หน่วยที่ 7

การติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้า

หัวข้อเรื่อง (Topics)

1. ชนิดของหม้อแปลงไฟฟ้า
2. หม้อแปลงระบบจำหน่าย
3. ข้อควรปฏิบัติในการติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้า
4. การบาลานซ์โหลดหม้อแปลง
5. หลักปฏิบัติสำหรับการบำรุงรักษาหม้อแปลงไฟฟ้า

แนวคิดสำคัญ (Main Idea)

หม้อแปลงไฟฟ้าเป็นเครื่องกลไฟฟ้าชนิดหนึ่ง มีหน้าที่เปลี่ยนแปลงระดับแรงดันไฟฟ้าแรงดันต่ำให้สูงขึ้น หรือกำลังตามต้องการในระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าจะแปลงแรงดันไฟฟ้าที่สูงมาเป็นแรงดันไฟฟ้าต่ำ โดยทั่วไปมีการติดตั้งอยู่ 3 แบบ คือ บนเสาไฟฟ้า บนคานนั่งร้าน และบนลานคอนกรีต การดูแลรักษาหม้อแปลงไฟฟ้า ควรตรวจสอบทุกปีเพื่อให้มีประสิทธิภาพในการทำงานที่ดีและเป็นการยืดอายุการใช้งานด้วย

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavioral Objectives)

1. บอกชนิดของหม้อแปลงได้
2. อธิบายลักษณะของหม้อแปลงระบบจำหน่ายได้
3. บอกข้อควรปฏิบัติในการติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้า
4. บอกวิธีการบาลานซ์โหลดหม้อแปลงได้
5. บอกหลักปฏิบัติสำหรับการบำรุงรักษาหม้อแปลงไฟฟ้าได้
6. สามารถปฏิบัติการตรวจสอบสภาพหม้อแปลงไฟฟ้าได้

สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้า
2. ปฏิบัติงานบำรุงรักษาและตรวจสอบสภาพหม้อแปลงไฟฟ้า

ชนิดของหม้อแปลงไฟฟ้า

หม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้ในการติดตั้งไฟฟ้าภายนอกอาคาร โดยส่วนมาก จะมีขนาดที่ใหญ่และมีน้ำหนักมาก ผู้ปฏิบัติงานจะต้องติดตั้งให้ถูกต้องและตรงตามข้อกำหนด ซึ่งแต่ละชนิดก็มีคุณสมบัติแตกต่างกันไป โดยทั่วไปแบ่งเป็น 4 ชนิด คือ

- หม้อแปลงไฟฟ้ากำลัง (Power Transformer)
- หม้อแปลงจำหน่าย (Distribution Transformer)
- หม้อแปลงสำหรับเครื่องมือวัด (Instrument Transformer)
- หม้อแปลงสำหรับความถี่สูง (High frequency Transformer)

รูปที่ 7.1 รูปหม้อแปลงชนิดต่าง

เด็กควรรู้

เครื่องมือที่มีด้ามเป็นฉนวน เช่น คีมชนิดต่าง ๆ และไขควง ก่อนการใช้งานควรตรวจสอบความชำรุดของด้ามทุกครั้งเพื่อให้เกิดความปลอดภัย

หม้อแปลงระบบจำหน่าย

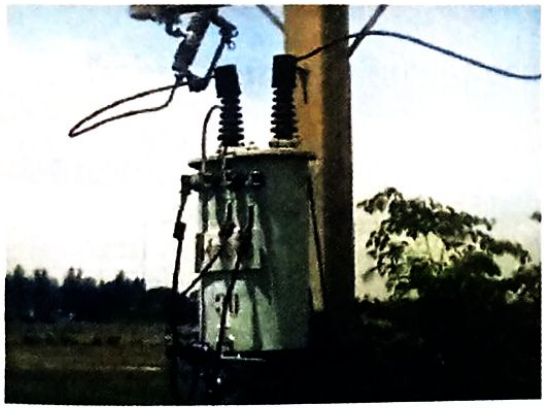
สำหรับหม้อแปลงที่ใช้ในระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จะมีขนาดพิกัด kVA ดังนี้ 30, 50, 100, 160, 200, 315, 400, 500, 630, 800, 1,000, 1,250, 1,500, และ 2000 kVA เป็นต้น ซึ่งหม้อแปลงไฟฟ้าในระบบจำหน่าย มีด้วยกัน 2 ชนิด คือ สำหรับยกระดับแรงดันให้สูงขึ้น (step up) และลดระดับแรงดันให้ต่ำลง (step down)

ตัวอย่าง หม้อแปลงไฟฟ้าในระบบจำหน่ายมีขนาดพิกัด 22,000/400 V หมายถึง แรงดันอินพุตทางขดลวดปฐมภูมิ เท่ากับ 22,000 โวลต์ และแรงดันเอาต์พุตทางขดลวดทุติยภูมิเท่ากับ 400 โวลต์ มีค่าเรโช เท่ากับ 55 ซึ่งเป็นหม้อแปลงชนิดแปลงลง

การติดตั้งหม้อแปลงระบบจำหน่าย แบ่งตามลักษณะการติดตั้งได้ 3 ลักษณะดังนี้

1. แบบติดตั้งมากับเสา หรือเรียกว่าหม้อแปลงแบบแขวน มีลักษณะตัวถังกลม ส่วนใหญ่เป็นหม้อแปลงไฟฟ้า 1 เฟส มีขนาด 10 – 160 kVA ใช้ติดตั้งในชุมชนขนาดเล็ก

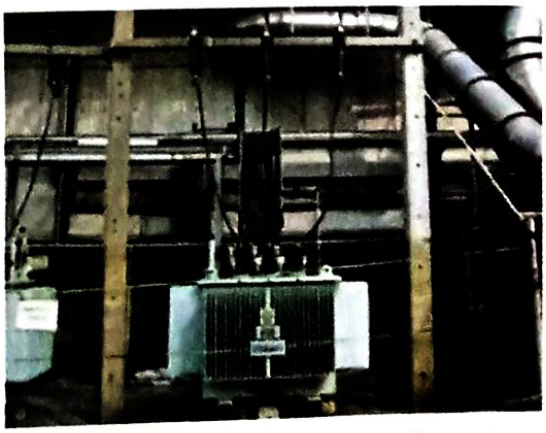
2. แบบติดตั้งบนนั่งร้านคอนกรีต ใช้สำหรับการติดตั้งหม้อแปลงชนิด 3 เฟส พิกัด kVA สูง เช่น 500 kVA มีน้ำหนักไม่เกิน 3,000 กิโลกรัม จ่ายโหลดให้กับชุมชนขนาดใหญ่ โรงงานขนาดกลาง ดังรูปที่ 7.3



รูปที่ 7.2 การติดตั้งหม้อแปลงบนเสา

รูปที่ 7.3 การติดตั้งหม้อแปลงบนนั่งร้านคอนกรีต

3. แบบตั้งพื้น ใช้สำหรับหม้อแปลงชนิด 3 เฟส ขนาดใหญ่ มีน้ำหนักมาก จ่ายโหลดให้กับโรงงานอุตสาหกรรมหรือชุมชนขนาดใหญ่ มีขนาดตั้งแต่ 315 – 2,000 kVA บริเวณพื้นลานคอนกรีตต้องแข็งแรงสามารถรับน้ำหนักของหม้อแปลงได้ ลักษณะดังรูปที่ 7.4



รูปที่ 7.4 การติดตั้งหม้อแปลงบนพื้นคอนกรีต

เด็กควรรู้

kVA คือ พิกัดของหม้อแปลง เป็น kVA
E คือ ค่าแรงดันไฟฟ้าของระบบเป็น kV

ข้อควรปฏิบัติในการติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้า

1. ต้องติดตั้งหม้อแปลงให้ได้ระดับ บนฐานรองรับที่มั่นคงแข็งแรง

2. จุดต่อต่าง ๆ ควรให้น้อยที่สุด หน้าสัมผัสของจุดต่อควรขัดทำควรสะอาดด้วยแปรงลวดเพื่อขจัดออกไซด์และควรใช้คอมปาวด์ (Compound) ทาให้ทั่วผิวหน้าสัมผัสก่อนที่จะต่อสายเข้าขั้วต่าง ๆ

3. การทำความสะอาดบุชชิ่ง ให้ใช้ผ้านิ่มสะอาด

4. ปรับตำแหน่งของ Tap Changer ตามความต้องการโดยการขยับไปมาเพื่อให้หน้าสัมผัสสนิทกันดียิ่งขึ้น

5. ตรวจสอบการติดตั้งฟิวส์ ล่อฟ้าและการต่อสายดินร่วมระหว่างล่อฟ้าแรงสูงกับถังหม้อแปลง และการต่อลงดินของสายนิวตรอนแรงต่ำ

6. วัดค่าความต้านทานของดิน สายต่อลงดินต้องมีค่าไม่เกิน 5 โอห์ม

7. ตรวจสอบระดับน้ำมันหม้อแปลงและตรวจความชื้นของน้ำมันหม้อแปลง โดยดูจากสีของ Silica gel สภาพปกติดีจะเป็นสีน้ำเงิน สำหรับ silica gel ที่ดูดอมความชื้นหรือเสื่อมสภาพจะเป็นสีชมพู

8. ก่อนจ่ายไฟควรใช้เมกเกอร์ (Megger) วัดค่าความต้านทานของฉนวน ระหว่างขดลวดแรงสูงกับแรงต่ำและระหว่างขดลวดทั้งสองกับหม้อแปลง ค่าที่วัดได้ไม่ควรต่ำกว่าตัวเลข ดังในตารางที่ 7.2 (ที่อุณหภูมิ 40 – 50 องศาเซลเซียส)

ระบบแรงต่ำ (400/230 V)	50 - 100
ระบบ 11 kV	100 – 200
ระบบ 22 – 33 kV	125 – 250

ตารางที่ 7.1 ค่าความเป็นฉนวนของหม้อแปลง (MΩ)

9. ขณะทดลองจ่ายโหลด ควรวัดกระแสและแรงดัน (ด้านแรงต่ำ) และวัดกระแสขณะโหลดสูงสุดด้วย

10. นำตัวอย่างน้ำมันไปวัดค่าฉนวนน้ำมันดังนี้

สำหรับระบบ 3 เฟส พิกัด 100 kVA ขึ้นไป ทุก 6 เดือน ค่าฉนวนของน้ำมันหม้อแปลงต้องไม่ต่ำกว่าค่าจากตารางที่ 7.2 และถ้าหากพบว่ามีน้ำและตะกอนปนอยู่ด้วย ค่าฉนวนจะต่ำกว่าที่กำหนดจะต้องสับเปลี่ยนหม้อแปลงลูกใหม่

ระบบ (kV)	kV / 25 มม.
11	25
22	30
33	32

ตารางที่ 7.2 ค่าความเป็นฉนวนของหม้อแปลง (MΩ)

11. บันทึกการตรวจสอบข้างต้นและเก็บรักษาไว้เพื่อประโยชน์ในการซ่อมบำรุงในอนาคต

การบาลานซ์โหลดหม้อแปลง

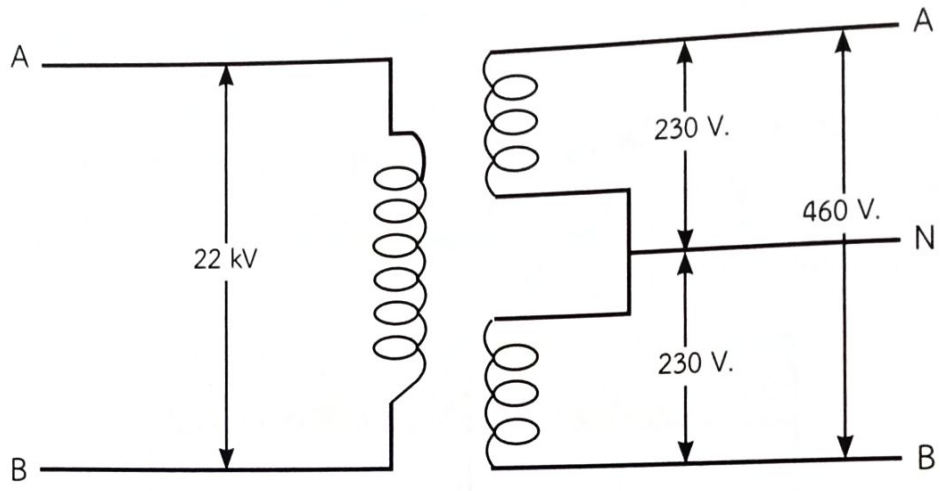
การบาลานซ์โหลดหม้อแปลงเป็นการเฉลี่ยโหลดแต่ละเฟสให้มีค่าเท่ากันหรือใกล้เคียง ซึ่งทำให้กระแสในแต่ละเฟสใกล้เคียงกันด้วย ถ้าหากโหลดไม่สมดุล จะเกิดผลเสียต่อระบบดังนี้

- เกิดการสูญเสียและแรงดันปลายสายตกมาก
- Voltage Regulation ไม่ดี คือ แรงดันไฟฟ้าในแต่ละเฟสไม่เท่ากัน
- ความสามารถในการจ่ายโหลดของหม้อแปลงลดลง

ข้อกำหนด

- หม้อแปลงไฟฟ้าโดยทั่วไป การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคยอมจ่ายโหลดได้ไม่เกิน 80 เปอร์เซ็นต์ของกระแสพิกัดหม้อแปลง
- การบาลานซ์เฟสหม้อแปลง ไม่ควรแตกต่างกันเกิน 20 เปอร์เซ็นต์ ของกระแสเฉลี่ย

1. การบาลานซ์โหลดของหม้อแปลง 1 เฟส 3 สาย



รูปที่ 7.5 แสดงการต่อวงจรหม้อแปลง 1 เฟส 3 สาย

หม้อแปลง 1 เฟส 3 สาย 460/230 V ดังรูปที่ 7.5 สมมติให้มีพิกัด 30 kVA จ่ายโหลดรวม 95 แอมป์ ถ้าเฟส A จ่ายโหลด 45 A เฟส B จ่ายโหลด 50 A หม้อแปลงลูกนี้จ่ายโหลดบาลานซ์หรือไม่

วิธีทำ

หม้อแปลงไฟขนาด 30 kVA ,230 V กระแสเต็มพิกัดคือ 30 kVA/230 = 130 A

คิดที่ 80 % ของพิกัดหม้อแปลง = 0.8 × 130 = 104 A

ดังนั้นเฟส A และ B ควรจ่ายโหลดไม่เกินเฟสละ = 104/2 = 52 A

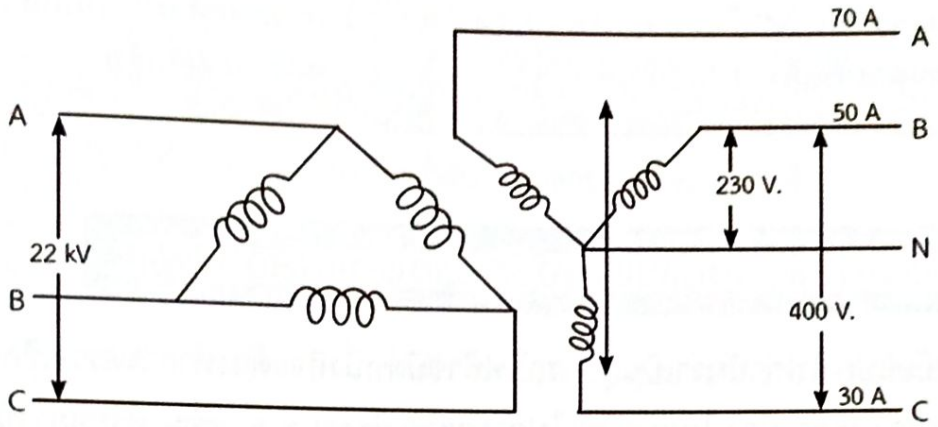
จากการที่หม้อแปลงจ่ายโหลดรวม 95 A. ดังนั้นกระแสเฉลี่ยของแต่ละเฟส = 95/2 = 47.5 A

กระแสแต่ละเฟสต้องต่างกันไม่เกิน 20 % ของแอมป์เฉลี่ย = 0.2 × 47.5 = 9.5 A

แต่เนื่องจากเฟส A จ่ายโหลด 45 A. และเฟส B จ่ายโหลด 50 A. จึงต่างกัน = 50 - 45 = 5 A

พบว่ากระแสของเฟสทั้งสองต่างกันไม่เกิน 9.5 A. จึงถือว่าหม้อแปลงลูกนี้จ่ายโหลดได้สมดุล

2. การบาลานซ์โหลดของหม้อแปลง 3 เฟส 4 สาย



รูปที่ 7.6 แสดงการต่อวงจรหม้อแปลง 3 เฟส 4 สาย

หม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟส ขนาด 50 kVA, 400/230 V ดังรูปที่ 7.6 จ่ายโหลดรวม 50 แอมป์ โดยแต่ละเฟสจ่ายกระแสดังรูป หม้อแปลงไฟฟ้าลูกนี้จ่ายโหลดบาลานซ์หรือไม่

วิธีทำ

$$S = \sqrt{3}\, V \cdot I$$

$$I = \frac{S}{\sqrt{3}\, V}$$

$$= \frac{50 \times 1{,}000}{\sqrt{3} \times 400}$$

$$= 72.17 \text{ A}$$

กระแสเต็มพิกัด = 72.17 A

เด็กควรรู้

เนื่องจากอุปกรณ์ไฟฟ้า ส่วนมากจะเป็นชนิด Inductive load เช่น ตู้เย็น เครื่องปรับอากาศ พัดลม มอเตอร์ต่าง ๆ อุปกรณ์เหล่านี้ทำให้ค่า pf. ลดต่ำลง ซึ่งส่งผลกระทบต่อแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้า ดังนี้

1. **เกิดความสูญเสียในหม้อแปลง**
2. **เกิดความสูญเสียในสายไฟฟ้า**
3. **ความสามารถในการจ่ายโหลดของหม้อแปลงมีค่าลดลง**
4. **แรงดันปลายทางมีค่าลดลง หรือที่เรียกว่า แรงดันตก ซึ่งเป็นอันตรายต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าทุกชนิด**

คำถาม

การการบาลานซ์เฟสหม้อแปลงไฟฟ้า แต่ละเฟสไม่ควรแตกต่างกันเกินกี่เปอร์เซ็นต์

คำตอบ

ควรแตกต่างกันไม่เกิน 20 เปอร์เซ็นต์ของกระแสเฉลี่ย

หลักปฏิบัติสำหรับการบำรุงรักษาหม้อแปลงไฟฟ้า

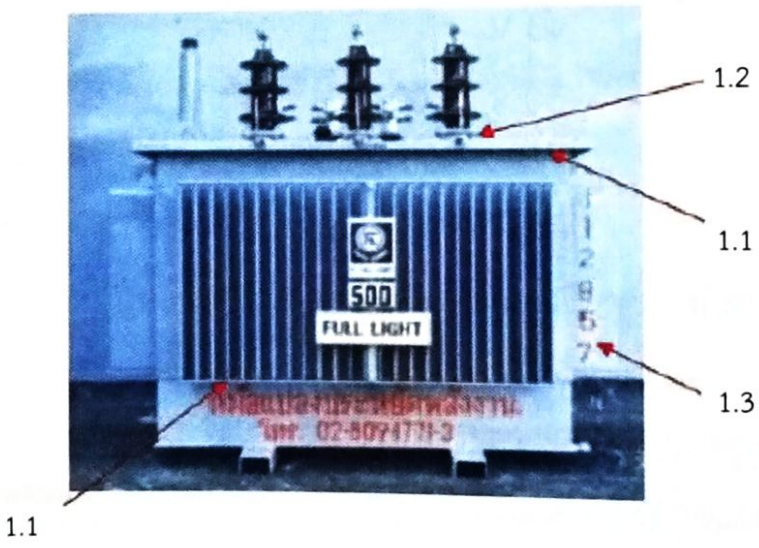
หม้อแปลงไฟฟ้านับว่าเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่จะต้องทำการตรวจเช็คและบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง โดยปกติทั่วไปควรตรวจเช็คทุก ๆ 6 เดือน หรืออย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง เพื่อประสิทธิภาพและยืดอายุการใช้งานของหม้อแปลงไฟฟ้า ซึ่งหัวข้อรายการที่ควรตรวจเช็ค มีดังนี้

1. ตัวถังหม้อแปลงไฟฟ้า (Main Tank)

1.1 ตรวจรอยรั่วซึมของน้ำมัน, คราบน้ำมัน

1.2 ตรวจคราบสกปรก, ฝุ่นและขยะที่เกาะติด

1.3 ตรวจดูว่าเกิดสนิมหรือการกัดกร่อนของตัวถัง



รูปที่ 7.7 การตรวจสอบตัวถังหม้อแปลง

2. การรั่วซึมรอบนอกของหม้อแปลงไฟฟ้า

2.1 ตรวจดูปะเก็น/ซีลยางต่าง ๆ

2.2 ตรวจดูวาวล์ถ่ายน้ำมัน (Drain Valve)

2.3 ตรวจดูวาวล์ทิ้งน้ำมัน (Drain Plug)

รูปที่ 7.8 การตรวจสอบการรั่วซึมรอบนอกของหม้อแปลงไฟฟ้า

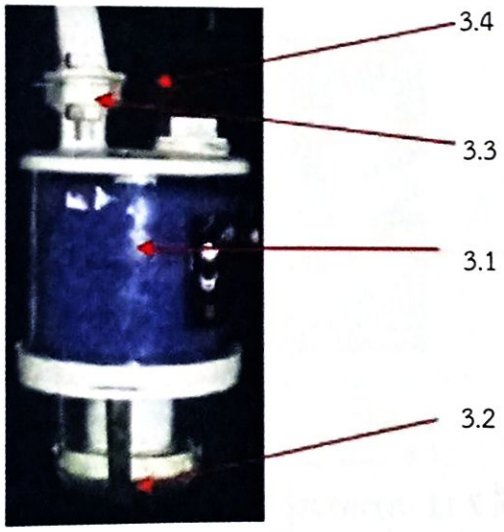
3. ชุดกรองความชื้น (Dehydrating Breather)

3.1 ตรวจสอบการเปลี่ยนสีของซิลิก้า เจล (Silica gel) จาก สีน้ำเงินเข้มเป็นสีชมพูไป 3/4 ของกระบอกกรองความชื้น (ควรแก้ไข)

3.2 ตรวจสอบระดับน้ำมันในถ้วยใต้กระบอกกรองความชื้น ว่ามีอยู่ในระดับที่มาตรฐาน

3.3 ตรวจสอบซีลยางและน็อตสกูรต้องไม่มีคราบน้ำมันซึมและซีลยางไม่แตกระแหง มีผิวเรียบ

3.4 ต้องดึงแผ่นอะลูมิเนียมออกก่อนติดตั้งและจ่ายไฟ



รูปที่ 7.9 การตรวจสอบชุดกรองความชื้น (Dehydrating Breather)

4. การตรวจวัดค่า (Insulation Resistance) 2000 MegaOhm - 5000 MegaOhm

4.1 H. V. – L.V. ต้องไม่ต่ำกว่า 1000 MegaOhm

4.2 H.V. – Ground ต้องไม่ต่ำกว่า 1000 MegaOhm

4.3 L.V. – Ground ต้องไม่ต่ำกว่า 1000 MegaOhm

รูปที่ 7.10 การตรวจวัดค่า (Insulation Resistance)

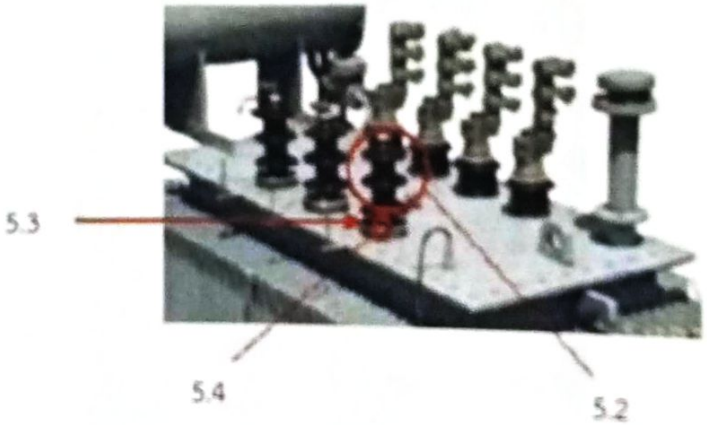
5. บุชชิ่งแรงสูง - แรงต่ำ (Bushing)

5.1 ตรวจสภาพผิว (คราบน้ำมัน, รอยอาคห์ (Arc), ครีบบิ่นแตก)

5.2 ตรวจความสะอาดของบุชชิ่ง

5.3 ตรวจดูรอยรั่วซึมของคราบน้ำมัน, สภาพซีลยาง (Seal)

5.4 ตรวจ Bolt & Nut ของบุชชิ่งแรงสูง-แรงต่ำ



รูปที่ 7.11 การตรวจสอบบุชชิ่งแรงสูง - แรงต่ำ (Bushing)

6. ขั้วต่อสายไฟเข้า - ออก ด้านแรงสูงและแรงต่ำ (Terminal Connector H.V., L.V.)

6.1 ตรวจ ดูรอยอาร์ก (Arc) หรือ Overheat

6.2 ตรวจ Bolt & Nut ของ Terminal Connector ให้แน่น

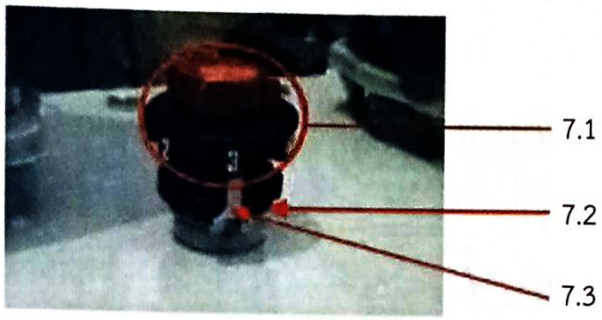
6.3 ตรวจสอบความสะอาดและทำ Compound เพื่อช่วยเคลือบคลุมรอยสัมผัสไว้เป็นการกันความชื้นและอ๊อกซิเจนในอากาศ

7. ชุดปรับแรงดันไฟฟ้า (Off Load Tap Changer)

7.1 ตรวจสภาพของ Handle และ Tap Changer ตรงล็อกหรือไม่

7.2 ตรวจสอบรอยรั่วซึมของน้ำมันและซีลยาง (Seal)

7.3 ตรวจสอบการอาร์ก (Arc) หรือเชื่อมติดของ Tap Changer โดยการหมุนไป - มา 4-5 ครั้ง



รูปที่ 7.12 การตรวจสอบชุดปรับแรงดันไฟฟ้า (Off Load Tap Changer)

8. ที่วัดระดับน้ำมันหม้อแปลงไฟฟ้า (ถ้ามี)

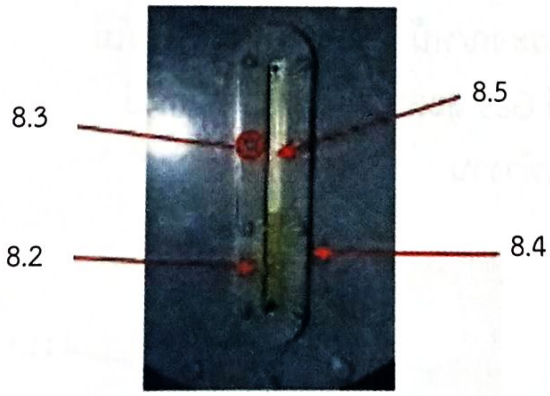
8.1 สังเกตการขยับตัวของเข็มวัดระดับ (ถ้ามี)

8.2 ตรวจดูระดับน้ำมันอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน (20 Celsius) หรือไม่

8.3 ตรวจขัน น็อต สกูรให้แน่น

8.4 ตรวจสอบรอยรั่วซึมน้ำมันและซีลยาง (Seal)

8.5 ตรวจสอบ กระจก/พลาสติก ว่าแตกชำรุดหรือไม่



รูปที่ 7.13 การตรวจสอบที่วัดระดับน้ำมันหม้อแปลงไฟฟ้า (ถ้ามี)

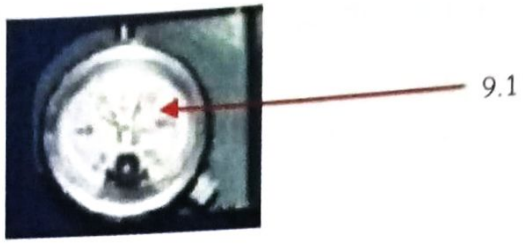
9. เทอร์โมมิเตอร์ (ถ้ามี)

9.1 ตรวจสอบกระจก/พลาสติกหน้าปัทม์แตกชำรุดหรือไม่

9.2 ตรวจสอบรอยรั่วซึมคราบน้ำมัน

9.3 ตรวจสอบค่าที่วัดอุณหภูมิ Top oil เกินค่าที่กำหนด ที่ 60 องศา-เซลเซียส

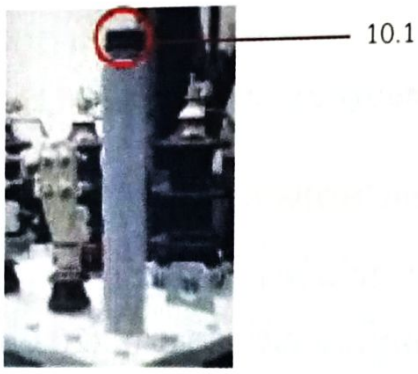
9.4 ตรวจสอบการทำงานของอุณหภูมิถูกต้องหรือไม่



รูปที่ 7.14 การตรวจสอบเทอร์โมมิเตอร์ (ถ้ามี)

10. อุปกรณ์ความดัน (Pressure Relief Device) (ถ้ามี)

10.1 ตรวจสอบรอยรั่วซึมคราบน้ำมัน



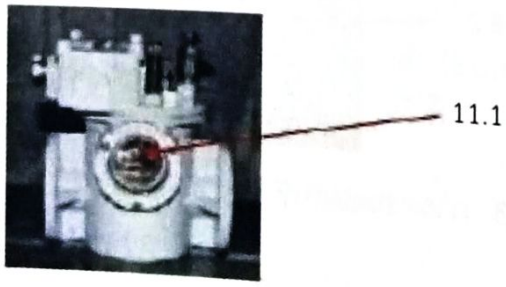
รูปที่ 7.15 การตรวจสอบอุปกรณ์ความดัน (Pressure Relief Device) (ถ้ามี)

11. บุชโฮรีเลย์ (Buchholz Relay) (ถ้ามี)

11.1 ตรวจสอบกระจก/หน้าปัทม์แตกชำรุดหรือไม่

11.2 ตรวจสอบมี Gas สะสมมากผิดปกติหรือไม่

11.3 ทดสอบการทำงาน



รูปที่ 7.16 การตรวจสอบบุชโฮรีเลย์ (Buchholz Relay) (ถ้ามี)

12. น้ำมันหม้อแปลงไฟฟ้า

12.1 ทดสอบค่า Breakdown Voltage ตามมาตรฐาน ASTM หรือ IEC

12.2 ตรวจสอบสีของน้ำมัน

12.3 ตรวจสอบค่าความเป็นกรด, ความหนืด

12.4 ตรวจสอบสิ่งเจือปนในน้ำมัน

คำถาม

ถ้าหากโหลดของหม้อแปลงไฟฟ้าไม่สมดุลจะเกิดผลเสียต่อระบบอย่างไรบ้าง

คำตอบ

1. เกิดการสูญเสียและแรงดันปลายสายตกมาก
2. Voltage Regulation ไม่ดี คือ แรงดันไฟฟ้าในแต่ละเฟสไม่เท่ากัน
3. ความสามารถในการจ่ายโหลดของหม้อแปลงลดลง

สรุปเนื้อหาสำคัญ (แผนผังมโนทัศน์)