# หน่วยที่ 10

# การทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้า

## หัวข้อเรื่อง (Topics)

10.1 จุดประสงค์ของการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้า

10.2 การทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าในสภาวะเปิดวงจร

10.3 การทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าในสภาวะลัดวงจร

10.4 การคำนวณหาค่าต่าง ๆ ในการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้า

## สมรรถนะย่อย (Element of Competency)

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้า
2. ปฏิบัติการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าทั้งแบบสภาวะเปิดวงจรและสภาวะลัดวงจร

## วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavioral Objectives)

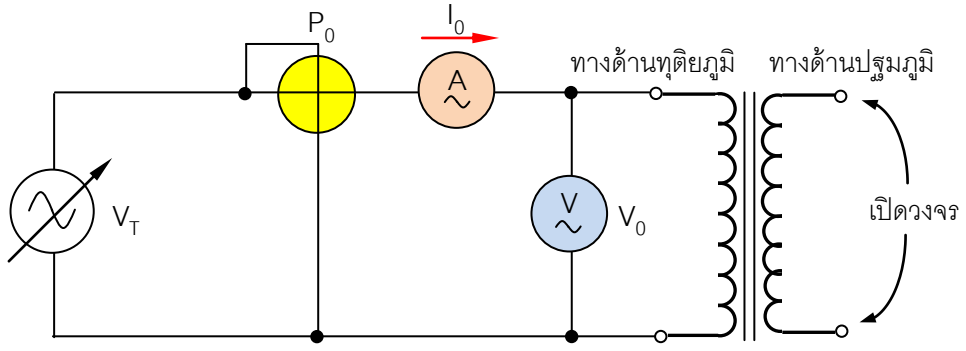
1. บอกจุดประสงค์ของการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าได้
2. อธิบายการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าในสภาวะเปิดวงจรได้
3. อธิบายการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าในสภาวะลัดวงจรได้
4. คำนวณหาค่าต่าง ๆ ในการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าได้

## 10.1 จุดประสงค์ของการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้า

จุดประสงค์ของการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้า เพื่อต้องการหาค่าการสูญเสียที่เกิดขึ้นภายในตัวหม้อแปลงไฟฟ้า ซึ่งประกอบด้วยการสูญเสียในแกนเหล็กและการสูญเสียในขดลวดทองแดง และนำไปสู่การหาประสิทธิภาพของหม้อแปลงไฟฟ้า นอกจากนี้การทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้ายังใช้หาค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการเขียนวงจรสมมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์หม้อแปลงไฟฟ้า ซึ่งการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้ามี 2 วิธี คือ การทดสอบในสภาวะเปิดวงจรและการทดสอบในสภาวะลัดวงจร (มนตรี สุวรรณภิงคาร, 2550: 151)

## 10.2 การทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าในสภาวะเปิดวงจร

การทดสอบแบบนี้สามารถกระทำได้ทั้ง 2 ด้านของตัวหม้อแปลงไฟฟ้า โดยการเปิดวงจรทางด้านใดด้านหนึ่ง ส่วนมากจะกระทำทางด้านทุติยภูมิแล้วเปิดวงจรทางด้านปฐมภูมิ เพราะการทดสอบแบบนี้ต้องจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้เท่ากับพิกัดทางด้านทุติยภูมิของหม้อแปลงไฟฟ้า ซึ่งแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้น้อยกว่าทางด้านปฐมภูมิ การทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าในสภาวะเปิดวงจรก็คือการที่ให้หม้อแปลงไฟฟ้าทำงานในลักษณะไม่มีโหลด โดยให้ด้านขดลวดทุติยภูมิต่อกับแรงดันไฟฟ้าตามพิกัด (Rated voltage) ของหม้อแปลงไฟฟ้าส่วนขดลวดทางด้านปฐมภูมิให้เปิดวงจรไว้ โดยมีเครื่องวัดไฟฟ้าที่สำคัญต่ออยู่ด้วยก็คือ วัตต์มิเตอร์ แอมมิเตอร์ และโวลต์มิเตอร์ ดังรูปที่ 10.1




**รูปที่ 10.1** วงจรการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าในสภาวะเปิดวงจร

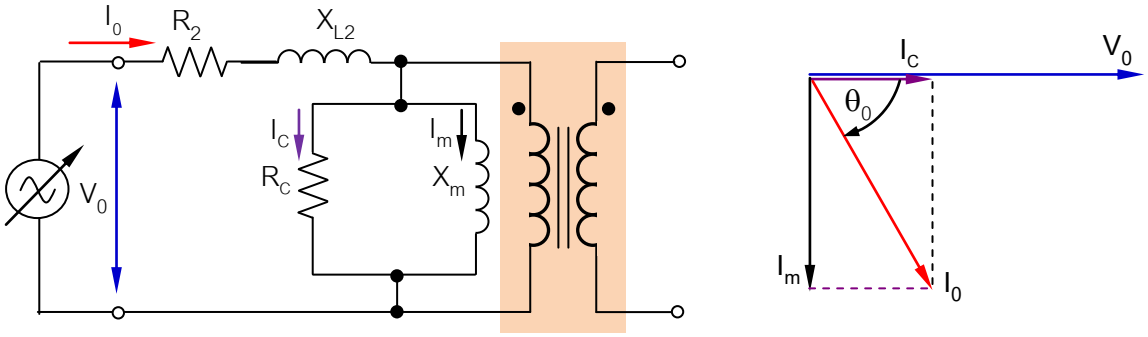
จากรูปที่ 10.1 เมื่อค่อย ๆ ปรับแรงดันไฟฟ้าทางด้านทุติยภูมิให้ได้ตามพิกัดแล้ว ซึ่งค่าที่อ่านได้จากวัตต์มิเตอร์ จะเป็นกำลังไฟฟ้าสูญเสียในแกนเหล็ก ส่วนโวลต์มิเตอร์ที่ต่ออยู่อ่านค่าแรงดันไฟฟ้าที่พิกัด และแอมมิเตอร์ที่อ่านได้เป็นค่าของกระแสไฟฟ้าขณะไม่มีโหลด ซึ่งจะมีค่าประมาณ 4-8 เปอร์เซ็นต์ของกระแสไฟฟ้าที่พิกัด

เมื่อ $P_0$ = กำลังไฟฟ้าที่อ่านได้จากวัตต์มิเตอร์

$V_0$ = แรงดันไฟฟ้าที่พิกัดที่อ่านได้จากโวลต์มิเตอร์

$I_0$ = กระแสไฟฟ้าเมื่อไม่มีโหลดที่อ่านได้จากแอมมิเตอร์

จากวงจรการทดสอบเขียนเป็นวงจรสมมูลของหม้อแปลงไฟฟ้าในสภาวะไม่มีโหลด ดังรูปที่ 10.2 (ก) และเนื่องจากกระแส $I_0$ มีค่าน้อย ผลทำให้เกิดกำลังไฟฟ้าที่สูญเสียจากขดลวดน้อยมาก ($P_{co2} = I_0^2 R_2$) จึงไม่นำมาคิด ดังนั้นกำลังไฟฟ้าที่อ่านได้จากวัตต์มิเตอร์จึงเป็นกำลังไฟฟ้าสูญเสียในแกนเหล็กทั้งหมด ส่วนแผนภาพเฟสเซอร์แสดงดังรูปที่ 10.2 (ข) โดยเฟสเซอร์ของกระแส $I_0$ ล้าหลังแรงดัน $V_0$ เป็นมุมเฟส $\theta_0$ และเฟสเซอร์ของ $I_C$ ร่วมเฟสกับแรงดัน $V_0$ ส่วนเฟสเซอร์ของกระแส $I_m$ ล้าหลังแรงดัน $V_0$ เป็นมุม 90°




(ก) วงจรสมมูล (ข) แผนภาพเฟสเซอร์

**รูปที่ 10.2** วงจรสมมูลของหม้อแปลงไฟฟ้าและแผนภาพเฟสเซอร์ในสภาวะเปิดวงจร

จากวงจรสมมูลรูปที่ 10.2 (ก) เห็นว่ากระแส $I_0$ แยกไหลเป็นสองส่วนคือกระแส $I_C$ กับกระแส $I_m$ และเมื่อทราบค่าของกระแส $I_0$ ก็ทำให้ทราบค่าของกระแสที่สูญเสียในแกนเหล็ก กระแสทำแม่เหล็ก ค่าความต้านทานสูญเสียในแกนเหล็กและค่ารีแอกแตนซ์ทำแม่เหล็กได้ตามลำดับ ได้ดังนี้

$$I_c = I_0 \cos\theta_0 \quad \text{..... (10.1)}$$

$$I_m = I_0 \sin\theta_0 \quad \text{..... (10.2)}$$

$$R_c = \frac{V_0}{I_c} \quad \text{..... (10.3)}$$

$$X_m = \frac{V_0}{I_m} \quad \text{..... (10.4)}$$

เมื่อ $I_c$ = กระแสที่สูญเสียในแกนเหล็ก

$I_m$ = กระแสทำแม่เหล็ก

$R_c$ = ความต้านทานสูญเสียในแกนเหล็ก

$X_m$ = รีแอกแตนซ์ทำแม่เหล็ก

นอกจากนี้ยังหามุมเฟสระหว่างแรงดัน $V_0$ กับกระแสไฟฟ้าขณะไม่มีโหลด $I_0$ ได้ดังนี้

$$P_0 = V_0 I_0 \cos\theta_0$$

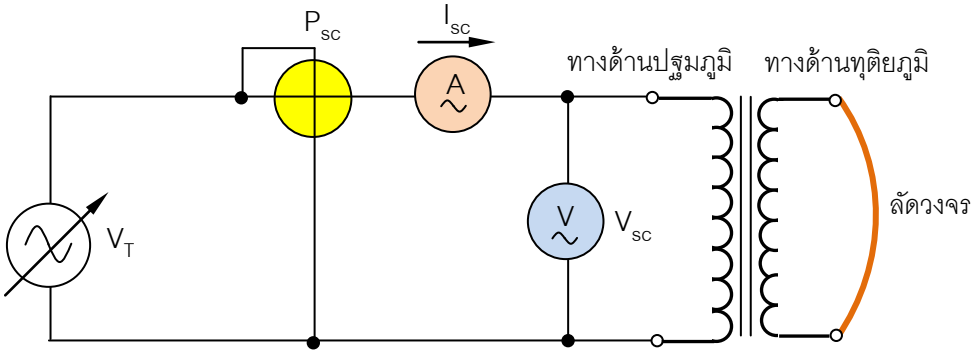
ดังนั้น

$$\theta_0 = \cos^{-1}\left(\frac{P_0}{V_0 I_0}\right) \quad \text{..... (10.5)}$$

## 10.3 การทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าในสภาวะลัดวงจร

ในการทดสอบแบบนี้สามารถกระทำได้ทั้ง 2 ด้านของตัวหม้อแปลงไฟฟ้า โดยการลัดวงจรทางด้านใดด้านหนึ่งซึ่งส่วนมากจะทดสอบทางด้านปฐมภูมิแล้วลัดวงจรทางด้านทุติยภูมิ เพราะการทดสอบแบบนี้ต้องจ่ายกระแสไฟฟ้าให้เท่ากับพิกัดทางด้านปฐมภูมิของหม้อแปลงไฟฟ้า ซึ่งทางด้านปฐมภูมินั้นใช้กระแสไฟฟ้าน้อยกว่าทางด้านทุติยภูมิซึ่งแหล่งจ่ายไม่ต้องจ่ายกระแสไฟฟ้ามากนัก

การทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าในสภาวะลัดวงจรก็คือให้ขดลวดทางด้านปฐมภูมิต่อกับแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าแล้วปรับแรงดันไฟฟ้าให้ได้กระแสไฟฟ้าทางด้านปฐมภูมิเท่ากับพิกัดของหม้อแปลงไฟฟ้า โดยขดลวดทางด้านทุติยภูมิให้ลัดวงจรไว้ ซึ่งมีเครื่องวัดไฟฟ้าที่สำคัญต่ออยู่ด้วย คือ วัตต์มิเตอร์ แอมมิเตอร์ และโวลต์มิเตอร์ ดังรูปที่ 10.3 เมื่อปรับแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้ทางด้านปฐมภูมิโดยให้แอมมิเตอร์อ่านค่ากระแสไฟฟ้าเท่ากับพิกัดกระแสของหม้อแปลงไฟฟ้า ส่วนค่าที่อ่านได้จากวัตต์มิเตอร์จะเป็นกำลังไฟฟ้าสูญเสียในขดลวดทั้งหมดของทั้งสองด้าน (มนตรี สุวรรณภิงคาร, 2550: 153) ส่วนโวลต์มิเตอร์ที่ต่ออยู่อ่านค่าแรงดันไฟฟ้าขณะลัดวงจรซึ่งมีค่าประมาณ 5-12 เปอร์เซ็นต์ของแรงดันไฟฟ้าที่พิกัด




**รูปที่ 10.3** วงจรการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าในสภาวะลัดวงจร

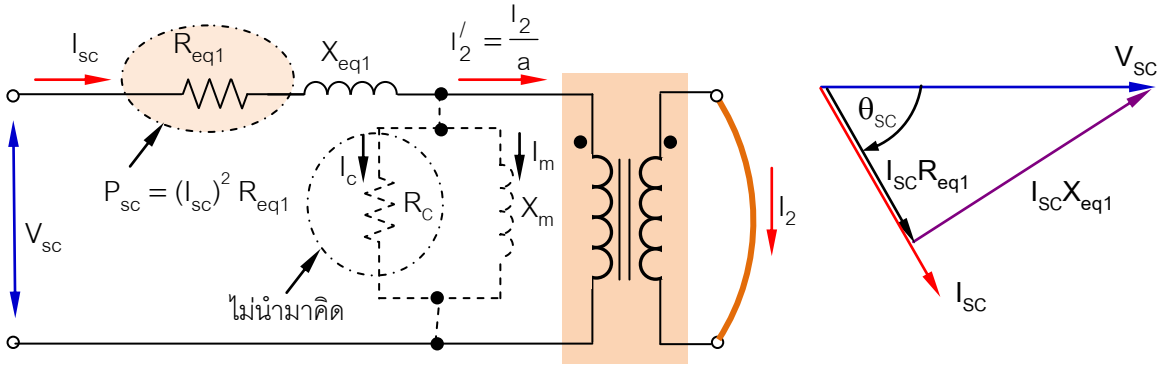
จากรูปที่ 10.3 ถ้ากำหนดให้

$P_{SC}$ = กำลังไฟฟ้าที่อ่านได้จากวัตต์มิเตอร์

$V_{SC}$ = แรงดันไฟฟ้าขณะลัดวงจรที่อ่านได้จากโวลต์มิเตอร์

$I_{SC}$ = กระแสไฟฟ้าขณะลัดวงจรที่อ่านได้จากแอมมิเตอร์

จากวงจรการทดสอบเขียนเป็นวงจรสมมูลของหม้อแปลงไฟฟ้าในสภาวะลัดวงจร ดังรูปที่ 10.4 (ก) และเนื่องจากแรงดัน $V_{SC}$ มีค่าน้อยจึงทำให้กระแส $I_C$ น้อยตามไปด้วย ผลทำให้เกิดกำลังไฟฟ้าที่สูญเสียในแกนเหล็ก ($P_C = I_C^2 R_C$) มีค่าน้อยด้วย จึงไม่นำมาคิดดังนั้นกำลังไฟฟ้าที่อ่านได้จากวัตต์มิเตอร์จึงเป็นกำลังไฟฟ้าสูญเสียในขดลวดทั้งหมด ส่วนแผนภาพเฟสเซอร์แสดงดังรูปที่ 10.4 (ข) โดยเฟสเซอร์ของกระแส $I_{SC}$ ล้าหลังแรงดัน $V_{SC}$ เป็นมุมเฟส $\theta_{SC}$ และเฟสเซอร์ของแรงดันตกคร่อม $I_{SC}R_{eq1}$ ร่วมเฟสกับกระแส $I_{SC}$ ส่วนเฟสเซอร์ของแรงดันตกคร่อม $I_{SC}X_{eq1}$ นำหน้ากระแส $I_{SC}$ เป็นมุม 90°




(ก) วงจรสมมูล (ข) แผนภาพเฟสเซอร์

**รูปที่ 10.4** วงจรสมมูลของหม้อแปลงไฟฟ้าและแผนภาพเฟสเซอร์ในสภาวะลัดวงจร

จากวงจรสมมูลรูปที่ 10.4 (ก) นำค่าที่ได้จากการทดสอบมาหาค่าต่าง ๆ ได้ตามลำดับ ได้ดังนี้

$$Z_{eq1} = \frac{V_{SC}}{I_{SC}} \quad \text{..... (10.6)}$$

และ $$R_{eq1} = \frac{P_{SC}}{(I_{SC})^2} \quad \text{..... (10.7)}$$

และ $$X_{eq1} = \sqrt{(Z_{eq1})^2 - (R_{eq1})^2} \quad \text{..... (10.8)}$$

เมื่อ $Z_{eq1}$ = อิมพีแดนซ์สมมูลเมื่อพิจารณาทางด้านปฐมภูมิ

$R_{eq1}$ = ความต้านทานสมมูลเมื่อพิจารณาทางด้านปฐมภูมิ

$X_{eq1}$ = รีแอกแตนซ์สมมูลเมื่อพิจารณาทางด้านปฐมภูมิ

**ข้อควรจำ** ☞ **การทดสอบในสภาวะเปิดวงจร** ได้กำลังไฟฟ้าสูญเสียในแกนเหล็ก ($P_C = P_0$)

☞ **การทดสอบในสภาวะลัดวงจร** ได้กำลังไฟฟ้าสูญเสียในขดลวดทั้งหมด ($P_{C0} = P_{SC}$)

## 10.4 การคำนวณหาค่าต่าง ๆ ในการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้า

**ตัวอย่างที่ 10.1** หม้อแปลงไฟฟ้า 1 เฟส 50 kVA ขนาดแรงดัน 2400/240 V จากการทดสอบ ดังนี้

**ทดสอบในสภาวะเปิดวงจร** (เปิดวงจรทางด้านปฐมภูมิ) $V_0 = 240$ V $I_0 = 4.85$ A $P_0 = 173$ W

**ทดสอบในสภาวะลัดวงจร** (ลัดวงจรทางด้านทุติยภูมิ) $V_{sc} = 52$ V $I_{sc} = 20.8$ A $P_{sc} = 650$ W

(Mulukutla S. Sarmar and Mukesh K. Pathak, 2010: 137) จงคำนวณหา

ก. กระแสที่สูญเสียในแกนเหล็ก

ข. กระแสทำแม่เหล็ก

ค. ความต้านทานสูญเสียในแกนเหล็กทางด้านทุติยภูมิ (แรงต่ำ)

ง. รีแอกแตนซ์ทำแม่เหล็กทางด้านทุติยภูมิ (แรงต่ำ)

จ. อิมพีแดนซ์สมมูลเมื่อพิจารณาทางด้านปฐมภูมิ (แรงสูง)

ฉ. ความต้านทานสมมูลเมื่อพิจารณาทางด้านปฐมภูมิ (แรงสูง)

ช. รีแอกแตนซ์สมมูลเมื่อพิจารณาทางด้านปฐมภูมิ (แรงสูง)

ซ. เขียนวงจรสมมูลและกำหนดค่าต่าง ๆ ให้กับวงจรที่ได้จากการทดสอบ

**วิธีทำ** เมื่อทดสอบในสภาวะเปิดวงจร โจทย์กำหนดค่าต่าง ๆ ดังนี้

$V_0 = 240\ V \quad I_0 = 4.85\ A \quad$ และ $\quad P_0 = 173\ W$

หามุมเฟสระหว่างแรงดัน $V_0$ กับกระแส $I_0$

จากสมการ $\theta_0 = \cos^{-1}\left(\frac{P_0}{V_0 I_0}\right) = \cos^{-1}\left(\frac{173}{240\times 4.85}\right)$

$\theta_0 = \cos^{-1}(0.148) = 81.48°$

ก. กระแสที่สูญเสียในแกนเหล็ก

$I_c = I_0 \cos\theta_0 = 4.85\times\cos 81.48°$

$I_c = 4.85\times 0.148$

$I_c = 0.717\ A$

กระแสที่สูญเสียในแกนเหล็กมีค่าเท่ากับ 0.717 A **ตอบ**

ข. กระแสทำแม่เหล็ก

$I_m = I_0 \sin\theta_0 = 4.85\times\sin 81.48°$

$I_m = 4.791\ A$

กระแสทำแม่เหล็กมีค่าเท่ากับ 4.791 A **ตอบ**

ค. ความต้านทานสูญเสียในแกนเหล็กทางด้านทุติยภูมิ

$R_c = \frac{V_0}{I_c} = \frac{240}{0.717}$

$R_c = 334.72\ \Omega$

ความต้านทานสูญเสียในแกนเหล็กทางด้านทุติยภูมิมีค่าเท่ากับ 334.72 Ω **ตอบ**

ง. รีแอกแตนซ์ทำแม่เหล็กทางด้านทุติยภูมิ

$X_m = \frac{V_0}{I_m} = \frac{240}{4.791}$

$X_m = 50.09\ \Omega$

รีแอกแตนซ์ทำแม่เหล็กทางด้านทุติยภูมิมีค่าเท่ากับ 50.09 Ω **ตอบ**

เมื่อทดสอบในสภาวะลัดวงจร โจทย์กำหนดค่าต่าง ๆ ดังนี้

$V_{sc} = 52\ V \quad I_{sc} = 20.8\ A \quad$ และ $\quad P_{sc} = 650\ W$

จ. อิมพีแดนซ์สมมูลเมื่อพิจารณาทางด้านปฐมภูมิ (แรงสูง)

จากสมการ $Z_{eq1} = \frac{V_{SC}}{I_{SC}}$

$= \frac{52}{20.8}$

$Z_{eq1} = 2.5\ \Omega$

อิมพีแดนซ์สมมูลเมื่อพิจารณาทางด้านปฐมภูมิมีค่าเท่ากับ 2.5 Ω **ตอบ**

ฉ. ความต้านทานสมมูลเมื่อพิจารณาทางด้านปฐมภูมิ (แรงสูง)

จากสมการ $$R_{eq1} = \frac{P_{SC}}{(I_{SC})^2}$$

$$= \frac{650}{(20.8)^2}$$

$$R_{eq1} = 1.5\ \Omega$$

ความต้านทานสมมูลเมื่อพิจารณาทางด้านปฐมภูมิมีค่าเท่ากับ $1.5\ \Omega$ **ตอบ**

ช. รีแอกแตนซ์สมมูลเมื่อพิจารณาทางด้านปฐมภูมิ (แรงสูง)

จากสมการ $$X_{eq1} = \sqrt{(Z_{eq1})^2 - (R_{eq1})^2}$$

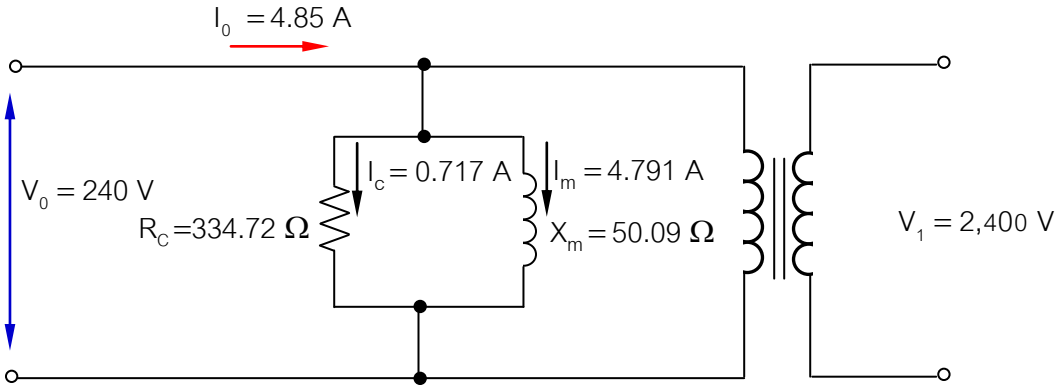
$$= \sqrt{(2.5)^2 - (1.5)^2}$$

$$X_{eq1} = 2\ \Omega$$

รีแอกแตนซ์สมมูลเมื่อพิจารณาทางด้านปฐมภูมิมีค่าเท่ากับ $2\ \Omega$ **ตอบ**

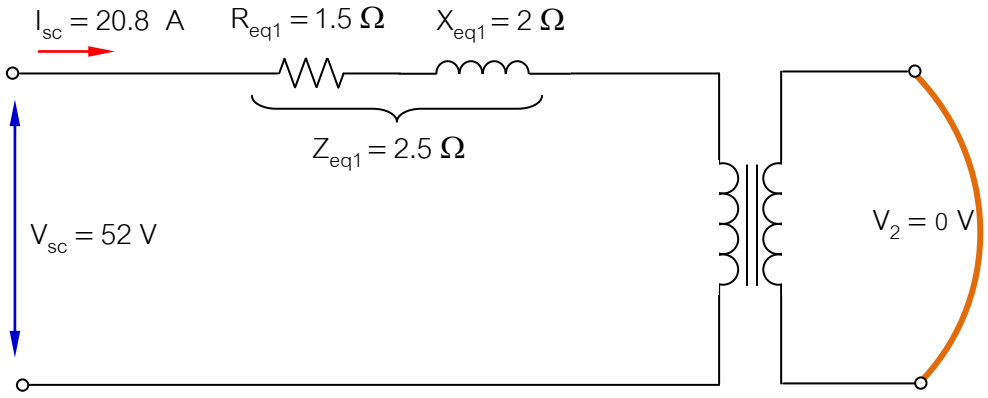
ซ. เขียนวงจรสมมูลและกำหนดค่าต่าง ๆ ให้กับวงจรที่ได้จากการทดสอบ ได้ดังนี้

**วงจรสมมูลจากการทดสอบในสภาวะเปิดวงจร** ดังรูปที่ 10.5




**รูปที่ 10.5** การกำหนดค่าต่าง ๆ ให้กับวงจรสมมูลจากการทดสอบในสภาวะเปิดวงจร

**วงจรสมมูลจากการทดสอบในสภาวะลัดวงจร** ดังรูปที่ 10.6




**รูปที่ 10.6** การกำหนดค่าต่าง ๆ ให้กับวงจรสมมูลจากการทดสอบในสภาวะลัดวงจร

**ตัวอย่างที่ 10.2** หม้อแปลงไฟฟ้า 1 เฟส 50 kVA ขนาดแรงดัน 480/20000 V ซึ่งเป็นหม้อแปลงไฟฟ้าแบบเพิ่มแรงดันไฟฟ้า จากการทดสอบให้ผลดังนี้

| | แรงดัน (V) | กระแส (A) | กำลังไฟฟ้า (W) |
|---|---|---|---|
| ทดสอบสภาวะเปิดวงจร (เปิดวงจรทางด้านแรงสูง) | 480 | 4.1 | 620 |
| ทดสอบสภาวะลัดวงจร (ลัดวงจรทางด้านแรงต่ำ) | 1130 | 2.5 | 1250 |

(Stephen J. chapman, 2012: 149)

**หมายเหตุ** ให้ทางด้านรับไฟเป็นด้านปฐมภูมิ (480 V) และทางด้านจ่ายไฟเป็นด้านทุติยภูมิ (20000 V)

จงคำนวณหา

ก. กระแสที่สูญเสียในแกนเหล็ก

ข. กระแสทำแม่เหล็ก

ค. ความต้านทานสูญเสียในแกนเหล็กทางด้านปฐมภูมิ

ง. รีแอกแตนซ์ทำแม่เหล็กทางด้านปฐมภูมิ

จ. อิมพีแดนซ์สมมูลเมื่อพิจารณาทางด้านทุติยภูมิ

ฉ. ความต้านทานสมมูลเมื่อพิจารณาทางด้านทุติยภูมิ

ช. รีแอกแตนซ์สมมูลเมื่อพิจารณาทางด้านทุติยภูมิ

ซ. เขียนวงจรสมมูลและกำหนดค่าต่าง ๆ ให้กับวงจรที่ได้จากการทดสอบ

**วิธีทำ** เมื่อทดสอบในสภาวะเปิดวงจร โจทย์กำหนดค่าต่าง ๆ ดังนี้

$V_0 = 480\ V \quad I_0 = 4.1\ A \quad$ และ $\quad P_0 = 620\ W$

หามุมเฟสระหว่างแรงดัน $V_0$ กับกระแส $I_0$

จากสมการ $\theta_0 = \cos^{-1}\left(\frac{P_0}{V_0 I_0}\right) = \cos^{-1}\left(\frac{620}{480\times 4.1}\right)$

$\theta_0 = \cos^{-1}(0.315) = 71.64°$

ก. กระแสที่สูญเสียในแกนเหล็ก

$I_c = I_0 \cos\theta_0 = 4.1\times\cos 71.64°$

$I_c = 1.291\ A$

กระแสที่สูญเสียในแกนเหล็กมีค่าเท่ากับ 1.291 A **ตอบ**

ข. กระแสทำแม่เหล็ก

$I_m = I_0 \sin\theta_0 = 4.1\times\sin 71.64°$

$I_m = 3.891\ A$

กระแสทำแม่เหล็กมีค่าเท่ากับ 3.891 A **ตอบ**

ค. ความต้านทานสูญเสียในแกนเหล็กทางด้านปฐมภูมิ

$$R_c = \frac{V_0}{I_c} = \frac{480}{1.291}$$

$$R_c = 371.80\ \Omega$$

ความต้านทานสูญเสียในแกนเหล็กทางด้านปฐมภูมิมีค่าเท่ากับ 371.80 Ω ตอบ

ง. รีแอกแตนซ์ทำแม่เหล็กทางด้านปฐมภูมิ

$$X_m = \frac{V_0}{I_m}$$

$$= \frac{480}{3.891}$$

$$X_m = 123.36\ \Omega$$

รีแอกแตนซ์ทำแม่เหล็กทางด้านปฐมภูมิมีค่าเท่ากับ 123.36 Ω ตอบ

เมื่อทดสอบในสภาวะลัดวงจร โจทย์กำหนดค่าต่าง ๆ ดังนี้

$V_{sc} = 1130\ V$ $I_{sc} = 2.5\ A$ และ $P_{sc} = 1250\ W$

จ. อิมพีแดนซ์สมมูลเมื่อพิจารณาทางด้านทุติยภูมิ

จากสมการ $Z_{eq2} = \frac{V_{SC}}{I_{SC}}$

$$= \frac{1,130}{2.5}$$

$$Z_{eq2} = 452\ \Omega$$

อิมพีแดนซ์สมมูลเมื่อพิจารณาทางด้านทุติยภูมิมีค่าเท่ากับ 452 Ω ตอบ

ฉ. ความต้านทานสมมูลเมื่อพิจารณาทางด้านทุติยภูมิ

จากสมการ $R_{eq2} = \frac{P_{SC}}{(I_{SC})^2}$

$$= \frac{1250}{(2.5)^2}$$

$$R_{eq2} = 200\ \Omega$$

ความต้านทานสมมูลเมื่อพิจารณาทางด้านทุติยภูมิมีค่าเท่ากับ 200 Ω ตอบ

ช. รีแอกแตนซ์สมมูลเมื่อพิจารณาทางด้านทุติยภูมิ

จากสมการ $X_{eq2} = \sqrt{(Z_{eq2})^2 - (R_{eq2})^2}$

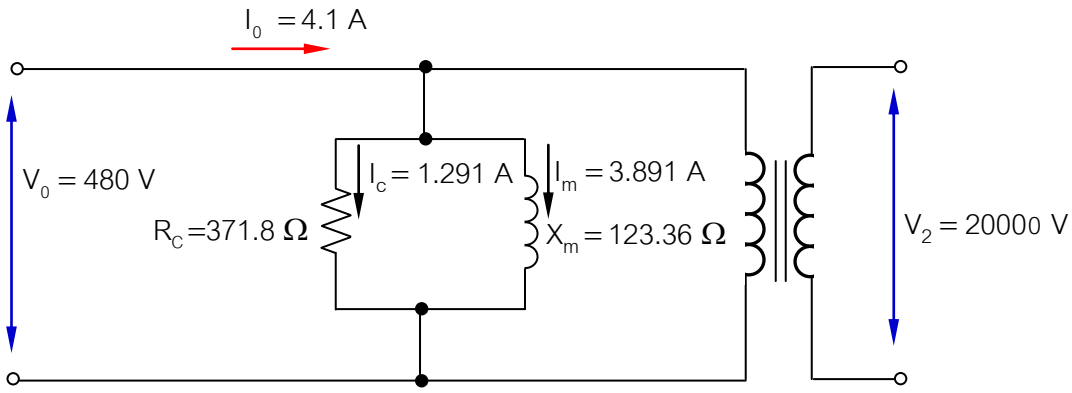
$$= \sqrt{(452)^2 - (200)^2}$$

$$X_{eq2} = 405.34\ \Omega$$

รีแอกแตนซ์สมมูลเมื่อพิจารณาทางด้านทุติยภูมิมีค่าเท่ากับ 405.34 Ω ตอบ

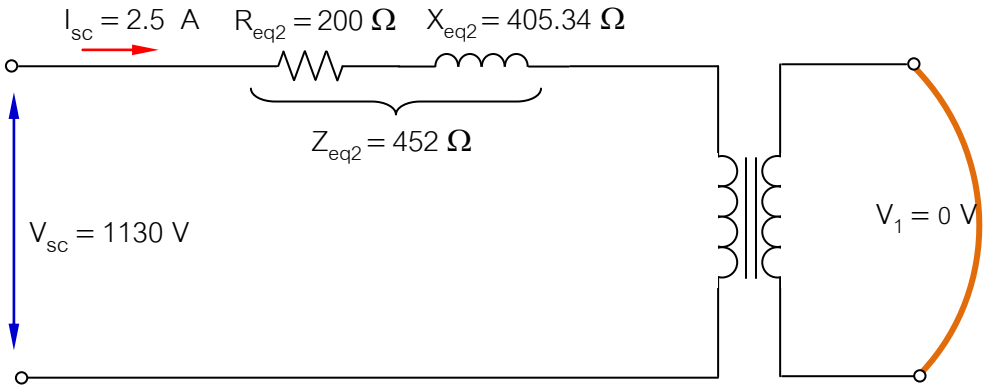
ซ. เขียนวงจรสมมูลและกำหนดค่าต่าง ๆ ให้กับวงจรที่ได้จากการทดสอบ ได้ดังนี้

**วงจรสมมูลจากการทดสอบในสภาวะเปิดวงจร** ดังรูปที่ 10.7




**รูปที่ 10.7** การกำหนดค่าต่าง ๆ ให้กับวงจรสมมูลจากการทดสอบในสภาวะเปิดวงจร

**วงจรสมมูลจากการทดสอบในสภาวะลัดวงจร** ดังรูปที่ 10.8




**รูปที่ 10.8** การกำหนดค่าต่าง ๆ ให้กับวงจรสมมูลจากการทดสอบในสภาวะลัดวงจร