บทที่ 3

การออกแบบการทดลอง

3.1 การทดสอบเปิดวงจร

3.1.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

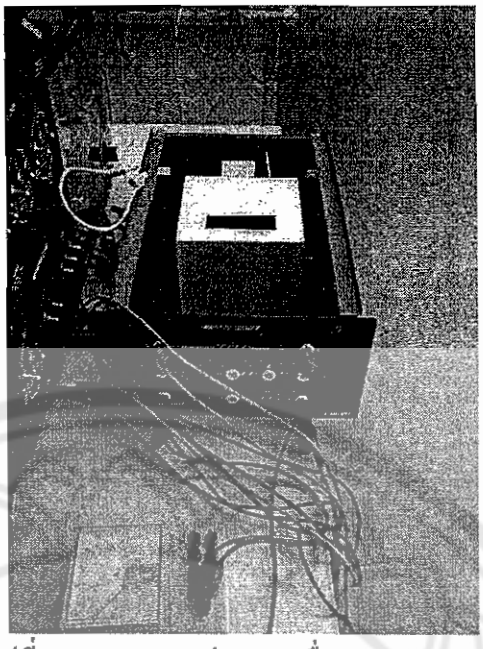
1. หม้อแปลงไฟฟ้า โมเดล 8341
2. แหล่งจ่ายไฟ 220 / 380 V_{ac}
3. เครื่องวัดแรงดันกระแสสลับ 100 / 300 / 600 V_{ac}
4. เครื่องวัดกระแสกระแสสลับ 0.10/0.30 / 1.00 / 3.00 A
5. โอห์มิเตอร์
6. วัตต์มิเตอร์
7. สายต่อทดลอง

3.1.2 วัตถุประสงค์

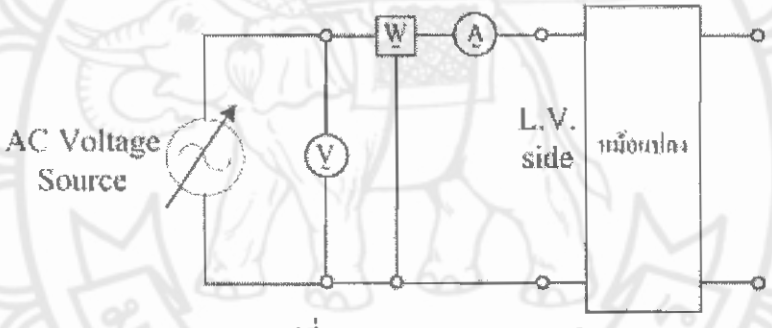
1. เพื่อศึกษากำลังไฟฟ้าสูญเสียในแกนเหล็ก (core loss)
2. เพื่อหาค่าความต้านทานและค่ารีแอคแตนซ์ในแกนเหล็ก $\left(R_c, jX_m\right)$

3.1.3 ขั้นตอนการทดสอบ

1. ต่อวงจรการทดสอบโดยต่อหม้อแปลงเข้ากับชุดแหล่งจ่ายไฟกระแสสลับ 1 เฟส ชุดมิเตอร์วัดกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับและต่อชุดกำลังไฟฟ้า 1 เฟส ตามรูปที่ 3.2
2. จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับหม้อแปลงโดยค่อยๆปรับค่าแรงดันไฟฟ้าจนถึงค่าแรงดันพิกัดของหม้อแปลง (220V)
3. บันทึกค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กำลังฟ้า
4. คำนวณหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ต้องการทราบ



รูปที่ 3.1 แสดงการต่อวงจรเพื่อทำการทดสอบ



รูปที่ 3.2 แสดงการทดสอบโดยการเปิดวงจร

3.2.4 การคำนวณ

ค่าที่วัดได้ คือ ค่าแรงดันไฟฟ้าด้านปฐมภูมิในขณะไม่มีโหลด: V_{oc}

ค่ากระแสไฟฟ้าด้านปฐมภูมิในขณะไม่มีโหลด: I_{oc}

ค่ากำลังไฟฟ้าด้านปฐมภูมิในขณะไม่มีโหลด: W_{oc}

นำข้อมูลเหล่านี้มาคำนวณหาค่า R_c และ jX_m ได้ดังนี้

$$\cos\theta_{oc} = \frac{W_{oc}}{V_{oc} \times I_{oc}} \tag{3.1}$$

$$\theta_{oc} = \cos^{-1}\left(\frac{W_{oc}}{V_{oc} \times I_{oc}}\right) \tag{3.2}$$

$$I_{c,L} = I_{oc} \cos\theta_{oc} \tag{3.3}$$

$$I_{m,L} = I_{oc} \sin\theta_{oc} \tag{3.4}$$

$$R_{c,L} = \frac{V_{oc}}{I_{c,L}} \tag{3.5}$$

$$X_{m,L} = \frac{V_{oc}}{I_{m,L}} \tag{3.6}$$

กำหนดให้อัตราส่วนหม้อแปลง (a) เท่ากับ $\frac{V_H}{V_L}$

และเมื่อย้ายค่ามาทางด้านแรงดันไฟฟ้าสูงจะได้

$$R_{c,H} = a^2 \times R_{c,L} \tag{3.7}$$

$$X_{m,H} = a^2 \times X_{m,L} \tag{3.8}$$

3.2 การทดสอบลัดวงจร

3.2.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

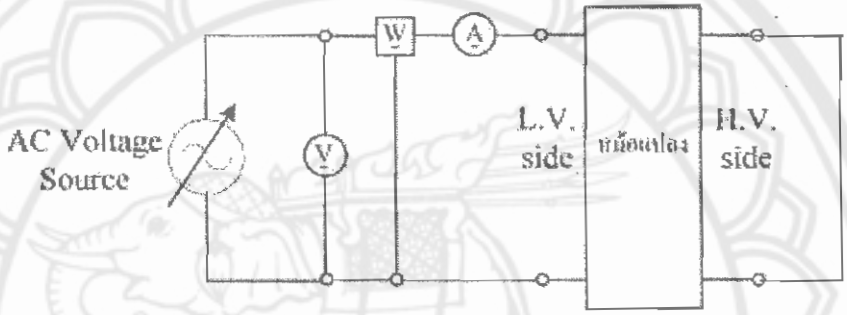
1. หม้อแปลงไฟฟ้า โมเดล 8341
2. แหล่งจ่ายไฟ 220 / 380 V_{ac}
3. เครื่องวัดแรงดันกระแสสลับ 100 / 300 / 600 V_{ac}
4. เครื่องวัดกระแสกระแสสลับ 0.10/0.30 / 1.00 / 3.00 A
5. โอห์มิเตอร์
6. วัตต์มิเตอร์
7. สายต่อทดลอง

3.2.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษากำลังไฟฟ้าสูญเสียในแกนเส้นลวด (copper loss)
2. เพื่อหาค่าความต้านทานและค่ารีแอคแตนซ์ในขดลวดแต่ละด้าน (R_{sc}, X_{sc})

3.2.3 ขั้นตอนการทดสอบ

1. ต่อวงจรการทดสอบโดยต่อหม้อแปลงเข้ากับชุดแหล่งจ่ายไฟกระแสสลับ 1เฟส ชุดมิเตอร์วัดกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับและต่อชุดกำลังไฟฟ้า 1 เฟส ตามรูปที่ 3.3
2. จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับหม้อแปลงโดยค่อยๆปรับค่าแรงดันไฟฟ้าจนถึงค่ากระแสพิกัด $\left(I_{sc} = 0.25A\right)$
3. บันทึกค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กำลังฟ้า
4. คำนวณหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ต้องการทราบ



รูปที่ 3.3 แสดงการทดสอบโดยการลัดวงจร

3.2.4 การคำนวณ

ค่าที่วัดได้ คือ ค่าแรงดันไฟฟ้าด้านทุติยภูมิขณะไม่มีโหลด: V_{sc}

ค่ากระแสไฟฟ้าด้านทุติยภูมิขณะไม่มีโหลด: I_{sc}

ค่ากำลังไฟฟ้าด้านทุติยภูมิขณะไม่มีโหลด: W_{sc}

นำข้อมูลเหล่านี้มาคำนวณหาค่า R_{sc} และ X_{sc} ได้ดังนี้

$$\cos\theta_{sc} = \frac{W_{sc}}{V_{sc} \times I_{sc}} \tag{3.9}$$

$$\theta_{sc} = \cos^{-1}\left(\frac{W_{sc}}{V_{sc} \times I_{sc}}\right) \tag{3.10}$$

$$Z_{sc} = \frac{|V_{sc}|}{|I_{sc}|}\angle\theta \tag{3.11}$$

$$R_{sc,H} = |Z_{sc}| \cos\theta_{sc} \tag{3.12}$$

$$X_{sc,H} = |Z_{sc}| \sin\theta_{sc} \tag{3.13}$$

กำหนดให้อัตราส่วนหม้อแปลง (a) เท่ากับ $\frac{V_H}{V_L}$

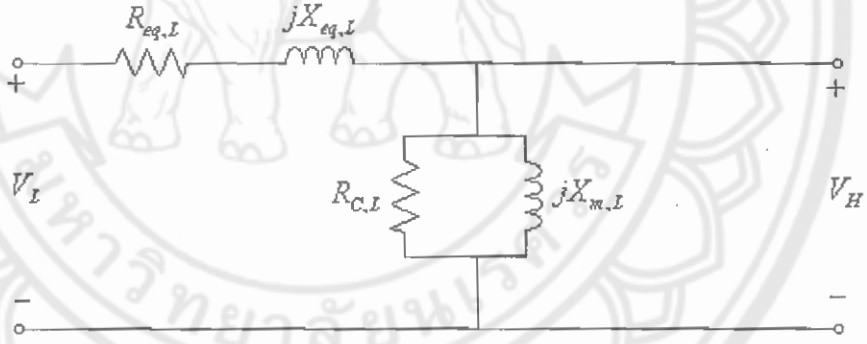
และเมื่อย้ายค่ามาทางด้านแรงดันไฟฟ้าต่ำจะได้

$$R_{sc,L} = \frac{1}{a^2} R_{sc,H} \tag{3.14}$$

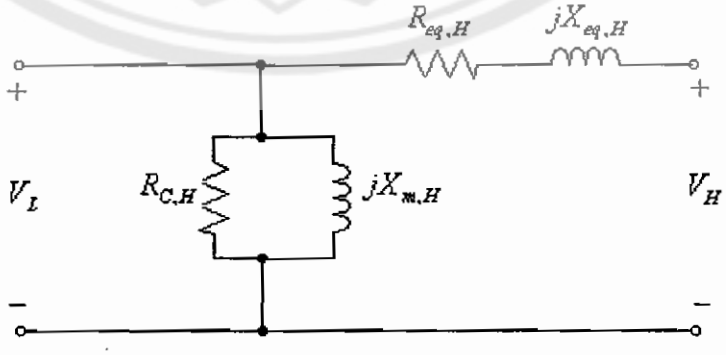
$$X_{sc,L} = \frac{1}{a^2} X_{sc,H} \tag{3.15}$$

3.3 การหาวงจรสมมูลของหม้อแปลงไฟฟ้า 1เฟส

นำข้อมูลจากการทดลองที่ 3.1 และ 3.2 มาเขียนจงจรสมมูลดังรูปที่ 3.4 และรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.4 วงจรสมมูลที่ย้ายพารามิเตอร์ต่างๆ มาไว้ทางด้านปฐมภูมิ



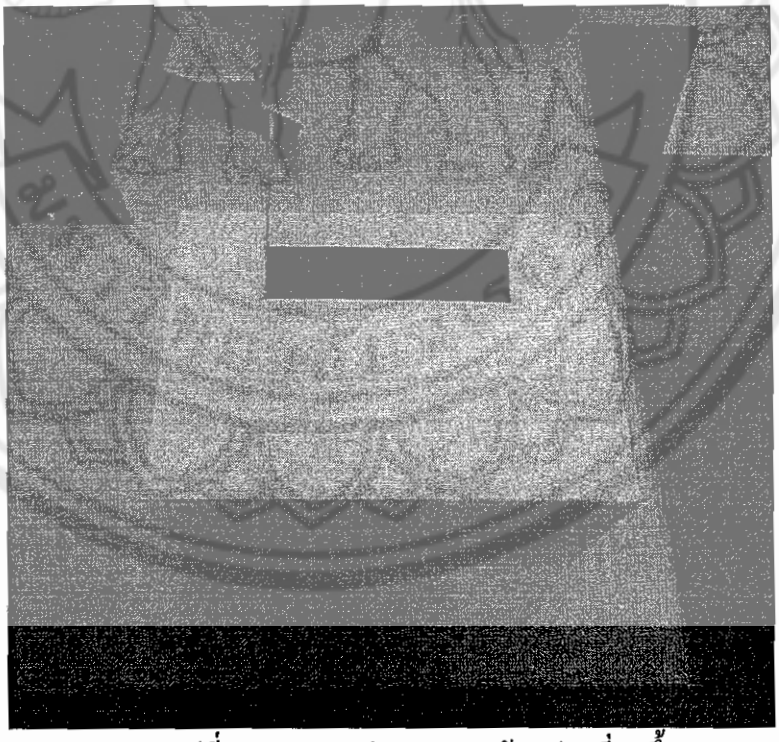
รูปที่ 3.5 วงจรสมมูลที่ย้ายพารามิเตอร์ต่างๆ มาไว้ทางด้านทุติยภูมิ

3.4 ทดสอบหาค่าประสิทธิภาพของหม้อแปลงไฟฟ้า 1เฟส เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ขณะต่อโหลดตัวต้านทาน (R) ที่พิกัดหม้อแปลง 200%

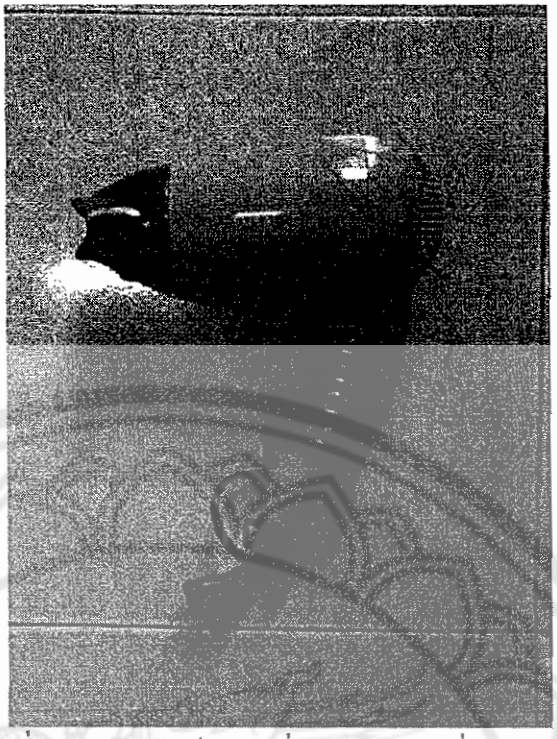
3.4.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. หม้อแปลงไฟฟ้า โมเดล 8341
2. แหล่งจ่ายไฟ 220 / 380 V_{ac}
3. เครื่องวัดแรงดันกระแสสลับ 100 / 300 / 600 V_{ac}
4. เครื่องวัดกระแสกระแสสลับ 0.10/0.30 / 1.00 / 3.00 A
5. โอห์มิเตอร์
6. วัตต์มิเตอร์
7. สายต่อทดลอง
8. กล่องครอบหม้อแปลง
9. ตัววัดอุณหภูมิอินฟาเร็ด
10. เครื่องเป่าผมชนิดร้อน
11. โหลดตัวต้านทาน

i434 2999
ป ร.
ศ 539 ส.
2551



รูปที่ 3.6 แสดงกล่องครอบหม้อแปลงที่ทำขึ้นมา



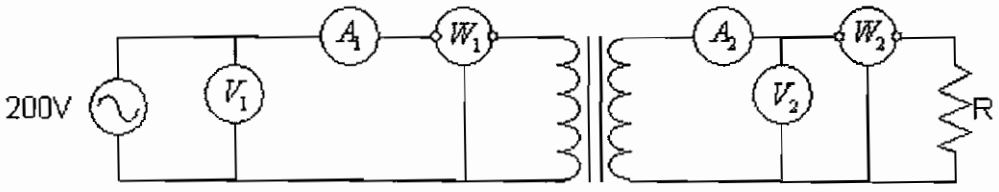
รูปที่ 3.7 แสดงไดร์เป่าผมที่นำมาเป่าช่วยเพิ่มอุณหภูมิ

3.4.2 วัตถุประสงค์

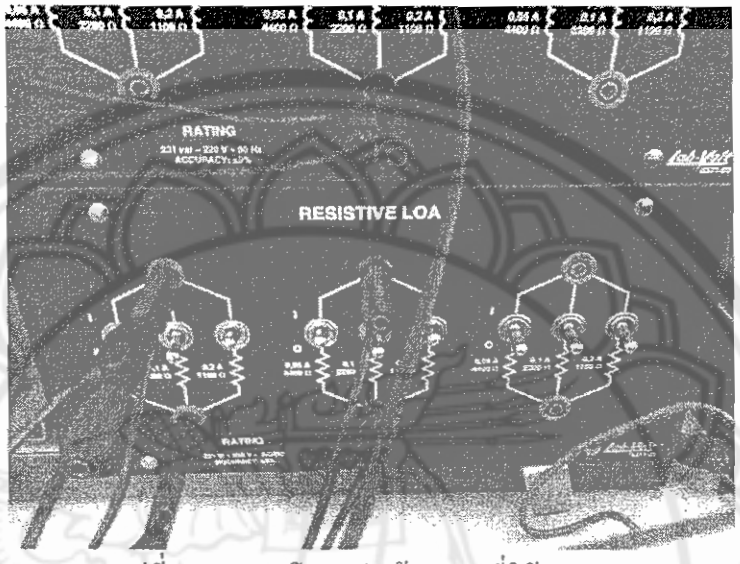
1. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของหม้อแปลงเมื่อที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้น ขณะต่อโหลดความต้านทาน

3.4.3 ขั้นตอนการทดสอบ

1. ต่อวงจรการทดสอบโดยต่อหม้อแปลงเข้ากับชุดแหล่งจ่ายไฟกระแสสลับ 1เฟส ต่อชุดมิเตอร์วัดกระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับและชุดกำลังไฟฟ้า 1เฟส ตามรูปที่ 3.8
2. ต่อโหลดตัวต้านทานทางด้านเอาต์พุตที่พิกัด 200V แล้วปรับโหลดตัวต้านทานให้มีพิกัดกระแส 0.50A
3. จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับหม้อแปลงโดยค่อยๆปรับค่าแรงดันไฟฟ้าจนถึงค่า 220V
5. นำกล่องมาครอบหม้อแปลง และนำไดร์เป่าผมมาเป่าหม้อแปลงเพื่อเพิ่มอุณหภูมิ
6. **บันทึกค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กำลังฟ้า และอุณหภูมิ ที่ได้ตามช่วงเวลาต่างๆตามเวลาที่กำหนดไว้**
7. **คำนวณค่าประสิทธิภาพของหม้อแปลง**



รูปที่ 3.8 แสดงการต่อวงจรของการทดสอบด้วยโหลดตัวต้านทาน



รูปที่ 3.9 แสดงโหลดตัวต้านทานที่ใช้ทดสอบ

รูปที่ 3.10 เครื่องวัดอุณหภูมิแบบอินฟาเร็ด ที่ใช้ในการทดสอบ

3.4.4 การคำนวณ

นำค่า W_1 และ W_2 มาคำนวณหาค่าประสิทธิภาพได้ดังนี้

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 = \frac{W_2}{W_1} \times 100 \qquad (3.16)$$

3.5 ทดสอบหาค่าประสิทธิภาพของหม้อแปลงไฟฟ้า 1เฟส เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ขณะต่อโหลดตัวต้านทาน (R) และโหลดตัวเหนี่ยวนำ (L) ที่พิกัดหม้อแปลง 200%

3.5.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. หม้อแปลงไฟฟ้า	โมเดล 8341
2. แหล่งจ่ายไฟ	220 / 380 V_{ac}
3. เครื่องวัดแรงดันกระแสสลับ	100 / 300 / 600 V_{ac}
4. เครื่องวัดกระแสกระแสสลับ	0.10/0.30 / 1.00 / 3.00 A
5. โอห์มิเตอร์	
6. วัตต์มิเตอร์	
7. สายต่อทดลอง	
8. กล่องครอบหม้อแปลง	
9. ตัววัดอุณหภูมิอินฟาเร็ด	
10. เครื่องเป่าผมชนิดร้อน	
11. โหลดตัวต้านทาน	
12. โหลดตัวเหนี่ยวนำ	

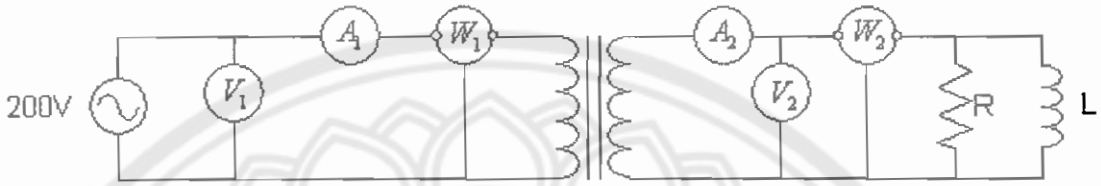
3.5.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษากำลังไฟฟ้าประสิทธิภาพของหม้อแปลงขณะที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้น ขณะต่อโหลดตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ

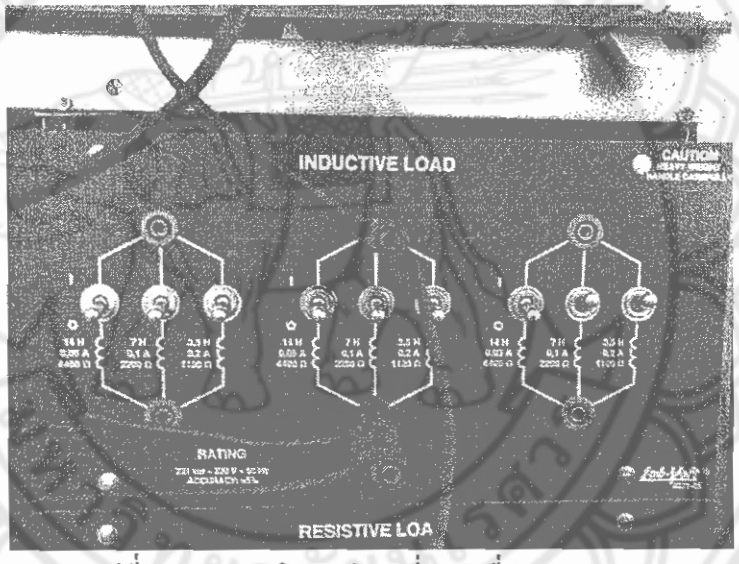
3.5.3 ขั้นตอนการทดสอบ

1. ต่อวงจรการทดสอบโดยต่อหม้อแปลงเข้ากับชุดแหล่งจ่ายไฟกระแสสลับ 1เฟส ต่อชุดมิเตอร์วัดกระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับและชุดกำลังไฟฟ้า 1เฟส ตามรูปที่ 3.11
2. ต่อโหลดตัวต้านทานทางด้านเอาต์พุตที่พิกัด 200V แล้วปรับโหลดตัวต้านทานให้มีพิกัดกระแส 0.25A และปรับโหลดตัวเหนี่ยวนำให้มีพิกัดกระแส 0.25A

3. จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับหม้อแปลงโดยค่อยๆปรับค่าแรงดันไฟฟ้าจนถึงค่า 220V
4. นำกล่องมาครอบหม้อแปลง และนำไดร์เป่าผมมาเป่าหม้อแปลงเพื่อเพิ่มอุณหภูมิ
5. บันทึกค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กำลังฟ้า และอุณหภูมิ ที่ได้ตามช่วงเวลาต่างๆตามเวลาที่กำหนดไว้
6. คำนวณค่าประสิทธิภาพของหม้อแปลง



รูปที่ 3.11 แสดงการต่อวงจรตามการทดสอบโหลดตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ



รูปที่ 3.12 แสดงโหลดตัวเหนี่ยวนำที่นำมาทดสอบ

3.5.4 การคำนวณ

นำค่า W_1 และ W_2 มาคำนวณหาค่าประสิทธิภาพได้ดังนี้

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 = \frac{W_2}{W_1} \times 100$$

3.6 ทดสอบหาค่าประสิทธิภาพของหม้อแปลงไฟฟ้า 1เฟส เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ขณะต่อโหลดตัวต้านทาน (R) และโหลดตัวเก็บประจุ (C) ที่พิกัดหม้อแปลง 200%

3.6.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

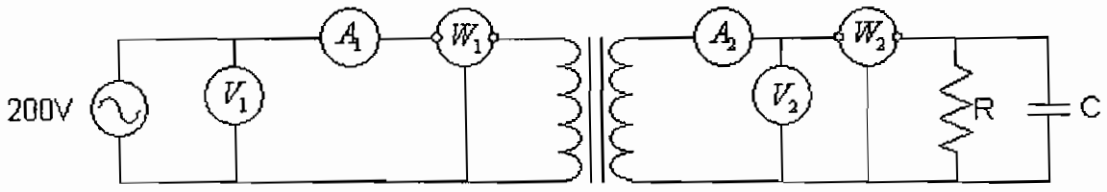
1. หม้อแปลงไฟฟ้า โมเดล 8341
2. แหล่งจ่ายไฟ 220 / 380 V_{ac}
3. เครื่องวัดแรงดันกระแสสลับ 100 / 300 / 600 V_{ac}
4. เครื่องวัดกระแสกระแสสลับ 0.10/0.30 / 1.00 / 3.00 A
5. โอห์มิเตอร์
6. วัตต์มิเตอร์
7. สายต่อทดลอง
8. กล่องครอบหม้อแปลง
9. ตัววัดอุณหภูมิอินฟาเร็ด
10. เครื่องเป่าผมชนิดร้อน
11. โหลดตัวต้านทาน
12. โหลดตัวเก็บประจุ

3.6.2 วัตถุประสงค์

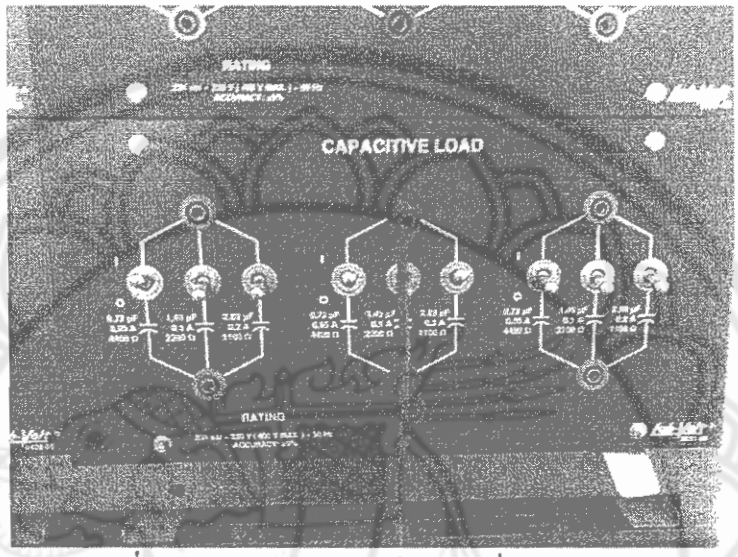
1. เพื่อศึกษากำลังไฟฟ้าประสิทธิภาพของหม้อแปลง เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ขณะที่ต่อโหลดตัวต้านทานและตัวเก็บประจุ

3.6.3 ขั้นตอนการทดสอบ

2. ต่อวงจรการทดสอบโดยต่อหม้อแปลงเข้ากับชุดแหล่งจ่ายไฟกระแสสลับ 1เฟส ต่อชุดมิเตอร์วัดกระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับและชุดกำลังไฟฟ้า 1เฟส ตามรูปที่ 3.13
3. ต่อโหลดตัวต้านทานทางด้านเอาต์พุตที่พิกัด 200V แล้วปรับโหลดตัวต้านทานให้มีพิกัดกระแส 0.25A และปรับโหลดตัวเก็บประจุให้มีพิกัดกระแส 0.25A
4. จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับหม้อแปลงโดยค่อยๆปรับค่าแรงดันไฟฟ้าจนถึงค่า 220V
5. นำกล่องมาครอบหม้อแปลง และนำไดร์เป่าผมมาเป่าหม้อแปลงเพื่อเพิ่มอุณหภูมิ
6. บันทึกค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กำลังฟ้า และอุณหภูมิ ที่ได้ตามช่วงเวลาต่างๆตามเวลาที่กำหนดไว้
7. คำนวณค่าประสิทธิภาพของหม้อแปลง



รูปที่ 3.13 แสดงการต่อวงจรตามการทดสอบโหลดตัวต้านทานและตัวเก็บประจุ



รูปที่ 3.14 แสดงโหลดตัวเก็บประจุที่นำมาทดสอบ

3.6.4 การคำนวณ

นำค่า W_1 และ W_2 มาคำนวณหาค่าประสิทธิภาพได้ดังนี้

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 = \frac{W_2}{W_1} \times 100$$