

บทที่ 3 วิธีการทดลองและระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นผลของการวิเคราะห์ผลของตัวแปรที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลง ค่าคาปาซิเตอร์ที่มีต่อประสิทธิภาพมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำแบบคาปาซิเตอร์สตาร์ทและรันมอเตอร์ที่มีขนาดมอเตอร์ $\frac{1}{2}$ แรงม้า ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนการทดลองและระเบียบวิธีการวิจัยออกเป็นขั้นตอนดังนี้

3.1 ขั้นตอนศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับมอเตอร์และจัดเตรียมเครื่องมือในการทดลองคาปาซิเตอร์สตาร์ทและรันมอเตอร์ ที่ทำการเปลี่ยนแปลงขนาดของคาปาซิเตอร์

3.2 ขั้นตอนการทดสอบคาปาซิเตอร์สตาร์ทและรันมอเตอร์โดยลดและเพิ่มค่าคาปาซิเตอร์รัน

3.3 ขั้นตอนการทดสอบคาปาซิเตอร์สตาร์ทและรันมอเตอร์ต้นแบบที่มาจากโรงงานผู้ผลิต

3.4 ขั้นตอนการทดสอบคาปาซิเตอร์สตาร์ทและรันมอเตอร์โดยลดและเพิ่มค่าคาปาซิเตอร์สตาร์ท

3.5 ขั้นตอนการทดสอบคาปาซิเตอร์สตาร์ทและรันมอเตอร์โดยลดและเพิ่มค่าคาปาซิเตอร์รันและค่าคาปาซิเตอร์สตาร์ท

3.6 ขั้นการทดสอบประสิทธิภาพของคาปาซิเตอร์สตาร์ทและรันมอเตอร์จากการทดสอบมอเตอร์ด้วยค่าคาปาซิเตอร์เท่าเดิม กับการทดสอบมอเตอร์มีเปลี่ยนแปลงค่าคาปาซิเตอร์

3.1 ขั้นตอนศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับมอเตอร์และจัดเตรียมเครื่องมือใน

การทดลองคาปาซิเตอร์สตาร์ทและรันมอเตอร์ ที่ทำการเปลี่ยนแปลงขนาดของคาปาซิเตอร์

ทดสอบโดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ ขนาด $\frac{1}{2}$ แรงม้า 230 V 1,400 rpm 50 Hz ชนิดคาปาซิเตอร์สตาร์ทและรันมอเตอร์ โดยทำการลดและเพิ่มค่าคาปาซิเตอร์สตาร์ทและค่าคาปาซิเตอร์รัน โดยฟังก์ชันของมอเตอร์ที่ใช้ในการทดสอบแสดงดังตารางที่ 3.1

3.1.1 หลักการทำงานของคาปาซิเตอร์สตาร์ทและรันมอเตอร์

คาปาซิเตอร์สตาร์ทและรันมอเตอร์ชนิดนี้จะมีคาปาซิเตอร์ 2 ตัว คือ คาปาซิเตอร์สตาร์ทกับคาปาซิเตอร์รัน คาปาซิเตอร์สตาร์ทต่ออนุกรมอยู่กับสวิทช์แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางหรือเรียกว่าเซ็นติฟลูกล์ สวิทช์ส่วนคาปาซิเตอร์รันจะต่อกับวงจรตลอดเวลา คาปาซิเตอร์ทั้งสองจะต่อขนานกัน ซึ่งค่าของคาปาซิเตอร์นี้มีค่าแตกต่างกัน

3.1.2 คุณสมบัติของคาปาซิเตอร์สตาร์ทและรันมอเตอร์

ในการทดสอบต้องคำนึงถึงรายละเอียดที่อยู่บนแผ่นป้ายของมอเตอร์ ก่อนทำการเปลี่ยนขนาดของค่าคาปาซิเตอร์ให้มีค่าลดลงหรือเพิ่มขึ้นเพื่อหาประสิทธิภาพของมอเตอร์และนำมาเปรียบเทียบในการทดลอง ต้องคำนึงถึงบริษัทที่ผลิต กำลังที่ให้ จิตจำกัดเวลา อุณหภูมิ ความเร็วรอบเมื่อมีการเติมที่ความถี่ แรงดันที่ใช้ กระแสเมื่อมีการเติมที่เป็นต้น ตามตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของคุณลักษณะพิเศษของคาปาซิเตอร์มอเตอร์

ค่าพารามิเตอร์	รายละเอียด
Voltage (V)	230
Current (A)	2.81
Speed (r.p.m)	1400
Eff (%)	65
Power factor	0.92
T_{st}	2.5
T_{max}	1.8
Standing current	1.6
Net weight (kg)	8.2
Capacitor start (μ F)	75/250
Capacitor run (μ F)	16/450

3.2 ขั้นตอนการทดสอบคาปาซิเตอร์สตาร์ทและรันมอเตอร์โดยลดและเพิ่มค่าคาปาซิเตอร์รัน

ในการวิจัยครั้งนี้ ทำการทดสอบคาปาซิเตอร์สตาร์ทและรันมอเตอร์ เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ โดยมีทำการวัดทดสอบค่าต่างๆ เช่น แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กระแสตรึงโรเตอร์ (Lock rotor current) แรงบิด กำลังไฟฟ้าอินพุท และความเร็วรอบ เพื่อศึกษาพฤติกรรมของมอเตอร์ที่คาปาซิเตอร์รันเปลี่ยนแปลงไปโดยลดค่าและเพิ่มค่า 15% และ 30% ตามลำดับ ส่วนค่าคาปาซิเตอร์สตาร์ทยังคงค่าเดิมจากโรงงานผู้ผลิต ซึ่งมีลำดับการทดสอบดังนี้

3.2.1 การคำนวณค่าคาปาซิเตอร์รั้น

คำนวณค่าคาปาซิเตอร์รั้นให้เพิ่มขึ้นและลดลง 15% และ 30% ตามลำดับ โดยค่าคาปาซิเตอร์รั้นจากโรงงาน 16 μF จะได้ตามตารางที่ 3.2 ดังนี้

ตารางที่ 3.2 คำนวณค่าคาปาซิเตอร์รั้นให้เพิ่มขึ้นและลดลง 15% และ 30%

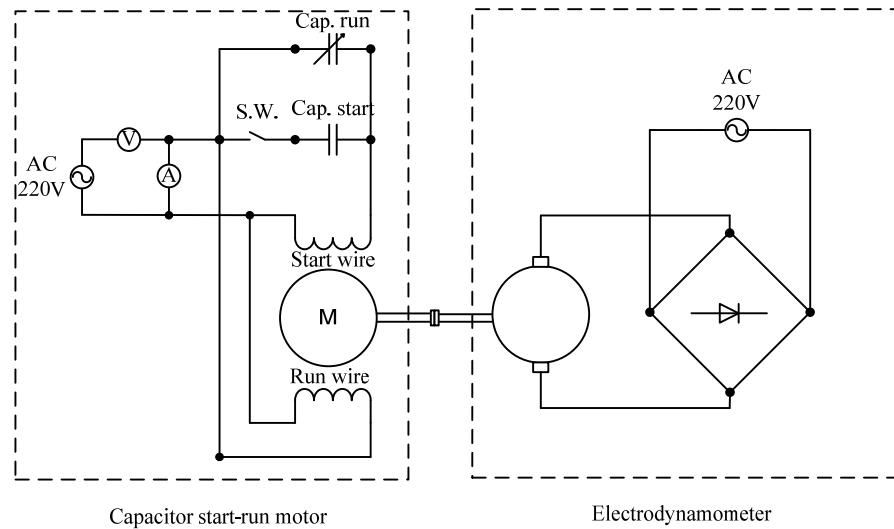
คาปาซิเตอร์รั้น	ค่าจากคำนวณ	ค่าที่เลือกใช้งานจริง
16 μF เพิ่มขึ้น 15%	21.1 μF	22 μF
16 μF เพิ่มขึ้น 30%	17.2 μF	20 μF
16 μF ลดลง 15%	10.8 μF	13 μF
16 μF ลดลง 30%	8.6 μF	10 μF

จากตารางที่ 3.2 ค่าที่เลือกใช้งานจริง เป็นค่าคาปาซิเตอร์รั้นที่มีใช้ตามท้องตลาดทั่วไป เนื่องจากการคำนวณค่าที่ออกมาไม่ตรงกับค่าคาปาซิเตอร์รั้นที่มีอยู่ทั่วไป จึงต้องหาขนาดที่ใกล้เคียงที่สุด

3.2.2 การต่อชุดโหลดเข้ากับคาปาซิเตอร์สตาร์ทและรันมอเตอร์โดยค่าคาปาซิเตอร์รั้นมีเปลี่ยนแปลง

ในการวิจัยครั้งนี้ ทำการทดสอบคาปาซิเตอร์สตาร์ทและรันมอเตอร์ เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ โดยมีการวัดทดสอบค่าต่างๆ เช่น แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กระแสตรึงโรเตอร์ แรงบิด กำลังไฟฟ้า อินพุต และความเร็วรอบ เพื่อศึกษาพฤติกรรมของมอเตอร์ที่คาปาซิเตอร์รั้นเปลี่ยนแปลงไปโดยลดค่าและเพิ่มค่า 15% และ 30% ตามลำดับ ส่วนค่าคาปาซิเตอร์สตาร์ทยังคงค่าเดิมจากโรงงานผู้ผลิต ซึ่งมีลำดับการทดสอบดังนี้

นำคาปาซิเตอร์สตาร์ทและรันมอเตอร์ยี่ห้อ MULLER รุ่น ML712-4 ต่อเข้ากับชุดทดลองโหลด ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.1 แสดงการต่อชุดโหลดเข้ากับคาปาซิเตอร์สตาร์ทและรันมอเตอร์ โดยค่าคาปาซิเตอร์รันเปลี่ยนไป

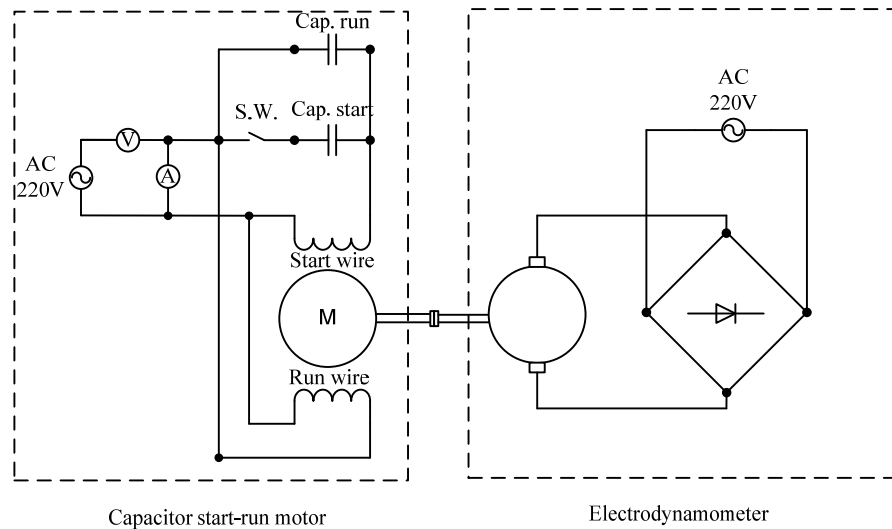
3.3.2.2 ทำการจ่ายไฟให้กับคาปาซิเตอร์สตาร์ทและรันมอเตอร์ เพื่อวัดค่าแรงดันแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กระแสตรึงโรเตอร์ (Lock rotor current) แรงบิด กำลังไฟฟ้าอินพุต และความเร็วรอบตามลำดับ ในขณะที่ไม่มีโหลด จดบันทึกผลค่าการทดลองต่อไป ซึ่งค่าแรงบิดทั้งหมดที่เกิดขึ้นในโรเตอร์ (T_g) จะสามารถหาได้จากสมการที่ 2.10

3.3 ขั้นตอนการทดสอบคาปาซิเตอร์สตาร์ทและรันมอเตอร์ต้นแบบที่มาจากโรงงานผู้ผลิต

ในการวิจัยครั้งนี้ ทำการทดสอบคาปาซิเตอร์สตาร์ทและรันมอเตอร์ เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ โดยมีทำการวัดทดสอบค่าต่างๆ เช่น แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กระแสตรึงโรเตอร์ แรงบิด กำลังไฟฟ้าอินพุต และความเร็วรอบ เพื่อศึกษาพฤติกรรมของมอเตอร์คาปาซิเตอร์สตาร์ทและรันที่มีผลต่อโหลดมอเตอร์และขณะที่ไม่มีโหลด ซึ่งมีลำดับการทดสอบดังนี้

3.3.1 การต่อชุดโหลดเข้ากับคาปาซิเตอร์สตาร์ทและรันมอเตอร์ที่ใช้ในการทดสอบ

1. นำคาปาซิเตอร์สตาร์ทและรันมอเตอร์ ต่อเข้ากับชุดทดลองโหลด ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.2 แสดงการต่อชุดโหลดเข้ากับคาปาซิเตอร์สตาร์ทและรันมอเตอร์

2. ทำการจ่ายไฟให้กับคาปาซิเตอร์สตาร์ทและรันมอเตอร์ เพื่อวัดค่าแรงดันแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กระแสตรึงโรเตอร์ (Lock rotor current) แรงบิด กำลังไฟฟ้าอินพุต และความเร็วรอบ ตามลำดับ ในขณะที่ไม่มีโหลด จดบันทึกผลค่าการทดลองต่อไป ซึ่งค่าแรงบิดทั้งหมดที่เกิดขึ้นในโรเตอร์ (T_g) จะสามารถหาได้จากสมการที่ 2.10

3. ทำการทดสอบกระแสตรึงโรเตอร์ (Lock rotor circuit) โดยการลัดวงจรมอเตอร์ คือทำให้มอเตอร์ ล็อกที่โรเตอร์ของคาปาซิเตอร์สตาร์ทและรันมอเตอร์ และทำการจ่ายไฟให้ได้กระแสที่พิกัด แล้วทำการวัดกระแส

3.4 ขั้นตอนการทดสอบคาปาซิเตอร์สตาร์ทและรันมอเตอร์โดยลดและเพิ่มค่าคาปาซิเตอร์สตาร์ท

ในการวิจัยครั้งนี้ ทำการทดสอบคาปาซิเตอร์สตาร์ทและรันมอเตอร์ เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ โดยมี ทำการวัดทดสอบค่าต่างๆ เช่น แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กระแสตรึงโรเตอร์ (Lock rotor current) แรงบิด กำลังไฟฟ้าอินพุต และความเร็วรอบ เพื่อศึกษาพฤติกรรมของมอเตอร์ที่คาปาซิเตอร์สตาร์ทเปลี่ยนแปลงไปโดยลดค่าและเพิ่มค่า 15% และ 30% ตามลำดับ ซึ่งมีลำดับการทดสอบดังนี้

3.4.1 การคำนวณค่าคาปาซิเตอร์สตาร์ท

3.4.1.1 คำนวณค่าคาปาซิเตอร์สตาร์ทให้เพิ่มขึ้นและลดลง 15% และ 15% ตามลำดับ โดยค่าคาปาซิเตอร์สตาร์ทจากโรงงาน 75 μF จะได้ตามตารางที่ 3.3 ดังนี้

ตารางที่ 3.3 คำนวณค่าคาปาซิเตอร์สตาร์ทให้เพิ่มขึ้นและลดลง 15% และ 30%

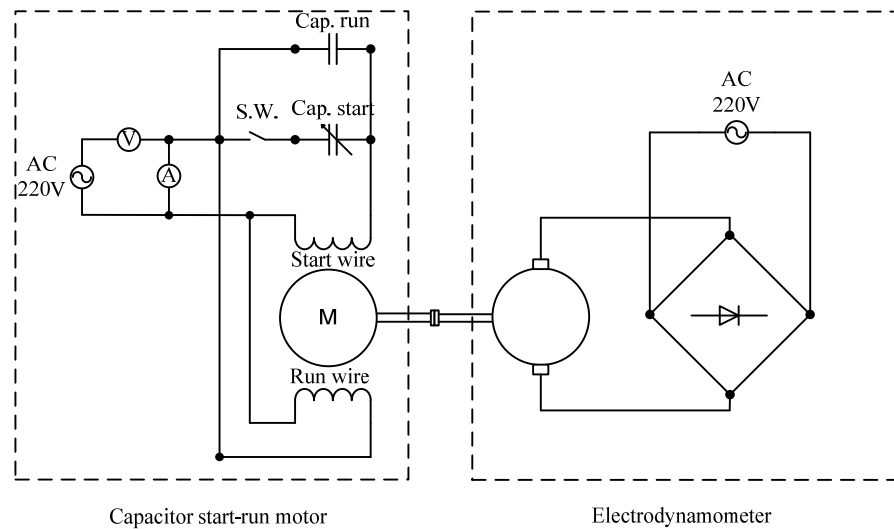
คาปาซิเตอร์สตาร์ท	ค่าจากคำนวณ	ค่าที่เลือกใช้งานจริง
75 μF เพิ่มขึ้น 15%	105 μF	105 μF
75 μF เพิ่มขึ้น 30%	90 μF	90 μF
75 μF ลดลง 15%	60 μF	60 μF
75 μF ลดลง 30	45 μF	45 μF

3.4.1.2 จากตารางที่ 3.2 ค่าที่เลือกใช้งานจริง เป็นค่าคาปาซิเตอร์สตาร์ทที่มีใช้ตามท้องตลาดทั่วไป เนื่องจากการคำนวณค่าที่ออกมาไม่ตรงกับค่าคาปาซิเตอร์สตาร์ทที่มีอยู่ทั่วไป จึงต้องหาขนาดที่ใกล้เคียงที่สุด

3.4.2 การต่อชุดโหลดเข้ากับคาปาซิเตอร์สตาร์ทและรันมอเตอร์โดยค่าคาปาซิเตอร์สตาร์ทมีเปลี่ยนแปลง

ในการวิจัยครั้งนี้ ทำการทดสอบคาปาซิเตอร์สตาร์ทและรันมอเตอร์ เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ โดยมีทำการวัดทดสอบค่าต่างๆ เช่น แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กระแสตรึงโรเตอร์ (Lock rotor current) แรงบิด กำลังไฟฟ้าอินพุต และความเร็วรอบ เพื่อศึกษาพฤติกรรมของมอเตอร์ที่คาปาซิเตอร์สตาร์ทเปลี่ยนแปลงไปโดยลดค่าและเพิ่มค่า 15% และ 15% ตามลำดับ ส่วนค่าคาปาซิเตอร์รันยังคงค่าเดิมจากโรงงานผู้ผลิต ซึ่งมีลำดับการทดสอบดังนี้

1. นำคาปาซิเตอร์สตาร์ทและรันมอเตอร์ยี่ห้อ MULLER รุ่น ML712-4 ต่อเข้ากับชุดทดลองโหลด ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.3 แสดงการต่อชุดโหลดเข้ากับคาปาซิเตอร์สตาร์ทและรันมอเตอร์ โดยค่าคาปาซิเตอร์สตาร์ทเปลี่ยนไป

2. ทำการจ่ายไฟให้กับคาปาซิเตอร์สตาร์ทและรันมอเตอร์ เพื่อวัดค่าแรงดันแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กระแสตรึงโรเตอร์ (Lock rotor current) แรงบิด กำลังไฟฟ้าอินพุต และความเร็วรอบ ตามลำดับ ในขณะที่ไม่มีโหลด จดบันทึกผลค่าการทดลองต่อไป ซึ่งค่าแรงบิดทั้งหมดที่เกิดขึ้นในโรเตอร์ (T_L) จะสามารถหาได้จากสมการที่ 2.10

3.5 ขั้นตอนการทดสอบคาปาซิเตอร์สตาร์ทและรันมอเตอร์โดยลดและเพิ่มค่าคาปาซิเตอร์รันและค่าคาปาซิเตอร์สตาร์ท

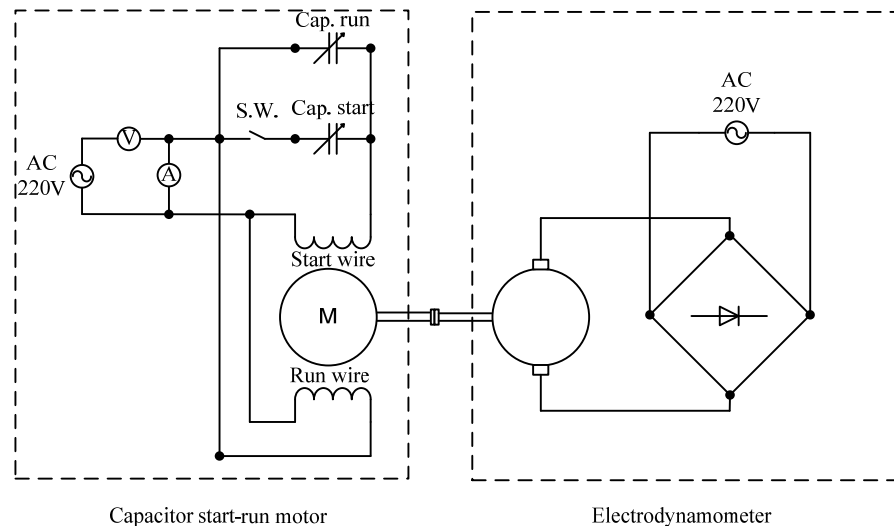
ในการวิจัยครั้งนี้ ทำการทดสอบคาปาซิเตอร์สตาร์ทและรันมอเตอร์ เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ โดยมีทำการวัดทดสอบค่าต่างๆ เช่น แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กระแสตรึงโรเตอร์ แรงบิด กำลังไฟฟ้าอินพุต และความเร็วรอบ เพื่อศึกษาพฤติกรรมของมอเตอร์ที่คาปาซิเตอร์สตาร์ทและรันเปลี่ยนแปลงไปโดยลดค่าและเพิ่มค่า 15% และ 15% ตามลำดับ ซึ่งมีลำดับการทดสอบดังนี้

3.5.1 การคำนวณค่าคาปาซิเตอร์สตาร์ทและรัน

คำนวณค่าคาปาซิเตอร์สตาร์ทและรันให้เพิ่มขึ้นและลดลง 15% และ 15% ตามลำดับ จะได้ตามตารางที่ 3.3 และ 3.4 ซึ่งการทดลองผู้วิจัยใช้ค่าคาปาซิเตอร์สตาร์ทและรันตัวเดียวกัน

3.5.2 การต่อชุดโหลดเข้ากับคาปาซิเตอร์สตาร์ทและรันมอเตอร์โดยค่าคาปาซิเตอร์สตาร์ทมีเปลี่ยนแปลง

1. นำคาปาซิเตอร์สตาร์ทและรันมอเตอร์ยี่ห้อ MULLER รุ่น ML712-4 ต่อเข้ากับชุดทดลองโหลด ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 แสดงการต่อชุดโหลดเข้ากับคาปาซิเตอร์สตาร์ทและรันมอเตอร์ โดยค่าคาปาซิเตอร์สตาร์ทและรันเปลี่ยนไป

2. ทำการจ่ายไฟให้กับคาปาซิเตอร์สตาร์ทและรันมอเตอร์ เพื่อวัดค่าแรงดันแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กระแสตรึงโรเตอร์ (Lock rotor current) แรงบิด กำลังไฟฟ้าอินพุต และความเร็วรอบ ตามลำดับ ในขณะที่ไม่มีโหลด จดบันทึกผลค่าการทดลองต่อไป ซึ่งค่าแรงบิดทั้งหมดที่เกิดขึ้นใน โรเตอร์ (T_L) จะสามารถหาได้จากสมการที่ 2.10

3.6 ขั้นการทดสอบประสิทธิภาพของคาปาซิเตอร์สตาร์ทและรันมอเตอร์จากการทดสอบมอเตอร์ด้วยค่าคาปาซิเตอร์เท่าเดิม กับการทดสอบมอเตอร์มีเปลี่ยนแปลงค่าคาปาซิเตอร์

ในการวิจัยครั้งนี้ ทำการทดสอบหาประสิทธิภาพของคาปาซิเตอร์สตาร์ทและรันมอเตอร์ โดยวัดค่า กำลังไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า เพื่อนำมาคำนวณหาประสิทธิภาพ จากค่าประสิทธิภาพเรา

สามารถศึกษาพฤติกรรมของคาปาซิเตอร์สตาร์ทและรันที่เพิ่มขึ้นหรือลดลง ส่งผลต่อตัวมอเตอร์ได้ ซึ่งสามารถหาได้จาก

- กำลังอินพุต (P_{in}) ของมอเตอร์ไฟฟ้า 1 เฟส หมายถึง กำลังไฟฟ้า 1 เฟสที่จ่ายให้แก่ขดลวดสเตเตอร์ เขียนเป็นสมการที่ 3.1

$$P_{in} = V_L I_L \cos \theta = V_p I_p \cos \theta \quad (3.1)$$

เมื่อ V_L คือ แรงดันไฟฟ้าระหว่างสาย
 I_L คือ กระแสในสาย
 V_p คือ แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับขดลวดสเตเตอร์
 I_p คือ กระแสที่จ่ายให้กับขดลวดสเตเตอร์
 $\cos \theta$ คือ เพาเวอร์แฟกเตอร์ของมอเตอร์

- กำลังอินพุตของโรเตอร์ (P_2) หรือกำลังเอาต์พุตของสเตเตอร์ เขียนเป็นสมการที่ 3.2 ได้ดังนี้

$$P_2 = \frac{M.N}{9.55} \quad (3.2)$$

- ประสิทธิภาพของมอเตอร์ (η) หาได้จากสมการที่ 3.3

$$\% \eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 \quad (3.3)$$