ท ซึ่งขดลวดชุดสตาร์ทมีจำนวน 4 ชุด

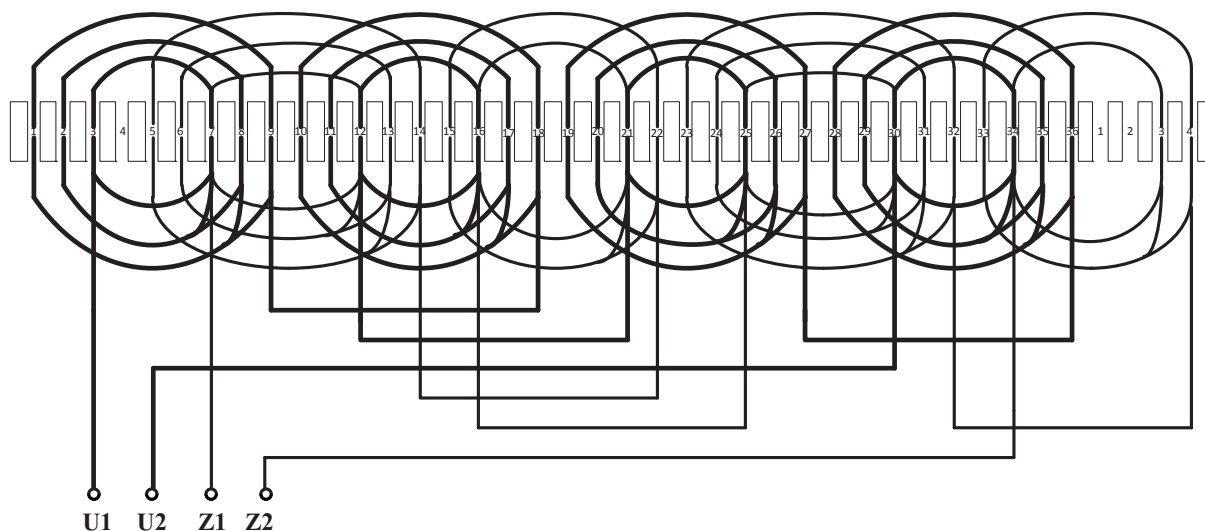
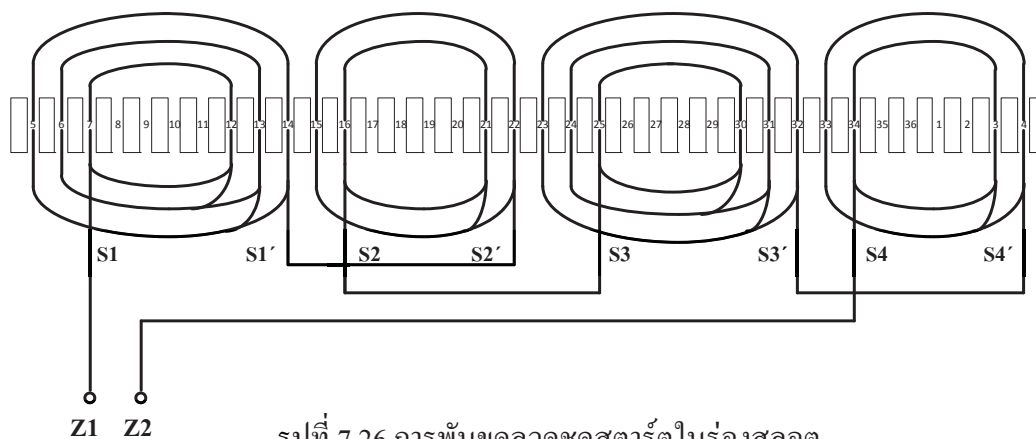
กำหนดดังนี้ ชุดที่ 1 ดันขดลวด คือ S1 และปลายขดลวด คือ S1' (ร่องสลอตที่ 5 - 14)

ชุดที่ 2 ดันขดลวด คือ S2 และปลายขดลวด คือ S2' (ร่องสลอตที่ 15 - 22)

ชุดที่ 3 ดันขดลวด คือ S3 และปลายขดลวด คือ S3' (ร่องสลอตที่ 23 - 32)

ชุดที่ 4 ดันขดลวด คือ S4 และปลายขดลวด คือ S4' (ร่องสลอตที่ 33 - 4)

10) เมื่อพันขดลวดชุดสตาร์ทเสร็จเรียบร้อยแล้ว นำแผ่นไมลาม่ากันเป็นฉนวนอีกชั้นหนึ่ง เพื่อป้องกันไม่ให้ขดลวดชุดสตาร์ทหลุดออกจากร่องสลอต โดยตกแต่งไมลาม่าให้พอดีและมีความแข็งแรง จะช่วยให้สามารถประกอบโรเตอร์เข้าไปได้อย่างสะดวก



7. การต่อวงจรขดลวดมอเตอร์ไฟฟ้า 1 เฟส

1) ทำการต่อวงจรขดลวดสปลิตเฟสมอเตอร์ ตามรหัสที่ได้กำหนดไว้ก่อนเชื่อมต่อ
ต้นสายและปลายสาย



รูปที่ 7.28 การกำหนดรหัสเชื่อมต่อต้นสายปลายขดลวดของสปลิตเฟสมอเตอร์

2) ใช้คัตเตอร์ขุดถนนที่ปลายสายขดลวดแต่ละชุดออกยาวประมาณ 1.5 เซนติเมตร และใส่ปลอกถนนหุ้มสายไฟขนาด 2 มิลลิเมตร หรือ 0.2 เซนติเมตร ยาวประมาณ 3.0 เซนติเมตร นำมาสวมเข้าที่ปลายสายขดลวดก่อนทำการเชื่อมต่อ

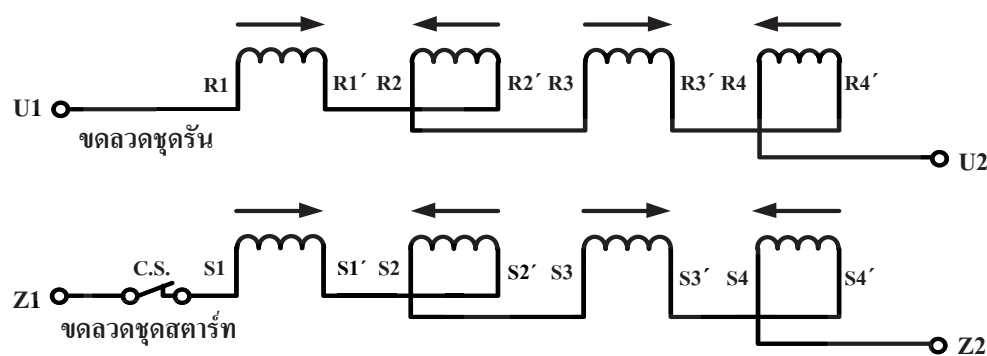
3) เชื่อมต่อด้านสายและปลายสายขดลวดชุดรันที่ได้กำหนดรหัสไว้ ด้วยการตีเกลียว

4) เชื่อมต่อปลายสายของขดลวดชุดรันด้วยการบัดกรีและเลื่อนปลอกถนนหุ้มสายไฟมาทับรอยบัดกรีให้เรียบร้อย

5) เชื่อมต่อด้านสายและปลายสายขดลวดชุดสตาร์ทที่ได้กำหนดรหัสไว้ ด้วยการตีเกลียว

6) เชื่อมต่อปลายสายของขดลวดชุดสตาร์ทด้วยการบัดกรีและเลื่อนปลอกถนนหุ้มสายไฟมาทับรอยบัดกรีให้เรียบร้อย

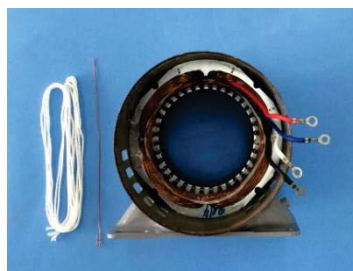
7) ทำเครื่องหมายกำหนดตัวอักษรที่ด้านสายและปลายสาย ดังนี้ ขดลวดชุดรัน ด้านสาย คือ U1 , ปลายสาย คือ U2 และขดลวดชุดสตาร์ท ด้านสาย คือ Z1 , ปลายสาย คือ Z2



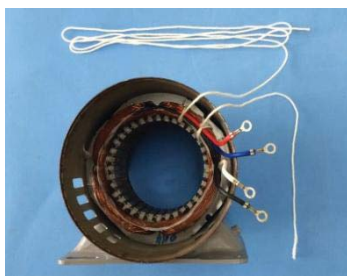
รูปที่ 7.29 ไดอะแกรมการต่อวงจรขดลวดสปลิตเฟสมอเตอร์

8) จัดรอยต่อปลอกถนนหุ้มสายไฟในตำแหน่งที่เหมาะสม ย้ายปลายสายด้วยหางปลาให้แน่น

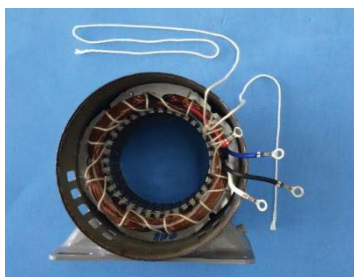
9) ใช้เชือกฝ้ายมาทำการมัดขดลวดทั้ง 2 ด้าน โดยใช้เชือกที่มีความยาว 2.5 เมตร ทบกันเป็นจำนวน 2 เส้น และให้ใช้ลวดทองแดงพันตีเกลียวลักษณะคล้ายเข็ม สอดเชือกเข้าไประหว่างขดลวดแล้วพันให้แน่น ในขณะที่ทำการมัดขดลวดให้จัดรูปทรงขดลวดไปด้วย



รูปที่ 7.30 การเตรียมเชือกฝ้ายและเส้นลวดทองแดง



รูปที่ 7.31 พันเชือกฝ้ายมัดขดลวดทั้ง 2 ชุดให้แน่น



รูปที่ 7.32 พันจนครบรอบขดลวดทั้ง 2 ชุด มัดคั่นสายกับปลายสายให้แน่น

10) จัดปลายสายของขดลวดทั้ง 2 ชุด ให้เป็นระเบียบ โดยขดลวดชุดสตาร์ทของด้านที่ต่อเข้ากับสวิทช์แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง จะต้องเผื่อปลายสายออกมาพอประมาณและต่อเข้ากับหน้าสัมผัสของสวิทช์แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางที่ฝาปิด



รูปที่ 7.33 การมัดและจัดปลายสายขดลวดอย่างเป็นระเบียบ

8. การทดสอบและประกอบมอเตอร์มอเตอร์ไฟฟ้า 1 เฟส

- 1) นำฝาปิดท้ายของมอเตอร์ไฟฟ้าด้านที่มีสวิทช์แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง ต่อเข้ากับสายไฟฟ้า จำนวน 2 เส้นที่เผื่อปลายสายไว้
- 2) สวมโรเตอร์เข้าไปในโครงของมอเตอร์ไฟฟ้า และนำฝาปิดอีกด้านหนึ่งประกอบเข้ากับโครง โดยให้ฝาปิดกับโครงสเตเตอร์ที่ได้ทำเครื่องหมายไว้ทั้ง 2 ข้างตรงกัน และจึงใช้ค้อน

พลาสติกเกาะเบาๆ ให้ฝาปิดลงในส่วนที่รองรับของตลับลูกปืนพอดี

3) ให้นำนอตมาร้อยทะลุทั้ง 2 ด้านของฝาปิด โดยทำการขันให้แน่น ใช้มือสับผัดและหมุน โรเตอร์ให้หมุนไปได้อย่างอิสระ ไม่ติดขัดหรือเสียดสีกับโครงสร้างของสเตเตอร์

4) เมื่อประกอบมอเตอร์ไฟฟ้าเรียบร้อยแล้ว ทำการทดสอบกราวด์และวัดค่าความต้านทาน ของขดลวดชุดรันและขดลวดชุดสตาร์ท ก่อนต่อเข้ากับระบบไฟฟ้า 230 โวลต์ , ความถี่ 50 เฮิร์ตซ์

5) นำต้นสายและปลายสายของขดลวดชุดรันและขดลวดชุดสตาร์ทมาต่อขนานกัน โดยให้ ขั้ว U1 ต่อเข้ากับ Z1 และ ขั้ว U2 ต่อเข้ากับ Z2 มอเตอร์ไฟฟ้าจะมีปลายสายสำหรับต่อใช้งานจำนวน 2 เส้น โดยต่อเข้ากับเซอร์กิตเบรกเกอร์ ที่ประกอบด้วยสายเส้นไฟและสายนิวทรัล

6) วัดค่ากระแสไฟฟ้าของมอเตอร์ไฟฟ้า โดยใช้แคลมป์มิเตอร์ คล้องสายไฟฟ้าเส้นใด เส้นหนึ่งที่ย้ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า พร้อมทั้งจดบันทึกค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่าที่ บันทึกไว้และสังเกตการณ์ทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าว่ามีเสียงดัง หรือมีอุณหภูมิสูงกว่าปกติหรือไม่

7) วัดความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้า โดยการใช้เครื่องมือวัดความเร็วรอบ ต่อชนที่แกนเพลลา ของมอเตอร์ไฟฟ้า พร้อมทั้งจดบันทึกค่าความเร็วรอบที่วัดได้เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่าที่บันทึกไว้

8) กลับทิศทางการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้า โดยการสลับขั้วสาย ให้ ขั้ว U1 ต่อเข้ากับ Z2 และ ขั้ว U2 ต่อเข้ากับ Z1 ต่อเข้ากับระบบไฟฟ้า 230 โวลต์ และความถี่ 50 เฮิร์ตซ์ ซึ่งจะทำให้มอเตอร์ไฟฟ้า กลับทิศทางการหมุนได้ โดยเปรียบเทียบค่ากระแสไฟฟ้าและความเร็วรอบนั้นเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม หรือไม่

9) ถอดส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้าใหม่อีกครั้ง โดยให้เหลือไว้เฉพาะโครงสเตเตอร์ และนำโครงสเตเตอร์เข้าตู้อบเพื่อไล่ความชื้นอุณหภูมิ 90 °C ใช้เวลาในการอบประมาณ 30 นาที

10) เมื่อนำโครงสเตเตอร์ไปอบไล่ความชื้นเรียบร้อยแล้ว ให้นำโครงสเตเตอร์มาอบวานิช ด้วยการราควานิซลงที่หัวขดลวดทั้ง 2 ข้าง และให้วานิชซึมเข้าไปในร่องสลอตมากที่สุด

11) นำโครงสเตเตอร์ที่อบวานิชเรียบร้อยแล้วไปเข้าตู้อบอีกครั้ง และอบด้วยอุณหภูมิ 150 °C ใช้เวลาในการอบประมาณ 50 นาที เมื่อได้เวลาที่กำหนดและโครงสเตเตอร์มีอุณหภูมิลดลง ให้นำออกจาก ตู้อบ และใช้เลื่อยชุดเศษวานิชที่ติดอยู่ภายในบริเวณผิวหน้าของร่องสลอต เพื่อให้โรเตอร์หมุนได้ไม่ฝืดหรือ ติดขัด จากนั้นประกอบส่วนต่าง ๆ ของมอเตอร์ไฟฟ้าให้เรียบร้อยแล้วเพื่อนำไปใช้งานหรือทดสอบการทำงาน อีกครั้งก็ได้ก่อนที่จะนำไปใช้งาน

สรุปผลการทดลอง

การพันขดลวดของสเปลิเฟสมอเตอร์ ควรมีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการพันขดลวดมอเตอร์ไฟฟ้า โดยก่อนที่จะเริ่มพันขดลวดใหม่จะต้องเตรียมความพร้อมของวัสดุ อุปกรณ์ไฟฟ้า รวมถึงการจดบันทึกข้อมูลของมอเตอร์ไฟฟ้า ทั้งนี้จะช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานทราบข้อมูลการพันขดลวดที่พันมากับมอเตอร์ไฟฟ้าตัวเดิม ซึ่งจะเป็นการประหยัดเวลาในการพันขดลวดใหม่ในครั้งต่อไป วิธีการพันขดลวดมอเตอร์ไฟฟ้า ควรปฏิบัติตามขั้นตอนต่อไปนี้ คือ 1) การถอดส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้า 2) การตัดฉนวนร่องร่องสลอตมอเตอร์ไฟฟ้า 3) การทำฟอร์มคอยล์ขดลวดมอเตอร์ไฟฟ้า 4) การลงขดลวดในร่องสลอตมอเตอร์ไฟฟ้า 5) การต่อวงจรขดลวดมอเตอร์ไฟฟ้า 6) การทดสอบและประกอบมอเตอร์ไฟฟ้า โดยทุกขั้นตอนที่ได้กล่าวมา เป็นวิธีการพันขดลวดมอเตอร์ไฟฟ้าให้มีความปลอดภัย และสามารถนำไปใช้งานได้

แบบประเมินผล ใบงานที่ 7
การพันขดลวดมอเตอร์ไฟฟ้า 1 เฟส

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....

ที่	รายการประเมินผล	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1.	การปฏิบัติงาน (40 คะแนน)		
	1.1 การเตรียมวัสดุอุปกรณ์	(10)	
	1.2 การใช้เครื่องมือ	(10)	
	1.3 ปฏิบัติงานตามขั้นตอน	(10)	
	1.4 ปฏิบัติงานเสร็จตามกำหนด	(10)	
2.	ผลการปฏิบัติงาน (30 คะแนน)		
	2.1 ต่อวงจรได้ถูกต้อง	(10)	
	2.2 อ่านค่าจากเครื่องวัดได้ถูกต้อง	(10)	
	2.3 สรุปผลการทดลองได้อย่างถูกต้อง	(10)	
3.	กิจนิสัยในการปฏิบัติงาน (30 คะแนน)		
	3.1 ความปลอดภัยขณะปฏิบัติงาน	(10)	
	3.2 ตรงต่อเวลาและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้	(10)	
	3.3 การเก็บรักษาเครื่องมืออุปกรณ์ พื้นที่ปฏิบัติงานมีความเรียบร้อย	(10)	
	รวมคะแนน	(100)	

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ใบงานที่ 8

การพันขดลวดมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส

จุดประสงค์การทดลอง

ปฏิบัติการพันขดลวดมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ 3 เฟส โรเตอร์แบบกรงกระรอก เพื่อศึกษาข้อมูลรายละเอียดที่มาจากโรงงานผู้ผลิตและพัฒนาทักษะการพันขดลวดมอเตอร์ไฟฟ้าให้สามารถนำไปใช้งานได้

เครื่องมืออุปกรณ์และวัสดุในการพันขดลวดมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ 3 เฟส

1. มอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ 3 เฟส (ยี่ห้อมิตซูบิชิ) ชนิด SF-JR ขนาด 1 แรงม้า 4 ขั้วแม่เหล็ก	1 ตัว
2. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 0 - 380 VAC	1 ชุด
3. แทคโคมิเตอร์	1 ตัว
4. แคลมป์มิเตอร์	1 ตัว
5. จนวนไมล่า	1 แผ่น
6. ไม้อัด ขนาด 6"× 6" หน้า 4 มม.	5 แผ่น
7. ไม้อัด ขนาด 5"× 5" หน้า 8 มม.	3 แผ่น
8. ลวดทองแดง เบอร์ 23 S.W.G.	1 ม้วน
9. เทปพันสายไฟ	1 ม้วน
10. เชือกฝ้าย (สำหรับมัดขดลวด) ยาว 2.5 เมตร	1 เส้น
11. หางปลากลม ขนาด 1.5 มม.	6 ตัว
12. ปลอกสายไฟขนาด 2 มม. และ 3 มม.	1 เส้น
13. สายไฟ VSF ขนาด 1.5 ตร.มม.	2 เมตร
14. ชุดหัวแร้งและตะกั่วบัดกรี	1 ชุด
15. เลื่อยตัดไม้	1 อัน
16. ตะไบหยาบ	1 อัน
17. ปากกาจับชิ้นงาน	1 อัน
18. ค้อนพลาสติกหรือค้อนยาง	1 ตัว
19. สว่านและดอกสว่าน 10 มม.	1 ชุด
20. ไขควงปลายแบนและไขควงปลายแฉก	1 ชุด

21. คีมตัดและคีมปากแหลม	1 ชุด
22. ประแจตัวที เบอร์ 8 และประแจปากตาย เบอร์ 8	1 ชุด
23. คัตเตอร์	1 อัน
24. ไม้บรรทัดหรือฟุตเหล็ก	1 อัน
25. ปากกาเคมี	1 อัน
26. เครื่องพันขดลวด	1 เครื่อง
27. กระดาษทรายขัดไม้เบอร์ 1	1 แผ่น
28. ผ้าทำความสะอาด	1 ผืน
29. สายต่อวงจร	10 เส้น

ลำดับขั้นการพันขดลวดสปลิตเฟสมอเตอร์

1. การบันทึกข้อมูลมอเตอร์ไฟฟ้า

1) ก่อนถอดส่วนประกอบหรือรี้อขดลวดมอเตอร์ไฟฟ้าให้บันทึกข้อมูลจากแผ่นป้ายของมอเตอร์ไฟฟ้า ลงในตารางที่ 8.1 เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการพันขดลวดใหม่

2) เตรียมเครื่องมือในการถอดส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้า



รูปที่ 8.1 เครื่องมือสำหรับถอดส่วนประกอบมอเตอร์ไฟฟ้า

2. การถอดฝาปิดและส่วนประกอบมอเตอร์ไฟฟ้า

1) ใช้ไขควงปลายแฉกขันนอตถอดฝาปิดใบพัดระบายความร้อนออก



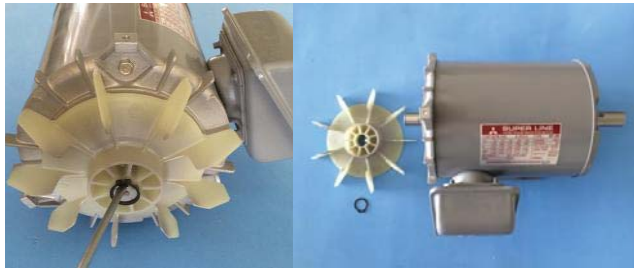
รูปที่ 8.2 การใช้ไขควงปลายแฉกขันนอตฝาปิดใบพัดระบายความร้อน

ตารางที่ 8.1

DATA SHEET FOR THREE PHASE INDUCTION MOTOR

Brand																																					
H.P.		R.P.M.										Volts.										Amps.															
Cycle		Type										Frame										Style															
Temp. Rise		Model										Serial No.										Bearings															
No. of coils						No. of Slots																Connection															
Size Wire						No. of Turns																No. of Groups															
Coil/Group						No. of Poles																Picth of Coil															
Slot No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	1
Phase A																																					
Phase B																																					
Phase C																																					
Rotation <input type="checkbox"/> Clockwise <input type="checkbox"/> Counter Clockwise																																					

2) ใช้ไขควงปลายแบนหรือคีมถ่างง้างแหวนล็อกให้หลุดออกจากใบพัดระบายความร้อน



รูปที่ 8.3 การใช้ไขควงปลายแบนง้างแหวนล็อกออกจากใบพัดระบายความร้อน

3) ทำเครื่องหมายที่บริเวณฝาปิดทั้ง 2 ข้าง ของมอเตอร์ไฟฟ้า



รูปที่ 8.4 ทำเครื่องหมายที่บริเวณฝาปิดมอเตอร์ไฟฟ้า

4) สังเกตบริเวณฝาปิดทั้ง 2 ข้าง ของมอเตอร์ไฟฟ้าจะพบว่ามินอตยึดฝาปิดซึ่งต้องใช้ประแจตัวที่และคีมล็อกสำหรับขันนอตออกจากฝาปิด

5) ขันนอตที่ยึดฝาปิดทั้ง 2 ข้างออก ด้วยประแจตัวที่ เบอร์ 8 และประแจปากตายเบอร์ 8 จับยึดนอตตัวเมียให้แน่นและใช้ประแจตัวที่ เบอร์ 8 ขันนอตอีกด้านหนึ่งออก



รูปที่ 8.5 การขันนอตที่ยึดฝาปิดทั้ง 2 ข้างออก ด้วยประแจตัวที่และประแจปากตาย

6) ถอดโรเตอร์ออกจากโครงและฝาปิดมอเตอร์ไฟฟ้า



รูปที่ 8.6 การถอดโรเตอร์ออกจากโครงและฝาปิดมอเตอร์ไฟฟ้า

3. การรีไซเคิลมอเตอร์ไฟฟ้า

1) วางมอเตอร์ไฟฟ้าในแนวราบและใช้สว่านสกัดขดลวดด้านที่อยู่ตรงข้ามกับจุดต่อปลายสายของขดลวด สกัดขดลวดรอบสเตเตอร์เพื่อให้ขดลวดทองแดงหลุดออกมา และควรระมัดระวังไม่ให้สว่านตัดเหมือนกับแกนเหล็ก



รูปที่ 8.7 การใช้สว่านสกัดขดลวดรอบสเตเตอร์

2) ให้หางมอเตอร์ไฟฟ้าด้านที่สกัดขดลวดออกตั้งขึ้น ใช้ค้อนเหล็กพร้อมกับเหล็กทรงกลมตอกเข้าไปในร่องสลอตด้วยแรงตอกอย่างสม่ำเสมอเพื่อให้ขดลวดหลุดออกจากร่องสลอต

4. การตัดฉนวนร่องร่องสล็อตมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส

- 1) ใช้ไม้บรรทัดวัดความยาวของร่องสล็อตให้อ่านค่าการวัดเป็นเซนติเมตรและจดบันทึกไว้



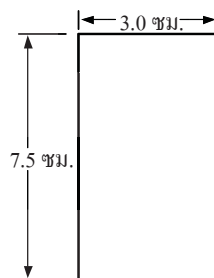
รูปที่ 8.8 การใช้ไม้บรรทัดวัดความยาวร่องสล็อต

- 2) ตัดไมล่ำใส่ลงในร่องสล็อตวัดความลึกรอบร่องสล็อต เพื่อนำมาทำเป็นต้นแบบไมล่ำ



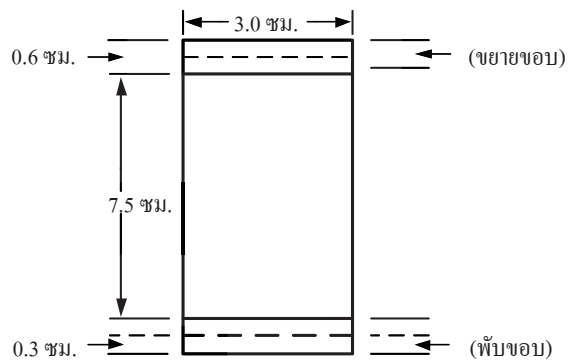
รูปที่ 8.9 การใส่ไมล่ำเพื่อวัดความลึกรอบร่องสล็อต

- 3) นำไมล่ำที่วัดความลึกรอบร่องสล็อตมาคลี่ออก โดยกำหนดให้ไมล่ำที่ห่อพับในร่องสล็อตเป็นความกว้าง และนำค่าความยาวของร่องสล็อตที่บันทึกไว้มาเขียนเป็นรูปสี่เหลี่ยม



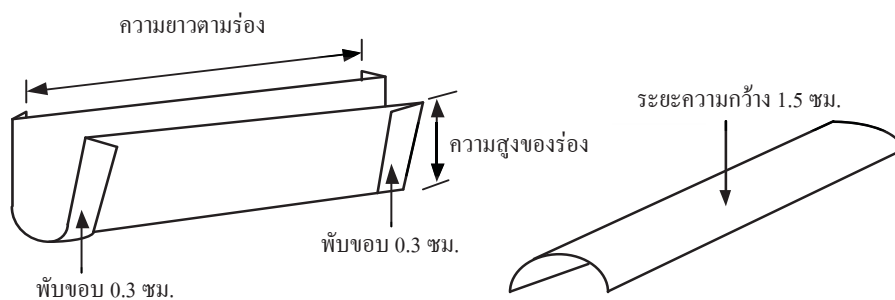
รูปที่ 8.10 ไมล่ำที่เขียนเป็นรูปสี่เหลี่ยม

4) เมื่อวัดไมล้าได้รูปสี่เหลี่ยมให้เพิ่มความยาวจากเดิมออกไปข้างละ 0.6 เซนติเมตร



รูปที่ 11 การขยายความยาวของไมล้า

5) นำแผ่นไมล้าที่ตัดความกว้างและความยาวมาพับขอบด้านบนและขอบด้านล่างความยาวข้างละ 0.3 เซนติเมตร และจัดทำไมล้าใช้สำหรับรองระหว่างชั้นของขวดและสำหรับปิดปากกรอง ตัดให้มีความยาวเท่ากับร่องสลอต ส่วนความกว้างมีระยะเท่ากับ 1.5 เซนติเมตร



รูปที่ 8.12 การพับขอบและตัดไมล้าปิดปากกรองสลอต

6) พับขอบของไมล้าเสร็จเรียบร้อยแล้วให้นำแผ่นไมล้ามาใส่ลงในร่องสลอตของมอเตอร์ไฟฟ้า



รูปที่ 8.13 การพับขอบและใส่ไมล้าลงในร่องสลอต

5. การทำแบบฟอร์มของขดลวดมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส

1) การทำแบบฟอร์มขดลวด ใช้เส้นลวดทองแดงจำนวน 1 เส้น ตัดให้มีความยาวพอประมาณ และใส่ลงในร่องสล็อตตามระยะพิตช์ของขดลวด โดยทำเป็นห่วงให้มีความโค้งเท่ากับขนาดขดลวดที่ต้องการพันลงในร่องสล็อต



รูปที่ 8.14 การวัดขนาดของขดลวดในร่องสล็อต

2) การทำแบบฟอร์มของขดลวด ให้นำไม้อัดหนาขนาด 8 มิลลิเมตร หรือ 0.8 เซนติเมตร มาตัดตามขนาดของบ่วงที่ได้ทำการวัดไว้ เจาะรูตรงกลางและตกแต่งให้ได้ตามขนาด

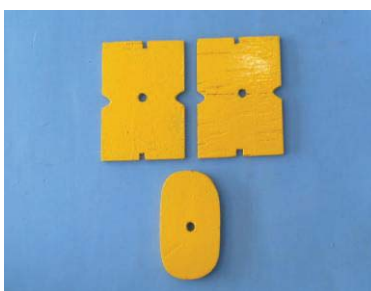


รูปที่ 8.15 การทำแบบฟอร์มของขดลวด

3) การทำไม้ประกบด้านข้างแบบฟอร์มของขดลวด ให้นำไม้อัดหนาขนาด 4 มิลลิเมตร หรือ 0.4 เซนติเมตร ให้มีขนาดใหญ่กว่าแบบฟอร์มของขดลวด เมื่อต้องการพันขดลวดก็นำไม้มาประกบด้านข้าง ช่วยให้ขดลวดมีความเป็นระเบียบและนำไปพันลงในสล็อตได้สะดวก



รูปที่ 8.16 การทำไม้ประกบด้านข้างขดลวดชุดที่ 1 และชุดที่ 3



รูปที่ 8.17 การทำไม้ประกบด้านข้างขดลวดชุดที่ 2 และชุดที่ 4

6. การพันขดลวดในร่องสล็อตมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส

1) การพันขดลวดด้วยแบบฟอร์มของขดลวด ให้เลือกใช้เส้นลวดทองแดงเบอร์ 23 S.W.G. ประกอบแบบฟอร์มขดลวดเข้ากับเครื่องพันขดลวดขันนอตยึดแบบฟอร์มขดลวดให้แน่นและตั้งค่าการนับจำนวนรอบ การพันขดลวดเริ่มจาก เฟส A , เฟส B และ เฟส C ตามลำดับ

2) การพันขดลวดเฟส A ชุดที่ 1 และชุดที่ 3 มีขดลวดจำนวน 2 ขด ประกอบด้วยขดลวดขดเล็ก (จำนวน 71 รอบ) และขดใหญ่ (จำนวน 72 รอบ) การพันขดลวดชุดนี้ให้พันขดลวดขดเล็กก่อนและพันขดลวดขดใหญ่ต่อไปในทิศทางเดียวกัน และในชุดที่ 2 และชุดที่ 4 มีขดลวดเพียง 1 ขด (จำนวน 71 รอบ)

3) การพันขดลวดเฟส B ชุดที่ 5 และชุดที่ 7 มีขดลวดจำนวน 2 ขด ประกอบด้วยขดลวดขดเล็ก (จำนวน 71 รอบ) และขดใหญ่ (จำนวน 72 รอบ) การพันขดลวดชุดนี้ให้พันขดลวดขดเล็กก่อนและพันขดลวดขดใหญ่ต่อไปในทิศทางเดียวกัน และในชุดที่ 6 และชุดที่ 8 มีขดลวด

เพียง 1 ขด (จำนวน 71 รอบ)

4) การพันขดลวดเฟส C ชุดที่ 9 และชุดที่ 11 มีขดลวดจำนวน 2 ขด ประกอบด้วยขดลวดขดเล็ก (จำนวน 71 รอบ) และขดใหญ่ (จำนวน 72 รอบ) การพันขดลวดให้พันขดลวดเล็กในก่อนและพันขดลวดขดใหญ่ต่อไปในทิศทางเดียวกัน และในชุดที่ 10 และชุดที่ 12 มีขดลวดเพียง 1 ขด (จำนวน 71 รอบ)



รูปที่ 8.18 การพันขดลวดด้วยเครื่องพันขดลวดแบบดิจิทัล



รูปที่ 8.19 แบบฟอร์มของขดลวด

5) นำแผ่นไมล้าที่ตัดไว้มารองในร่องสลอตที่สเตเตอร์ เพื่อป้องกันขดลวดทองแดงเสียดสีกับขอบร่องสลอต



รูปที่ 8.20 การใส่ไมล้าในร่องสลอต

6) ให้พันขดลวดทั้ง 3 เฟส ให้นำขดลวดชุดที่ 1 ของเฟส A มาลงในร่องสลอตที่สเตเตอร์ตามระยะพิตช์ที่บันทึกไว้ให้ครบทั้ง 4 ชุด

7) ใช้ค้อนพลาสติกตอกแต่งขดลวดที่พันลงในร่องสลอตให้เป็นระเบียบ และทำเครื่องหมายที่ปลายสายของขดลวดเฟส A ทั้ง 4 ชุด ก่อนจะนำไปต่อวงจรขดลวด

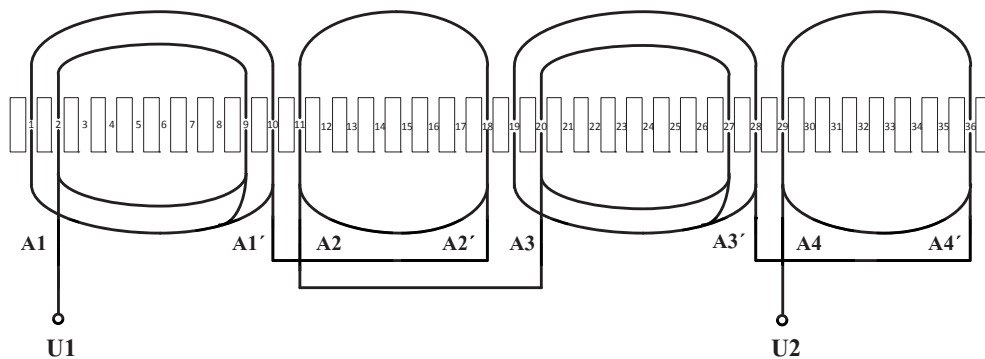
8) กำหนดรหัสการต่อวงจรขดลวดเฟส A ทั้ง 4 ชุด โดยใช้วิธีการดังนี้ เมื่อขดลวดมีจำนวน 4 ชุด กำหนดดังนี้

ชุดที่ 1 ต้นขดลวด คือ A1 และปลายขดลวด คือ A1'

ชุดที่ 2 ต้นขดลวด คือ A2 และปลายขดลวด คือ A2'

ชุดที่ 3 ต้นขดลวด คือ A3 และปลายขดลวด คือ A3'

ชุดที่ 4 ต้นขดลวด คือ A4 และปลายขดลวด คือ A4'



รูปที่ 8.21 ไดอะแกรมการพันขดลวดเฟส A ในร่องสลอต

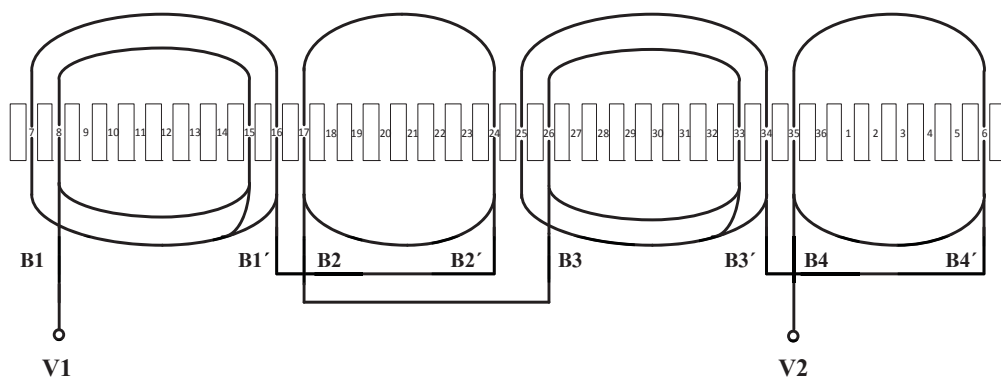
9) พันขดลวดเฟส B และกำหนดรหัสการต่อวงจรขดลวดเฟส B ทั้ง 4 ชุด โดยใช้วิธีการดังนี้ เมื่อขดลวดมีจำนวน 4 ชุด กำหนดดังนี้

ชุดที่ 5 ต้นขดลวด คือ B1 และปลายขดลวด คือ B1'

ชุดที่ 6 ต้นขดลวด คือ B2 และปลายขดลวด คือ B2'

ชุดที่ 7 ต้นขดลวด คือ B3 และปลายขดลวด คือ B3'

ชุดที่ 8 ต้นขดลวด คือ B4 และปลายขดลวด คือ B4'



รูปที่ 8.22 ไดอะแกรมการพันขดลวดเฟส B ในร่องสลอต

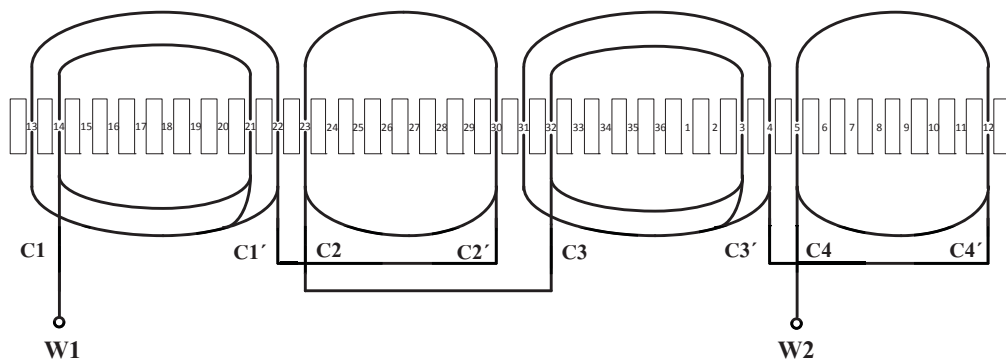
10) พันขดลวดเฟส C และกำหนดรหัสการต่อวงจรขดลวดเฟส C ทั้ง 4 ชุด โดยใช้วิธีการดังนี้
เมื่อขดลวดมีจำนวน 4 ชุด กำหนดดังนี้

ชุดที่ 9 ต้นขดลวด คือ C1 และปลายขดลวด คือ C1'

ชุดที่ 10 ต้นขดลวด คือ C2 และปลายขดลวด คือ C2'

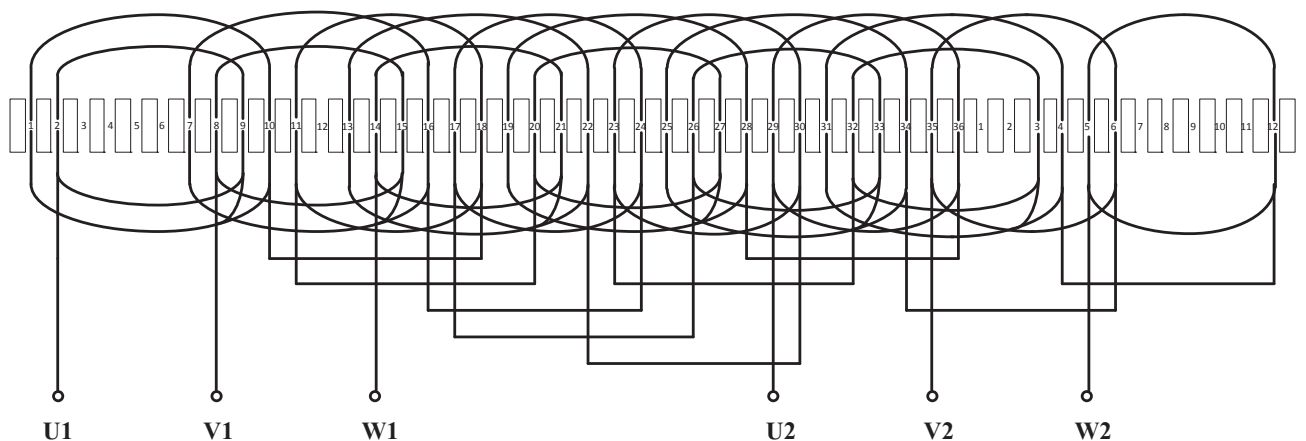
ชุดที่ 11 ต้นขดลวด คือ C3 และปลายขดลวด คือ C3'

ชุดที่ 12 ต้นขดลวด คือ C4 และปลายขดลวด คือ C4'



รูปที่ 8.23 ไดอะแกรมการพันขดลวดเฟส C ในร่องสลอต

11) เมื่อพันขดลวดเฟส A เสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้ตัดแผ่นไมล่ำเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีขนาด
ความกว้าง เท่ากับ 2.8 เซนติเมตร มีความยาวเท่ากับ 40 เซนติเมตร จำนวน 4 แผ่น เพื่อเป็นฉนวนคั่น
ระหว่างขดลวดทั้ง 3 เฟส ไม่ให้สัมผัสถึงกันที่บริเวณหัวท้ายของขดลวด



รูปที่ 8.24 ไดอะแกรมการพันขดลวดเฟส A , B , C ในร่องสลอต

7. การทำแบบฟอร์มของขดลวดมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส

1) ต้องวางจรวดลวดมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ตามรหัสที่ได้กำหนดไว้ก่อนเชื่อมต่อต้นสาย และปลายสาย



รูปที่ 8.25 การกำหนดรหัสเชื่อมต่อต้นสายและปลายสายขดลวดมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส

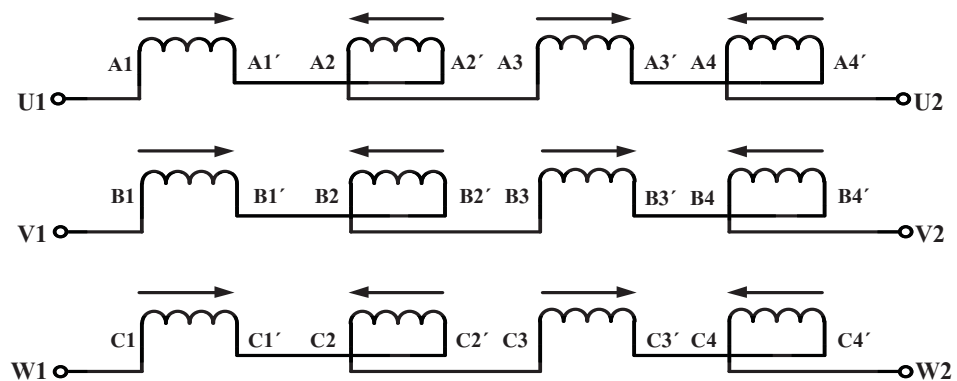
2) เครื่องหมายกำหนดตัวอักษรที่ต้นสายและปลายสาย

ขดลวดเฟส A ดังนี้ ต้นสาย คือ U1 ปลายสาย คือ U2

ขดลวดเฟส B ดังนี้ ต้นสาย คือ V1 ปลายสาย คือ V2

ขดลวดเฟส C ดังนี้ ต้นสาย คือ W1 ปลายสาย คือ W2

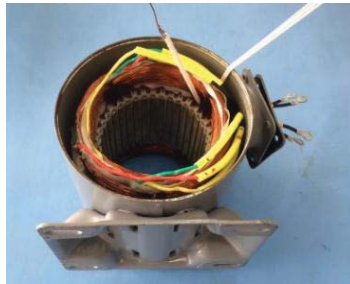
3) เชื่อมต่อปลายสายของขดลวดเฟส A เฟส B และเฟส C ด้วยการบัดกรีและเลื่อนปลอกฉนวนหุ้มสายไฟมาทับรอยบัดกรีให้เรียบร้อย



รูปที่ 8.26 ไดอะแกรมการต่อวงจรขดลวดเฟส A เฟส B และ เฟส C

4) จัดรอยต่อปลอกฉนวนหุ้มสายไฟให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม จากนั้นให้ตัดไมลุ่มารองที่หัวและท้ายของขดลวด โดยตัดให้ได้ตามระยะพิตซ์ของขดลวดที่เกิดจากขอบของร่องสลอต เพื่อกันระหว่างขดลวดเฟส A เฟส B และเฟส C ไม่ให้สัมผัสถึงกันได้โดยตรง

5) ให้ใช้เชือกฝ้ายมาทำการมัดขดลวดทั้ง 2 ด้าน โดยใช้เชือกที่มีความยาว 2.5 เมตร ทบกันเป็นจำนวน 2 เส้น ด้านหนึ่งสั้นอีกด้านหนึ่งยาว โดยให้เชือกเส้นยาวอยู่ทางด้านขวามือ และใช้ลวดทองแดงบัดดีเกิดิวลักษณะคล้ายเข็ม สอดเชือกเข้าไประหว่างขดลวดแล้วพันให้แน่น ในขณะที่ทำการมัดขดลวดให้จัดรูปทรงขดลวดก่อนนำมอเตอร์ไฟฟ้าไปทดสอบ



รูปที่ 8.27 การใช้เส้นลวดทองแดงดึงเชือกฝ้ายเพื่อมัดขดลวด



รูปที่ 8.28 การพันเชือกฝ้ายมัดขดลวดทั้ง 3 เฟสให้แน่น



รูปที่ 8.29 การพันจนครบรอบขดลวดทั้ง 3 เฟส มัดต้นสายกับปลายสายให้แน่น

6) ให้ทำการจัดปลายสายขดลวดทั้ง 3 เฟส ให้เป็นระเบียบก่อนจะประกอบโรเตอร์เข้ากับโครงของมอเตอร์ไฟฟ้า



รูปที่ 8.30 การมัดและจัดปลายสายขดลวดทั้ง 3 เฟส อย่างเป็นระเบียบ

8. การทำแบบฟอร์มของขดลวดมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส

1) นำปลายสายของมอเตอร์ไฟฟ้าจำนวน 6 เส้น ผ่านจุดต่อสายภายนอก เพื่อต่อวงจรใช้งาน ทำการสวมโรเตอร์เข้าไปใน โครงของมอเตอร์ไฟฟ้า และนำฝาปิดอีกด้านหนึ่งประกอบเข้ากับโครง โดยให้ ฝาปิดกับโครงสเตเตอร์ที่ได้ทำเครื่องหมายไว้ทั้ง 2 ข้างตรงกัน และจึงใช้ค้อนพลาสติกเคาะเบา ๆ ให้ฝาปิด ลงในส่วนที่รองรับของคลัทช์ป้อนพอดี

2) นำนอตมาร้อยทะลุทั้ง 2 ด้านของฝาปิด โดยทำการขันให้แน่น ใช้มือสัมผัส และหมุน โรเตอร์ให้หมุนไปได้อย่างอิสระ ไม่ติดขัดหรือเสียดสีกับ โครงสร้างของสเตเตอร์

3) เมื่อประกอบมอเตอร์ไฟฟ้าเรียบร้อยแล้ว ทำการทดสอบกราวด์ และวัดค่าความต้านทาน ของขดลวดเฟส A เฟส B และเฟส C ก่อนทำการต่อเข้ากับระบบไฟฟ้า

4) นำต้นสายและปลายสาย **ขดลวดเฟส A** ต้นสาย คือ U1 ปลายสาย คือ U2 สำหรับต้นสาย และปลายสาย **ขดลวดเฟส B** ต้นสาย คือ V1 ปลายสาย คือ V2 และสำหรับต้นสายและปลายสาย **ขดลวด เฟส C** ต้นสาย คือ W1 ปลายสาย คือ W2 การต่อวงจรขดลวดในการเริ่มหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส จะ นิยมต่อวงจรขดลวดแบบสตาร์ เนื่องจากมอเตอร์ไฟฟ้าใช้กระแสไฟฟ้าขณะเริ่มหมุนน้อย วิธีการต่อให้นำ ปลายสายของขดลวด U2 , V2 , W2 มาต่อรวมเป็นจุดเดียวกันและต้นสายที่เหลืออีก 3 เส้น คือ U1 , V1 , W1 โดยต่อเข้ากับเซอร์กิตเบรกเกอร์ประกอบด้วยสายมีไฟจำนวน 3 เส้น คือ L1 , L2 , L3 ที่ระบบแรงดันไฟฟ้า 400 โวลต์

5) วัดค่ากระแสไฟฟ้าของมอเตอร์ไฟฟ้า โดยใช้แคลมป์มิเตอร์คล้องสายไฟฟ้าเพียงเส้นใด เส้นหนึ่งที่จ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า พร้อมทั้งจดบันทึกค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่าที่ บันทึกไว้และสังเกตการณ์ทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าว่ามีเสียงดัง หรือมีอุณหภูมิสูงกว่าปกติหรือไม่

6) วัดความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้า โดยใช้เครื่องมือวัดความเร็วรอบแบบดิจิทัล ต่อชนที่แกนเพลลาของมอเตอร์ไฟฟ้า พร้อมทั้งจดบันทึกค่าความเร็วรอบที่วัดได้เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่าที่บันทึกไว้

7) กลับทิศทางการหมุนมอเตอร์ไฟฟ้า สลับสายไฟฟ้าที่ป้อนให้กับมอเตอร์ไฟฟ้าหรือต้นสาย เพียงคู่เดียว ตัวอย่างเช่น L1 สลับกับ L2 , L1 สลับกับ L3 , หรือ L2 สลับกับ L3 ก็จะทำให้มอเตอร์ไฟฟ้ากลับทิศทางการหมุนได้ โดยเปรียบเทียบค่ากระแสไฟฟ้าและความเร็วรอบว่าเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมหรือไม่

8) ถอดส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้าใหม่อีกครั้ง โดยให้เหลือไว้เฉพาะโครงสเตเตอร์ และนำโครงสเตเตอร์เข้าตู้อบเพื่อไล่ความชื้นอุณหภูมิ 90°C ใช้เวลาในการอบประมาณ 30 นาที

9) เมื่อนำโครงสเตเตอร์ไปอบไล่ความชื้นเรียบร้อยแล้ว ให้นำโครงสเตเตอร์มาอบวานิชด้วยการลาควานิชลงที่หัวขดลวดทั้ง 2 ข้าง และให้วานิชซึมเข้าไปในร่องสลอตมากที่สุด

10) นำโครงสเตเตอร์ที่อบวานิชเรียบร้อยแล้วไปเข้าตู้อบอีกครั้ง และอบด้วยอุณหภูมิ 150°C ใช้เวลาในการอบประมาณ 50 นาที เมื่อได้เวลาที่กำหนดและโครงสเตเตอร์มีอุณหภูมิลดลง ให้นำออกจากตู้อบและใช้เลื่อยขุดเศษวานิชที่ติดอยู่ภายในบริเวณผิวหน้าของร่องสลอต เพื่อให้โรเตอร์หมุนได้ไม่ฝืดหรือติดขัด จากนั้นประกอบส่วนต่างๆ ของมอเตอร์ไฟฟ้าให้เรียบร้อย

สรุปผลการทดลอง

การพันขดลวดมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ 3 เฟส โรเตอร์แบบกรงกระรอก ก่อนที่จะเริ่มพันขดลวดใหม่จะต้องเตรียมความพร้อมของวัสดุ อุปกรณ์ไฟฟ้า รวมถึงการจดบันทึกข้อมูลของมอเตอร์ไฟฟ้า ทั้งนี้จะช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานทราบข้อมูลการพันขดลวดที่พันมากับมอเตอร์ไฟฟ้าตัวเดิม ซึ่งจะเป็นการประหยัดเวลาในการพันขดลวดมอเตอร์ไฟฟ้าใหม่ในครั้งต่อไป วิธีการพันขดลวดมอเตอร์ไฟฟ้าควรปฏิบัติตามขั้นตอนต่อไปนี้ คือ 1) การถอดส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้า 2) การตัดฉนวนร่องสลอตมอเตอร์ไฟฟ้า 3) การทำฟอรั่มคอยล์ขดลวดมอเตอร์ไฟฟ้า 4) การลงขดลวดในร่องสลอตมอเตอร์ไฟฟ้า 5) การต่อวงจรขดลวดมอเตอร์ไฟฟ้า 6) การทดสอบและประกอบมอเตอร์ไฟฟ้า ทุกขั้นตอนที่ได้กล่าวมา คือ ขั้นตอนการปฏิบัติงานเพื่อให้มีความปลอดภัยและสามารถนำมอเตอร์ไฟฟ้าไปใช้งานได้

แบบประเมินผล ใบงานที่ 8
การพันขดลวดมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ 3 เฟส

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....

ที่	รายการประเมินผล	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1.	การปฏิบัติงาน (40 คะแนน)		
	1.1 การเตรียมวัสดุอุปกรณ์	(10)	
	1.2 การใช้เครื่องมือ	(10)	
	1.3 ปฏิบัติงานตามขั้นตอน	(10)	
	1.4 ปฏิบัติงานเสร็จตามกำหนด	(10)	
2.	ผลการปฏิบัติงาน (30 คะแนน)		
	2.1 ต่อดึงขดลวดได้ถูกต้อง	(10)	
	2.2 อ่านค่าจากเครื่องวัดได้ถูกต้อง	(10)	
	2.3 สรุปผลการทดลองได้อย่างถูกต้อง	(10)	
3.	กิจนิสัยในการปฏิบัติงาน (30 คะแนน)		
	3.1 ความปลอดภัยขณะปฏิบัติงาน	(10)	
	3.2 ตรงต่อเวลาและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้	(10)	
	3.3 การเก็บรักษาเครื่องมืออุปกรณ์ พื้นที่ปฏิบัติงานมีความเรียบร้อย	(10)	
	รวมคะแนน	(100)	

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ใบงานที่ 9

การตรวจสอบและบำรุงรักษามอเตอร์ไฟฟ้า

จุดประสงค์การทดลอง

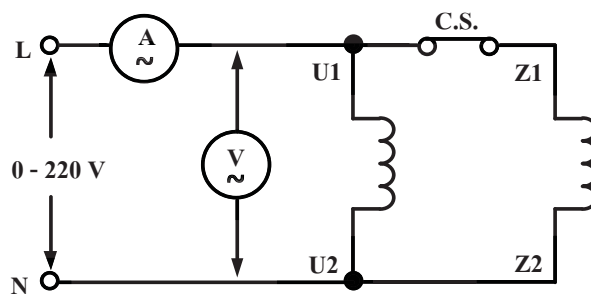
ปฏิบัติการตรวจสอบการบำรุงรักษามอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส และ 3 เฟส เพื่อยืดอายุการใช้งานและป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นกับผู้ปฏิบัติงาน

เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทดลอง

- | | |
|--|---------|
| 1. สปลิตเฟสมอเตอร์ ขนาด 1/4 แรงม้า 220 V , 2.8 A | 1 ตัว |
| 2. มอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ 3 เฟส โรเตอร์กรงกระรอก
ขนาด 1 แรงม้า 220/380 V 1.9 A | 1 ตัว |
| 3. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 0 - 380 VAC | 1 ชุด |
| 4. แทคโอมิเตอร์ | 1 ชุด |
| 5. มัลติมิเตอร์ | 1 ตัว |
| 6. ค้อน | 1 อัน |
| 7. คีมรวม | 1 อัน |
| 8. ไขควงปลายแบน | 1 อัน |
| 9. ไขควงปลายแฉก | 1 อัน |
| 10. สายต่อวงจร | 10 เส้น |

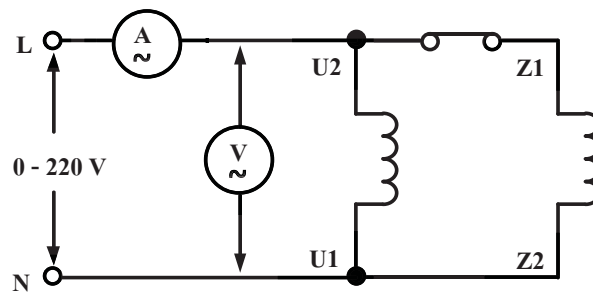
ลำดับขั้นตอนการตรวจสอบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส

- ศึกษารายละเอียดจากแผ่นป้ายที่ติดอยู่กับโครงของสปลิตเฟสมอเตอร์
- ต่อวงจร ดังรูปที่ 9.1



รูปที่ 9.1 วงจรการเริ่มหมุนของสปลิตเฟสมอเตอร์

- 1) จ่ายแรงดันไฟฟ้าไฟฟ้ากระแสสลับที่ 220 โวลต์
 - 2) อ่านค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้จากมอมเตอร์ไฟฟ้า มีค่าเท่ากับ ...2.8.... แอมแปร์ เปรียบเทียบกับค่ากระแสไฟฟ้าที่แผ่นป้าย มีค่าเท่ากับ2.8..... แอมแปร์
 - 3) วัดความเร็วรอบโดยใช้แทคโคมิเตอร์วัดได้ที่แกนเพลลา เท่ากับ1,450..... รอบ/นาที และเปรียบเทียบกับค่าความเร็วรอบที่แผ่นป้าย เท่ากับ1,450..... รอบ/นาที
3. ตัวอย่าง ดังรูปที่ 9.2

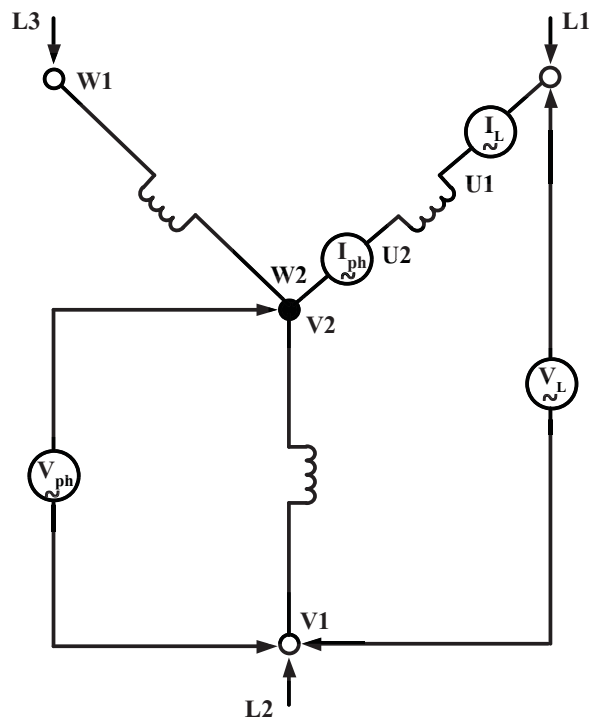


รูปที่ 9.2 วงจรการกลับทางหมุนของสปลิตเฟสมอเตอร์

- 1) จ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่ 220 โวลต์
- 2) สังเกตทิศทางการหมุนของสปลิตเฟสมอเตอร์
☒ กลับทิศทางการหมุน ☐ ไม่กลับทิศทางการหมุน
- 3) อ่านค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้จากมอมเตอร์ไฟฟ้า มีค่าเท่ากับ ...2.8.... แอมแปร์ เปรียบเทียบกับค่ากระแสไฟฟ้าที่แผ่นป้าย มีค่าเท่ากับ2.8..... แอมแปร์
- 4) วัดความเร็วรอบโดยใช้แทคโคมิเตอร์วัดได้ที่แกนเพลลา เท่ากับ1,450..... รอบ/นาที และเปรียบเทียบกับค่าความเร็วรอบที่แผ่นป้าย เท่ากับ1,450.... รอบ/นาที
- 5) ตั้งค่าของมัลติมิเตอร์ให้อยู่ในฟังก์ชันการวัดค่าความต้านทานเพื่อทดสอบจนวน
- 6) การวัดค่าความต้านทานภายในขดลวด
☒ เชื่อมมัลติมิเตอร์บ่ายเบน ☐ เชื่อมมัลติมิเตอร์ไม่บ่ายเบน
- 7) การวัดค่าความต้านทานระหว่างขดลวด
☐ เชื่อมมัลติมิเตอร์บ่ายเบน ☒ เชื่อมมัลติมิเตอร์ไม่บ่ายเบน
- 8) การวัดค่าความต้านทานขดลวดกับโครงของสปลิตเฟสมอเตอร์
☐ เชื่อมมัลติมิเตอร์บ่ายเบน ☒ เชื่อมมัลติมิเตอร์ไม่บ่ายเบน

ลำดับขั้นตอนการตรวจสอบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส

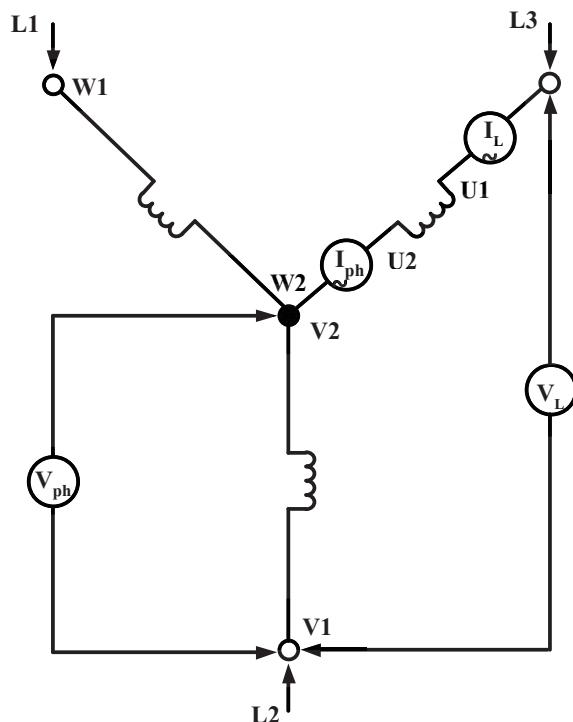
1. ศึกษารายละเอียดจากแผ่นป้ายที่ติดอยู่กับโครงของมอเตอร์ไฟฟ้าเหนียวนำ 3 เฟส โรเตอร์กรงกระรอก
2. ต่อวงจร ดังรูปที่ 9.3



รูปที่ 9.3 วงจรการเริ่มหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้าเหนียวนำ 3 เฟส โรเตอร์กรงกระรอก

- 1) จ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่ 380 โวลต์
- 2) อ่านค่าแรงดันไฟฟ้าและค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้จากมอเตอร์ไฟฟ้า
ค่าแรงดันไฟฟ้า V_L มีค่าเท่ากับ ...380 V... และ ค่าแรงดันไฟฟ้า V_{ph} มีค่าเท่ากับ ...220 V...
ค่าแรงดันไฟฟ้า I_L มีค่าเท่ากับ ...1.9 A... และ ค่าแรงดันไฟฟ้า I_{ph} มีค่าเท่ากับ1.9 A...
- 3) นำค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่วัดได้มาเปรียบเทียบกับค่าที่แผ่นป้าย
ค่าแรงดันไฟฟ้า V_L มีค่าเท่ากับ ...380 V... และ ค่าแรงดันไฟฟ้า V_{ph} มีค่าเท่ากับ ...220 V..
ค่าแรงดันไฟฟ้า I_L มีค่าเท่ากับ ...1.9 A... และ ค่าแรงดันไฟฟ้า I_{ph} มีค่าเท่ากับ ...1.9 A...
- 4) วัดความเร็วรอบโดยใช้แทลโคมิเตอร์วัดได้ที่แกนเพลลา เท่ากับ ...1,400.... รอบ/นาที
และเปรียบเทียบกับค่าความเร็วรอบที่แผ่นป้าย เท่ากับ1,400.... รอบ/นาที

3. ต่อวงจร ดังรูปที่ 9.4



รูปที่ 9.4 วงจรการกลับทางหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ 3 เฟส โรเตอร์กรงกระรอก

- 1) จ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่ 380 โวลต์
- 2) สังเกตทิศทางการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ โรเตอร์กรงกระรอก
☒ กลับทิศทางการหมุน ☐ ไม่กลับทิศทางการหมุน
- 3) อ่านค่าแรงดันไฟฟ้าและค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้จากมอเตอร์ไฟฟ้า
 ค่าแรงดันไฟฟ้า V_L มีค่าเท่ากับ ...380 V... และ ค่าแรงดันไฟฟ้า V_{ph} มีค่าเท่ากับ...220 V...
 ค่าแรงดันไฟฟ้า I_L มีค่าเท่ากับ ...1.9 A... และ ค่าแรงดันไฟฟ้า I_{ph} มีค่าเท่ากับ ...1.9 A....
- 4) นำค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่วัดได้มาเปรียบเทียบกับค่าที่แผ่นป้าย
 ค่าแรงดันไฟฟ้า V_L มีค่าเท่ากับ ...380... V และ ค่าแรงดันไฟฟ้า V_{ph} มีค่าเท่ากับ ..220 V..
 ค่าแรงดันไฟฟ้า I_L มีค่าเท่ากับ ...1.9 A.... และ ค่าแรงดันไฟฟ้า I_{ph} มีค่าเท่ากับ ...1.9 A....
- 5) วัดความเร็วรอบโดยใช้แทคโคมิเตอร์วัดได้ที่แกนเพลลา เท่ากับ ...1,400..... รอบ/นาที
 และเปรียบเทียบกับค่าความเร็วรอบที่แผ่นป้าย เท่ากับ1,400..... รอบ/นาที
- 6) ตั้งค่าของมัลติมิเตอร์ให้อยู่ในฟังก์ชันการวัดค่าความต้านทานเพื่อทดสอบฉนวน
- 7) การวัดค่าความต้านทานภายในขดลวด เฟส A
☒ เชื่อมมัลติมิเตอร์ป้ายเบน ☐ เชื่อมมัลติมิเตอร์ไม่ป้ายเบน

- 8) การวัดค่าความต้านทานภายในขดลวด เฟส B
☒ เจ็มมัลติมิเตอร์บายเบน ☐ เจ็มมัลติมิเตอร์ไม่บายเบน
- 9) การวัดค่าความต้านทานภายในขดลวด เฟส C
☒ เจ็มมัลติมิเตอร์บายเบน ☐ เจ็มมัลติมิเตอร์ไม่บายเบน
- 10) การวัดค่าความต้านทานระหว่างขดลวด เฟส A กับ เฟส B
☐ เจ็มมัลติมิเตอร์บายเบน ☒ เจ็มมัลติมิเตอร์ไม่บายเบน
- 11) การวัดค่าความต้านทานระหว่างขดลวด เฟส A กับ เฟส C
☐ เจ็มมัลติมิเตอร์บายเบน ☒ เจ็มมัลติมิเตอร์ไม่บายเบน
- 12) การวัดค่าความต้านทานระหว่างขดลวด เฟส B กับ เฟส C
☐ เจ็มมัลติมิเตอร์บายเบน ☒ เจ็มมัลติมิเตอร์ไม่บายเบน
- 13) การวัดค่าความต้านทานขดลวดเฟส A กับ โครงของมอเตอร์ไฟฟ้า
☐ เจ็มมัลติมิเตอร์บายเบน ☒ เจ็มมัลติมิเตอร์ไม่บายเบน
- 14) การวัดค่าความต้านทานขดลวดเฟส B กับ โครงของมอเตอร์ไฟฟ้า
☐ เจ็มมัลติมิเตอร์บายเบน ☒ เจ็มมัลติมิเตอร์ไม่บายเบน
- 15) การวัดค่าความต้านทานขดลวดเฟส C กับ โครงของมอเตอร์ไฟฟ้า
☐ เจ็มมัลติมิเตอร์บายเบน ☒ เจ็มมัลติมิเตอร์ไม่บายเบน

สรุปผลการทดลอง

จากการปฏิบัติงานตรวจสอบและบำรุงรักษามอเตอร์ไฟฟ้า ในมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส ทดสอบด้วยการจ่ายแรงดันไฟฟ้าที่ 220 โวลต์ เมื่อให้มอเตอร์มีทิศทางการหมุนตามเข็มนาฬิกาหรือทวนเข็มนาฬิกา ค่ากระแสไฟฟ้าและความเร็วรอบที่วัดไว้จะมีค่าตรงกับแผ่นป้ายข้อมูลมอเตอร์ไฟฟ้า การวัดค่าความต้านทานภายในขดลวด (เจ็มมัลติมิเตอร์บายเบน) , การวัดค่าความต้านทานระหว่างขดลวด (เจ็มมัลติมิเตอร์ไม่บายเบน) การวัดค่าความต้านทานขดลวดกับ โครงของสปลิตเฟสมอเตอร์ (เจ็มมัลติมิเตอร์ไม่บายเบน) สรุปได้ว่า มอเตอร์ไฟฟ้าสามารถใช้งานได้ปกติ และในมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ทดสอบด้วยการจ่ายแรงดันไฟฟ้าที่ 380 โวลต์ เพื่อให้มอเตอร์ไฟฟ้ามีทิศทางการหมุนตามเข็มนาฬิกาหรือทวนเข็มนาฬิกา ค่ากระแสไฟฟ้าและความเร็วรอบที่วัดไว้จะมีค่าตรงกับแผ่นป้ายข้อมูลมอเตอร์ไฟฟ้า การวัดค่าความต้านทานภายในขดลวด เฟส A (เจ็มมัลติมิเตอร์บายเบน) , การวัดค่าความต้านทานภายในขดลวด เฟส B (เจ็มมัลติมิเตอร์บายเบน) , การวัดค่าความต้านทานภายในขดลวด เฟส C (เจ็มมัลติมิเตอร์บายเบน) , การวัดค่าความต้านทานระหว่างขดลวด เฟส A กับ เฟส B (เจ็มมัลติมิเตอร์ไม่บายเบน) , การวัดค่าความต้านทานระหว่างขดลวด เฟส A กับ เฟส C (เจ็มมัลติมิเตอร์ไม่บายเบน) , การวัดค่าความต้านทานระหว่างขดลวด เฟส A กับ เฟส C (เจ็มมัลติมิเตอร์ไม่บายเบน) ,

การวัดค่าความต้านทานขดลวดเฟส A กับกับโครงของมอเตอร์ไฟฟ้า (เพิ่มมัลติมิเตอร์ไม่บายเบน) , การวัดค่าความต้านทานขดลวดเฟส B กับโครงของมอเตอร์ไฟฟ้า (เพิ่มมัลติมิเตอร์ไม่บายเบน) , การวัดค่าความต้านทานขดลวดเฟส C กับโครงของมอเตอร์ไฟฟ้า (เพิ่มมัลติมิเตอร์ไม่บายเบน) สรุปได้ว่า มอเตอร์ไฟฟ้าสามารถใช้งานได้ปกติ

แบบประเมินผล ใบงานที่ 9

การตรวจสอบและบำรุงรักษามอเตอร์ไฟฟ้า

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....

ที่	รายการประเมินผล	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1.	การปฏิบัติงาน (40 คะแนน)		
	1.1 การเตรียมวัสดุอุปกรณ์	(10)	
	1.2 การใช้เครื่องมือ	(10)	
	1.3 ปฏิบัติงานตามขั้นตอน	(10)	
	1.4 ปฏิบัติงานเสร็จตามกำหนด	(10)	
2.	ผลการปฏิบัติงาน (30 คะแนน)		
	2.1 ต่อวงจรได้ถูกต้อง	(10)	
	2.2 อ่านค่าจากเครื่องวัดได้ถูกต้อง	(10)	
	2.3 สรุปผลการทดลองได้อย่างถูกต้อง	(10)	
3.	กิจนิสัยในการปฏิบัติงาน (30 คะแนน)		
	3.1 ความปลอดภัยขณะปฏิบัติงาน	(10)	
	3.2 ตรงต่อเวลาและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้	(10)	
	3.3 การเก็บรักษาเครื่องมืออุปกรณ์ พื้นที่ปฏิบัติงานมีความเรียบร้อย	(10)	
	รวมคะแนน	(100)	

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....